

Zdenko Balaž
Krešimir Meštrović

POLITEHNIČKA KOGNITIVNA KIBERNETIKA

PRIRUČNICI TEHNIČKOG VELEUČILIŠTA U ZAGREBU
MANUALIA POLYTECHNICI STUDIORUM
ZAGRABIENSIS

Zdenko Balaž
Krešimir Meštrović

POLITEHNIČKA KOGNITIVNA KIBERNETIKA

Udžbenik na kolegiju 'Kognitivna kibernetika' i 'Inteligentni sustavi' koji se održavaju u sklopu nastave na politehničkim diplomskim specijalističkim studijima Tehničkog veleučilišta u Zagrebu

Zagreb, 2018.

TEHNIČKO VELEUČILIŠTE U ZAGREBU ZAGREB UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

izdavač	Tehničko veleučilište u Zagrebu Vrbik 8, Zagreb
za izdavača	Mr. sc. Goran Malčić
autori	Dr. sc. Zdenko Balaž i Dr. sc. Krešimir Meštrović
recenzenti	Doc. dr. Mladen Zeljko i Mr. sc. Mensud Brčaninović
vrsta djela	udžbenik Objavljivanje je odobrilo Stručno vijeće Tehničkog veleučilišta u Zagrebu odlukom broj: 2850-2/18 od 27. studeni 2018.
ISBN	978-953-7048-81-5
CIP zapis	Dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001017182

Sadržaj

Prolegomena....9
Uvod....10
1. Znanje i edukacije za novu politehniku....13

1.1. Znanje i modernost....14
1.2. Nove tehnologije i nova znanja....22
1.3. Edukacije Inženjera znanja....32
1.3.1. Kognitivno i bihevioralno inženjerstvo....32
1.3.2. Inženjerstvo umjetne inteligencije....35
1.3.3. Spoznaje o edukaciji budućnosti....39
1.3.4. Konceptualni model ljudskih čimbenika....42
1.3.5. Sigurne i nesigurne organizacijske strukture....44
1.3.6. Politehnička edukacija budućnosti....46
1.4. Komentar uz prvo poglavlje....54
1.5. Za sam kraj prvog poglavlja....58

2. Kognitivna i kvazi kibernetička okolina....59
2.1. Znanost tehničkog čovjeka 60
2.1.1. Razvoj sustava s ljudskom inteligencijom....63
2.1.2. Kognitivno-kibernetička integracija u egzistenciju 67
2.1.3. Mizantropski ciljevi novih tehnologija 71
2.2. Mišljenje i intelektualno djelovanje....73
2.2.1. Cogito 76
2.2.2. Cogitatio....76
2.2.3. Cogitationes 77
2.3. Paradoksalnost tehnosfere 77
2.3.1. Znanje u interakciji čovjeka i računala....80
2.4. Kaptološki utjecaj na mišljenje i pamćenje....84
2.5. McLuhanova pitanja o učinku i razvoju nekog medija....92
2.5.1. Kaptološki edukacijski medij....92
2.5.2. Jezik kao najmoćniji edukacijski medij....94

2.6. Kult vizualizacije i mediologija 95
2.7. Nadzorno i nadzirano društvo.....98
2.8. Teorija izbora.....100
2.8.1. Integralna životna praksa.....103
2.8.2. Temeljna moralna intuicija i vrijednosti.....107
2.8.3. Intuigencija.....112
2.9. Komentar uz drugo poglavlje.....118
2.10. Za sam kraj drugog poglavlja.....121

3. Lean i tehnološki izazovi za novu politehniku.....122

3. 1. Što je Lean?.....122
3.2. Lean sustavi i kognitivna kibernetika.....126
3.2.1. Djelovanje obilježeno kognitivnom kibernetikom.....126
3.2.2. Kognitivno i kibernetičko Lean modeliranje.....127
3.3. Kognitivna kibernetika u inovativnim tvrtkama.....139
3.4. Lean koraci prema unapređenju.....140
3.5. Lean orijentacija prema razvoju i istraživanju.....142
3.6. Lean inženjeri znanja.....143
3.6.1. Inteligentni sustavi i kognitivna kibernetika za Lean inženjere znanja.....145
3.7. Sustav vrijednosti u Lean sustavu gospodarenja.....155
3.7.1. Cjelokupnost sustava vrijednosti u Lean inženejrstvu....159
3.8. Lean platforme proizvoda 162
3.9. Lean primjeri implementacije.....166
3.9.1. Primjeri tehnoloških inovacija u studijama.....165
3.9.2. Prepreke za Lean implementaciju i transformacija poslovanja.....176
3.9.3. Lean potvrda stalnog napretka.....184
3.10. Komentar uz treće poglavlje.....188
3.11. Za sam kraj trećeg poglavlja.....191

4. Kaptologije - Persuazivne tehnologije.....192

4.1. Hermeneutika kognitivne kibernetike.....193
4.2. Kognitivna znanost i računalstvo.....195
4.2.1. Potrebe.....198
4.2.2. Uvjerenja.....199
4.2.3. Ciljevi.....202
4.2.4. Zainteresiranost.....204
4.2.5. Emocije.....205
4.3. Mistična implozija umjetne inteligencije.....206
4.3.1. Transformacije u kognitivnu kibernetiku.....207
4.3.2. Sprega kaptologije, mozga i kognitivne kibernetike.....211
4.3.3. Primjeri provedenih istraživanja.....213
4.4. Kaptološko vrijeme kao sredstvo fragmentiranja.....224
4.5. Komentar uz četvrto poglavlje.....228
4.6. Za sam kraj četvrtog poglavlja.....231

5. Specijalistička modeliranja za politehniku.....232
5.1. Uvod.....233
5.2. Aproksimacije cilindričnih segmenata vodiča 235
5.3. Dvoslojni model sredstva i Maxwellove jednadžbe.....239
5. 4. Model kabela u sredstvu.....243
5.4.1. Impedancije segmenata vodiča jednožilnih kabela.....243
5.4.2. Vlastita poprečna impedancija segmenta vodičajednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu.....245
5.4.3. Međusobna poprečna impedancija segmenta vodiča jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu.....247
5.4.4. Skalarni električni potencijal cilindričnog segmenta vodiča.....248
5.4.5. Vektorski magnetski potencijal cilindričnog segmenta vodiča.....251

5.4.6. Uzdužne impedancije segmenata vodiča jednožilnih kabela....252
5.4.7. Poprečne i uzdužne impedancije segmenata vodiča trožilnih kabela....255

5. 5. Modeliranje elektroenergetskih sastavnica 263

5.5.1. Komponente elektromagnetskog modela....263
5.5.2. Sustav jednadžbi elektromagnetskog modela....269

5. 6. Vizualizacija modeliranih sastavnica....299

5.6.1. Algoritmi 3D vizualizacije....299
5.6.2. Računalni program 304
5.6.3. Područje primjene računalnog programa 309

5. 7. Komentar uz peto poglavlje....310

5.8. Za sam kraj petog poglavlja....314

6. Politehnički primjeri kognitivne kibernetike....315

6.1. Aerodromski specijalistički sustavi 315

6.1.1. Prvi primjer - Aerodromski sustav preciznog indikatora kuta poniranja, (PAPI)....315
6.1.2. Drugi primjer - Aerodromski sustav zaštitinih svjetala prilazu uzletno - sletnoj stazi, (RGL)....335
6.1.3. Treći primjer - Aerodromski sustav rasvjete platforme....347

6.2. Specijalistički prometni sustavi 365

6.2.1. Prvi primjer – Inteligentni transportni sustavi....365
6.2.2. Drugi primjer - Inteligentni sustavi budućnosti za aplikativnu tribologiju....389

6.3. Specijalistički sustavi u elektroenergetici....399

6.3.1. Prvi primjer - Pristup rješavanju problematike elektromagnetskog zračenja....399

6.3.2. Drugi primjer - Pristup rješavanju problematike elektromagnetske kompatibilnosti.....410
6.4. Komentari uz navedene primjere.....493
6.5. Za sam kraj šestog poglavlja.....501

Zaključak.....502
Literatura.....510
Popis slika.....542
Popis tablica.....555
Popis oznaka.....558
CV autora.....583
Zahvale.....587
Na kraju knjige.....600
Kazalo 602
Kazalo imena 611

Prolegomena- prije uvoda

O KNJIGAMA I PISANJU

U svojoj knjizi " Stakleni kavez", Nicholas Carr navodi kako je 18. travnja 1775. navečer, Samuel Johnson dopratio svoje prijatelje, Jamesa Boswella i Joshuu Reynoldsa u posjet luksuznoj vili Richarda Owena Cambridgea na obali Temze pokraj Londona. Uvedeni su u biblioteku, gdje ih je dočekao Cambridge. Nakon kratkog pozdrava Johnson je pohrlio policama s knjigama i počeo u sebi čitati hrptove posloženih knjiga.

"Doktore Johnson", rekao je Cambridge, "čini mi se čudnim da netko ima takvu želju gledati u knjige". Kako se Boswell poslije prisjećao, Johnson se istog časa istrgnuo iz sanjarenja, okrenuo i odgovorio: "Gospodine, razlog je posve jednostavan. Dvije su vrste znanja. O nečemu ili sami nešto znamo ili znamo gdje se o tome možemo informirati"...

U svojoj knjizi "Čovjek po mjeri", Stephen Joy Gould za prerađeni i proširenu uvod prenio je poruku svojeg prijatelja Alana Dershovitza koji je ispričao kako je neka žena uspjela dobiti njegovu knjigu Chutzpah tako što je prodavaču u knjižari rekla:

"Htjela bih onu knjigu čiji naslov ne mogu izgovoriti, od autora čijeg se imena ne mogu sjetiti"....

U svojoj knjizi "Augustinova ispovijest", Jean-Francois Lyotard, u dijelu "Skice olovkom" je napisao:

"Svi se slažu da govor donosi olakšanje. Pisanje je pak vježba iz koje nastaje djelo od kojeg se ne zahtijeva da bude iskreno,...Ništa nije manje pouzdano od znakova,.. Na čitatelju je da dokuči res i sam zadaje ton mrtvim slovima"....

Uvod

Udžbenik obrađuje gradivo kolegija Inteligentni sustavi i Sklopna postrojenja te prezentira područje za uvođenje novog kolegija Kognitivna kibernetika, kao novi potencijal svim studijima Tehničkih veleučilišta s porukom o potrebi prihvaćanja Nove Politehnike.

Područje kognitivne kibernetike novo je gradivo u tehničkim znanostima koje je na Elektrotehničkom odjelu, Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, kroz kolegij Inteligentni sustavi promovirano dolaskom gostujućeg profesora dr. Mathiasa Hauna. Rad na tom području intenziviran je povezivanjem područja kaptologije koja se njeguje kroz kolegij Inteligentni sustavi i objavom triju novih znanstvenih radova s tim temama. Sretna je okolnost da je suradnja još više produbljena razmijenjenim recipročnim gostujućim predavanjima kako na Elektrotehničkom odjelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu tako i na Offenburg University of Applied Sciences. Zadnje dvije akademske godine obilježene su promocijom tog područja kroz studentske seminare, diplomske radove, javna predavanja povodom „Tjedna mozga“ u Hrvatskoj i obljetnice Hrvatske akademije tehničkih znanosti. Sve je to dovoljna podloga da se u samom uvodu ove knjige objelodani i prva hrvatska **definicija** kognitivne kibernetike.

„KOGNITIVNA KIBERNETIKA je nova znanstvena disciplina koja na osnovama kognitivnih znanosti i kognicije kao mentalnog ljudskog naboja, povezuje kibernetičko poimanje svega kao sustava, (tehničkog, društvenog, prirodnog,...) s novim inteligentnim tehnologijama kako bi spoznajama o interakciji ukazala na kaptološku antropomorfizaciju današnjeg čovjeka.“

Tehničko veleučilište u Zagrebu (lat. *Polytechnicum Zagrabiense*) kao najveće veleučilište u Hrvatskoj ovim iskorakom uz bok je svjetskim elitnim tehnološkim sveučilištima koja su usredotočena na primijenjenu znanost i inženjering koji u novije vrijeme dobiva naziv Nova politehnika.

Temeljni cilj takve politehnike je obrazovanje inženjera budućnosti koji će imati visoko kvalitetno tehničko znanje, ali i ekonomsko poslovno,

dobro će poznavati nove tehnologije, menadžment i informatiku, znat će primjenjivati načela inženjerskog i timskog rada, te se služiti vještinama brzog prijenosa ideja u praksu. Suvremena uloga inženjera znanja podrazumijeva i sposobnost promišljanja i vođenja projekata, razumijevanje gospodarstva, upravljanja znanjem i intelektualnim resursima. Za takve vrline, stručnost i kompetencije imperativ je za politehničke stručnjake uvođenje i primjena kognitivne kibernetike. To je bio i povod za objavu novog udžbenika pod naslovom Politehnička kognitivna kibernetika. Nova politehnika potreba je nadolazećih promjena kako u obrazovanju i edukaciji tako i u gospodarstvu. Iz tih su razloga u gradivu ovog udžbenika razrađene inovativne metode poučavanja koje studente stavljaju u fokus interesa, a oslonjene su na dva konkretna primjera ostvarene suradnje. Prvi primjer je već spomenuta Erasmus suradnja Elektrotehničkog odjela, kroz kolegij Inteligentni sustavi s Veleučilištem u Offenburgu, (Hoch Schule Offenburg - Offenburg University of Applied Sciences), koji je bio podloga za unapređenje postojećeg kolegija i djelovanje u novom politehničkom smjeru s ciljem upoznavanja, razvijanja i unapređenja međusobne suradnje i pokretanje novog kolegija – Kognitivna kibernetika. Drugi je dobar primjer razmjena iskustava s Kineskim sveučilištem Zhengzhou, (Zhengzhou University, China), iz Provincije Henan, kroz kolegij Inteligentni sustavi, Elektrotehničkog odjela, i angažman u Uredništvu časopisa Progress in Human Computer Interaction – Whioce Publishing Pte. Ltd, iz Singapura.

Primjeri suradnje poslužili su za upoznavanje s dobrim iskustvima duge povijesti koja promovira svoju osobitu kulturu ukorijenjenu u kulturi ljudi središnje Kine, koji su naslijedili i stalno razvijaju **vrline tolerancije, blagosti, sposobnosti i duhovnost**. U takvom ozračju integrirana je višeregionalna, multietnička i multikulturalna atmosfera u kojoj je imperativ **etos** kojeg rese: **ustrajnost, povjerenje, dobročinstvo, skromnost, pozornost i kritičko promišljanje,** a karakteriziraju ih interdisciplinarnost i međusobno nadopunjavanje

Kognitivna kibernetika za politehniku poziv je na novo. Broj novih politehnika koje pružaju visoko obrazovanje ne smije biti rezultat

formalne nadogradnje od njihove izvorne i povijesne uloge već tradicije dokazanih institucija - Visoke tehničke škole, (Hoch Schule). U nekim situacijama, bivša veleučilišta ili druge izvansveučilišne institucije pojavila su se samo kroz administrativnu promjenu svojih statuta, što je često uključivalo promjenu imena uz uvođenje novih nazivlja kao što su institut za tehnologiju, veleučilište ili sveučilište tehnologija, u marketinške svrhe. Takva pojava toliko unaprijeđenih veleučilišta, bivših strukovnih škola i tehničkih škola pretvorena u sveučilišne institucije, izazvala je zabrinutost zbog kojih nedostatak specijaliziranih stručnjaka dovodi do nestašice industrijskih vještina u nekim područjima, što je također povezano s problemima koje može riješiti jedino Nova politehnika koja se promovira kroz ovu knjigu.

Tijekom niza evolutivnih reformi školstva na području Republike Hrvatske u proteklih je tridesetak godina došlo do preustroja stručnih studija i studija politehnike.

U sklopu reforme visokog školstva u Republici Hrvatskoj, prateći najnovije svjetske trendove, predloženo je pokretanje sveučilišnih preddiplomskih studija politehnike te diplomskih studija politehnike. Zahtjevi tržišta rada i propulzivan razvoj inteligentnih tehnologija na osnovama kognitivne kibernetike poveznica su i imperativ prilagodbe europskim standardima u obrazovanju po objelodanjenom modelu Tehničkog veleučilišta u Zagrebu, „Politehnika 2025".

Knjiga sa svojih šest poglavlja stavlja akcent na znanje koje se danas stječe na drugačije načine za što je potrebna određena propedeutika. Prednaobrazba koju pruža knjiga oslanja se na modernost koja je bila impuls za procvat znanja i znanosti ne samo kroz tehnološka i tehnička već i kroz filozofijska područja od samog povijesnog začetka znanja. Konkretni obrađeni primjeri u knjizi iz specijalističkih aplikativnih područja u zrakoplovstvu i elektroenergetici približavaju studentima područje kognitivne kibernetike. Samim time što se kognitivna kibernetika definira kao znanstvena disciplina, obvezuju na vježbanje i stjecanje mentalne kondicije za zahtjevne životne i poslovne utrke .

1. Znanje i edukacije za novu politehniku

Ovo poglavlje obrađuje dio problematike aktualiziran potrebama za stručnjacima novog profila čija je uloga povezana uz sve veću prisutnost inteligentnih tehnologija u njihovom poslu, ali i u životu općenito. Ono što njih resi i po čemu su dobili naziv je **znanje**. Ti stručnjaci, prepoznati kao inženjeri znanja, specijalisti su profila stručnih vještina i specijalističkih znanja aplikativnog karaktera, razvijeni na osnovama modernog inženjerstva. Takvi su specijalisti danas angažirani gotovo u svim tvrtkama gdje rade samostalno ili u timovima. U samom početku informatizacije njihov je zadatak bio uvođenje i održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Tijekom eksploatacije sustava sve veće su potrebe za njima bile okrenute edukaciji korisnika i razvoju. Za stjecanje znanja, školovanja i osposobljavanja u novom globalnom dobu još nije postavljen univerzalan edukacijski okvir jer nisu još ni prepoznata sva međudjelovanja čovjeka i računala na razini inteligentnih, interaktivnih prijenosnih tehnologija. Jedan od utjecaja opisuje kaptologija, koja prepoznaje računala kao persuazivnu tehnologiju koja pridonosi uštedi u radu, ali istovremeno mijenjaju i oslobađaju ljude koji se njima služe. Ušteda u radu i oslobađanje vremena **sloboda** je današnje egzistencije koja se pojavljuje kao sustav sa svojim utjecajnim čimbenicima: kaptološkim, antropološkim, tehnološkim i tehničkim. Učinak računala, koja raspolažu znanjem određenih domena sa sofisticiranim procesima donošenja odluka i sposobnostima objašnjavanja svojih postupaka kroz informacije i komunikaciju nepovratno je povezan s čovjekom kao ljudskim inteligentnim i društveno-radnim bićem kojeg zaokuplja **slika** koja je postala simbol modernog. Iako sadržaj poglavlja akcent stavlja na stručnjake angažirane i vezane na tehnološka unapređenja i inteligentne sustave osvrće se na sam začetak ideje o modernosti koja je bila definirana s pet načela koja su obuhvatila izvorišnost tehnike njen uspon do tehnološke revolucije,

društvenu reprodukciju i tehničku reproduktibilnost te uspostavu informacijskog načela društva.

Modernost se razvijala kroz faze rane modernosti, modernost i postmodernost. Treća faza ili postmodernost okončala se prijelazom u XXI. stoljeće i iščezla u: postindustrijskom, informatičkom, tehnoznanstvenom i globalnom dobu. Tako dinamičku transformaciju društva nije adekvatno pratila reforma edukacije, školovanja odnosno osposobljavanja. Iz tih su razloga u obradi sadržajno obuhvaćena područja novih tehnologija i novih znanja ali i edukacije u budućnosti. Uz konceptualni model neizostavnih ljudskih čimbenika obrađeno je kognitivno, bihevioralno i inženjerstvo umjetne inteligencije i načinjen osvrt na sigurne i nesigurne organizacijske strukture i posebnom pozornošću na edukacije budućnosti.

1.1. Znanje i modernost

Pitanje koje je se sve češće čuje: "Kako koristiti um i kako koristiti inteligentne tehnologije u modernom vremenu?" **Kaptologija** je otkrila računalo kao persuazivnu, namamljujuću tehnologiju koja utječe ne samo na um već na cjelokupni život modernog čovjeka. U akronimu, **CAPTology**, (engl. ***C**omputers **A**s **P**ersuasive **T**ech**nology***), persuazivno, (lat. *persuasibilibus - namamljen*), se odnosi na uvjerljivo nagovaranje od strane inteligentnih tehnologija. Interaktivne prijenosne inteligentne tehnologije nametnule su svojom persuazivnošću, "kult informacije", po kojem je informacija vrsta robe koja se kao utilitarni resurs mora brzo i efikasno eksploatirati. Ta općeprihvaćena činjenica rezultirala je famom, kako će pristup što većoj količini informacija i što bržem "probavljanju" njihovog sadržaja i smisla omogućiti korisnicima da brzo dođu do znanja!?

Ispitivanja procesa persuazije u novije vrijeme pokazala su da je njezina uspješnost ovisna i o čimbenicima inteligentnih tehnologija (dizajn, interaktivni računalni proizvodi, web, desktop i drugi). Iz tih se spoznaja može zaključiti kako su inteligentne tehnologije uporabljene i

za utjecaj na stavove, vjerovanja, učenje i ponašanja ljudi. Razvojne strategije svjetske proizvodnje i prodaje računala idu u tom smjeru i potvrđuju to promoviranim **3P-modelom**, koji osim **persuazivne**, promovira još i **permisivnu**, i **pervazivnu**, komponentu. Spoznajnu razinu integriranog razvoja ljudskog uma doprinosom umjetne inteligencije kroz njene proizvode, "pametne" tvorevine, inteligentne tehnologije, sve više zasjenjuje niz nedostataka i problema koje donose iste te interaktivne tehnologije. U istraživanjima je postavljena paralela koja obrađuje kaptološku komponentu inteligentnih, odnosno interaktivnih tehnologija i prikazuje primjere kaptoloških utjecaja koje svjedoče i potvrđuju istraživanja unutar kognitivnih znanosti pomoću računalnih simulacija ljudskog mišljenja. Veliki broj provedenih istraživanja pokazuju da je uspješnost persuazije ovisna o čimbenicima koje je razotkrila kognitivna kibernetika i ponašanja doživljavaju svoju transformaciju kroz razvoj društva. Utjecaj može biti pozitivan i negativan pri čemu ekstremnost utjecaja već eskalira u smjeru novih teorija singulariteta, trans i posthumanizma postavljenim na načelima ekstropije.

O interakciji čovjeka i računala u kontekstu filozofije pokušavaju progovarati tradicionalna i moderne znanosti jer žele dokučiti konačne spoznaje znanja. Ipak pravu pomoć zato može pružiti jedino **kognitivna kibernetika**. Kognitivna kibernetika nova je znananstvena disciplina zasnovana na kogniciji, koju prepoznaje kao ljudski mentalni kreativni pokretački naboj i kibernetici kao univerzalnoj znanosti o sustavima, te njihovom sintetiziranju i mogućnostima na osnovama novih inteligentnih tehnologija, (računala). Zadatak je kognitivne kibernetike u interakciji čovjeka i računala postaviti okvire i granice znanja za njihovu integraciju, imajući na umu spoznaje o tehno i bioetičnosti.

Znanje koje prepoznaje Politehnika, neminovno se povezuje s inženjerima znanja, (IZ), i mogućnostima novih tehnologija koje svakim danom sve više unapređuju pohrane i manipulacije znanjem iz kojeg se može na specifičan način učiti i stjecati nova znanja. Ali prethodno se mora znati kako tretirati današnje znanje.

Prirodu ljudskog znanja započeli su tumačiti filozofi stare Grčke, (Platon, Aristotel,...), a puno sofisticiranije su u 17. i 18. stoljeću znanje započeli promatrati mislioci tog vremena, kroz ideje tijela i uma kao dva odvojena entiteta, (Descartes,...). Prosudbu znanja osjetilima pokušao je objasniti još Kant, uvodeći određene osjetilne sposobnosti koje je nazvao "moći" i kojima se oslanja na tri osnovna elementa koji sačinjavaju raspodjelu osjetilnoga na sljedeći način:

- postoji nešto kao, oblik koji proizlazi iz osjeta
- slijedi percepcija toga oblika koja nije isključivo stvar osjeta
- percepcija oblika uključuje moći uočavanja toga oblika.

Na taj način, u svoje vrijeme, Kant objašnjava, a danas kognitivna kibernetika prihvaća mogućnost da se obliku podari smisao pomoću dvije vrste moći:

- moći osjeta i
- moći da se tomu osjetu podari značenje.

Moć osjeta je od samog početka za ljudski rod bila životno značajna ali se objašnjenje mora promatrati na način da se osjetu može pripisati značenje na tri načina:

Prvi je način da se **razum** koristi sposobnošću imaginacije koja podređuje osjetilnu funkciju značenje. Takvim se pristupom može pripisati nadređenost moći osjeta, kojom se dolazi do objekta znanja za koje poredak definira način sagledavanja.

Drugi način daje isključivu prednost **osjetu**. U tom slučaju sposobnost racionalne spoznaje kao objekta žudnje pada u drugi plan.

Treći način ne vidi ni objekt znanja ni objekt žudnje. Osjetilno izmiče hijerarhijskom poretku jer nema nadređenosti moći osjeta, a niti sposobnosti osjeta, ali baš zato postoji **mogućnost spoznaje**. Prva dva načina zahtijevaju hijerarhijski poredak a rezime je moguć kao:

- **razlaganje** osjetilnim, što upućuje na određenu udešenost ulaznih informacija koje su prepoznate osjetilima.
- **udešenost** koja podrazumijeva odnos među osjetilima, osjet jednoga prema osjetu drugoga. (Odnos među osjetilima je konjunktivan ako se

među moćima uspostavlja unaprijed zadan hijerarhijski poredak poput pravila, ili disjunktivan ako među njima ne postoji strogo određeni poredak).

- spomenuta udešenost može postojati, ali se može i narušiti, što znači da **nema hijerarhije**. Baš u takvom slučaju nepostojanja ustaljenog hijerarhijskog poretka, nastaje moć čiji potencijal počiva upravo na takvom nepostojanju.

Za izloženo, o prosudbi znanja osjetilima, filozofi su uveli određenu vrstu diskursa, koji podrazumijeva **estetiku znanja**. Estetska prosudba znanja uključuje zanemarivanje ili suspenziju znanja, što je puno više od eliminacije neke skupine podataka. Suspenzijom znanja nameće se podjela na znanje i neznanje koje dovodi do novoga vjerovanja.

Vjerovanje se artikulira između dviju vrsta znanja i ono uspostavlja ravnoteže između tih vrsta znanja s kojima se združuje. Upravo u tu ravnotežu treba vjerovati. Do toga je zaključka došao i Platon kada je vjerovanjem u istinu definirao znanje i koji je uveo pojam **ekonomije znanja** koje se mora temeljiti na priči.

Da bi znanje bilo uvjerljivo i da bi uopće moglo djelovati mora biti utemeljeno na konstrukciji strukture unutar koje će djelovati. Kada je znanje podređeno logici cilja onda je to s Platonova stajališta **tehničko znanje** koje čini nevidljivi temelj raspodjele na sva ostala znanja i pozicije.

Tehničko znanje se mora pretpostaviti i za to se mora ispričati uvjerljiva priča. **Znanje zahtijeva priče** jer je u svojoj biti uvijek dvostruko i stoga postoje dva načina susretanja s tom nužnošću: **etički** i **estetski**.

Kod Platona je provokativno definirana etička nužnost kao fikcija koja nije iluzija i koja se ostvaruje kroz odnos u toposu i prostoru kroz zakon koji određuje odnos između osjeta.

Estetska dimenzija se promatra kao dopuna dijelovima a da se sama ne može smatrati dijelom. Uz nju se povezuje izmjena odnosa između osjeta, višak koji istodobno razotkriva i nastoji neutralizirati podjelu u

srži osjetilnoga. Budući se estetsko iskustvo ne može opisati kao dio, ono se može smatrati kao razmještanje aktivnost i neutralizirajuća aktivnost i to neutralizacija sukoba između formalnoga i osjetilnog nagona.

Estetika znanja djeluje zanemarujući disciplinarne granice kao u slučaju kada se riječi izmjeste iz svoga prirodnoga konteksta, ili pak iz društvene povijesti. Može se riječi ne predstavljati kao prikaz proživljene situacije, već kao izmjenu odnosa između situacije, oblika vidljivosti i sposobnosti koje se uz njih vezuju.

Proživljena situacija ophođenjem zahvaća trenutak filozofske težnje za priznanje pisano egalitarnim pripovjednim jezikom, čime se Platonu pripisuje koncept mita čija je specifičnost u zamjenjivanju temelja znanja arbitrarnim inzistiranjem na priči.

Uključenje sociološke i povjesničarske komponente u pokušaj objašnjenja znanja uvodi identitet razumijevanja na granici nužnosti i vjerojatnosti kao i istine i iluzije. Stoga treba pozorno prihvatiti Platonov ukaz na potrebu razlikovanja kako govoriti istinu i o istini. Ako se stvari promatraju iz drugačije perspektive, shvatit će se tehnika koja radikalno propituje tu distribuciju moći priče i zajedničkoga jezika koji ukida diskurzivnu hijerarhiju kao i ostale hijerarhije koje se na njoj temelje. Zaključak je da se znanje temelji na priči kao jedinstvenom obliku osjetilne distribucije. Topografija onoga zamislivog uvijek je prikazbena topografija različitih operacija. Ne postoji specifična teritorija mišljenja jer je mišljenje posvuda i nema periferije. Unutarnji oblici mišljenja su uvijek tek privremeni oblici distribucije zamislivoga. Topografija zamislivoga spojena je jedinstvenim kombinacijama osjeta i privremenih praznina razumijevanja. Prije nego što postanu moći koje se udružuju u formaciji suda, **razumijevanje i osjet** shvaćaju se kao:

a) **nadređeni dio inteligencije** koja ima mogućnost procjene, i
b) **podređeni dio osjećaja** koji poznaje šok osjetila i nagon žudnje.

Stoga se postavlja potreba da inteligentna komponenta prosudbe upravlja osjetilima, žudnjom i neumjerenošću, kojima je pak prirođeno buniti se protiv odredbi inteligencije iako im se mora podrediti.

Kada se u 19. stoljeću proučavanje ljudskog znanja premjestilo u područje eksperimentalne psihologije, na scenu je Wilhelm Wundt postavio kognitivnost. Početkom 20. stoljeću popularna ideja uma se biheviorističkim pristupom, promijenila jer je utvrđeno kako svijest nije prikladna za znanstveno istraživanje nego se započelo s proučavanjem motrivog ponašanja, (John B. Watson). Sredinom prošlog stoljeća, znanstvenici su postavljali teorije uma temeljene na procedurama, složenim i mentalnim reprezentacijama prema kojima se komadići informacija kodiraju i dekodiraju u umu, (George A. Miller). Inspiracija toj teoriji bilo je netom uspostavljeno polje umjetne inteligencije, (John McArthy, Marvin Minsky, Allen Newell, Herbert Simon,...). U 70-ima prošlog stoljeća pristupilo se preko kognitivne znanosti proučavanju uma i inteligencije interdisciplinarno. Uključena su bila relevantna polja psihologije, neuroznanosti, lingvistike, antropologije, računarstva i biologije, (Christopher Longuet-Higgins, Ulric Neisser,...).

Danas uz raspoloživost novih tehnologija i njihovog učinka na znanje i život današnjeg čovjeka proučavanje znanja podliježe novim pravilima spoznaje kroz pluriperspektivnost. Upravo je to razlog zbog kojeg nova politehnika mora pružiti mogućnost da se na tradicionalan način edukacije, ali na osnovama kognitivne kibernetike promovira nova znastvena grana nazvana **kaptozofija**, (akronim složen od **kapto**logija + filo**zofija**). Osnovu njenog sadržaja oslikava filozofija prirode sa svim svojim ontološkim sastavnicama, a ostvaruju je inženjeri znanja, djelovanjem kroz dijalektiku tehnike novim tehnologijama.

Filozofija kroz povijest, identificirana dijalektikom, bila je umijeće razmišljanja, raspravljanja i razgovora i razvijala se kao proces i odrednica spoznavanja svijeta, ideja, objekata i sadržaja. Kroz dijalektiku tehnike otvaraju se mogućnosti novih propitivanja korelativom **slobode i vremena** u cilju zadovoljavanja potreba. Tehnika, zbog nedostatnosti imanentne mjere uvodi kontrolu ne samo nad prirodom, već se proširuje i na društvo i stoga kad se istinski spozna doseg kaptozofije je nemjerljiv.

S jedne strane nadogradnja i povezivanje inteligentnih interaktivnih tehnologija omogućuje analizu društvenih aktivnosti i ljudske

inteligencije. S druge pak strane matematičkim modeliranjem i znanstvenim istraživanjima o mozgu i kognitivnim znanostima otvorena je mogućnost integracije u sfere tzv. inteligentnih sustava s ljudskom inteligencijom.

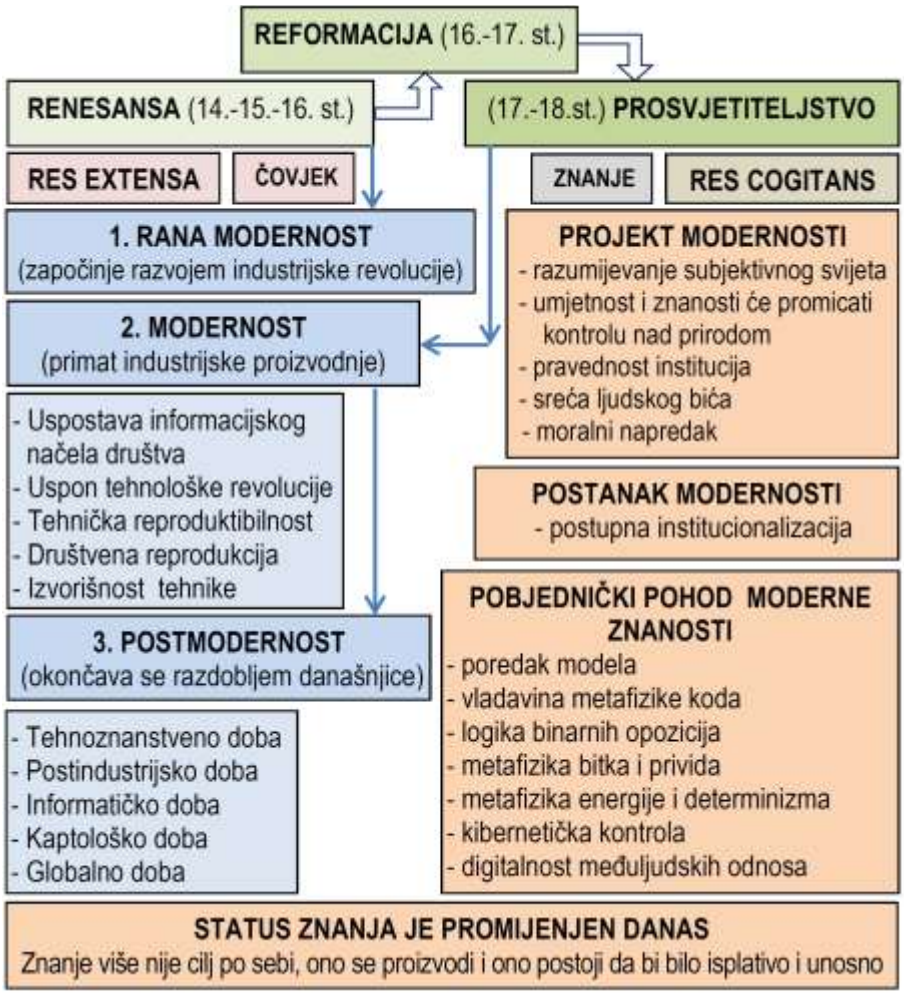
U oba se slučaja polazi od Čovjeka kao inteligentnog ljudskog bića i razvijenih tehnoloških sustavu s umjetnom inteligencijom koja je sve bliža ljudskoj pa ju čak i u nekim slučajevima nadmašuje. Karakteristika da te dvije inteligencije međusobno komiuniciraju i da među njima postoji određena promotriva interakcija zahtijeva spoznaju tog razumijevanja.

Razvojem inteligentnih sustava započela je njihova uporaba u specijalističkim edukacijama gdje se uočilo kako takvi sustavi sadrže znanje određenih domena unutar kojih mogu sofisticiranim procesima donositi odluke i sposobni su objašnjavati svoje postupanje. Na tim su osnovama takvi inteligentni sustava sa svojim mogućnostima bili učinkoviti i u zahtjevnijim interakcijama s ljudima u društvenom okruženju. I u komuniciranju s ljudima u mogućnosti su da objasne neke svoje postupke pa je daljnjim razvojem na temelju tih karakteristika ispunjen dovoljan uvjet da se imperativom počnu koristiti u svim sferama života. Uvođenje takvih sustava u životno okruženje, rezultiralo je značajnim utjecajem na ljudske resurse i to se događa nadalje sve intenzivnije. Još do danas takvi utjecaji nisu sustavno analizirani i ne postoji niti jedna mjerodavna istraživačka studija niti dokument koji bi ukazao na njihovu apsolutnu učinkovitost kao i sve veću mističnu ovisnost o njima.

Kako je u početku svrha znanosti bilo nastojanje održivosti i produljenja života, za opravdanje takve pozitivnosti bila je nužna umjetnost da podari životu smisao. Taj znanstveni početak datira još iz doba prosvjetiteljstva kada se pod idejom "Modernosti" smatralo da će u njoj:

- umjetnost i znanost promicati kontrolu nad prirodom
- nastupiti moralni napredak
- započeti razumijevanje subjektivnog svijeta
- funkcionirati pravednost institucija
- bit ostvarena sreća ljudskog bića

Modernost je začetak kognitivne kibernetike, (između čovjeka kao sustava i njegovog znanja kao potencijala), iako idealno zamišljena nije se mogla ostvarivati očekivano linearno nego je prolazila kroz svoje divergirane faze. Divergentnost faza je najzaslužnija jer je omogućila kreativnost i pobjednički pohod modernih znanosti, Slika 1.



Slika 1. Povijesno-tehnološko-znanstveni pregled razvoja i pobjedničkog pohoda modernosti

Kroz povijest, u prosvjetiteljstvu kao kulturnom pokretu, učinjeni su prvi koraci prema načelima, kojima su započele promjene navika, običaja i tradicija. Težilo se novoj dimenziji obnavljanja znanja, etike i estetike svoga vremena, stavljajući u središte svijeta znanost kroz čovjeka.

Prethodnica svemu tome bila je renesansa kao najkreativnije razdoblje u književnosti i umjetnosti i reformacija kao vjerski i društveni pokret koji je pokušao racionalizirati duhovnost. Baš su to razdoblja razvoja Modernosti. Prva faza ili tzv. rana modernost započela je u renesansi razvojem industrijske revolucije. Prava modernost ili njena druga faza nastavila se kroz prosvjetiteljstvo i razvijala kroz primat industrijske proizvodnje, a kao treća faza ili Postmodernost okončava se prijelazom u XXI. stoljeće ne nagovještavajući što je to nadolazeće. Možda će jezikoznalci budućnost akronima Modernosti opisati kao, **moder**na neizvjes**nost!?**

1.2. Nove tehnologije i nova znanja

Umjetna inteligencija, računala i sve interaktivne inteligentne prijenosne tehnologije, kao kaptologije pridonose uštedi u radu, ali istovremeno mijenjaju i oslobađaju ljude koji se njima služe.
Sloboda egzistencije pojavljuje se kao sustav sa svojim utjecajnim čimbenicima: kaptološkim, antropološkim, tehnološkim i tehničkim.

Učinak računala, koja raspolažu znanjem sve većeg broja kreiranih domena sa sofisticiranim procesima donošenja odluka i sposobnostima objašnjavanja svojih postupaka, kroz informacije i komunikaciju nepovratno se povezuju s čovjekom kao ljudskim inteligentnim i društveno-radnim bićem, i to najučestalije kroz slike. Djelovanje preko slike mijenja i promišljanje i shvaćanje svijeta. Intelektualno postupanje kroz mišljenje je zasjenjeno poveznicom i prihvaćanjem dobrobiti novih tehnologija. Ljudski je misliti i htjeti, a to se mora znati, ali može li se vjerovati kako je moguće izborom ponašanja i percepcijom mišljenja uvjetovati sposobnosti. Znanje kao krajnji rezultat učenja trebalo bi biti generator razuma ljudskog bića. Potvrdu i razmjenu razumijevanja je moguće ostvariti sa svakim drugim ljudskim bićem pomoću jezika. Uz njegovu artikulaciju, fenologiju, semantiku, gramatiku i pragmatiku moguć je odmak, kritički ili estetski pogled. Osvajanja svijeta putem jezika i praslike koja se prvo mora iskomentirati i pohraniti u dubinsku

memoriju, jedino je moguća ako se prijeđe s informacije na djelo prisutno u osjetilnosti i pokretljivosti.
Promatrano kroz prizmu edukacije koja se svodi na interaktivni svijet, mora joj se omogućiti zrcalnost i reprezentnost. Kroz mentalno djelovanje mozga mora se drugačije doživljavati nova integralna stvarnost pa se nameće potreba za drugačijim mišljenjem. Novo drugačije mišljenje može se stvarati samo novim modelima edukacije koja će akceptirati uporabu tehnologije, specifičnost ljudskih čimbenika, oblikovanja sinaptičkih organizacija mozga i akceptirati da se sve to može mijenjati iskustvom, okolnostima i potrebama. Takvo novo mišljenje je u stvari novo znanje.
Da bi se to dogodilo potrebna je integracija kognitivne kibernetike kako ljudsko inteligentno biće ne bi bilo razlogom da se govori o dva svijeta sustava i života. Takva dualnost pitanje je rada i slobode i pitanje svrhe koja nije samo estetska sublimacija.

S obzirom na dijapazon današnjih potreba, one se svode na preživljavanje, zabavu, moć, slobodu, ljubav ili pripadanje, komponente akivnosti i mišljenje, ali i osjećaja i fiziologije moguće je kontrolirati posredno, načinom razmišljanja i djelovanja.

Iz navedenih potreba sloboda je podložna redefiniranju u skladu s njenim promjenama tijekom vremena i odnosom prema njoj. Slobodom se oblikuje jezgra mišljenja i djelovanja.

Intuigencija je nova jezgra mišljenja koja je definirana kao potvrđeni razvoj ljudskog uma integriranim doprinosom uz pomoć interaktivnih, inteligentnih tehnologija. U interakciji čovjeka i novih tehnologija, mora se uvesti hermeneutičko potpomaganje. Pod utjecajem biološkog i društvenog okruženja, međuljudskih odnosa, praktičkih i etičkih vrijednosti, stjecanje takvih vještina, (znanja) se ostvaruje na različitim mentalnim razinama profiliranim sposobnostima kronološkog mišljenja. Stjecanje takvog znanja mora započeti razumijevanjem i povijesnom naracijom, a nastaviti istraživanjem i analizom do sintetiziranja vrijednosti i zauzimanja stavova.

Prema izloženom radi se o novim tehnologijama i novom znanju, a u načelu stjecanje takvog znanja identično je s onim Tehničkim znanjem kako ga je definirao Platon. Ono se mora pretpostaviti i za to se mora ispričati uvjerljiva priča. To je Znanje koje zahtijeva priče i u svojoj je biti uvijek dvostruko i u srazu s tom nužnošću treba se voditi etičkim i estetskim načelima.

Kroz to se načelo potvrđuje metakognicija koja se promatra i predstavlja kao mišljenje o mišljenju jer za postizanje i održavanje mentalnih vještina nije bitan sadržaj misli, već način upravljanja s njima. Taj metakognitivan pristup jest zauzimanje metakognitvnog stava prema mislima i to:

- uviđanjem da misli nisu nužno odraz realnosti već proizvod našeg uma
- izgradnjom fleksibilnijeg odnosa prema sadržaju i procesima mišljenja.

Stoga raspoloživost znanja omogućuje istraživanje i razumijevanje svijeta pomoću intencionalne analize uz osmišljavanje kontekstualnih iskustava. Intencionalnost je po definiciji značajka svijesti koja je nužno usmjerena na objekt kao predmet svoje misli, a u kontekstualnom smislu je esencijalni mentalni zgodimični, iskustveni (svjesni), fenomen.

Fenomenologija suvremenog svijeta je:
- transcendentalna
- životnosvjetovna
- ontološka
- egzistencijalna
- hermeneutička.

Ona utire put povijesnom mišljenju. Takvo je mišljenje potrebno kako bi se kaptozofskim pristupom moglo dokučiti razvoju ljudskog uma koji će pratiti razvoj društva po modelu noosfere i kaptosinestezije.

Razvoj tehnologija komunikacije i uvjeravanja, (engl. *Communication and Persuasion Technology,* - CPT), ide u smjeru prepoznavanja i iskorištavanja emocija i osobnih karakteristika korisnika. Relativno

neupadljivim i nenametljivim psihofiziološkim mjerenjima kao što su otkucaji srca, (HR), i bazna frekvencija visine glasa, (Fo) utvrđuje se osjećajni doživljaj i uzbuđenje unutar korisničkog interaktivnog odnosa između čovjeka i računala. Provedena su istraživanja potvrdila kako su varijabilnost otkucaja srca, i bazne frekvencije visine glasa, odrazi i pouzdani pregled emotivnog stanja ljudi. Tako, inteligentni sustav s interaktivnim odnosom čovjeka i stroja koji prima ovakve signale može prodrijeti u emotivna stanja svog korisnika. Budući bi sustavi opremljeni ovim platformama trebali propisno reagirati na emocije korisnika, optimirajući kompetentne i persuazivne strategije. Takva elektronička okolina koja je osjetljiva i uzvraća na prisutnost i raspoloženje ljudi kao vizija okrunjena je motom: „inteligencija okoline". Okarakterizirana je kao ugradbena, svjesna, prirodna, personalizirana, prilagodljiva i preuranjena. CPT podupire tu viziju pošto je ugradbena, (tj. nenametljiva), olakšava svjesnost sustavima povezanima na nju, usmjerava se na imitiranje ljudske empatije, (tj. prirodna je), uključuje korisnički profil, ima svojstvo prilagodbe na promjene raspoloženja ljudi, te može koristiti vlastito znanje u predviđanju ljudskog raspoloženja i prilagoditi komunikaciju i strategiju uvjeravanja.

Prepoznata s velikim prednostima CPT je već primijenjena i koristi se na raznim postavkama, poput evaluacijske terapije i telepsihijatrije. Sustav mogu prilagođavati oba sadržaja danih izjava, te ton umjetnog glasa koji se modificira prema primljenoj informaciji koja se obrađuje i utvrđuje emotivno stanje korisnika. Osnova takvog djelovanja su i slučajevi agresivnih web pretraživača, koji rezultate dobivene pretraživačem prezentiraju korisnicima na temelju procijene važnosti prema CPT-u. Posljedice takve operabilnosti su prepoznati korisnički profil koji se kod svakog sljedećeg pretraživanja prilagođavaju i pridonose većem interesu korisnika.

Razvijeni okviri za CPT, usmjereni su i daju poseban značaj otkrivanju intrigantnih svojstava ljudi prema osjećajima i emocijama onih s kojima su u interaktivnosti bilo da se radi o drugim ljudima, uslužnim ili inteligentnim poslužiteljima. Na taj je način već učinjen novi korak prema novom dobu komunikacije i interakcije između čovjeka i stroja.

Vrijeme će ubrzo pokazati kako će biti moguće komunicirati i voditi rasprave sa sustavima, te ih izazivati i od njih očekivati uvjeravanja dopuštajući im da se uvlače u emotivna stanja iskorištavajući osobnost i karakter korisnika. Istraživanja koja su proveli, DeSteno, Rucker, Wegener, i Braverman, pokazala su kako različita emocionalna stanja kao što su tuga i ljutnja, zahtijevaju različiti sadržaj poruke kako bi se postigao učinak uvjeravanja i dokazala kaptološka ovisnost persuazije. Pojedinačne analize osobnosti većeg broja korisnika povezivane su i kategorizirane prema stupnju uzbuđenja, kasnije su omogućile u algoritamskoj provedbi vrlo uspješnu i potpuniju analizu i procjenu novih emotivnh stanja drugih korisnika.

Najnovija istraživanja objavljenih psiholoških studija daju relacije između diskretnih emocija i persuazije. Emocije se kao akutna stanja namjere prepoznaju u relativno kratkom intervalu vremena i povezana su s određenim događajima, objektima ili djelovanjem. Emocije mogu biti i osnova za pretpostavke nečijih očekivanja, pojava događaja ili atributa. Odgovarajuće emocije u očekivanju elemenata poruke osnova su za razvoj predvidljivih stavova u strategijama uvjeravanja. Povezanost s psihološkim mjerenjima, pokazala je da su emocije kao točke u kontinuiranom multidimenzionalnom prostoru koordinate afektivnog stanja i uzbuđenja. Afektivno stanje izraženo dimenzijom valencije predstavlja sveukupnu ugodu emotivnog iskustva koje se kreće u rasponu od niske za neugodu do vrlo visoke za ugodu.

Mjera uzbuđenja predstavlja razinu snage emocije koja se kreće u rasponu od mirnog stanja za nisko uzbuđenje do izrazitog uzbuđenja, za visoku razinu. Razvijeni model valencija-uzbuđenje predstavlja sredstvo opisa emocija pomoću dviju dimenzija.

S obzirom na kontinuirane promjene emotivnih stanja ljudi, emotivna stanja različitih ljudi variraju čak i kod istih događaja, objekata ili akcija. Nastavak istraživanja ukazao je kako crte osobnosti korespondiraju s emotivnim stanjima. Naročita je povezanost teoretskih i empirijskih valencija emocija i karaktera osobnosti u slučajevima ekstraverzije - prema pozitivnim učincima, i neuroticizma - prema negativnim

učincima pojedinaca, koji nisu samo određeni trenutnim emotivnim stanjem osobe, već vlastitom osobnošću.
Zaključak je sveden na dualistički um kod kojega se radi uvijek o jednom ili drugom i ne može biti oboje. Ishod je kako se još uvijek misli o sebstvu, (misliti o samome sebi) samo kao o ljudskom biću koje očajnički pokušava postati "produhovljeno". Nasuprot tome, ali nedovoljno prezentno, sve religijske objave uče upravo to kako su ljudska bića već duhovna, a težak je, ali prijeko potreban zadatak kako naučiti postati čovječnijim.

Taj utjecaj modernih inteligentnih interaktivnih tehnologija, (umjetne inteligencije), pokušao je rasvijetliti u svojoj knjizi "Inteligencija zla" Jean Baudrillard kada je ustvrdio kako: "samo mišljenje i lucidnost koja se jednako suprotstavlja inteligenciji i gluposti može tome odolijevati. Nakon infernalne proizvodnje kolektivne inteligencije, trebat će računati u budućnosti na sve veći stupanj opasnosti od umjetne gluposti.

Percepcija, kao neposredna čulnost ne smije postati u smislu egzistencije, estetska. Kada pogled, sluh, dodir, sva osjetila postaju estetska u najgorem smislu riječi, ishodi percepcije nastupaju kao dekonstrukcije ponavljanja.

Prema dokazivoj dekonstrukciji slikama u smislu razmjene informacija uspostavljena je tehnologijska konstrukcija komunikacijske stvarnosti. Još 1950. godine postavljen je Shannon-Weaverov model matematičke teorije komunikacije. "Model počiva na načelu kompjutiranja informacija u informatičkom društvu koje je tehnologijski projekt i u kojem jezik znanosti određuje njegov način egzistencije koji je u sebi tehno-znanstveni performativ".

Taj model odnosno teoriju komunikacije tumači Lyotard raščlambom znanja, pri čemu je ono praktična vještina i način uporabe u društvenoj situaciji i cilju njezine promjene. Naglasak je stavljen na praktičnu umjesto teorijsku razinu pri čemu pragmatičnost komunikacije nadvladava sintaktičku i semantičku.

Sintaksa kao dio gramatike koji proučava odnose među riječima u rečenici gubi se kao i znakovni značaj koji se odnosi na aspekte značenja izražen jezikom.

Na tim se osnovama pristupilo promatranju strukture znanja i postavljena je tročlana struktura znanja u rasplinjenom postmodernom stanju:

1. Znanosti nadilaze tradicionalna razvojna područja prirode i čovjeka.
2. Tehnologija spaja područja znanosti i kulture, prirode i čovjeka informaciju i komunikaciju.
3. Kultura je totalna vizualizacija koja se prevodi i prenosi korisnicima.

Zaključak je da svođenje znanja na računanje (binarni kod) i na pragmatiku jezičnih igara u svim područjima tradicionalno razdvojenih sfera društva i države, politike i kulture iz temelja čovjeka uvodi u stanje promjene njegovog ontološkog statusa.

Slike nekim rastvaranjem tog protuprijenosa zatvaraju vid dok se ne izruči svijet njegovoj osjetilnoj iluziji. Slika se zrcali, ali se u zrcalu razlikuje percepcija od same slike i ulazi se u neki otvoreni oblik otuđenja i igre s njom. Zrcalo, slika, pogled, prizor, sve se to izlaže kulturi metafore. Iako u djelovanju virtualnog, na izvjesnoj razini uranjanja u virtualnu mašineriju, nema više opreke čovjek/stroj jer se ne prepoznaje stroj kad je čovjek s druge strane sučelja.

Čovjek je poistovjećen s prostorom u kojem se nalazi i postaje virtualna stvarnost stroja i njegov zrcalni čimbenik. To je moguće zahvaljujući samoj biti zaslona koji nema onkrajnosti kao kod zrcala. U njemu se same vremenske dimenzije miješaju u stvarnom vremenu. A karakteristika bilo koje virtualne površine najprije je da bude tu, prazna, a potom da bude pogodna za ispunjavanje bilo čime, da se u stvarnome vremenu može stupiti u interakciju s prazninom. U takvoj interakciji sve je ispunjeno dužinom i suvišnostima koje pripadaju zlokobnoj volji stroja da funkcionira pod svaku cijenu.

U opčinjenosti i strasti prema njemu, njegov djelatnik stječe dojam o neograničenoj mogućnosti funkcioniranja.

Internet kao simulirani mentalni prostor slobode dominantnom računalu pridružuje korisnika koji postaje zaslonska ektoplazma.

Lebdeći oblik uspostavlja mjesto sreće, ali virtualnost se primiče sreći samo zato što joj potajice oduzima svaku referenciju. Sa stvarnošću je gotovo ulaskom na pozornicu virtualnog koje može istodobno zanijekati svoju vlastitu stvarnost koja je već postala virtualna iluzija, iluzija virtualnog. Virtualno je kao kult vizualizacije postalo imperativna paradigma modernosti i tehnologijske opstojnosti egzistencije.

Sloboda, naizgled priskrbljena inteligentnim tehnologijama mora biti redefinirana. Povrtak slobode na svoje čuvstvene osnove koje su odraz subjektivnog odnosa čovjeka prema objektivnom zbivanju u okolini pomaže u očuvanju egzistencije koja ne smije biti inficirana kaptološkim neodređenostima kontigentnih izbora. "Vjeru mora voditi duhovni napon koji je neodoljiv, a to je znak da on mora pobjednički dokučiti svoj prirodni cilj. Ako se čak i pokaže da je taj cilj beskonačno ispred, onda je to dokaz da se i duhovni i intelektualni napon može beskonačno širiti i beskrajno usavršavati što pokazuju primjeri nekih svjetskih visokih učilišnih institucija koje su za svoj školski etos istaknule: **vrline tolerancije, blagosti, sposobnosti i duhovnosti".**

Iz tih će razloga biti potrebno kontinuirano nastaviti istraživanja usmjerena na nova znanja. Prvenstveno na prepoznavanje pravog znanja, usvajanja, njegovu selekciju i uporabu, ali sa sve većim utjecajem modernih inteligentnih tehnologija. Kao podloge bit će korisno i dalje se služiti definicijama znanja prezentiranog krugovima i uz svaki postavljati pitanja.

1. Platon, znanje vidi kao presjek krugova vjerovanja i istine. U njegovo se doba smatralo da se količina usvojenog znanja kroz učenje udvostruči za pet godina.
   Pitanje je za koliko se vremena znanje udvostruči danas?

2. Einstein, znanje promatra preko neznanja, i postavlja slikovito izračun preko površine i opsega kruga. U njegovo se vrijeme govorilo što je veće znanje veće je i neznanje.
   Pitanje je koliko je neznanje danas kad se puno toga može saznati odmah?

3. Vigotski, znanje promatra kroz angažman edukatora imajući na umu da je on presudan za napredovanje educiranog proširujući zonu njegovog razvoja koju predstavlja vijenac kruga u središtu kojeg je površina znanja edukatora.
   Pitanje je kako edukator može prepoznati zonu ograničenog razvoja danas kada je napredovanje educiranog i u njegovim rukama?

4. Gadamer, problem u znanju i razumijevanju postavlja kao središnje pitanje ukupnog ljudskog iskustva svijeta, (kugla) i prakse života, njeno oplošje.
   Pitanje je kako utvrditi praksu života kad se ukupno ljudsko iskustvo svijeta mijenja sve manje ovisno o ljudima?

Znanje je po definiciji rezultat spoznaje i objektivno zasnovana uvjerenost u istinitost nekog suda. Ali je znanje također i sud ili skup sudova u čiju je istinitost netko s pravom uvjeren. Znanje se razlikuje od saznanja jer se saznanje pojašnjava spoznajom. Spoznaja je jedan od osnovnih oblika čovjekova bivstvovanja i djelatnost je kojom otkrivamo istinu. Rezultat te djelatnosti je znanje. Spoznaja je za razliku od drugih duševnih doživljaja (npr. zamjećivanja i predočivanja), nošena unutrašnjom intencijom da se otkrije nešto, što i neovisno od subjektivne doživljajnosti objektivno vrijedi.

Aristotel ukazuje kako se znanje koristi za odlučivanje: „... u svakom donošenju odluka u ljudskom djelovanju treba uzeti u obzir na jednoj strani racionalnost, koja se sastoji u pronalaženju pravih sredstava za zadanu svrhu, a na drugoj strani nalaženje, osvješćivanje i zadržavanje same svrhe, odnosno **racionalnost** u izboru svrhe". Racionalnost, za

koju možemo smatrati da je ostvaruju **svijest i samosvijest**, predstavlja biološko točno utvrđen omjer među osjetilnim sastavnicama iskustva, i nije kako se prije smatralo, nešto što bi bilo pridruženo kreiranom iskustvu. Svijest**,** (grč. *sinesis;* lat. *conscientia*,) fundamentalna je ontološka kategorija koja se može promatrati kao posebna doživljajna urešenost tijeka vlastitog doživljavanja. Taj tijek doživljajne udešenosti je u stvari znanje o njemu, kao superponirani doživljaj, koji se može proživljavati na jednoj trenutnoj razini ili se može naknadno, retrospektivno otkriti u pamćenju.

Znanjem se donose odluke i pronalaze sredstava za zadanu svrhu kako bi se postiglo željeno ostvarenje na određeni način. Za takvo djelovanje potrebno je još uz znanje i vještina, samostalnost i odgovornost kako bi se između ostalog ostvarile ideje dobra, (moral, kreativnost, altruizam, naklonost, svjetonazor, empatija,...).

Upravo je to ono o čemu treba voditi računa kad se spoznaje da se status znanja promijenio. Nove teorije promiču kako znanje više nije cilj po sebi. Danas se znanje proizvodi i ono postoji da bi bilo isplativo i unosno.

1.3. Edukacije Inženjera znanja

1.3.1. KOGNITIVNO I BIHEVIORALNO INŽENJERSTVO

Kognitivno inženjerstvo je disciplina koja obuhvaća psihologiju i računalstvo, te ima za cilj prepoznati, razumjeti i unaprijediti komunikaciju između ljudi i **intellogija**, (**intel**igentnih tehno**logija**) koji su međusobno u izravnoj interakciji kako je po definiciji kognitivne kibernetike naznačeno.

Pojašnjenja kognicije kroz razumijevanje medija približio je Marshall Mc Luhan, navodeći kako: "... stoljećima se smatralo da je zdrav razum osobita moć čovjeka da vrstu iskustva jednog osjetila pretvara u sva ostala osjetila, te da neprekidno prikazuje rezultate toga kao jedinstvene slike u umu. Zapravo odavno se smatra da je ta slika jedinstvenog omjera među osjetilima znak racionalnosti, pa u doba računala to lako može ponovo postati. Naime, uistinu je moguće programirati omjere među osjetilima koji se približavaju stanju svijesti pa je onda prijenos i same ljudske svijesti u svijet računala sljedeća faza.“ Svjesnost Mc Luhan navodi kao "shvaćanje" ili "poimanje", nešto što upućuje na proces dolaženja do jedne stvari preko druge, do obrade ili opažanja mnogih aspekata posredstvom više osjetila istodobno. Za njega postaje očito kako "dodir" nije kontakt preko kože, nego međudjelovanje osjetila. Kada se kaže:, "ostati u dodiru" ili "stupiti u dodir", radi se o plodonosnom spajanju osjetila - vida pretvorenog u zvuk, zvuka u pokret, okus i miris. Takav koncept proširen je kibernetičkim pristupom proučavanja kognicije pa se kroz različite razine analiza kognitivna kibernetika svodi na interakciju čovjeka i računala.

Proučavanje kognicije kao znanosti, kako bi se ona mogla tumačiti kao inženjerska tehnika – kognitivno inženjerstvo, moguće je u prvom redu na temelju poznatih pristupa o njenom objašnjenju. Odluka za primjenu kognitivnog inženjerstva leži u definiranju analitičkih razina na kojima se mozak i um mogu proučavati, a potom i koristiti.

Prvotne jednostavne analogije kognicije i računarstva koristile su za opisivanje razine analize uspoređivanje mozga i računala. Fizikalnu razinu bi predstavljao procesor računala, bihevioralna razina predstavljala bi računalni izlaz na monitor ili pisač, a funkcionalna razina bi bila računalni operativni sustav koji omogućava procesoru i perifernim jedinicama da komuniciraju. Umjesto analogije, istraživanja sklonosti i mentalnih fenomena, primjenu kognitivnih komponenti uporabe znanja, Inženjeri znanja su proveli u praksi izradom baza znanja kojima se služi mehanizam zaključivanja u ES.

Biheviorizam, (eng. *behaviour),* može se shvatiti kao ponašanje, preuzeto iz psihologije u kojoj ima za cilj otkrivanje zakonitosti ponašanja u određenim situacijama. Inženjer znanja, koji se bavi bihevioralnim inženjerstvom mora determinirati:

a) koje točno ponašanje želi da se dogodi
b) kojim poticajima ga želi kontrolirati
c) koje metode ima na raspolaganju.

Biheviorizam je u 20. stoljeću kao pravac pretpostavljao da se znanstvene metode mogu primjenjivati samo na ona ponašanja koja se mogu opažati i mjeriti. Utjecaj na istraživanje, klasično je uvjetovanje odbacilo još s kraja 19. stoljeća introspektivnim metodama tražeći ograničavanje psihologije na eksperimentalne laboratorijske metode. U 21. stoljeću psihometrijska ispitivanja bihevioralnom inženjerstvu su otvorila nove putove u potvrdama zakonitosti ponašanja. Proces stvaranja navika može se istraživati, za razliku od instinkta za koji se smatra da je dio genetske osnove. Za sveobuhvatnu analizu potrebno je uzeti u obzir dominantni utjecaj okoline i sve koncepcije nasljednih sposobnosti, talenata, mogućnosti, sklonosti i vokacije.

Ono što je zajedničko kognitivnom i bihevioralnom inženjerstvu jesu obrasci koji nastaju prilikom ponašanja (koje je neposredno u izravnoj vezi s komunikacijom). Za razliku od računarstva obrasci se javljaju kao objektivne i kvantitativne refleksije određenog ponašanja. Prilikom dizajniranja sustava prepoznavanje novih obrazaca omogućuje da se prepozna novo ponašanje korisnika, te sukladno tome i sustav adaptira

prema novom ponašanju korisnika. To može biti u svrsi regulacije ako govorimo o konceptu bihevioralnog inženjerstva ili u svrsi unapređenja samog sučelja kroz izgled ili podatke koje sučelje prezentira.
Danas se ES koriste gotovo u svim područjima i rade sve ono za što se smatra da čini čovjekovu inteligenciju. Komponente ekspertnog sustava generiraju:

- pohranu i prezentaciju velikih količina znanja problemskog područja,
- aktiviranje uporabe znanja za rješavanje problema,
- pružanje odgovora na korisnička pitanja.

Pri radu se koriste kontrolne strategije koje odlučuju u kom trenutku treba primijeniti neko od pravila iz baze znanja na nove činjenice dobivene tijekom konzultacija s korisnikom. Na ovaj način se simulira ljudsko razmišljanje.
U današnje vrijeme bez tehnologije i postojećih društvenih struktura teško je ostvariti bilo koji cilj, stoga je moguće i poželjno promatrati opisani proces kao proces socio-tehničkog sustava.

Inženjer znanja kao ljudsko biće razaznaje razliku između sustava i svrhe ostvarenja unaprijed zadanih ciljeva. ES baziran na UI može samo riješiti predefinirane ciljeve, ali ES baziran na UI s inženjerima znanja može kreirati i rješavati zadatke koji po prvi put nastaju ili mogu nastati kao posljedica interakcije s okruženjem. Takav odnos u socio-tehničkom sustavu može prepoznati cilj koji se profilirao zbog interakcije sa stvarnošću koja se po prvi puta pojavila, te samim time je i nepoznata ES-u. Kada je sustav „svjestan“ da se nešto novo i nepoznato dogodilo u stvarnosti, svjesnost o događajima u stvarnosti omogućuje mu da se prilagodi budućem ponašanju sukladno proizašlim akcijama. Svjesnost da se nešto dogodilo može koristiti za prilagodbu budućih aktivnosti.
Iz perspektive socio-tehničkih sustava moguće je zaključiti da je svjesnost kao svojstvo neophodna pri donošenju odluka. U ovom stadiju tehnološkog razvitka ljudsko biće može imati svjesnost prema okruženju, međutim informacijsko-komunikacijske tehnologije mogu

uz „svjesnost“ o promjenama u realnosti kroz prepoznavanje promjena obrascima koristiti znanja koja nudi ES. Tako je moguće doprijeti do nove funkcionalnosti ili novog znanja za stjecanje kojeg se mora oslanjati na kognitivne sposobnosti i kontekst.

Komponente obrade informacija koje se mogu dobiti prezentacijom, iskustvom i kontekstom rezultat su naučenog tijekom istraživanja kojim je potvrđeno, da je poučavanje i stjecanje znanja povezano s inteligencijom i kognitivnim procesima prošireno s uporabom novih tehnologija.

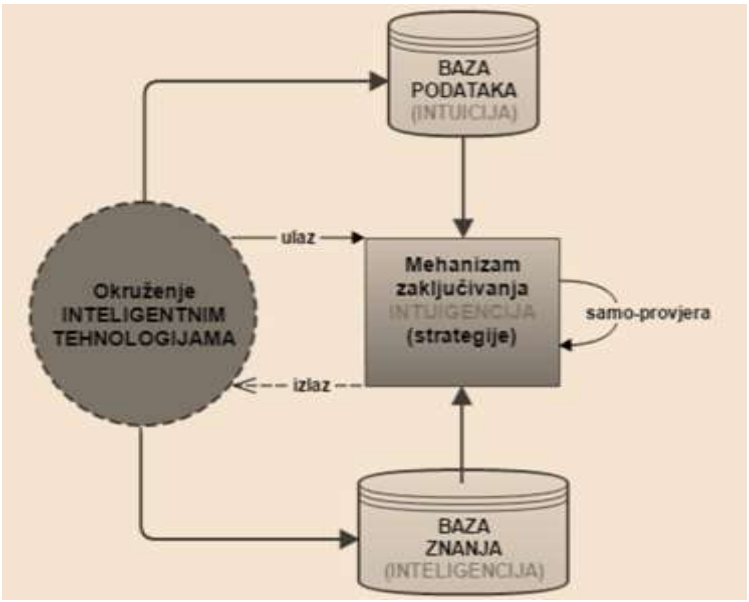
Trijarhičku teoriju ljudske inteligencije pojašnjavaju tri poznate podteorije:

- komponentna podteorija,
- iskustvena podteorija,
- kontekstualna podteorija.

Kao najrazrađenija komponentna podteorija, kad se radi o znanju i ljudskoj inteligenciji, definira različite vrste komponenti koje ljudi koriste pri usvajanju znanja i rješavanju problema.

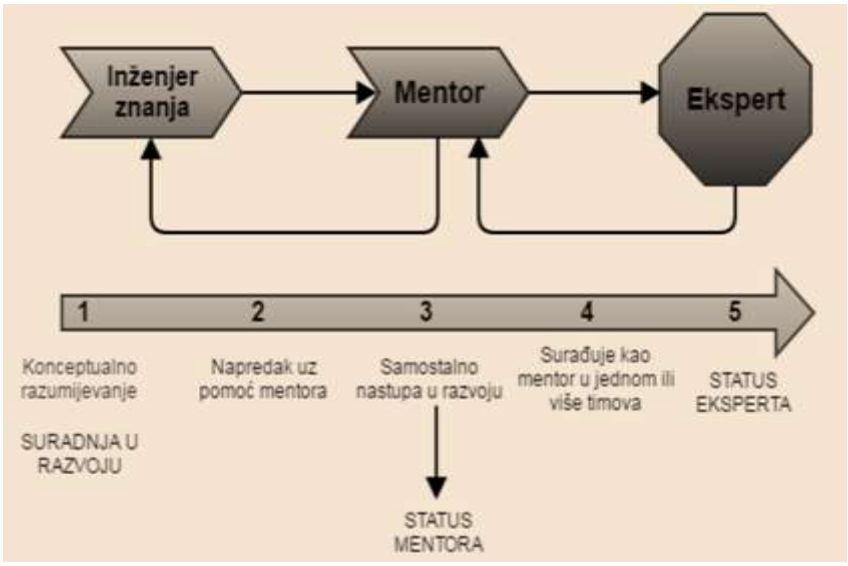
1.3.2. INŽENJERSTVO UMJETNE INTELIGENCIJE

Učenjem iz ekspertnih sustava, prikupljanjem baza znanja i baza podataka IZ, ukazuju na karakteristike, efikasnosti pojedine opreme i pridonose unapređenju i racionalizaciji radnih procesa kao i otklanjanju nedostataka, odnosno osiguranju sustava kvalitete. To novo područje djelovanja IZ - Gospodarenje sustavom kvalitete, (engl. *Quality Management System* - QMS), osigurava kvalitetu u zamisli, razvoju, proizvodnji, ugradnji i održavanju. To znači da su procesi i poslovanje, najčešće u globalnom smislu promatrano unutar tvrtke, organizirani i dokumentirani a po tom i provjereni i potvrđeni što je upravo odlika i jamstvo uspješnosti svakog ES, Slika 2.



Slika 2. Analogija i razumijevanje ljudske inteligencije i umjetne inteligencije na osnovama ekspertnog sustava

U područje inženjerstva znanja, koje primjenu ES definira kao ekspertni proces kvalitete, (engl. *Quality Expert Proces* - QEP) od stručnjaka se očekuje rješavanje problema na razini ekspertize, a za što je neophodno razumijevanje. Za potvrdu razumijevanja koriste se iskustva kao npr. kod eksperta, promatrajući ga s pozicije vrsnog poučavatelja koji uz poučavanog prolazi kroz faze zajedničkog razvoja. U takvim edukacijskim formacijama neizostavna je i presudna uloga mentora koji samostalnim nastupom sudjeluje u više timova. Surađujući kao mentor, pomaže Inženjerima znanja, a svojim se usavršavanjem i on osobno približava statusu eksperta, Slika 3.



Slika 3. Proces napredovanja inženjera znanja do eksperta

U konačno dosegnutom statusu izobrazbe Inženjera znanja, skupljanje i posjedovanje iskustva, nije zvanje, ali zvanjem postaje kada posreduje svojim znanjem u stručnoj praksi. To nastupa prelaskom na funkciju mentora. U interakciji sa svojom okolinom razumijevanje realne dinamike operantnog ponašanja umreženi je proces. I u kratkom i u dugom vremenskom opsegu, fuzioniranje podataka i informacija, za inženjere znanja potencijal je koji se najbolje koristi povezivanjem kroz multidisciplinarne pristupe. Unatoč područjima preklapanja, ekspertnost se postiže djelujući kroz inženjerstvo, računalstvo i znanost kao entitete.

Inženjeri znanja, kroz pitanja i razgovore s ekspertom, od njega prikupljaju znanje, organiziraju ga, odlučuju kako će ono biti prikazano u sustavu i uz pomoć ekipe programera koriste alate za izgradnju ES. Pod alatom se podrazumijevaju svi uslužni programi i specijalizirani alati koji su na raspolaganju i razvijeni za izgradnju. Za uporabu takvih alata potrebno je razlikovati specijalističke od konvencionalnih. Specijalistički se alati razlikuju po tome što osiguravaju odgovarajuće

načine za predstavljanje složenih koncepata i elemenata znanja, polazeći u prvom redu od klasifikacije i identifikacije.

U tom kontekstu razvija se praksa kognitivnog i bihevioralnog inženjerstva koje je svoju potvrdu dobilo naučenim iz UI.

Stručnjaci takvog profila, Inženjeri znanja, (IZ), angažiraju se kao instruktori koji provode usavršavanja obučenih, ali i obuke novih polaznika. Programi se razrađuju aplikativno i provode se u specijaliziranim praktikumima - trening centrima, opremljenim posebnom opremom koja danas sve više nalikuje edukacijskim ekspertnim sustavima jer se obuka provodi po modelu mehanizma zaključivanja na temelju baza znanja i baza podataka.

Specijalistički edukacijski programi, podloga su za stjecanje statusa eksperta u području struke u kojoj djeluje i od njega se očekuje stručnjačko rješavanje problema na razini ekspertize, a za što je neophodno razumijevanje**.** Za potvrdu razumijevanja sintetiziraju se znanja raspoloživih baza podataka i stvarni eksploatacijski parametri kao baze znanja. Na taj način specijalisti kao budući eksperti stječu znanje razumijevanjem, i to na razinama (psihološkoj, motivacijskoj, hermeneutičkoj, i dr.). Djelovanje eksperta, promatrajući ga s pozicije vrsnog poučavatelja, ukazuje na cilj kojem teže poučavani, prolazeći fazu mentorstva kroz koju daljnja unapređenja koncipiranih edukacijskih programa, stručnost i specijalizaciju povezuju sa sustavom kvalitete.

Sveukupnost izgradnje, uporabe i održavanja ES, dijelova UI, obuhvaća skup metoda i postupaka koje se odnose na prikupljanje, računalno predstavljanje i memoriranje kao i uporabu ljudskog znanja u rješavanju složenih problemskih situacija. Taj proces uključuje posebnu vrstu interakcije između graditelja ES i eksperata iz određenog problemskog područja. Inženjer znanja s ekspertima provodi ekstrakciju znanja, njihovih procedura, strategija i postupaka za rješavanje problema i ugrađuje to znanje u ES. Rezultat procesa je skup programa koji rješavaju probleme u određenom području na način kako to radi čovjek-ekspert, da bi u konačnici to radio ES. Manifestacija u određenom

području jest njegov kontakt prema okruženju, sa svojstvima osjećanja i reakcije na zamjedbu, zamjetljivost.

Ekspertiza predstavlja najbolja razmišljanja vrhunskih eksperata u određenom području, sakupljena i ugrađena u program tako da u postupku rješavanja problema mogu dovesti do preciznih i efikasnih rješenja u koja je uključena svjesnost eksperta. Svijest, osim kao fundamentalna ontološka kategorija, može se promatrati kao posebna doživljajna udešenost prema tijeku vlastitog doživljavanja koja taj tijek prati kao znanje o njemu. Svijest u tom značenju, kao superponirani doživljaj, može se doživljavati u jednoj jedinoj razini ili se retrospektivno, tek naknadno u pamćenju otkriva. Otkrivanjem se dolazi do svijesti o samom sebi - samosvijesti. Samosvijest je znanje o vlastitim psihičkim stanjima i procesima kao promjenjivim svojstvima. Ona je manifestacija jednog jedinstvenog i postojanog, što predstavlja analogiju inženjerstva znanja u UI, u kojoj se teži u mentalnoj interakciji dostići pretvaranje bitka u svijest.

1.3.3. SPOZNAJE O EDUKACIJI BUDUĆNOSTI

Budućnost edukacije stavlja naglasak na ljudske čimbenike jer su oni sve utjecajniji i danas su najodgovorniji za uspješno izvođenje zadataka koje odrađuje pojedinac, s obzirom da je zadnje desetljeće raspoloživost i pouzdanost opreme i tehničkih sustava na visokoj razini.

Ove značajke podrazumijevaju i uključuju sva postrojenja i dostupne alate, radno okruženje, inteligentne tehnologije, komunikacije i različite oblike računalnih asistencija. Uz kvalitetno održavanje gotovo su eliminirani kvarovi i nepouzdanost i sve upućuje na potrebe kvalitetnih i raznovrsnih edukacija i treninga. Jedan od modela primjenjuju specijalisti u komercijalnim i razvojnim sferama zrakoplovne tehnike i tehnologije, Slika 4.



Slika 4. Edukacijski model osposobljavanja specijalista zrakoplovne tehnike i tehnologije, kao okvir edukacije budućnosti, (preuzeto iz ICAO edukacijskih materijala)

Trening (engl. *training*) kao glagol znači podučavati osobu određenoj vještini ili način postupanja kroz praksu i davati upute tijekom određenog vremenskog razdoblja. Još su u uporabi sinonimi: poučavati, podučavati, obučavati, trenirati, učiti školu, obrazovati, vježbati, pokrenuti, probiti, i drugi. Svima je cilj usavršavanje osoblja. Imenica trening, obuka, treniranje, vježbanje, vježba, sprema, staž, odnosi se na: »Plan treniranja ljudi za njihovu promociju«. Odnosno usmjerenje na nešto, cilj, razinu, fokus i sl. U piramidi sa slike to su dijelovi koji se sastoje od osnovnog, (baznog), osposobljavanja, osposobljavanja za konkretnu kvalifikaciju, osposobljavanja za određenu opremu ili sustav, kontinuiranog osposobljavanja i razvojnog osposobljavanja.
Prilikom osposobljavanja, a to je ujedno i obrazovanje, najvažnija su pitanja povezana s utjecajnim faktorima koji se kod ljudi u edukacijskom procesu svrstavaju u dvije široke kategorije ovisno o njihovom nastanku i načinu na koji se mogu mijenjati.

Prva je kategorija povezana i pod utjecajem je okruženja unutar kojeg se radi. Ona obuhvaća pitanja koja mogu biti pod utjecajem promjene procedura, okoline i uvjeta rada unutar prostora rada ili djelovanja. To

su konkretna pitanja povezana uz stres, dosadu, ljudske pogreške i složenosti i ona su od izuzetnog utjecaja na radnu efikasnost.

Druga kategorija se tiče fundamentalnih i univerzalnih ljudskih atributa koji su do određenog stupnja neovisni od specifičnih aspekata radne okoline i prostora. Ova kategorija uključuje potrebe ljudi na poslu, individualne razlike, ljudske sposobnosti u pojedinačnim zadatcima kao što je nadgledanje, razmišljanje, donošenje odluka i pamćenje. U razumijevanju ljudskih faktora važno je znati da uzrok nije uvijek isti, tako da se rješenje problema može razlikovati.

Velike individualne razlike među ljudima od velike su važnosti za selekcijski postupak. Spomenute razlike uključuju medicinske razlike, psihičke razlike, razlike u sposobnostima, ličnosti ili sklonostima. Na osnovi navedenih spoznaja razvijaju se i primjenjuju edukacijski programi u najzahtjevnijim sferama ljudskog djelovanja, a odabrani su primjeri iz zrakoplovstva. Za te svrhe s obzirom na specifičnosti procesa, edukacijski programi se kontinuirano prilagođavaju, kako bi imali tendenciju umanjivanja razlika između svih kandidata koji se educiraju. To je bitna spoznaja koja je akceptirana za razradu programa koji su provedeni kao AERO ELO u dosadašnjim specijalističkim osposobljavanjima, ali i za razrade budućih. Na takav način se stječu kompetencije koje su stvarna baza za razvoj karijere na jednom stručnom području, ali i prekvalifikacije, odnosno preuzimanje novih poslova vezanih uz nove tehnologije, opremu, sustave i slično. Na ovim bi podlogama trebalo kreirati i sve druge kurikulume školovanja, osposobljavanja, edukacija uključujući i Projekt Politehnika 2025. Već se razmatra koncept za budućnost po kojem bi se primjenom inteligentnih tehnologija, automatizacija mogla prilagođavati individualnim karakteristikama pojedinca uzimajući u obzir individualne snage kompenzirajući individualne slabosti. Pri tome se moraju uzimati u obzir bazični kognitivni kapaciteti ljudi, kako ljudi razmišljaju, kako donose odluke, kako nešto razumiju i kako pamte. Poslovi i zadatci trebaju biti osmišljeni unutar individualnih sposobnosti, a trening mora

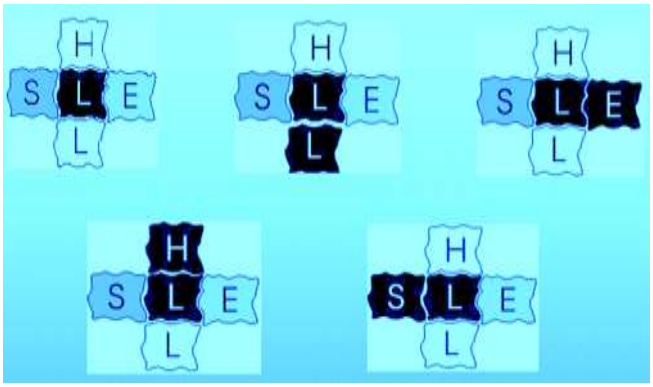
biti osmišljen tako da u potpunosti omogući maksimalno razvijanje tih sposobnosti. S obzirom na napredak i involviranost inteligentnih tehnologija uvjeti rada će se bitno razlikovati. Bit će više i češće nego do sada potrebno periodično provjeravanje, ali i dopunjavanje specijalističkih znanja i davanje preporuka u vezi s radnim angažmanom te procjene trajanja maksimalnog rada bez upotrebe pauze. Dizajn radnog mjesta ne smije uključivati nikakve ometajuće faktore koji bi mogli ugroziti izvršavanje radnih zadataka.

Implementacija se inteligentnih tehnologija dinamično širi. Buduću stopu širenja teško je predvidjeti, jer je pod utjecajem faktora koji su van kontrole utjecaja korisnika, vlasnika, gospodarstva,.... Neki od njih su povezani s globalnom nacionalnom ekonomijom, dostupnosti i općenitoj percepciji pozitivno/negativnih učinaka u javnosti. Ipak, očekuje se i dalje veliki porast implementacije inteligentnih tehnologija u budućnosti što će dovesti do zamjene postojećih koncepcija novijim i modernijim jer sadašnje koncepcije nisu dizajnirane s obzirom na raspoloživost i praćenje tolikog broja informacija i parametara.

Uzimajući u obzir sve navedene čimbenike koji mogu utjecati na radne angažmane koji su povezani sa sigurnošću unutar radnog procesa (specifičnosti zračnog prometa), može se zaključiti da je trening kandidata u kombinaciji s njihovim sposobnostima i vještinama ključan faktor u očuvanju sigurnosti. Zbog toga je važno provoditi kvalitetne treninge i edukacije koji će omogućiti stvarnu provjeru sposobnosti i razumijevanje svih komponenti od značaja za sigurnost, a što je u okviru pripremljenog programa, za aerodromske specijaliste prednost.

1.3.4. KONCEPTUALNI MODEL LJUDSKIH ČIMBENIKA

Već skoro pola stoljeća egzistira konceptualni model, "*Shell*". Ime je izvedeno od početnih slova njegovih komponenti a to su: *Software, Hardware, Environment, Liveware*). U prikazbi se koristi jedan praktičan dijagram s blokovima koji predstavljaju različite komponente ljudskih čimbenika, Slika 5.



Slika 5. Konceptualni „Shell"- model ljudskih čimbenika, Edwards/Hawkins

Model može biti izgrađen jedan po jedan blok, sa slikovitim dojmom s obzirom na potrebu za odgovarajuće komponente. Koncept Shell prvi je razvio Edwards 1972., a modificirani dijagram za ilustraciju modela razvijo je Hawkins 1975. Tumačenja u modelu su: *liveware* (čovjek), hardware (stroj), software (postupak, simbol, itd.) i *environment* (okolina, situacija) u kojoj E-H-S sustav funkcionira. Ovaj blok dijagram ne pokriva sučelja koja su izvan ljudskih čimbenika (*hardware-hardware, hardware-environment, software-hardware*), a namijenjen je samo kao osnovna potpora za razumijevanje i akceptiranje ljudskih čimbenika. *Liveware*, znači, u središtu se nalazi osoba, kao najkritičnija i kao najfleksibilnija komponenta u sustavu. Ipak ljudi su podložni značajnim oscilacijama u radu i imaju određena ograničenja koja su danas predvidiva u općim uvjetima.

Rubovi blokova nisu jednostavni i ravni pa se druge komponente moraju pažljivo uskladiti s njima, ako se želi izbjeći stres i eventualni problemi u sustavu. Ono što je u modelu najvažnije, to je dvostruki *liveware*. On je u modelu objašnjen kao simbioza aktera i provoditelja. Čovjek koji je sam izvršitelj, u bilo kojem poslu uvijek je oslonjen na drugog čovjeka. Taj drugi kod inženjera znanja je njegov Mentor. Mentoru je onaj drugi, njegov Ekspert. Ekspertu je drugi onaj iz Uprave, Managementa, i tako redom. I u ostalim će poglavljima to biti apostrofirano i istaknuto kroz nužnost akceptiranja čovjeka kao društvenog bića i aktera u "psihologiji situacije" kada se susreće i komunicira s drugim ljudima.

1.3.5. SIGURNE I NESIGURNE ORGANIZACIJSKE STRUKTURE

Tijekom vremena, istraživači i znanstvene istraživačke institucije usporedili su radno okruženje, organizaciju sa živim organizmom, točnije čovjekom. U organizacijskoj literaturi, osnovna premisa je da organizacije razmišljaju. Kao pojedinci, one pokazuju svijest, pamćenje, sposobnost za stvaranje i rješavanje problema. Njihova razmišljanja snažno utječu na stvaranje i eliminaciju opasnosti. U takvoj metafori menadžeri i donositelji odluka predstavljaju mozak, odjeli i ostale trajne strukture (uključujući i radnu snagu) postaju tijelo, a korporativna kultura postaje osobnost.

Svrha je od početka razvoja u organizacijama bila stvoriti „udomiteljsko" sigurno ponašanje i poboljšati i unaprijediti nesigurno. Na kibernetičkoj razini time se poboljšava sigurnost i učinkovitost kao i dobrobit svih u promatranom sustavu. I ideje ljudskih čimbenika u kombinaciji s tehnikom se također mogu prenositi na organizacije. Samim time karakteristike sigurnih organizacija i organizacijskog ponašanja mogu se smatrati kao još jedan doprinos ostvarivanju sigurnosti, učinkovitosti i dobrobiti svakog pojedinca unutar promatranog radnog sustava. Svjetsko istraživanje provedeno 1986. godine od strane velikih proizvođača zrakoplova potvrđuje relevantnost koncepta sigurnih i nesigurnih organizacija. Organizacije imaju ciljeve koji su uobičajeno vezani uz proizvodnju: izgradnju zrakoplova, prijevoz putnika, prijevoz robe, itd. Za dioničare takvih organizacija, ostvarivanje dobiti jedan je od glavnih ciljeva. Mnoge kompanije unutar zrakoplovne industrije su strukturirane kako bi postigle praktičan cilj mjerljiv u novcu gdje im sigurnost nije primarni cilj. Sigurnost se uklapa u ciljeve organizacije, ali u sporednoj ulozi kako bi se postigli zadani ciljevi bez ugrožavanja ljudskog života ili imovine kompanije. U takvom jednom okruženju interesantno je promatrati čovjeka, (*Liveware*), u različitim ulogama. Npr. pilot najmodernijeg putničkog zrakoplova kao specijalist - Ekspert, prošao je i kontinuirano prolazi razne edukacije, treninge, isto kao i njegov instruktor ili jedan od specijalista na održavanju ili u proizvodnji zrakoplova. Njihova

uspješnost, a po tom i zadovoljstvo poslom može doći do izražaja samo kada svoja iskustva podijeli s drugim ljudima. Organizacije su shvaćene kao kompleksne žive strukture s mozgom, tijelom, osobnostima i ciljevima. Kao i ljudi, organizacije se bore za preživljavanje u sustavu koji se konstantno mijenja.

Inteligentne i računalne tehnologije, IS i ES su napredovali do te mjere da mogu obavljati upravljanje i nadzor, kao što je slučaj u zrakoplovnim sustavima za navigaciju. Unatoč visoko pouzdanim automatiziranim sustavima obavljanje cijelog radnog zadatka bez angažiranja ljudskih potencijala nije preporučljivo. Iako mnogi dizajneri sustava vide ljude kao nepouzdane i neučinkovite, smatraju da ne smiju biti eliminirani iz takvih sustava. Unatoč umjetnoj inteligenciji i naprednim pametnim automatizacijama, bez obzira na kompleksnost i visoku razinu strojne inteligencije koju posjeduju, realno je za očekivati da još za sada nije moguća zamjena čovjeka u potpunosti. Automatizacija je gotovo uvijek predstavljena s očekivanjima smanjenja razine ljudskih grešaka, ali ono što se često događa da se time samo pogreške premještaju s jednog mjesta na drugo. Više nego često automatizacija ne zamjenjuje osobu u sustavu već ju premješta i stavlja u drugačije, u mnogim slučajevima, zahtjevnije uloge.

Ljudi u svojim profesionalnim radnim angažmanima sa svojim osjetilima, vještinama, znanjem i kompetencijama, još uvijek su daleko od savršenih senzora, donositelja odluka i nepogrješivih eksperata. Unatoč tome posjeduju neke neprocjenjive karakteristike, od kojih su najznačajnije:

- sposobnost korištenja „zdravog razuma“ u slučaju nesigurnosti,
- izražajna apstrakcija i konceptualna analiza problema, (u neočekivanim situacijama, čovjek, za razliku od umjetne inteligencije, ne samo da neće uspjeti, već će se nositi sa situacijom i u stanju ju je riješiti uspješno),
- stupanj fleksibilnosti koji do sada još nije ostvariv kroz računalne sustave,
- sposobnost brzog i uspješnog reagiranja u novim situacijama.

Ljudsko postupanje i odgovor u nepredviđenim situacijama uključuje uporabu i koordinaciju svih osjetila. Čovjek je sposoban da odgovori na neočekivane probleme kroz inicijativu i zdravi razum. Obradom situacija s eskalacijama i nekontroliranim promjenjivostima okruženja i šire okoline i dalje se čovjeka ne može i ne treba smatra samo „*liveware*-om" već ga treba svrstati u grupu nezamjenjivih resursa.

Umjetna inteligencija, najčešće ekspertni sustavi se oslanjaju na provjerene programe koji na razini ekspertize, osiguravaju da se postigne pravo djelovanje s poduzetim aktivnostima prema okruženju, u pravo vrijeme. Dizajniranje ekspertnih sustava koji bi se mogli koristiti u svim situacijama prilično je zahtjevno jer sve situacije pretpostavljaju kreiranje adekvatnih baza podataka i baza znanja. No, zahvaljujući pametnim tehnologijama to postaje moguće, i već postoje planovi kako to realizirati. Sve upućuje da će za takvo okruženje i djelovanje biti potrebno potpuno eliminirati čovjeka!?

1.3.6. POLITEHNIČKA EDUKACIJA BUDUĆNOSTI

Tehničko veleučilište u Zagrebu (TVZ), kao najveće hrvatsko veleučilište koje obrazuje stručnjake specijalističkih politehničkih područja, ponudilo je projekt „Politehnika 2025" kojim preuzima odgovornost za oblikovanje obrazovnih standarda i usklađivanje studijskih programa politehničkih područja s potrebama, (postojećim i budućim), tržišta rada, u kontekstu globalizacije i tehnološkog razvoja. S obzirom da je okruženje visokog obrazovanja i potrebe tržišta rada radikalno promijenjeno nužno ga je potrebno uskladiti s načelima Hrvatskog kvalifikacijskog okvira, (HKO). Time TVZ daje svoj doprinos unaprjeđivanju kvalitete visokog obrazovanja u Republici Hrvatskoj. Procesu izrade standarda zanimanja, standarda kvalifikacija i studijskih programa u sklopu projekta „Razvoj visokoobrazovnih standarda zanimanja, standarda kvalifikacija i studijskih programa na osnovama HKO-a u području specijalističkih studija politehnike", prethodilo je

opsežno primijenjeno istraživanje potreba specijalističkih područja politehničkog tržišta rada. Nakon identifikacije domena unutar politehničkih područja, polja i grana, istražene su potrebe i temeljem dobivenih rezultata unutar identificiranih domena izrađeni standardi zanimanja, standardi kvalifikacija te unaprjeđeni postojeći i razvijeni novi studijski programi politehničkih područja: elektrotehnike i elektronike, graditeljstva, informatike i računarstva i strojarstva. Da bi se studentima i poslodavcima olakšalo snalaženje i korištenje, oblikovan je sustav navigacije – Politehnika 2025 interaktivna aplikacija, utemeljena na složenom relacijskom modelu podataka s više od 70 entiteta, njihovih međusobnih veza i više od 30.000 zapisa. Aplikacija ima za cilj da dionicima politehničkog tržišta rada bude informacija, navigacija i motivacija te da doprinese povećanju prepoznatljivosti kvalifikacija specijalističkih politehničkih područja i povećanju konkurentnosti istih na hrvatskom i globalnom tržištu rada.

Cilj povezivanja akademske i poslovne zajednice i olakšavanje pristupu informacijama ključnim za izbor studija, izbor zaposlenika, zapošljavanje i/ili stručno usavršavanje neće biti ispunjen dok se ne budu definirale potrebe za poslom, prvo na hrvatskom politehničkom tržištu rada, a po tom i poveznice na globalno tržište rada.

Projekt kao cjelovit, pod nazivom „Razvoj visokoobrazovnih standarda zanimanja, standarda kvalifikacije i studijskih programa na osnovama Hrvatskog kvalifikacijskog okvira u području specijalističkih studija politehnike“, ima za cilj unaprjeđenje kvalitete visokog obrazovanja u specijalističkim diplomskim stručnim studijima politehnike, povećanje zapošljavanja studenata – budućih sudionika tržišta rada, ali i za kontinuirano unaprjeđenje kompetencija nastavnika. Usmjeravanje, poticanje i podrška studentima na putu prema stjecanju inženjerskih vještina trajni je posao nastavnika. Isti se model treba primijeniti i na edukaciji specijalista i za sve vrste edukacija kako je prethodno elaborirano.

Najvažnija aktivnost navedenog projekta "Politehnika 2025", trebala bi biti fokusiranje na razvoj kompetencija edukatora. Inovativne metode poučavanja koje se kontinuirano unapređuju, studente, odnosno one koji

se educiraju stavlja u fokus interesa. Tijekom istraživanja i pripreme novih programa za edukacije kako kroz kolegij tako i kroz specijalističke programe razrađivani su brojni primjeri iz kojih se moglo dosta toga spoznati.

Jedan od dobrih primjera je započeta suradnja Elektrotehničkog odjela, (ELO), kroz kolegij Inteligentni sustavi s Veleučilištem u Offenburgu, koja može biti podloga za vlastita promišljanja i djelovanja u tom smjeru. Na Visokoj tehničkoj školi u Offenburgu, (Hoch Schule Offenburg), (Offenburg University of Applied Sciences), u okviru Erasmus gostujućih angažmana, održano je pet radionica za nastavnike ELO TVZ-a s ciljem upoznavanja i razvijanja međusobne suradnje. Prezentirana su njihova iskustva i izvan nastavne aktivnosti u sedam instituta koji djeluju pri Veleučilištu Offenburg:

1. IAF - Institute for Applied Research,
2. POI - Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation,
3. INES - Institute of Energy Systems Technology,
4. IUAS - Institute for Unmanned Aerial Systems,
5. Eco-PhARO - Institute of Eco-Photonics Advanced Research,
6. ivESK - Institute of Reliable Embedded Systems and Communication Electronics,
7. NaSiO - Offenburg Institute of Sustainable Silicate Research.

Veleučilište i Instituti djeluju kroz tri Kampusa, jedan u Offenburgu i dva u Gengenbachu. Svi su programi koncipirani na tripartitnoj osnovi, što znači da se osim teorije i prakse provodi, i posebno potiče istraživački rad. Najvažnije istraživačke aktivnosti su organizirane pri vodećem Institutu, (IAF) koji svaka tri semestra pomoću svojih moderatora, prezentira uspješne istraživačke aktualnosti. Neki od zapaženih primjera su: 1. Projekt virtualnog inženjeringa: „Virtual Lab Hochschule Offenburg – visTAB Touch und Plant Simulation“ koji se koristi kao „alat za praktičnu primjenu za Industriju 4.0“. 2. Projekt autonomnog humanoida-robota: „Sweaty 2.0. Offenburg“ na kojem radi skupina entuzijasta profesora, studenata i članova fakulteta. Projekt je započet još

2014. godine i trenutno je u stanju da se kao solidno razvijeni autonomni, humanoidni robot natječe i razmjenjuje znanja sa studentima i profesorima drugih sveučilišta. Promoviran je na izložbama i natjecanjima u Nagoyi u Japanu i Hannoveru u Njemačkoj.

ETH ili HS Offenburg, osnovano je 1964. godine kao "Nacionalna škola inženjerstva". Danas kao Sveučilište primijenjenih znanosti Offenburg, brzo se uspostavilo kao visoko učilište s praktičnom orijentacijom. Na Sveučilištu studira više od 4.500 studenata na dva lokaliteta, kampusa s programima za prvostupnike i magistre u četiri odjela: Poslovno i industrijsko inženjerstvo, elektrotehnika i informacijske tehnologije, mehanička i procesna inženjerstva te mediji i informacije. 2008. godine bio je među 10 najtraženijih Veleučilišta. Ono što je posebno značajno to je njihov rad na doktorskim temama. Svrha doktorskog rada je pokazati temeljita i nova znanja, vještine i kompetencije na znanstvenim pitanjima i dati odgovore na ta pitanja. HS Offenburg sa svojim institutima može i sudjeluje u prijavljivanju, odabiru tema i provedbi doktorskog istraživanja koja najčešće proizlaze iz područja primjene u industriji i praksi. Doktorski kandidati zajedno s mlađim znanstvenim osobljem koje na temelju svojih referenci odmah stječu status docenata, pridonose i značajno potiču istraživački rad na Veleučilištu. Dio njih su angažirani na strukturiranim doktorskim programima, dok drugi dio obavlja samostalan rad s ciljem završetka kooperativnog doktorskog studija na jednom od partnerskih istraživačkih sveučilišta u Njemačkoj ili u inozemstvu. Integrirani su u različite istraživačke projekte, financirane uglavnom od državnih, saveznih i EU fondova i stipendija, ali i u istraživačkim projektima koje financira industrija. Osiguranje kvalitete je najvažniji cilj, stoga je intenzivna i individualna potpora standard koji pružaju mlađi istraživački aktivni profesori. Tijekom izrade doktorata kandidati aktivno sudjeluju i u drugim različitim akademskim diskursima kroz različite radne i istraživačke skupine, kako u kampusima tako i izvan njih.

Trenutno je aktivnih 41 vlastitih i 25 vanjskih, (međunarodnih) doktorskih studenata koji rade na veleučilištu gdje im se pruža interdisciplinarna potpora i pomoć u izradi njihovih radova. Svakog

trenutka stanje njihovih disertacijskih projekata može se pogledati na izložbenim plakatima ili tijekom njihovih kontinuiranih tjednih predstavljanja zainteresiranoj publici. Konkretno je u tijeku 26 istraživačkih projekata, koji obuhvaćaju područja proizvodnog inženjerstva, optike, informacijske tehnologije, energije i elektrotehnike.

Jedna od poveznica na doktorski studij je i suradnička institucija - Institute of Sustainable Leadership koja je pokazala interes za angažman u Hrvatskoj i na TVZ-u u smislu konzultanta i nositelja da pomogne u ostvarenju ambicioznih ideja, pokretanje s radom Instituta za kognitivnu kibernetiku Istočna Europa pri ELO TVZ-a kao i pokretanje doktorskog studija pri ELO TVZ-u.

Njihova je deviza vođena "Triadom odgovornosti upravljanja", a to su: **životni stav, vrijedna akcija i oblikovanje budućnosti**. Svjesni su da se tržišta i uvjeti poslovanja mijenjaju na sve brži i dublji način i u tom kontekstu, nužna je edukacija vodećih ljudi - čelnika sa sposobnošću oblikovanja budućnosti kako bi se osigurao uspješan razvoj. Njihova su iskustva u poučavanju, stvaranje stručnog kadra i to na optimalan način, kroz kombinaciju savjetovanja, poslovnih usluga i profesionalnog menadžerskog treninga koji sigurno i uspješno vodi u menadžerskog treninga koji sigurno i uspješno vodi u budućnost a što je u skladu s projektom „Politehnika 2025".

Drugi je dobar primjera razmjena iskustava i ponuda suradnje Kineskog sveučilišta Zhengzhou, (Zhengzhou University, China), iz Provincije Henan, Elektrotehničkom odjelu, kroz kolegij Inteligentni sustavi, pozivnim pismom od Organizacijskog odbora ICIDEL 2018. za 4. međunarodnu konferenciju o inovativnom razvoju e-trgovine i logistike, (4^{th} International Conference on Innovative Development of E-commerce and Logistics).

Sveučilište Zhengzhou, razvilo se iz Nacionalnog sveučilišta Sun Yat-Sen, osnovanog 1928. Od 1956. godine transformirano je u moderno svjetsko sveučilište unutar kojeg je 1963. godine, nastalo Sveučilište za tehnologiju kao nacionalno ključno sveučilište za prosperitet Kine. Od 2000. godine ustrojen je vlastiti cjeloviti sustav obrazovanja i stvaranja talenata. Ciljajući na populaciju cijele Kine na sveučilištu je danas

upisano više od 55.000 redovitih studenata na preddiplomskim studijima i više od 15.000 redovitih studenata postdiplomanata. Na 50 magistarskih i 21 doktorskom programu angažirano je oko 1.800 međunarodnih studenata iz više od 116 zemalja svijeta i 31 kineske pokrajine. Kao dobro iskustvo može poslužiti duga povijest sveučilišta koje promovira svoju osobitu kulturu ukorijenjenu u širokoj i dubokoj kulturi Središnje Kine, gdje su ljudi naslijedili i razvijaju **vrline tolerancije, blagosti, sposobnosti i duhovnost**. U takvom ozračju koje karakteriziraju interdisciplinarnost i međusobno nadopunjavanje integrirana je višeregionalna, multietnička i multikulturalna atmosfera u kojoj je imperativ *"školski etos"* kojeg rese: **ustrajnost, povjerenje, dobročinstvo, tolerancija, skromnost, pozornost i kritičko promišljanje.**

Na Sveučilištu je za studiranje u ponudi 113 sveučilišnih specijalizacija koje se svake godine ažuriraju na osnovama 6 Nacionalnih glavnih sveobuhvatnih pilot reformi sadržanih u:

1 Nacionalnoj bazi za osnovno znanstveno istraživanje i usavršavanje odgojnih vještina,
1 Nacionalnom centru za virtualnu simulaciju,
2 Nacionalne eksperimentalne zone za inovativni model stvaranja talenata,
2 Nacionalne baze za izvanškolsko osposobljavanje studenata,
4 Nacionalna otvorena video tečaja,
5 Nacionalnih demonstracijskih centara za eksperimentalnu nastavu,
7 Nacionalnih centara za podučavanje tehničke prakse,
11 Međunarodnih certifikacija inženjerskog obrazovanja,
14 Specijalizacija od nacionalnog značaja s akcentom na razmjenu resursa,
14 Nacionalnih izvrsnih tečajeva za dijeljenje resursa i
14 Nacionalnih tečajeva za izvrsne inženjere, pravne talente i liječnike.

Na sveučilištu radi: više od 5.700 zaposlenika, (736 profesora i 2087 doktora znanosti), među kojima je 10 akademika Kineske akademije tehničkih znanosti, 3 akademika iz inozemstva, 7 talenata iz

Nacionalnog znanstvenog fond uvaženih znanstvenika, 7 talenata izabranih u program Znanstvenog studija rijeke Jangce, 23 talenta iz Nacionalnih - "Talent projekata" i 6 talenata iz Nacionalnog "1000-talentnog plana". Svi zaposlenici pri stupanju na dužnost obvezuju se na: odvažnost da preuzmu odgovornost, pridržavanje duha istine, promoviranje i izgradnju prvoklasne sveobuhvatne znanstveno orijentirane institucije, potpunu ulogu na osnovama kulturnih smjernica, ljudske i tehnološke potpore, veći doprinos u stvaranju i usponu novog mlađeg znanstvenog kadra, ojačavanju i izgradnji vlastite kulture, naglašavanje svojih društvenih uloga vođenja kulture, nastojeći davati nove doprinose za baštinu i inovativnost kineske civilizacije. Na međunarodnoj razmjeni i suradnji na području obrazovanja i istraživanja industrije, surađuje s 205 sveučilišta iz 41 zemlje i regije, uključujući SAD i Veliku Britaniju, te s 8 kinesko-inozemnih programa suradnje obrazovanja s inozemnim renomiranim europskim i američkim sveučilištima i Konfucije institutima u Indiji i u SAD-u.

Možda je uz navedene primjere korisno povezati poznatu izreku Maxa Webera, kojeg mnogi drže ocem organizacije, koji je rekao kako birokratsku kontrolu mogu provoditi ljudi na temelju tehničkog školovanja i znanja stečenog u službi. Temeljna tehnička izobrazba kao dobra podloga za odabir ljudi na određena radna mjesta, pa tako i važne državničke funkcije važan je parametar za Kinu, za najpropulzivnije svjetsko gospodarstvo. U Kini su već gotovo osamdeset godina na ključnim funkcijama države, uključujući premijere i predsjednike ljudi školovani na tehničkim fakultetima. Zanimljiv je podatak kako je duga tradicija priprema za kinesku državnu službu bila na snazi od VII. do XX. stoljeća. Sustav je bio tako uređen da je iz viših staleža iz kojih su dolazila djeca, koja su za to bila predodređena, već u odnosu prema njihovim majkama trudnicama ophođenje bilo povlašteno. Dječaci mlađe dobi, odabrani za određene pozive su već s 3 godine učili pisati pjesme služeći se s oko 1000 znakova kineskog pisma. Kasnije kada su bili malo striji odlazili su na privatne akademije gdje su imali osobne učitelje - mentore. Učenje je između ostalog nalagalo da se Konfucije nauči napamet a po

tom u zreloj dobi i tumači. Cijelo vrijeme školovanja njihov je slogan bio "**Obrazovanje je put do moralnog ponašanja**".

Po kineskom je uzoru i Britanija u XIX. stoljeću uvela ispite za državne službenike koji su se oslanjali na nastavni program Oxforda i Cambridgea. Ispitivala se kandidatova sposobnost da se u stresnim situacijama može nositi s golemom količinom papira, (podataka). Svi ovi navedeni primjeri dio su istraživanja kojima su obuhvaćeni mnogi parametri potrebni za razumijevanje i kreiranje kvalitetnih edukacija a što se u konačnici pokazalo kao integralna životna praksa, temeljna moralna intuicija za prepoznavanje vrijednosti i intuigencija.
Svakako da će se i za politehniku u budućnosti morati uzeti u obzir svi ti čimbenici koje zatvara trokut:

1. Edukacije,
2. Ljudski faktori i
3. Tehnologije.

Uz njih će se adekvatnim pristupom i shvaćanjem, kroz introspekciju razmišljanja, biološki determinizam manifestirati po načelima: a) kako je ljudski mozak biološki temelj inteligencije, b) kako je inteligencija podloga kulture i c) kako kulturni prijenos tvori novi oblik evolucije. Budući kultura ima moć nametnuti se prirodi iznutra, priroda i odgoj svoje bihevioralne učinke postižu oblikovanjem sinaptičke organizacije mozga, a promjene se događaju iskustvom, okolnostima i potrebama.

1.4. Komentar uz prvo poglavlje

O interakciji čovjeka i računala u kontekstu filozofije progovaraju tradicionalna i kognitivna kibernetika kao moderne znanosti koje žele dokučiti do konačne spoznaje znanja. Znanje koje prepoznaje Politehnika, neminovno se povezuje s Inženjerima znanja i mogućnostima novih tehnologija koje svakim danom sve više unapređuju pohrane i manipulacije znanjem iz kojeg se može na specifičan način učiti i stjecati nova znanja.

"Kako koristiti um i kako koristiti inteligentne tehnologije u modernom vremenu?", pitanje je koje se sve češće čuje. Kaptologija je rezotkrila računalo kao persuazivnu, namamljujuću tehnologiju koja utječe ne samo na um već na cjelokupni život modernog čovjeka. Interaktivne prijenosne inteligentne tehnologije nametnule su svojom persuazivnošću, "**kult informacije**", po kojem je informacija vrsta robe koja se kao utilitarni resurs mora brzo i učinkovito eksploatirati. Ta općeprihvaćena činjenica rezultirala je famom, kako će pristup što većoj količini informacija i što bržem "probavljanju" njihovog sadržaja i smisla omogućiti korisnicima da brzo dođu do znanja. No pravo je pitanje što je u stvari današnje znanje i kako ga tretirati? Nameće se kao činjenica spoznaja da se status znanja danas promijenio. Nove teorije promiču kako znanje više nije cilj po sebi. Kapitalistički imperativ želi da se danas znanje proizvodi, i da ono postoji kako bi bilo isplativo i unosno. Upravo je to ono o čemu treba voditi računa da se stvarno ne dogodi. Znanje bi trebalo ostati s ciljem da se njim donose odluke i pronalaze sredstava za zadanu svrhu kako bi se postiglo željeno ostvarenje na određeni način. Takvim djelovanjem znanje učvršćuje vještine, samostalnost i odgovornosti i njime se mogu ostvarivati ideje dobra, (**moral, kreativnost, altruizam, naklonost, svjetonazor, empatija**,...).

Edukacije i licenciranje kvalificiranih djelatnika na održavanju specijalističkih sustava aktualna je tema jer su potrebe za stručnjacima tog profila sve veće. Ti stručnjaci, prepoznati kao Inženjeri znanja, specijalisti su koji osim stručnih vještina posjeduju specijalistička znanja

aplikativnog karaktera koja se stječu i razvijaju kognitivnim i bihevioralnim inženjerstvom. Takvi specijalisti samostalno ili u timovima rade i u provedbi specijalističkih edukacija, kao što su navedeni prethodni primjeri vezani na aerodromske, ali i tunelske i brodske ekspertne i inteligentne sustave. U prilog toj tvrdnji stoji „Nacionalni program za razvoj i uvođenje inteligentnih transportnih sustava" za razdoblje od 2014. do 2018. godine u Hrvatskoj i Nacionalna strategija uvođenja pametnih specijalizacija u RH do 2020, iz koje je korisno prenijeti kako ..."u kontekstu nepovoljnog vanjskog gospodarskog okruženja i izazova koji donose demografske promjene, poboljšanje životnog standarda i dugoročni rast može se potaknuti putem **ulaganja u istraživanje i razvoj, inovacije i ljudski kapital**. Europska unija pokrenula je inicijativu izrade strategija pametne specijalizacije kao novi pristup gospodarskom razvoju koji je baziran na ciljanoj podršci istraživačko razvojnim aktivnostima i inovacijama. Strategija pametne specijalizacije trebala bi se temeljiti na dostupnim resursima i potencijalu za njihovo korištenje, identifikaciji konkurentnih prednosti, te tehnološkoj specijalizaciji kao temelju budućih inovacija. U procesu pametne specijalizacije mogu se potaknuti strukturne promjene kroz modernizaciju, diversifikaciju, i tranziciju. Proces pametne specijalizacije nije unificirani model koji je jednak za sve, već je to poduzetnički proces koji se temelji na iskorištavanju teritorijalnog kapitala i na inovacijama. Usmjeren je na ekonomsku transformaciju i usmjeravanje prema većoj dodanoj vrijednosti i aktivnostima baziranim na **znanju**".

Kao što je prethodno izloženo, korisno je ponovo istaknuti kako je Tehničko veleučilište u Zagrebu, kao najveće hrvatsko veleučilište koja obrazuje stručnjake specijalističkih politehničkih područja, razradilo je projekt „Politehnika 2025". Tim se projektom se promoviraju obrazovni standardi kojima se želi uskladiti studijske programe politehničkih područja s postojećim i budućim potrebama tržišta rada, u kontekstu globalizacije i tehnološkog razvoja pa tako i nacionalnih strategija. S obzirom da je okruženje visokog obrazovanja i potrebe tržišta rada radikalno promijenjeno nužno ga je potrebno uskladiti s načelima

Europskog kvalifikacijskog okvira. Tom usklađenju biti će nužno prvenstveno posvetiti pozornost na edukaciju i usavršavanje nastavničkog osoblja i inicirati osnivanje novih specijalističkih edukacija prema izloženim primjerima HS Offenburg, Germany i Zhengzhou University, China. Važno je zaključiti kako po načelima kognitivne kibernetike **poredak znanja** vodi tvorbi sustava a predstavljanje odsutnog zahtijeva tvorbu modela. Situacija daje nagovještaj o raspoloživosti i pristupu brojnm informacijama koje ne moraju biti pohranjene u pamćenju nego pretvorene u znanje. Informacija pohranjena pamćenjem nije roba, kao ni tehnologija. Svaka je tehnologija izraz čovjekove volje i težnje za širenjem moći i jačanjem kontrole nad okolinom i okolnostima u kojima se živi. Kao takove tehnologije prema svojim kriterijima i načinu na koji proširuju ili ojačavaju naše urođene sposobnosti utječu na našu snagu, našu čulnu senzibilnost, genetiku i intelektualnu moć. **Tehnologije** imaju moć nad tim kako mislimo. One promiču nove načine mišljenja, utjelovljuju intelektualnu etiku i daju pretpostavke kako bi trebao funkcionirati **um**.

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz ovo poglavlje kad se knjiga koristi kao udžbenik za novi kolegij, onda se dodatna razrada tog poglavlja provodi kroz auditorne vježbe sa sljedećim pripremljenim proširenim temama:

1. Karl Emil Maximilian Weber, (**Max Weber**), postavio je i obrazložio čvrste temelje za modernost znanja i edukaciju s najvažnijom razinom - organizacijom, što su odlična podloga za novu politehniku:

1.1. Kako nove tehnologije i nove edukacije utječu na formiranje različitih ideja i poddisciplina u usporedbi s onima koje je objelodanio Weber?

1.2. Mogu li nova znanja danas isto kao i u Weberovoj interpretaciji pod utjecajem tada popularne hermeneutike, imati isto značenje u ljudskom ponašanju odnosno djelovanju?

1.3. Kako se zove djelo koje je Max Weber objavio 1905. godine u kojem je načinio analizu uzroka i posljedica koje su omogućile pojavljivanje fenomena modernog čovjeka kapitalizma?

1.4. Koje poveznice u povijesno-tehnološko-znanstvenom pregledu razvoja i pobjedničkog pohoda modernosti pokrivaju Weberov termin razumijevanja?

2. Na razini istraživačkog rada potrebno je obrazložiti poimanje znanja i edukacije vodećih ljudi u državi (npr. **Kina),** i njenog tehničko-tehnološkog statusa u svijetu, npr GDP-a, (GDP engl. Gross Domestic product, hr. Bruto domaći proizvod = BDP)

2.1. Kao podlogu za istraživanje koristiti sljedeći pregled zanimanja i zvanja kineskih predsjednika i premijera, štoje dostupno na internetu:

President of the People's Republic of China
1993. - 2003. **Jiang Zemin,** 17.08.1926. **Profession** Electrical engineer
2003. – 2013. **Hu Jintao,** 21.12.1942. **Profession** Hydraulic engineer
2013. – do danas, **Xi Jinping,** 15.06.1953. P**rofession** Chemical engineer

Premier of the People's Republic of China
1987. – 1998. **Li Peng,** 20.11.1928. **Profession** Electrical engineer
1998. - 2003. **Zhu Rongji, o**1.11.1928. **Profession** Electrical engineer
2003. – 2013. **Wen Jiabao,** 15.09.1942. **Profession** Geologie engineer

1.5. Za sam kraj prvog poglavlja

"Odgovornost ljudi je nešto zastrašujuće, ali u isto vrijeme nešto predivno. Zastrašujuće je to da su ljudi u svakom trenutku odgovorni za svoje bližnje, da je svaka njihova odluka – od najmanje do najveće – odluka zauvijek, i da mogu u svakom trenutku koristiti ili potrošiti tu priliku. Svaki trenutak donosi tisuće mogućnosti, ali je moguće izabrati samo jednu – sve ostale su zauvijek osuđene na propast. Međutim, to je ujedno i divna spoznaja – budućnost i stvari i ljudi u okruženju – u svakom su trenutku ovisni o nečijoj odluci. Ono što se spozna u nekom trenutku i što se dozove u život, to postaje stvarnost zaštićena od prolaznosti i propadanja".

„Moralna odgovornost počiva na unutrašnjoj intimnoj odgovornosti za postupke ili ne djelovanje, suzdržavanje pred svojom vlastitom moralnom sviješću ili savješću. Moralna svijest ili savjest nepotkupljivo je moralno sudište koje kao skup načela s kojima se u prosuđivanju svojih postupaka suočava pojedinac rezultira osjećajem zadovoljstva, ponosa, samosvijesti ili pak kajanja, samoprezira ili grižnje savjesti samog pred sobom".

Ljudsku aktivnost i Foucault i Hana Arendt vide kao misaonu, (vita conteplativa) ili kao djelatnu, (vita activa). Misaona je djelatnost mišljenje, volja i rasuđivanje, a radna, rad, proizvođenje i djelovanje. Čovjek je uvjetovan onim stanjem koje mu se pojavljuje kao granica njegove egzistencije!?

2. Kognitivna i kvazikibernetička okolina

Sadržaj ovog poglavlja jednim je dijelom, prezentiran na Prvoj međunarodnoj konferenciji: Intelligent Human System Integration, u Dubaiu, 7. - 9. siječnja 2018. godine i povezan je sa spoznajama o inteligentnim sustavima koji naginju tehnološkoj antropomorfizaciji. Drugi je dio slična tematika prenesena iz knjige Jeana Baudrillarda, "Le Pacte de Lucidité ou L'Intelligence du Mal", (Hrvatsko izdanje u nakladi Ljevak d.o.o. 2006. - "Inteligencija zla ili pakt lucidnosti"). Iz poglavlja pod naslovom „Mentalna dijaspora mréža“, navodi se kako zbog prekomjernosti i blizine svega događanja i njihova širenje u stvarnom vremenu su stvorene neodlučivositi, koje se uvriježe kao virtualnost događaja a ona mu oduzima njegovu povijesnu dimenziju i lišava ga pamćenja. Potvrda izložene problematike istraživački je rad Marshalla McLuhana objavljen u knjizi "Razumijevanje medija" koji se ostvario dolaskom informatičke revolucije jer je on shvaćao Internet još u šezdesetima. Iako je ponekad izražavao sumnju u poslanstvo medija civilizaciji, McLuhan je bio duboko uvjeren da elektroničko doba stvara prostore slične spiritualnim kontaktima u koje se uranja bez kritike ili pitanja i da će se vrlo brzo približiti završnoj fazi čovjekovih produžetaka - tehnološkoj simulaciji svijesti, kada će kreativni proces znanja kolektivno i združeno obuhvaćati cijelo ljudsko društvo. Tako se u istoj interpretaciji potvrđuje i Larsenov model raspoloženja koji je ovisan o medijskom okruženju. Prikupljeni i prezentirani rezultati istraživanja zadnjih tridesetak godina ukazuju na probleme povezane s kaptologijama i postavljene teorije shvaćanje, tumačenje i opisivanje pojava različitim disciplinama prirodnih i humanističkih znanosti, napose kognitivnom kibernetikom. U skladu s novim načelima multidisciplinarnost je zamijenjena s pluriperspektivnosti koja omogućuje pristup i integraciju metoda istraživanja i inženjerskog projektiranja, mišljenja i intelektualnog djelovanja. Postavljena teorijska

razmatranja s akcentom na kognitivno, odgovaraju kibernetičkim prepoznavanjem transformacije Descartesove: "Cogito ergo sum", iz koje osim cogito, pojašnjavaju cogitatio i cogitationes. Na tim se osnovama upušta i u opisivanje tehnosfere i kvazikibernetičke okoline. Jednako kao i u prvom poglavlju neizostavno se obrađuje sloboda koja se povezuje s egzistencijom jer nastaju iz nečega što joj omogućuje utemeljenja značenja ali i izbor makar on bio na osnovama još ne prepoznate integralne životne prakse i intuigencije. Kao temelj takve slobode u raščlanjenom svijetu objektivno postavljenih institucija građanskog društva i političke države, nužno je kognitivno određivanje granica izvan kojih je tehnološka antropomorfizacija. Uvid i prepoznavanje problema tehnološke antropomorfizacije opisuju parametri i utjecajni čimbenici i omogućuju progovaranje o kultu vizualizacije i mediologije kao i o nadzornom i nadziranom društvu. Disciplinirano i nadzorno društvo, sa svojim mehanizmima discipline i nadzora pojedinca u njegovoj društvenoj okolini, postaje nadzor nad samim sobom, ali i vladavina nad drugima jer je kôd numerički preveden u jezik vladavine.

2.1. Znanost tehničkog čovjeka

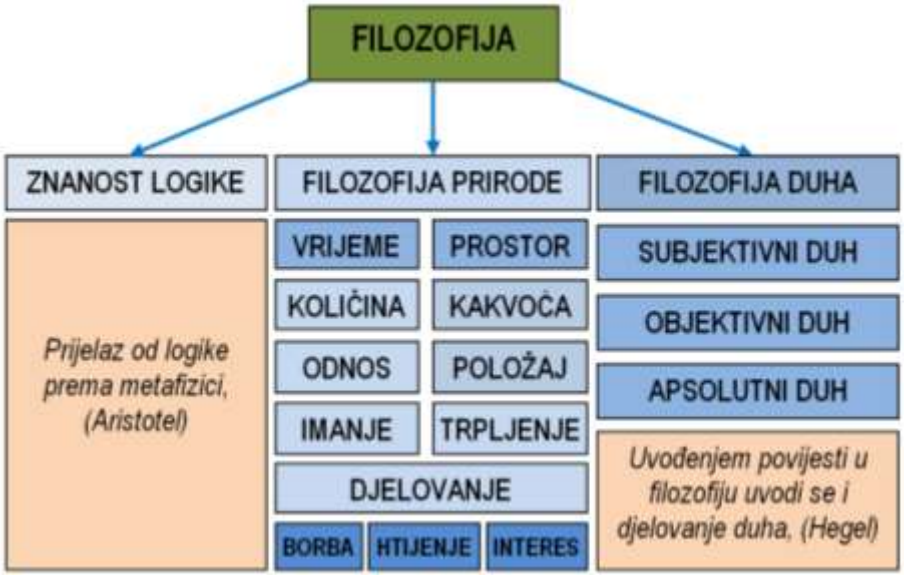
"Koja je to znanost koja postaje empiriskom znanošću o čovjeku i o svemu što za nj može biti iskustvenim predmetnom njegove tehnike, uz pomoć koje se on smješta u svijetu dok ga obrađuje shodno mnogostrukim načinima proizvođenja. Sve se to izvršuje posvuda na temelju i po mjeri znanstvenog otvaranja pojedinih područja bića koje određuje i vodi nova temeljna znanost koja se zove kibernetika." Ta znanost odgovara određenju čovjeka kao društveno - radnog bića. Ona je teorija vođenja mogućeg planiranja i organiziranja čovjekova rada. Ona pretvara jezik u sredstvo razmjene obavijesti. Ona obilježuje i upravlja pojavama čitava svijeta i položajem čovjeka u njemu. Ona preuzima i predočava ontologije različitih sfera bića, (priroda, povijest, pravo, umjetnost). Ona postavlja teoriju strukturnih pojmova, odgovarajućeg predmetnog područja kojem se priznaje samo

kibernetička funkcija a poriče svaki ontološki smisao. Ona je triumf vođenja uređenja znanstveno - tehničkog svijeta i tome svijetu odgovarajućeg društvenog poretka.

Pitanje zadaće mišljenja postavlja Platon i povezuje "s onim s čim mišljenje ima posla". Hegel poziva "k stvari samoj" u predgovoru svog djela "Sustav znanosti, prvi dio: Fenomenologija duha". Nakon što je Heidegger "Bitak i vrijeme" odlučio korijenitije razložiti, (podvrgnuti imanentnoj kritici), postalo je jasno da kritičko pitanje, koja je stvar mišljenja, nužno i trajno pripada mišljenju a propituje se:

1. Kako je i ukolikoj mjeri filozofija u sadašnjem razdoblju dovršena?
2. Koja je zadaća ostala mišljenju na kraju filozofije?

Nove tehnologije i njihov učinak na znanje i život današnjeg čovjeka identičan je učinku davno objelodanjene antičke filozofije. Od Aristotela do Hegela filozofija se promatrala između logike do duha i duša, a što su dvije zadnje Wilberove razvojne razine koje se nadovezuju na materiju, tijelo i um, Slika 6.



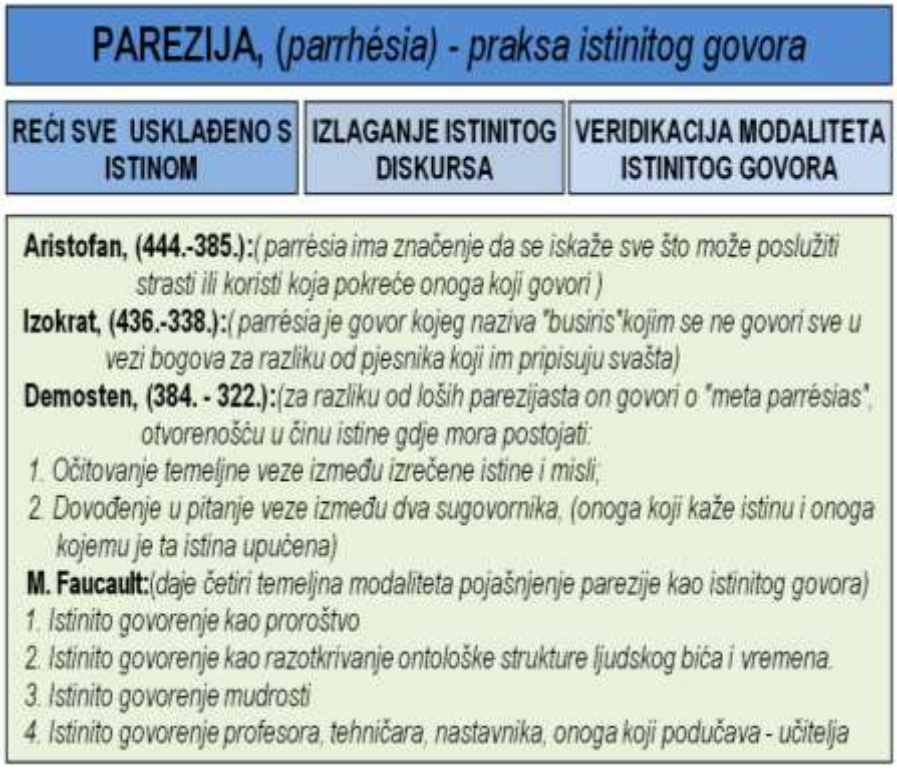
Slika 6. Filozofija kao znanost i povijest

Descartes je filozofiju predstavio figurativno stablom a u načelu je filozofija oslikavala prirodu sa svim svojim ontološkim sastavnicama koja se ostvaruje djelovanjem kroz borbu, htijenje i interes,
Platon je sa samom filozofijom identificirao dijalektiku, (grč. *διαλεκτική τέχνη),* kao umijeće razmišljanja, raspravljanja i razgovora. Za njega je ona bila proces i odrednica spoznavanja svijeta, ideja, objekata i sadržaja. Kant je razlučio opću dijalektiku od transcedentalne za koju je vezao uplitanje razuma i dopustio mu da se nadmeće sam sa sobom, (um), kada je bila potrebna verifikacija spoznaje koju nije bilo moguće empirijski dokučiti. Dijalektika kao filozofija, iskazivanjem nameće kroz dijalektiku tehnike način propitivanja koje se provodi korelativom slobode i vremena u cilju zadovoljavanja potreba. Tehnika, zbog nedostatnosti imanentne mjere uvodi kontrolu ne samo nad prirodom već se proširuje i na društvo i to ono koje će tek nastupiti s dijalektikom tehnike, Slika 7.



Slika 7. Dijalektika tehnike kao moć kontrole i potrebe

Ono što se i danas od filozofe očekuje jest njeno parezijsko iskazivanje koje uvijek mora biti praksa istinskog govora i za aktualnu tematiku je poveznica s kaptologijom, Slika 8.



Slika 8. Pregled i filozofski pristup pareziji

2.1.1. RAZVOJ SUSTAVA S LJUDSKOM INTELIGENCIJOM

Razvoj inteligentnih sustava povezanih s ljudskom inteligencijom započeo je 1960-ih i uključivao je elementarne spoznaje iz umjetne inteligencije za koju se još nije znalo gdje će sve pronaći svoju primjenu. Početkom 1980-ih započeo je razvoj koji je uključivao inteligentne platforme za prikupljanje, obradu i uporabu informacija u razvoju industrije ali je doprinos bio zamjetan i u unapređenju društva. Inteligentni autonomni roboti i humanoidi počeli su pronalaziti svoje mjesto ne samo u tehnološkim procesima nego i u palijativnoj djelatnosti, najviše u Japanu, Americi, Njemačkoj i Norveškoj, Tablica 1.

No	Naziv robota	Značenje imena
1.	**RIBA**	**R**obot for **I**nteractive **B**ody **A**ssistance
2.	**IFBOT**	**I**nter**F**ace Ro**bot**
3.	**PARO**	**P**rototype **A**nimal **RO**bot
4.	**ASIMO**	**A**dvanced **S**tep in **I**nnovative **MO**bility
5.	**ACTROID**	**ACT**ion and**ROID**
6.	**DER**	**D**ramatic **E**ntertainment **R**obot
7.	**AESCORO**	**A**nalyzing **E**motional **S**pace in **S**ensitivity **CO**mmunication **RO**bot
8.	**HIR**	**H**uman-**I**nteractive **R**obot
9.	**RIDC**	**R**enewal **I**nformation **D**istribution and **C**ommunication
10.	**NCASRO**	**N**ursing-**C**are **AS**sistant **Ro**bot
11.	**EVER**	**EVE** +**R**obot (robot nazvan po biblijskoj Evi
12.	**SURENA**	Iranski robot nazvan po ratniku iz dinastije Arsakid

Tablica 1. Nazivi i akronimi robota / humanoida

Daljnji razvoj 1990-ih obuhvatio je nadogradnju i povezivanje s inteligentnim interaktivnim tehnologijama za uporabe s algoritmima koji uključuju načela ljudskog razmišljanja. Znanstvena analiza društvenih aktivnosti i ljudske inteligencije matematički je modelirana, a znanstvenim istraživanjima o mozgu i kognitivnim znanostima općenito integrirana u sfere tzv. inteligentnih ljudskih sustava. Engleska terminologija razlikuje: (engl. *Intelligent Human System* - IHS i *Human Intelligent System* - HIS) a predstavljaju sustave koji su razvijeni s inteligencijom čovjeka da ga nadomjeste ili da su mu istovjetni!?.

U obadva slučaja radi o Čovjeku kao inteligentnom ljudskom biću i sustavu s umjetnom inteligencijom bliskom ljudskoj inteligenciji. Njihova je najvažnija karakteristika da oni međusobno komuniciraju. Među njima postoji određena interakcija koja se može promatrati kao:

a) *Intelligent* ***Human*** *Systems* - akcent se stavlja na ljudsko biće

b) *Human **Intelligent** Systems* - akcent se stavlja na inteligenciju ljudskog bića
c) ***Human Intelligence Systems*** - akcent se stavlja na sustav (tehnologija) s inteligencijom ljudskog bića, (*Human Intelligence Tehnology*),

Takvi inteligentni sustavi, počeli su se koristiti prvotno u specijalističkim edukacijama i sadržavali su znanje određenih domena sa sofisticiranim procesima donošenja odluka i sposobnostima objašnjavanja svojih postupaka. Važan aspekt takvih inteligentnih sustava je njihova sposobnost učinkovite interakcije s ljudima u društvenom okruženju. IHS u komuniciranju s ljudima u mogućnosti su objasniti svoje postupke pa je ta karakteristika bila dovoljna da se imperativom počnu koristiti u svim sferama života. Uvođenje takvih sustava rezultiralo je značajnim utjecajem na ljudske resurse koji još do danas nisu sustavno analizirani i ne postoji niti jedna mjerodavna istraživačka studija niti dokument koji bi ukazao na njihovu apsolutnu učinkovitost.

Inteligentni sustavi su razvijani s namjerom da raspolažu znanjem određenih domena sa sofisticiranim procesima donošenja odluka i sposobnostima objašnjavanja svojih postupaka. Najvažniji aspekt takvih inteligentnih sustava je njihova sposobnost učinkovite interakcije s ljudima u poučavanju i pomaganju u složenim obradama podataka. Da bi takav sustav bio učinkovit u komuniciranju s ljudima, mora imati sposobnost da objasni svoje postupke. Ti su zahtjevi usmjereni na istraživanje zašto su informacije i komunikacija nepovratno povezani s uspješnom uporabom inteligentnih sustava od strane ljudi. To je dovelo do potrebe dizajniranja sustava kao prijenosnih inteligentnih interaktivnih tehnologija. Novije vrijeme u kojem živimo obilježavaju poznate ali transformirane znanosti koje određuje i vodi nova znanstvena disciplina, koja se zove kognitivna kibernetika. Kao znanost približava se tumačenju i određenju čovjeka kao ljudski inteligentnog i društveno-radnog bića a sama je okarakterizirana sa svojim tehničkim odrednicama koje se manifestiraju kao:

- teorija vođenja mogućeg planiranja i organiziranja rada inteligentnog ljudskog bića,
- preobrazba jezika u sredstvo razmjene obavijesti,
- obilježjem i upravljanjem pojavama čitava svijeta i položajem inteligentnog ljudskog bića u njemu,
- preuzimanje i predočavanje ontologije različitih ostvarenja inteligentnog ljudskog bića kroz prirodu, povijest, pravo, umjetnost,...
- postavljanje teorije strukturnih promjena odgovarajućeg predmetnog područja kojem se priznaje samo kibernetička funkcija a poriče svaki ontološki smisao,
- trijumf vođenog uređenja znanstveno-tehničkog svijeta i tome svijetu odgovarajućeg društvenog poretka.

Samostalnost znanstvenih područja kao kulturoantropologije, dobiva ulogu logike kao logistike i semantike. U tim uvjetima s pozivom na filozofiju postaje empirijskom znanošću o čovjeku kao inteligentnom ljudskom biću, o svemu što za nj može biti iskustvenim predmetom njegove tehnike, uz pomoć koje se on smješta u svijetu dok ga obrađuju shodno mnogostrukim načinima proizvođenja.

Kako je u uvodu navedeno Descatres je ustvrdio da je filozofija poput stabla kojemu je korijenje metafizika, njegovo deblo je fizika, a grane su sve ostale znanosti. Stoga je opravdano u današnje vrijeme postaviti pitanje koliko je novih grana izraslo do sada i jesu li sve te nove grane, uopće znanosti i jesu li one uopće obuhvatljive filozofijom. Umjesto odgovora primarno se postavlja hipoteza o samoj pozitivnosti znanosti koja se može dijagnosticirati raščlambom sljedećih uvjeta pozitivnosti:

- pozitivnost znanosti je nalažljivo otkriće kao moguća tema teorijskog propitivanja,
- pozitivnost znanosti je nalažljivo i u predznanstvenom načinu pristupa i nagovještaja stvarnovitosti,
- pozitivnost znanosti je relacijski sadržano predlažećim nepojmovnim razumijevanjem,

- pozitivnost znanosti je zasnivajuće otkrivanje nekog u sebi zatvorenog područja bića odnosno bitka za volju same otkrivenosti.

Ako je svrha znanosti nastojanje održivosti i produljenja života, onda je za opravdanje takve pozitivnosti nužna umjetnost da podari životu smisao. Da bi se to dogodilo potrebna je integracija kognitivne kibernetike kako ljudsko inteligentno biće ne bi bilo razlogom da se govori o dva svijeta sustava i života. Takva dualnost pitanje je rada i slobode i pitanje svrhe koja nije samo estetska sublimacija. Kognitivna kibernetika pomaže da se u shvaćanju inteligentnih ljudskih sustava uvede trijada: sustav – proces – odnos, kojom dominira ljudsko inteligentno slobodno biće, Slika 9.



Slika 9. Kognitivna kibernetika kao proces sa svojim utjecajnim čimbenicima

2.1.2. KOGNITIVNO-KIBERNETIČKA INTEGRACIJA U EGZISTENCIJU

Sloboda se odnosi na radikalni prekid s logikom kauzaliteta, pri čemu sloboda i egzistencija nastaju iz nečega što ih omogućuje s onu stranu povijesnog i logičkog utemeljenja značenja. Sloboda i egzistencija nadilaze horizont bitka i metapolitike, (Hannah Arendt). Kao temelj takve slobode u raščlanjenom svijetu objektivno postavljenih institucija građanskog društva i političke države, nužno je kognitivno određivanje granica izvan kojih je kibernetička antropomorfizacija. Uvid i prepoznavanje problema tehnološke antropomorfizacije opisuju parametri kognitivne kibernetike promatrane kao sustav na relaciji emergencije i kontigencije sa svojim utjecajnim čimbenicima: antropološkim, tehnološkim i tehničkim.

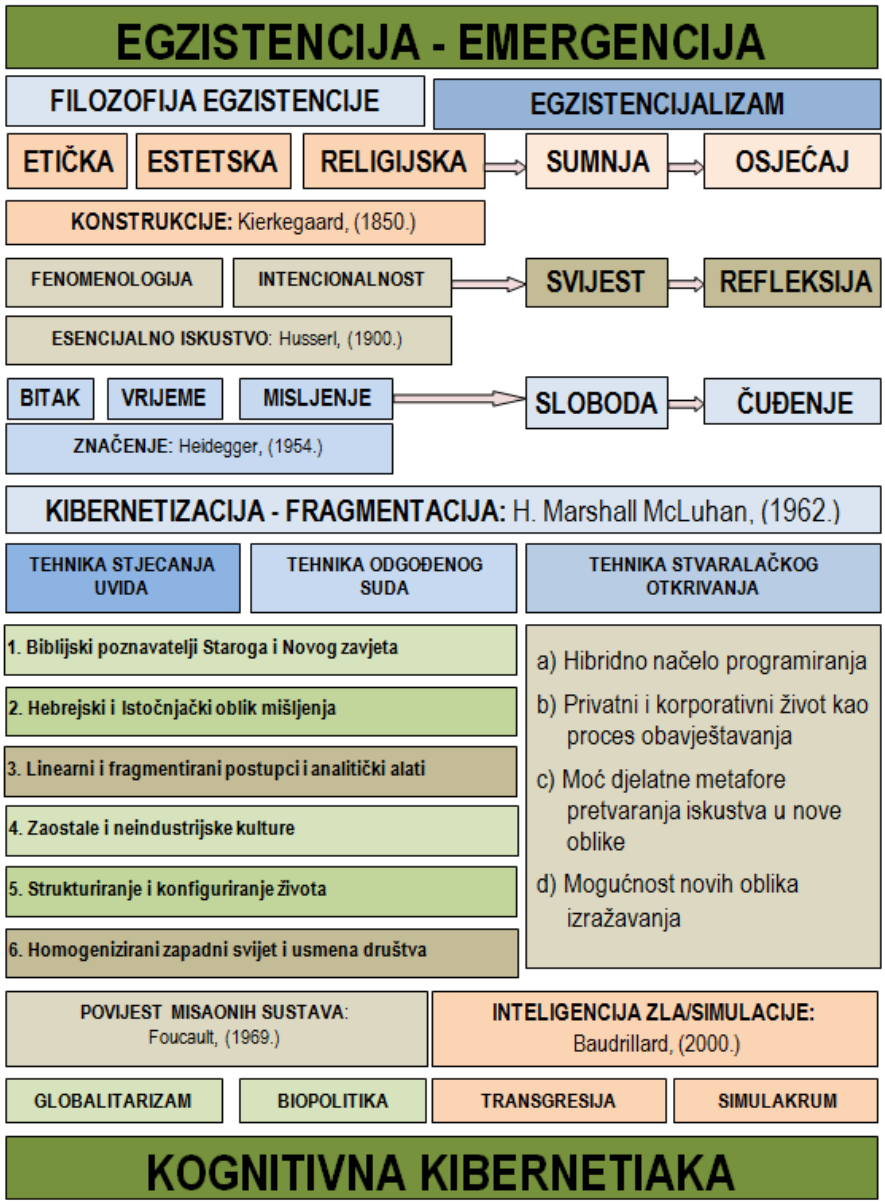
Ako se emergencije – (lat. *emergere),* što se prevodi kao izroniti, iznići, opiše kao nešto što se ostvaruje, a kontingencija – (*lat. contingens)* kao nešto što može biti, možebitan, nenužan, kao možebitan način opstojnosti, onda prema kriterijima kontingencije koji su promjenjivost i sastavljenost, dovoljno je razloga da se promatraju kao egzistencija - djelatni uzrok i razlog svog opstojanja s komponentama:

- **kibernetička** - adekvatna povratna veza prijamnih sposobnosti osjetilima i voljnog djelovanja stvorene osjećajne osobnosti navikama.

- **kognitivna** - kombinacija razmišljanja o duhovnim idejama i slikama koje su ustrojene interakcijom neuralnih mreža pomoću slika koje su potvrđene osjetilnim primanjem.

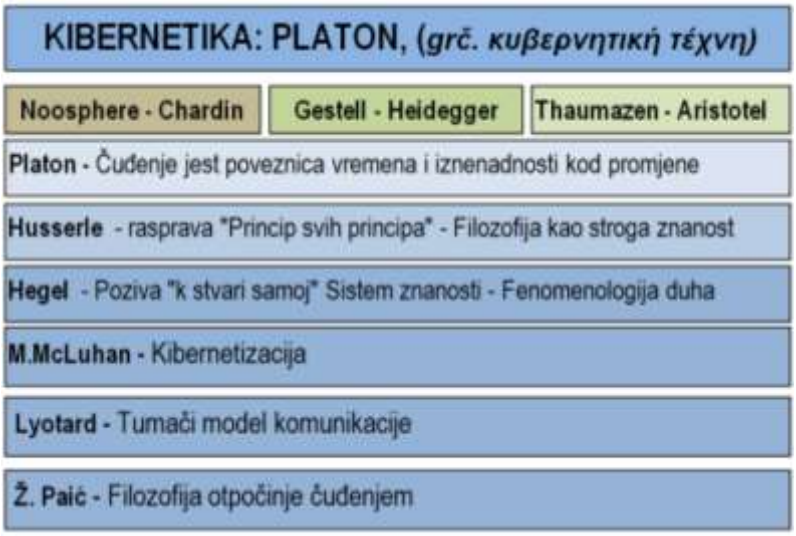
Ako su takvoj kreaciji doprinijele: Integralna postmetafizika koja zamjenjuje percepcije s perspektivama jer percepcije nisu stvarno iskustvo nego apstrakcija nečeg što se dogodilo i

Integralni metodološki pluralizam, u kojem nema najvažnije ili dominantne paradigme, onda je egzistencija emergencija kognitivne kibernetike, Slika 10.



Slika 10. Egzistencija emenrgencije prema teoriji kognitivne kibernetike

Kognitivno je umno i ono nije nešto što pripada empirijskom tragaču za pojavama i njihovim uzrocima u predmetnom svijetu. Um nadilazi pronicljivost zdravog razuma, (*common sense*), a ujedno ga i omogućava. Um postaje logikom beskrajnog napretka tehno-znanosti. Spinozina odredba slobode kao "spoznate nužnosti" razvitka svijesti do njezina konačnog stadija u apsolutu povijesti teži *noosferi*. Ali ne kao sredstvu za objašnjenje posljednje tehničke svrhe već apsolutu znanosti o bitku kao mišljenju mišljenja. I to u mišljenju o egzistenciji iz „biti" onoga što „sustav" i „odnos" čini apsolutnim prikazom kibernetičke ideje u poimanju filozofije, Slika 11.



Slika 11. Kibernetičke osnove filozofije

Kada se kognitivno odnosno umno predstavlja kao ambivalentni projekt, kraj filozofije u tehno-znanosti uistinu je rezultat rastvaranja apsoluta u zbiljskoj racionalnosti svijeta koji je postao strojem. Nastojanja kroz istraživanja uputila su na potrebu pojašnjenja kognicije.

Brigu za učinak računala i drugih strojeva na ljudsko tijelo i um redovito zasjenjuju želje za postizanjem brzine, maksimalne djelotvornosti, preciznosti ili jednostavno što veće moguće dobiti. Brzina, djelotvornost i preciznost "kukavičje je jaje" koje su postavile persuazivne tehnologije u današnji moderan svijet.

2.1.3. MIZANOTROPSKI CILJEVI NOVIH TEHNOLOGIJA

Računala i sve interaktivne prijenosne tehnologije, kao kaptologije kod ljudi uklanjaju repetitivne mentalne vježbe čime se ljudska bića udaljavaju od dubinskog učenja. Uređaj koji štedi rad mijenja karakter cijele zadaće, uključujući uloge, stavove, kompetencije i vještine ljudi. Pristup da se ljudi sve više i sve dalje izbacuju iz procesa, ciklusa postupaka, povratnih veza, i odluka koji upravljaju operativnim aspektima sustava vodi "automatizaciji koja smjera tehnologiji". Mizanotropski ciljevi takve tehnologije se prikazuju kao humanistički, što odražava umalo religijsku vjeru u tehniku, te jednako gorljivo nepovjerenje prema ljudskim bićima.

Danas imamo sliku koja je nametnuta u sve i svagdje. Vizualizirano doba je postavlja u simbolički odnos s prostorom koji je realiziran posvemašnjom anonimnošću, bez ikakvog identiteta osim virtualnog. Slika je namijenjena nominalno potrošački jer je zamijenila sve moguće raspoložive informacije i podatke, kako bi se nemilice trošilo. Današnja otkrića i uvidi s područja ergonomije koja se transformira u inženjerstvo ljudskih faktora prečesto se zanemaruju ili podcjenjuju unatoč dokaznici da se radi o tehnološkoj antropomorfizaciji sa svojim komponentama, a to su:

Vrijeme, koje je "stisnuto" obiljem informacija u prekomjernosti, odnosno preobilja događaja, preobilja dostupnosti svega pa tako i preobilja individualizacije. Tako vrijeme generira nedostatnost osobnog vremena zbog prekomjernosti globalnih prostora izgubljenih u virtualnosti. To rezultira „smanjenjem planeta“ kao nedostatnog prostora koji je zbog konzumerskih posljedica razvijenih interaktivnih inteligentnih informacijskih tehnologija imperativ mehaničke svrsishodnosti „dobivanja na vremenu“.

Prostor, prvenstveno okarakteriziran anonimnošću, otuđuje uobičajene funkcije unutar sveopćega robnog svijeta znakova. Spoznajna

mijena funkcije duha, tijela i samosvijesti unutar preobilja prostora, zagubi suvremenog čovjeka gdje god da se on nalazi u takvim uvjetima. Navika izgubljenosti prenosi se i u sve druge konkretne prostore pa tako i one tradicionalne namijenjene edukaciji.

Model, kao anticipacija svake moguće zbiljnosti kroz modeliranje zatvorenim krugom neprestano otvara iluziju da društvo smjera višim fazama napretka. Zbog toga je sve dopušteno i danas se može sve modelirati. Modeli nadilaze transcendenciju zbilje i kao takovi nisu više niti nešto imaginarno spram realnoga, koje je potrebno u edukaciji.

Simulacija je označena kao postanak ali i gubitak biti. Gospodar simulacije u kontekstu projekcije kroz inteligentne tehnologije nije više čovjek, čak niti nekakav holodek koji iako je djelo ljudskih ruku prihvaćena je kreacija i sama po sebi je tehnološki antropomorfizirana.

Simultanost kao apsolut svega u vremenu u kojem virtualan život iako bez stvarnosti, postaje nova realnost. Takva realnost koju je providio Jean Baudrillard okončava se kao simulakrum.

Simulakrum je kulturna reprodukcija i oblikovanje ponašanja i atributa populacije novim tehnološkim sredstvima već duboko ukorijenjen kao nešto neophodno.

Sve su relacije svedene na korisnički odnos izgubljen u prostoru i zagubljen u vremenu, koji je kaptološki uvjetovan, a ne životno-iskonski. Izgubljenost postaje novi standard modernog društva koje zaokuplja ljudsko biće u zgušnjenom vremenu s milijunima znakova, reklamnih panoa, raznih poruka i članaka minimalističkih formata. Prividno povećani standard svega pa i edukacije kroz konzumersku dostupnost informacija rezultira efektom odvraćanja dubinskog poimanja.

Inteligentne interaktivne informacijske tehnologije, mas-mediji, reklame, internet, društvene mreže, eruptivan tijek informacija, (i to kroz nebrojene putove), te njihovo gomilanje do razine *„big data“* među kojima su istovremeno i *„dark data“*, imaju u edukaciji sve više funkciju kontraefekta. Bez obzira na rezultate istraživanja i sve glasniji vapaj javnosti u doba opće prekomjernosti, bit će jako teško uvjeriti

nalogodavce i odgovorne provoditelje kaptologija da se pokušava inicirati promjena kroz kognitivnu kibernetiku jer svako protivljenje se proglašava provincijalizmom i kampanilizmom. Istraživanja povezana uz kaptologije i ljudske faktore, (Mark Scerbo), pokazala su kako informatizacija i automatizirani sustavi u velikom broju profesija pa tako i u edukaciji često povećavaju opterećenost i stvaraju nesigurne uvjete. Umjesto da se smanji ometanje i stres, kompjuterizacija naročito u edukatorskoj profesiji u većini ih slučajeva prisiljava da se bave svom silom dodatnih zadataka i preobilja administrativnih obrada koje ne služe ničemu. Zbog sve veće prikovanosti i edukatora i educiranih uz računala, u poslu i u privatnom životu, ljudska se bića sve manje kreću pa tako i sve manje susreću i razgovaraju s drugim ljudima pa tako i ne zamjećuju mizantropske ciljeve inteligentnih tehnologija.

2.2. Mišljenje i intelektualno djelovanje

Mišljenje nije vezano za sliku nego za djelovanje, i na njegovom temelju počiva zadatak adekvatnog shvaćanja svijeta. Intelektualno mišljenje treba biti djelatnost kojim se u tom svijetu uistinu nešto čini.

Mišljenje je povezano uz **um.** Analogija između načela načina mišljenja i računalnog načina procesuiranja informacija, ukazuje s jedne strane kako se mora biti svjestan i prihvatiti dobrobiti novih tehnologija, a s druge strane, mora se biti oprezan služeći se s tim novim tehnologijama. Ispitivanja, koja su započeta još 1994. godine, (Robert J. Marzano & Diane E. Paynter), iznjedrila su više modela različiti kognitivnih stilova mišljenja pri procesuiranju informacija. Uz pomoć proširenih istraživanja, (Sadler-Smith, 2009., Zhang, Sternberg i Rayner, 2013.), u području kognitivnih znanosti u kojima su se koristile računalne simulacije ljudskih mišljenja, ponuđen je preferirani model dupleks kognitivni-stil, (engl. *Duplex model of Cognitive Style*). Daljnjim istraživanjima je potvrđeno da se mišljenja i obrada informacija mogu poticati i učiti na izazovnim zadacima.

Na visokim fleksibilnim razinama, formira se svestranost kao stil kojim se procesuira informacija i intuitivno i analitički, ovisno o situaciji, prirodi i zahtjevima zadataka. Novim pristupom u proučavanju kognicije i kibernetičkim procesuiranjem inteligentnim tehnologijama, stvorena je kvazipersuazivna situacija koja prirodu i zadatke postavlja podsvjesno i za njihovo rješavanje generira znanje pomoću *intuigencije*. Toga čovjek nije svjestan ali može početi spoznavati da razinu integriranog razvoja svog uma može podizati pametnim tvorevinama, inteligentnih tehnologija služeći se njima znalački i odmjereno!?

Intuigencija kao pojam rasvijetljen je još s kraja prošlog stoljeća, s jedne strane istraživanjima koja su provedena pri postavljanju teorije o inteligenciji, i s druge strane istraživanjima koja je proveo Sternberg postavljajući teoriju mentalnog vladanja sobom. Autorski doprinos ovoj problematici, postavljena je teorija o spajanju ljudskih mentalnih sposobnosti (inteligencije) i osobnosti ličnosti, (intuicije) koje se na osnovama kognitivne kibernetike, povezuju s načinom bivstvovanja, vladanja i upravljanja u različitim društvenim uređenjima i okolnostima, (autokracija - demokracija, filozofija - religija, antropologija - ontologija). Na taj se način obrazlaže intuigencija uz pomoć inteligentnih sustava, informacijskih tehnologija i persuazivnog konteksta.

Da bi to bilo moguće integraciju kognitivne kibernetike u buduće inteligentne sustave treba započeti promatrati na temelju transformacije Descartesove "*Cogito ergo sum*", gdje se "*cogito*" iz mislim, preko shvaćam, prepoznaje kao "osjećam - dakle postojim".

Na osnovama Descartesova „*Meditationes de prima philosophia*“ u prijevodu prof. Tomislava Ladana, prof. Damir Barbarić je svugdje za pojam „*cogito“ kojeg je* prijevod u “mislim” zamijenio u “svjestan sam”.

Pojašnjenja kognicije u razumijevanju medijskog okruženja približio je Marshall McLuhan, navodeći kako se..."stoljećima smatralo da je zdrav razum osobita moć čovjeka da vrstu iskustva jednog osjetila pretvara u sva ostala osjetila, te da neprekidno prikazuje rezultate toga kao jedinstvene slike u umu. Zapravo odavno se smatra da je ta slika jedinstvenog omjera među osjetilima, znak racionalnosti, pa u doba

računala to lako može dokazati. Naime, uistinu je moguće programirati omjere među osjetilima koji se približavaju stanju svijesti pa je onda prijenos i same ljudske svijesti u svijet računala sljedeća faza". Na taj način svjesnost McLuhan naziva: "shvaćanje" ili "poimanje" čime upućuje na proces dolaženja do jedne stvari preko druge, do obrade ili opažanja mnogih aspekata posredstvom više osjetila istodobno. Postaje očito da "dodir" nije koža, nego međudjelovanje osjetila, a "ostati u dodiru" ili "stupiti u dodir" pitanje je plodonosnog spajanja osjetila - vida pretvorenog u zvuk, zvuka u pokret, okus i miris, Slika 12.



Slika 12. Kibernetički pristup i kognitivna znanost u tumačenju interakciju čovjeka i računala

Izloženi koncept kibernetičkim pristupom proučavanja kognicije, kroz različite razine analiza kognitivnu kibernetiku svodi uistinu na interakciju čovjeka i računala, (inteligentne tehnologije). Na taj se način predočava kognicija pomoću tri gramatička oblika: cogito, cogitatio i cogitationes.

2.2.1. COGITO

Riječ *cogito*, *(*čuveno Descartesovo, lat. "*cogito ergo sum"),* iz latinskog je prevedena kao ”**mislim**”, odnosno, “**svjestan sam**”. *S*astavljena je od dva dijela, *co* i *agito*. Rječica *co* (*cum*, σύν) ukazuje na neku vezanost uz nešto ili upućenost nečemu a može značiti sakupljenost odnosno sabranost. Riječ *agito* je iterativ od riječi *ago* i znači neprestano, odnosno stalno iznova, na nešto nagoniti ili k nečemu tjerati. Ono bitno za riječ *cogito* od izraza *agito,* goniti na, tjerati k, ta upravljenost spram nečega određenog, (upravljenosti na nešto određeno), znači zapravo neku sabranost, usmjerenost.

U jednom pismu nepoznatom primatelju iz ožujka 1638. ustvrđuje Descartes da je *cogito* izrijekom pokazano kao ono zajedničko i objedinjujuće za prividno tako različite duhovne djelatnosti kao što su dvojenje, razumijevanje, potvrđivanje, nijekanje, htijenje, nehtijenje, uobražavanje i zamjećivanje.

2.2.2. COGITATIO

Riječ *cogitatio, (*lat. *cogitans, res cogitans),* iz istog izvora za pojašnjenje smisla i značenje toga što se pod tim shvaća, uvodi termin ”refleksije”. U jednom pismu Antoineu Arnauldu od 29. srpnja 1648. Descartes kaže: ..."kad pak odrasli nešto zamjećuje, ujedno zamjećuje i to da je zamijetio; ovaj drugi opažaj nazivan refleksijom odnosi se samo na razum, (svijesnost), premda je zamjedbi tako pripojen da biva ujedno i da ne izgledaju kao da se može uzajamno odvojiti".

Svjesnost, odnosno svijest, (lat. *cogitatio*) je nešto što se ne može odcijepiti jer dok je "ja jesam, ja postojim", to je tako dugo dok "sam svjestan", (lat. *cogito*). Stoga tvrdnja da je nužno istinito nešto što je svjesno (lat. *res cogitans*), je u stvari duh, ili duša, ili razum, ili um - nazivi kojim značenje nije poznato. Dakle nešto istinito i doista postojeće, svjesno (lat. *cogitans - res cogitans*), je ono što dvoji, razumijeva, tvrdi, niječe, hoće, neće, te zamišlja i osjeća i što razlikuje od same svijesti (lat. *cogitatio*), i što se može nazvati odvojenim od sebe samoga. Ali ako je zaista onaj koji zamišlja, možda kao nešto već

pretpostavljeno, onda ni jedna zamišljevina nije istinita, iako sama moć zamišljanja doista postoji i dio je svoje svijesti (lat. *cogitatio*). Isto tako onaj koji osjeća ili onaj koji osjetilima prima tjelesnine, svjetlost vidi, buku čuje, toplinu osjeća,... svega je svjestan, (lat. *cogito*), da nešto jeste. Stoga, iskaz: "ja jesam, ja postojim", koliko god ga se puta izreklo ili duhom poimalo, nužno jest istinit.

2.2.3. COGITATIONES

Riječ, lat. *cogitationes* u istom je izvoru objašnjena ne samo kao razmatranje i očitovanje volje, nego i same djelatnosti gledanja, slušanja, odlučivanja za jednu konkretnu situaciju. Tako shvaćeno ”mišljenje” je prezentirano kao ”samosvijest”, i to ona koja je dinamički i djelatno shvaćena. Stoga danas u postavljanju teorije inteligentnog sustava s ljudskom inteligencijom, stroj mišljenja odgovara logici zasnovanoj na računanju, planiranju i konstrukciji. Epifanijski pristup Descartes u tom kontekstu namjenjuje i svijesti o vremenu koje ne smije biti svedeno na kronološko niti trka za budućim kroz prošlost nego tranzitivnost konačnog bića. Bit takva promišljanja nalazi se unutar transformacije tehnosfere u noosferu.

2.3. Paradoksalnost tehnosfere

Započeto razmatranje s "više slobode", vodi "automatizaciji koja smjera tehnologiji" tehnosfere. Chardin postavljajući definiciju tehnosfere kao procesa stvoriteljske preobrazbe ili poopćene evolucije u estetskoj konstrukcije, nije znao za tehnosferu kojom će zavladati kaptologija. Nastup i dominacija prvenstveno forme nad materijom u bešćutnoj ravnodušnosti promovira modernitet. Tehno-logički se neutralizira vapaj i bioetički poziv na zajedništvo prirode i živog stroja u kvazi-kibernetički shvaćenoj okolini a sve je zatomljeno jer je prividom nove slobode

iščeznulo čuđenje, pa su sumnja i tjeskoba nove sastavnice takove tehnosfere, Slika 13.



Slika 13. Tehnosfera u paradoksalnoj konstelaciji tehno-znanosti

Tu je začeta poveznica u pojmu kibernetičke sheme djelovanja kao optimalne kontrole nad okolinom kao i upravljanjem kaosom. Poput drugih pojmova na njihovo mjesto ne dolaze „privremeni„ pojmovi tehničkog jezika, umjesto „trajnih“ pojmova metafizike već jezik na granici izrecivosti smisla. Problem je u tome što danas slika zamjenjuje jezik. Značenje događaja, pak istiskuje smisao bitka koji je suspendiran i na njegovo mjesto dolazi tehno-poetička kontigentnost događaja. Suvremena se tehnika u liku tehnosfere smješta s onu stranu ovoga metafizičkog sklopa binarnih opreka.

Znanost se uspostavlja apriornim nabačajem, (projektom), ustrojstva bitka svoga predmetnog područja, i u skladu s time razvija svoje posebne metode, pojmovnu strukturu, pripadnu mogućnost istine, logiku dokazivanja i priopćavanja. Ukratko, za konstitutivne momente egzistencijalnog pojma znanosti postavlja se pitanje o udaljavanju od nje, (znanosti), i opasnosti da joj se naposljetku suprotstavlja i to iskonskim, bitnim mišljenjem ili mišljenjem bitka.

S tog se stajališta sam fenomen znanosti interpretira kao specifična pojava novoga vijeka što se prvenstveno kao matematička prirodna

znanost izravno promeće u tehniku gospodarenja prirodom. Određuje se kao teorija zbiljskoga i ukazuje na nemogućnost da bilo koja znanosti sama o sebi progovori dajući iskaze svojim jezikom.

Specifične značajke i obilježja informacijskog vijeka na temu znanosti bacile su sjenu teme tehnike kao sudbine suvremenog svijeta. Taj svijet sa stanovitim oštrim akcentima kulturne kritike bezuvjetno prisiljava humana, ljudska bića da postanu naprave, jer stav spram tehnike sažima se pod popuštanjem prema stvarima i otvorenosti za tajnu, budući da je očigledno da suvremeno čovječanstvo bez aparata i strojeva zacijelo više ne može živjeti.

Suvremeno društvo određuje logika tehno-znanosti u totalnoj vladavini cjelokupnim prostorom-vremenom svijeta, sustava i života, a sustav upravljanja okolinom je kibernetika koja svoju ekspanziju započinje:

- procvatom informatičkih znanosti
- teorijom medija i
- razvojem komunikacijskih tehnologija.

Faze osuvremenjivanja društva provode se kroz:

1. industrijsko društvo,
2. informacijsko društvo.

Termin kibernetika u smislu dokončanja filozofije je napisao i objelodanio Heidegger i preko posrednika 1964. dao da se pročita na međunarodnoj konferenciji u Parizu. Pri tome pojam egzistencije s kojom je otvoreno neizvjesno područje mišljenja kao nesvodljive slobode događaja ne uspijeva više biti alternativnom post-humanom stanju tehnosfere. Heideggerov tekst „Kraj filozofije i zadaća mišljenja“ pročitao je Jean Beaufret i ustvrdio da se filozofija dovršava u tehničkom dobu vladavine kibernetike.

Iz zahtjeva kibernetike za upravljanjem svim procesima nastanka i vođenja života s pomoću povratne sprege, ravnoteže i kontrole razmjenom informacija, (feedback), između sustava i okoline,

tehnoznanosti otpočinju s konstrukcijom života iz radikalne transformacije bitka u post-humano stanje. U to se vrijeme nije u potpunosti razumjela Heideggerova poruka. Moralo je proći pola stoljeća da bi u svojim knjigama, između ostalih: „Posthumano stanje, kraj čovjeka i mogućnost druge povijesti", i „Sfere egzistencije", to objasnio dr. Žarko Paić. On uspostavu vladavine novog informacijskog koda u društvima suvremenosti vidi kao stvaranje virtualnih svjetova umjetnog uma i života kojeg nagriza kriza ideje zajednice i istine, a iz estetske konstrukcije tehnosfere i on potvrđuje kako dolazi do prvenstva forme nad materijom. Njegov je vapaj bioetički poziv na zajedništvo prirode i živog stroja u kibernetički shvaćenoj okolini. Prepoznato je Kierkegaardovo razotkrivanje egzistencije kroz otvaranje pitanja modernog razumijevanja u kojem posebno mjesto zauzima sloboda i to kroz svoja tri različita modusa:

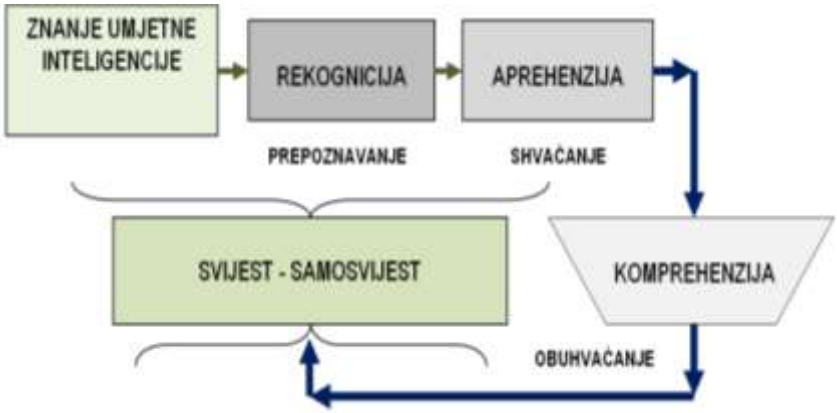
a) volja za moć,
b) praksa rada i
c) egzistencijalna vjera.

Takva sloboda se odnosi na radikalni prekid s logikom kauzaliteta, pri čemu sloboda i egzistencija nastaju iz nečega što ih omogućuje s onu stranu povijesnog i logičkog utemeljenja značenja. Sloboda i egzistencija za Hannu Arendt u Eseju o politici, „Što je sloboda", su isti jer „biti čovjek i biti slobodan, jest jedno te isto" – sloboda uključujepovijesnost kategorija modalnosti.

2.3.1. ZNANJE U INTERAKCIJI ČOVJEKA I RAČUNALA

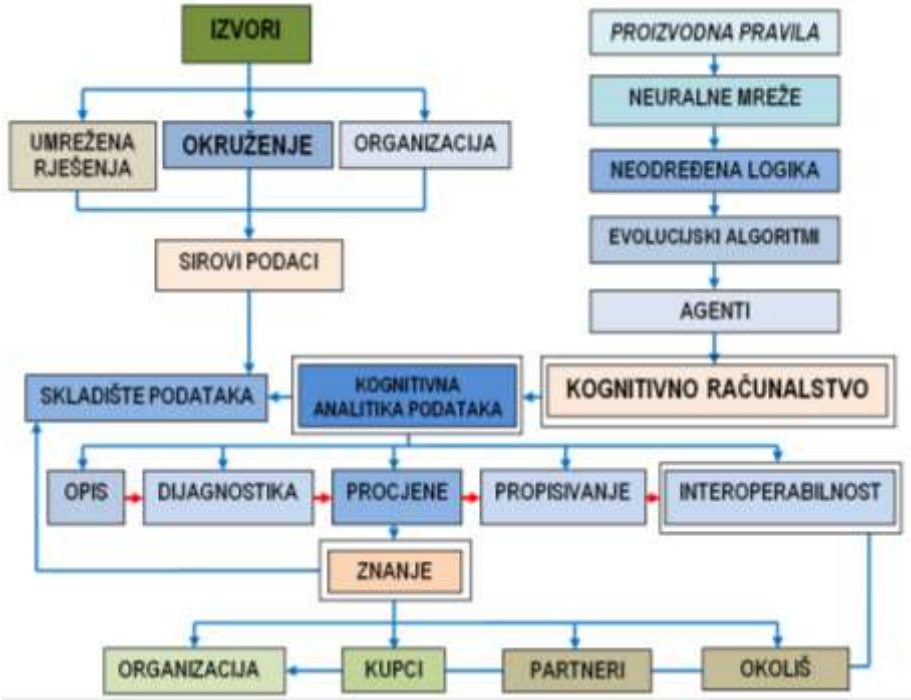
Znanje je prema definiciji iz filozofskog rječnika, rezultat spoznaje, objektivno zasnovana uvjerenost u istinitost nekog suda ili sudova. Znanje je također sud ili skup sudova u čiju je istinitost netko s pravom uvjeren. Spoznaja je djelatnost ili proces, a znanje rezultat tog procesa. Pojam znanja se suprotstavlja ne samo pojmu „neznanja“ nego i pojmovima „vjerovanja“ i „mnijenja“. Znanje se razlikuje od saznanja jer se saznanje pojašnjava spoznajom. Spoznaja je jedan od osnovnih oblika čovjekova bivstvovanja i djelatnost je kojom se utvrđuje istina. Spoznaja je za razliku od drugih duševnih doživljaja (npr. zamjećivanja i predočivanja), nošena unutrašnjom intencijom da se otkrije nešto, što i neovisno od subjektivne doživljajnosti objektivno vrijedi.

Učenje je stjecanje znanja kroz prepoznavanje ili rekognicija, (lat. *recognitio*). Taj akt svijesti pomaže spoznati sadržaj neke nove predodžbe za koju se treba utvrditi da je identičan sa sadržajem neke prijašnje predodžbe. Funkcija rekognicije igra važnu ulogu i u kreaciji svih kompliciranih sadržaja predodžbe. Svijest u takvim kreacijama mora biti sigurna da su svi sastavni dijelovi te predodžbe identični s predodžbama koje su se prije toga razvile. Stoga je rekognicija prethodnica shvaćanju, aprehenziji, (lat. *apprehensio*). Shvaćanje je akt intelektualnog naboja pomoću kojeg se započinje shvaćanje relativno jednostavnih ontoloških sastavnica da bi se u konačnici moglo shvatiti mnoštvo i mnogolikost složenosti. Poput sustava objedinjeno u jedno i cjelovito u slijedu je kao način određenog obuhvaćanja, (lat. *comprehensio*). Interaktivnim inteligentnim tehnologijama, ostvarena neprekidnost i linearnost fragmentiranog ponavljanja u smislu nametnutih raspoloživih informacija i podataka u stvari predstavlja persuazivno, (kaptološko), znanje umjetne inteligencije, Slika 14.



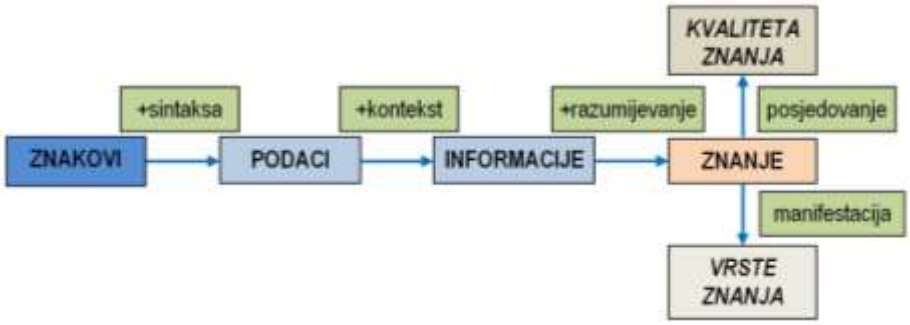
Slika 14. Utjecaj znanja umjetne inteligencije na svijest i samosvijest

Izvori znanja umjetne inteligencije su isti kao i svakog drugog znanja jedino što je kognitivno računalstvo s kognitivnom analitikom podataka puno efikasnije u prikupljanju podataka iz kojih se puno brže i lakše kreiraju nova znanja, Slika 15.



Slika 15. Izvori i način stjecanja znanja kognitivnim računalstvom

Znanje umjetne inteligencije se može prepoznati po kvaliteti i po vrsti i njegovo stvaranje počiva na kontekstu podataka koji se pretvaraju u informacije, Slika 16.



Slika 16. Razumijevanje i manifestacija znanja

Rasvjetljavanje umjetne inteligencije u svojoj knjizi "Inteligencija zla" pokušao je Bodliard kada je ustvrdio kako je ..."očito da se ništa ne može suprotstaviti množenju umjetne inteligencije koja se temelji na nultom stupnju mišljenja. Ono do čega sasvim sigurno vodi tiranija umjetne inteligencije jest rođenje do sada nepoznate gluposti - umjetne gluposti koja se širi posvuda po ekranima i informatičkim mrežama. Tu dakle prirodnu glupost, kao i ludilo, može susresti plemenitost u abreakciji integralne stvarnosti. Umjetna se inteligencija, s druge strane, želi očistiti od svake gluposti, ona čini stranputicu pred tim vječnim dvobojem između inteligencije i gluposti i po tome je ona glupa. Ona je poput nekog rastjelovljenog mišljenja koje je izgubilo svoju sjenu. Kada inteligencija postaje hegemonijska kako bi postala nekom vrstom tehničke, kolektivne i automatske prilagodbe, svaka druga dakle pretpostavka osim one o inteligenciji postaje prihvatljivija. Kada pretpostavka o inteligenciji, nakon što prestane biti suverena, postaje dominantna, tada pretpostavka o gluposti postaje suverena. Nasuprot eksponencijalnoj naravi tehničke i numeričke inteligencije i virtualno beskonačnom širenju mreža, mišljenje je konačno. Moglo bi se reći da smo u inteligenciji beskonačno superiorni, ali u mišljenju smo baš potpuno jednaki prethodnim i budućim generacijama. Mišljenje kojim raspolaže čovječanstvo je ograničeno i nerazorivo. Nije dovoljno biti inteligentan da se ne bude glup, a ponekad i sama inteligencija živi u

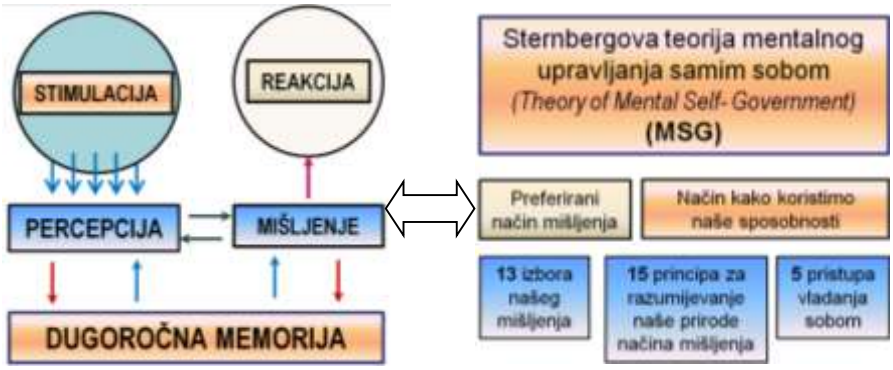
sjeni gluposti i obratno. Inteligencija ne samo da ne obilježava kraj gluposti, nego ponekad nema drugog izlaza iz ekscesa inteligencije do gluposti. Samo mišljenje, samo lucidnost koja se jednako suprotstavlja inteligenciji i gluposti može tome odolijevati. Nakon infernalne proizvodnje kolektivne inteligencije, trebat će računati u budućnosti na sve veći stupanj umjetne gluposti. To proturiječi dvama zaključnim, međusobno povezanim perspektivama:

- pozitivni iluminizam - euforija umjetne inteligencije,
- regresivni nihilizam - moralna i kulturna depresija".

Tako predstavljeno, potencijalni je izvor procesa uključen u učenje, svijest i samosvijest su alati spoznaje i o mentalnim procesima koji su kroz životnu angažiranost u neprestanom ciklusu u funkciji učenja.

2.4. Kaptološki utjecaj na mišljenje i pamćenje

S jedne strane u kaptološkoj zamci preobilja ponuda, ljudski je misliti i htjeti, i to htjeti dobro i naučiti ispravno živjeti što se smatra mogućnošću izbora koji nudi i umjetna inteligencija. S druge pak strane želi se vjerovati kako je moguće izborom ponašanja koje oslobađa, proširiti i potpomoći svijest i savjest. Izbor ponašanja problematičan je u nametnutoj dogmi slobode koja se može modelirati i simulirati. Mišljenje je vezano za djelovanje preko percepcije na načelima stimulacije i reakcije. Percepcijom i mišljenjem se razvija dugoročna memorija, tzv. dubinska pohrana ali to nije lak proces jer je mišljenje uvjetovano našim sposobnostima. I upravo tu se nalazi odgovor na postavljeno pitanje o vladavini umjetne inteligencije. Iz tih se razloga mora akceptirati Sternbergova teorija mentalnog upravljanja samim sobom, Slika 17.



a) b)

Slika 17. a) Način i parametri pohrane misli u dubinsku memoriju i
b) Mišljenje u Sternbergovoj teoriji mentalnog upravljanja samim sobom

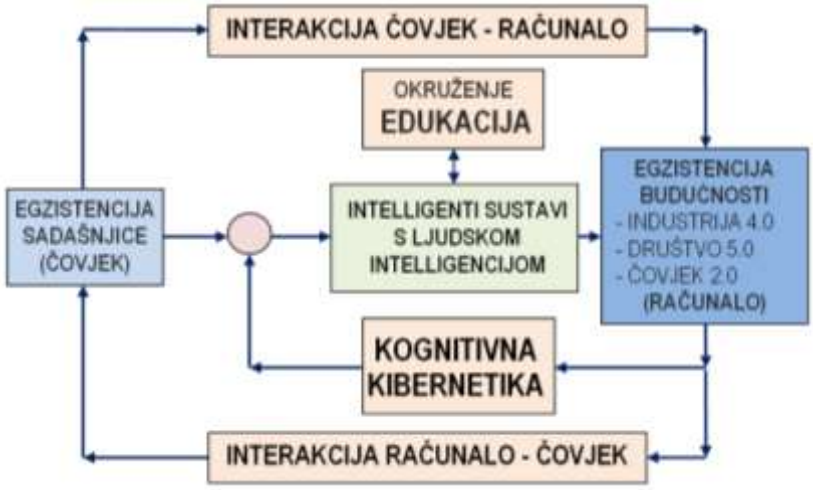
McLuhan podsjeća kako je najsofisticiraniji, (najintegralniji i najuključivaniji), osjećaj vremena, onaj poznat iz drevne kineske i japanske kulture. Sve do XVII. st. kada dolaze misionari, Kinezi i Japanci nisu poznavali mehaničke satove već su i kao prije tisuće godina vrijeme mjerili prema nizu pažljivo stupnjevito poredanih mirisa koji su označavali uz sate i dane, i godišnja doba i znakove zvijezda. Ljudsko osjetilo mirisa nije samo najistančanije i najosjetljivije, ono je, najučinkovitije i najpotpunije jer uključuje cjelokupan ljudski senzorij i kao temelj pamćenja ima učinkovitost na ujedinjujuću osnovu individualnosti. Potvrdilo se kako su društva koja su mjerila mirise vremena, težila velikoj kohezivnosti i dubokoj ujedinjenosti jer su se najduže opirala svakoj promjeni.

Današnje vrijeme je virtualnost i ono se ne "broji". Vrijeme koje se broji, istraživao je Tobias Dantzig. Za njega je "Broj jezik znanosti", koji je pokazao kako današnji Eskimi i neka najprimitivnija plemena Australije i Afrike još nisu savladali tehniku brojanja na prste. Oni nemaju brojeve u dekadskom nizu već se služe sustavom neovisnih binarnih brojeva za jedan i dva, složene do šest. Sve više iza šest je za njih hrpa. Njima je teško i razlučiti koliko je u hrpi koja je više od šest. Ali zato je kod njih osjećaj jednakosti ili kinestetički osjećaj jači od njihovih osjećaja za brojanje. Slično je i kod Indijaca koji pod pojmom "Darshan", podrazumijevaju

mistični doživljaj pripadnosti vrlo velikom skupu koji je dijametralan od zapadnog poimanja brojčanih vrijednosti.

Korisnički odnos izgubljen u prostoru koji je kaptološki uvjetovan, a ne životno-iskonski, postaje novi standard modernog društva koje zaokuplja ljudsko biće u zgušnjenom vremenu s milijunima brojeva, znakova, reklamnih panoa, raznih poruka i članaka minimalističkih formata. Prividno povećani standard kroz konzumersku dostupnost informacija rezultira efektom odvraćanja dubinskog poimanja.

Inteligentne interaktivne informacijske tehnologije, mas-mediji, reklame, internet, društvene mreže, eruptivan tijek informacija, (i to kroz nebrojene putove), te njihovo prikupljanje dovelo je do stanja gomilanje nebrojenih podataka, (engl. *big data*). Taj veliki broj prikupljenih podataka, te baze podataka (engl. *database*), dosežu nezamislive razine. Takve se baze podataka često nazivaju znanjem iako je u tim bazama sve više crnih podataka, (engl. *dark data*), koji imaju u životu sve više funkciju kontraefekta. Mentalno upravljanje i usredotočena pozornost iskorjenjuje ono što smeta. Roger Vittoz je ustvrdio da je jedan od najvažnijih oblika nadzora nad sobom, (autijekontrola) preduvjet nadzora nad osjetima i djelovanjima. Može se zapaziti kako se nadzor sam proširuje na sav život i na taj se način uspijeva ljudski htjeti, tj. htjeti dobro i naučiti ispravno živjeti. Izborom ponašanja koje oslobađa, proširuje se i potpomaže svijest i savjest, te je moguće procesnim dijagramom opisati ustvrđeno, Slika 18.



Slika 18. Kognitivna kibernetika u procesu egzistencije ostvarena inteligentnim sustavima

U tehnološkom okruženju, persuazivnim tehnologijama u kontekstu tretmana i poimanja podataka i informacija dolazi se lako do spoznaje kako je relativna vrijednost svake informacije na mrežama i inteligentnim sustavima, uključujući "rad u oblacima" (npr. sveprisutnost web-informacija), analitički ocjenjena s dva faktora:

- brojem dolaznih linkova koje je informacija, (stranica) privukla i
- autoritetom stranica s kojih ti linkovi potječu.

Istraživanja su potvrdila da se radi o tzv. "alatima treće strane za pokuse nad korisnicima". Iz tih se baza programskim algoritmima ocjenjuje i rangira vrijednost svih informacija na mreži. Još od samog početka novog milenija uvedena su tzv. A/B testiranja. Milijuni korisnika bili su tom prilikom informirani o provedenih 6000 pokusa godišnje o načinu pretraživanja s, 10, 20 i 30 poveznica a što je u sljedećih pet godina rezultiralo s više od 450 promjena u pretraživačkim algoritmima i izgledu stranica. Stoga ne iznenađuje činjenica da se kontinuirano provodi i preko 300 pokusa dnevno i motri i mjeri oko dvjesto signala kako bi se utjecalo na održavanje "svježine" i brzine prikupljanja, seciranja i prenošenja podataka, a što je u izravnoj vezi sa zaradom ponuditelja

usluga informiranja. Iako se o njemu malo govori a persuaziju prikazuje kao korisnu, kaptološki arsenal je otkriven i to kao:

- kognitivne predrasude, (između više od 170 kognitivnih predrasuda, ističe se "nesklonost riziku u vremenskoj stisci", a do koje je dovela persuazivna poruka),
- oružje uvjeravanja, (radi se o persuazivnim tehnikama koje se oslanjaju na "načelo oskudice" i na "teoriju prihvaćanja autoriteta"),
- produktivnu lijenost, (potvrđena je činjenicom o lijenosti ljudskog uma i sklonosti preskakanja ili nepažljivog čitanja, koje zbog persuazivnog navođenja rezultiraju neželjenim posljedicama),
- zamor od odlučivanja, (povezano je s iscrpljivanjem korisnika persuazivnim prekomjernim ponudama koje potiču primjenu linije manjeg otpora).

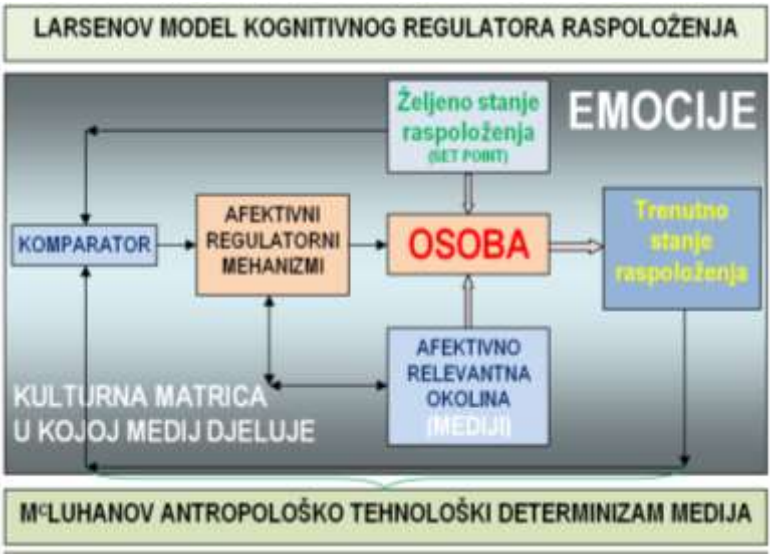
Ljudski je um napredovao zahvaljujući nepresušnoj želji da isprobava i mijenja, a ne želji da uvijek slijedi samo “pouzdane i istinite” odgovore.

Poticanje mozga na razvoj obično se zbiva u novim situacijama, kao što su: rješavanje novih problema, posjećivanje novih mjesta, gledanje novih predstava, upoznavanje novih osoba. Novost mentalnog ili motoričkog poticaja stvara veću blagotvornu elektičku energiju nego kad je u pitanju već poznato. Iako je zanimljiva spoznaja što se prilikom učenja zbiva na staničnoj razini mozga, jasno je da se stanično učenje i ponašanje pojedinca znatno razlikuju. Moguće je iz knjiga dobro naučiti dobar proces učenja, a da se pri tom ne proizvedu nikakvi vanjski znakovi prihvaćanja i primjene naučenoga. Promjena ponašanja koja je rezultat učenja ovisi o mnogobrojnim čimbenicima kao što su emocionalna stanja, prijašnja znanja, dnevne oscilacije u kemizmu mozga, količina hormona–peptida i kaptologija.
Krajnji rezultat učenja trebao bi biti ljudska inteligencija. Mozak je struktura, a um ono što mozak radi (funkcija). Um je proces. Psihometrijskim istraživanjima poznato je danas da je mozak sposoban

za neprestano stvaranje novih veza, za povećavanje uma učenjem. Kapacitet mozga za učenje je ogroman i on je stvoren za mnogo zahtjevnije intelektualne aktivnosti od onih u koje je obično uključen.

Moderni edukacijski mediji su: interaktivni zaslon, video ili multimedijalni uradak, internet i svaka druga "virtualna stvarnost", interaktivnost je koja prijeti odasvud i projicira mehanizam interferencije. Interferencija ili mehanizam interferencije je kibernetički neizraziti regulator pomoću kojeg se iz sustava pravila dobiva izlazni neizraziti skup. Postupak interferencije se sastoji od odabira operatora interferencije ili odlučivanja.

Sve što je prije bilo razdvojeno pomiješano je i posvuda je ukinut odmak suprotstavljenih polova. Ta zbrka pojmova, ne omogućuje više prosudbenu vrijednost, kako u tehnici tako i u umjetnosti, moralu ili politici". Poopćenim Larsenovim učinkom može se smatrati kako je ličnost dinamička organizacija unutar pojedinca koji sa svojim psihofizičkim sustavima određuje svoje specifične prilagodbe okolini. Sve što se projicira na računalnom sučelju, projicira neku vrstu uranjanja poput "taktilne" interakcije, kako ju je definirao McLuhan. Fluidna supstancija slike se infiltrira u genom i kao genetski kod utječe na preobrazbu ne samo tijela već i razuma ljudskog bića. Stoga je nerazdvojiv model kognitivnog regulatora raspoloženja s antropološko tehnološkim determinizmom medija, Slika 19.



Slika 19. Larsenov model kognitivnog regulatora raspoloženja

Svako trenutno stanje pojedinca njegovo je trenutno raspoloženje za koje je Larsen utvrdio da je modelirano potencijalnim mehanizmima individualnih razlika koje su u stvari njegovi regulatori raspoloženja i ima ih šest:

1) pozornost usmjerena na afektivno relevantan podražaj iz okoline;
2) promjenu unutar osobe ili okoline;
3) temperamentna afektivna reaktivnost;
4) pozornost usmjerena na trenutno stanje ili percepcija trenutnog stanja;
5) osjetljivost na diskrepance ili funkcija „dobitka“;
6) želje/vjerovanja/ vrijednosti glede optimalnog stanja.

Svi navedeni regulatori raspoloženja su pod utjecajem emocija i to sve tri komponente:

- ponašajna, (ekspresivna),
- doživljajna i
- fiziološka.

Na emocije se može utjecati nekim eksternalnim faktorima ali i pomoću specifičnih strategija i određenih mehanizama kao što su:

- kognitivne procjene,
- supresije, (sprečavanje, suzdržavanje od izljeva emocija),
- represije, (ugnjetavanje, potiskivanje, tlačenje),
- izbjegavanja situacije,
- izbjegavanja iskustva,
- ruminacije, (zaokupljenost razmišljanjima).

Spoznaju regulacije raspoloženja opisanu kognitivnom kibernetikom objelodanili su 2000. godine, Kardum i Larsen. Opći kibernetički kontrolni model regulacije raspoloženja temelji se na pretpostavci po kojoj su ljudi motivirani da se osjećaju dobro. Njihovo nastojanje da postignu i održe dobro i ugodno raspoloženje i pozitivno ozračje zahtijeva da se u model regulacije uključi negativna povratna veza koja će djelovati na smanjenju razlike koja nastaje na štetu dobrog raspoloženja. Takav se model bazira na pretpostavci da se željeno raspoloženje nastoji ostvariti usporedbom trenutnog stanja s onim koje se želi postići.
Postizanje željenog stanja ugode, ukoliko i kad dođe do poremećaja, ostvaruju regulatorni mehanizmi, a to su kognitivne strategije ili ponašanje koje se uključuje kako bi smanjili nastalu diskrepanciju. Djelovanje se manifestira utjecajem na promjene u okolini, ili na promjene unutar same osobe. Primjeri za to su izravno rješavanje problema, primjeri distrakcije, socijalnih usporedbi i slično. Regulatorno - kontrolna petlja je otvorena za prijem bitnih podražaja koji mogu doći iz okoline ili od same osobe i kako bi mogla djelovati na sustav te potencijalno promijeniti trenutno subjektivno stanje. Ustanovljena razlika između željenog i trenutnog stanja, aktivira različite kognitivne i bihevioralne regulatorne mehanizme kojima djeluju na smanjenju te razlike. Larsenov kontrolni model pretpostavlja da ljudi imaju neko željeno subjektivno stanje, tzv. (engl. *set point),* te da redovito uspoređuju svoje trenutno stanje s onim željenim.
McLuhanov antropološki tehnološki determinizam označio je tehnologije medija kao tehnologijske instrumente kojima se mijenjaju ljudi i prilagođavaju tim tehnologijama i određuju njihove komunikacije što je važnije od sadržaja koji se prenosi komunikacijom.

S obzirom na persuazivnost tehnologija objelodanjeni proces antropomorfizacije je u stvari uvođenje pritajenih ugoda na kojima se ostvaruje ovisnost o medijima današnjeg tehnološkog ushićenja i sveopćeg oduševljenja. Ali u stvarnosti radi se o virtualnim prostorima sličnim spiritualnim kontaktima ljudi i bogova. Uranjanje u njih bez kritike ili propitivanja, prihvaćeno je i slično je dogmama vjere. Nastupila je faza tehnološke simulacije svijesti, koja je kreativnim procesom prezentacije fiktivnog znanja kolektivno i združeno obuhvatila cijelo ljudsko društvo u kojem su već na individualnoj razini persuazivno poboljšana i istančana osjetila i živci pomoću raznih medija i tehnologija.

2.5. McLuhanova pitanja o učinku i razvoju nekog medija

2.5.1. KAPTOLOŠKI EDUKACIJSKI MEDIJ

Parafrazirano aplikativnošću današnje informacijske edukacijske pošasti poznata McLuhanova četiri pitanja o učinku medija bi glasila:

- Koje sve aspekte edukacija u današnjem društva i individualnom ljudskom životu mediji naglašavaju ili povećavaju?
- Koje medije, koji su prije bili dominantni, današnji mediji čine zastarjelim ili ih zatomljuju?
- Što današnji mediji edukacije ponovo otkrivaju i vraćaju li kojem prijašnjem mediju važnost?
- Može li se pretpostaviti u što će se današnji mediji pretvoriti nakon što ispune svoju svrhu i razviju se do krajnjih mogućnosti?

Pitanja formirana kao kvadrat koji na svakoj svojoj stranici ima još jedan kvadrat, (tako formiran podsjeća na slovo X), su u stvari četiri zakona ili učinka medija, a to su: pojačavanje, zastarijevanje, ponovo uspostavljanje i obrat, Slika 20.



Slika 20. Kaptološko parafrazirani McLuhanovi kvadrati

Ta četiri zakona kako ih je pojašnjavao McLuhan, na primjeru radijskog prijamnika koji masovnoj publici prenosi i pojačava ljudski glas na velike udaljenosti, tisak čini zastarjelim. Vijest o nekom važnom događaju dođe preko radija, a ne posebno izdanje novina. Ali ipak, radio ponovo otkriva gradskog izvikivača kojeg je tisak u velikoj mjeri učinio zastarjelim. Radio se nakon razvoja do krajnjih granica, pretvara u audiovizualnu televiziju. Problem virtualnog teksta koji se konzumira sa zaslona obrađuje se kao sintetička slika. Tu ne postoji transcedencija pogleda niti poruka pismom, (pismo je u potpunosti aktivnost za koju je potreban jezik, a nikako neka interaktivnost), jer se na zaslonu tekst konzumira kao slika koja je predstavljena kao spektakl koji postaje prijateljski interaktivan. Spektakl doseže svoj vrhunac ali istovremeno i svoj kraj, kada svi u interaktivnosti postaju glumci, za koje više nama radnje jer nema više pozornice pa stoga niti potrebe za komunikacijom jezikom.

2.5.2. JEZIK KAO NAJMOĆNIJI EDUKACIJSKI MEDIJ

Kroz jezik Renate Lachmann u potpunosti objašnjava problem edukacije i edukacijskih ustanova, zorno ukazujući na problem iščezavanja estetske iluzije koja se kreira razgovorom. Ona pojašnjava kako naučiti i pronaći

bez virtualne interaktivnosti višeslojnost jezika uz artikulaciju i kako izvještiti fenologiju, semantiku, gramatiku i pragmatiku, Slika 21.



Slika 21. Struktura jezika za razumijevanje govora

U okruženju virtualnog, numeričkog, računalnog i interaktivnog ništa nije prikazivo pa stoga ni dubinski, memorijski pohranjivo. To nije doživljaj prostora kao nužne prikazbene komponente, neke vrste spomenute pozornice. U takvom bezmjestu, (na njega ukazuje Marc Augé), nema ni odmaka niti kritičkog ili estetskog pogleda. To je potpuno uranjanje, a bezbrojne slike koje se prikazuju dolazeći iz takvih interaktivnih sfera ne pripadaju poretku reprezentacije, nego redu dekodiranja i vizualne konzumacije. Takve slike ne poučavaju, nego informiraju i nemoguće se odmaknuti od njih i povezati s bilo kakvom osjetilnom ili opisnom izražajnom stvarnošću.

Nemogućnosti ponovnog osvajanja svijeta putem jezika i praslike koja se prvo mora iskomentirati i pohraniti u dubinsku memoriju, nemogućnost je i da se prijeđe s informacije na djelo i kolektivnu volju. U toj odsutnosti osjetilnosti i pokretljivosti, nije riječ o apatiji ili općoj ravnodušnosti, nego naprosto o prekidu mogućnosti reprezentacije.

Uklanjanje reprezentacije uzrokuje, osim nestanka radnje, nemogućnost postavljanja nužne etike informacije, etike slike, etike virtualnog i mreže jer je stvar u tom pogledu izmakla kontroli. Promatrano kroz prizmu edukacije koja se svodi na interaktivni svijet u kojem je granična crta

između subjekta i objekta virtualno dokinuta. Takav se svijet ne može više zrcaliti ni reprezentirati. Nastaju razlamanja ili prelamanja u neodjelitim radnjama mozga ili zaslona kroz mentalno djelovanje mozga koji je sam postao zaslon i koji se doživljava kao druga strana Integralne stvarnosti, tako da sve funkcionira u integralnom krugu.

2.6. Kult vizualizacije i mediologija

Informacija primljena novim tehnološkim medijem, koja bi trebala biti pohranjena u dubinskoj memoriji se ne zadržava već vlada povratak slika. Mozak prihvaća zbrku sa zaslona i uz pomoć kontrole i kruženje stvari koje same za sebe funkcioniraju kružno, slike komuniciraju same sa sobom. Nastupa fiktivna savršena stvarnost u smislu da se sve verificira s vlastitom slikom.

Taj proces svoju dimenziju poprima u vizualnom i medijskom univerzumu, ali i u svakodnevnom i individualnom životu svih gesti i misli. To automatsko prelamanje utječe na način da se tako i sam svijet percipira, ostavljajući biljeg na neki način na sve stvari podešavajući njih same. To pojašnjenje Rafael Sánchez Ferlosio navodi kao užasan oblik sljepoće koji se premalo primjećuje. Sljepoća koja omogućuje da se promatra i vidi, ali ne i da se odjednom vidi bez promatranja. Takva percepcija, kao neposredna čulnost postaje u tome smislu estetska. Pogled, sluh, dodir, sva osjetila postaju estetska u najgorem smislu riječi. Čitav novi pogled na stvari ishodi samo neku dekonstrukciju tog ponavljanja. Slike, nekim rastvaranjem tog protu-prijenosa zatvaraju vid dok se ne izruči svijet njegovoj osjetilnoj iluziji. Slika se zrcali, ali se u zrcalu razlikuje percepcija od same slike i ulazi se u neki otvoreni oblik otuđenja i igre s njom. Zrcalo, slika pogled, prizor, sve se to izlaže kulturi metafore. Iako u djelovanju virtualnog, na izvjesnoj razini uranjanja u virtualnu mašineriju, nema više opreke čovjek/stroj jer se niti ne prepoznaje stroj kad je čovjek s druge strane sučelja.

Čovjek je poistovjećen s prostorom u kojem se nalazi i čovjek postaje virtualna stvarnost stroja i njegov zrcalni čimbenik. To je moguće zahvaljujući samoj biti zaslona koji nema onkrajnosti kao kod zrcala. U njemu se same vremenske dimenzije miješaju u stvarnom vremenu. A karakteristika bilo koje virtualne površine najprije je da bude tu, prazna, a potom da bude pogodna za ispunjavanje bilo čime, da se u stvarnome vremenu može stupiti u interakciju s prazninom. U takvoj interakciji sve je ispunjeno dužinom, suvišnostima, pripadnim zlokobnoj volji stroja da funkcionira pod svaku cijenu. U opčinjenosti i strast prema njemu - njegov djelatnik stječe dojam o neograničenoj mogućnosti funkcioniranja.

Internet samo simulira mentalni prostor slobode i otkrivanja u kojem je računalo proteza a s njim korisnik postaje zaslonska ektoplazma.

Lebdeći oblik uspostavlja mjesto sreće, ali virtualnost se primiče sreći samo zato što joj potajice oduzima svaku referenciju. Sa stvarnošću je gotovo ulaskom na pozornicu virtualnog. Samo virtualno može istodobno zanijekati svoju vlastitu stvarnost kao i sve ono što preostaje. Virtualno dakle nije posljednja riječ povijesti, već samo virtualna iluzija, iluzija virtualnog. Virtualno je kao kult vizualizacije postalo imperativna paradigma modernosti i tehnologijske opstojnosti egzistencije.

Povijesno prepoznat razvoj virtualnog, objelodanila je mediologija, transdisciplinarna znanost suvremenog doba koja polazi od promjene paradigme slike umjesto govora kako je prikazao Régis Debray s tri povijesno-strukturalne sfere:

- Logosfera - Platonska koncepcija slike kao odslika jedne primarne sfere mišljenja.
- Grafosfera - Novovjekovna dekartovska koncepcija s naglaskom na osjetilnim objektima koji su vidljivi ali pod uvjetom konstruiranja njihova poretka i mjere važenja.
- Videosfera - suvremena vizualna konstrukcija kulture koja počiva na primatu opažanja slikovne predočive veze znakova između stvari i pojava.

Slika kao vizualno predočivanje informacije, (vizualna kultura), dokaziva je dekonstrukcija pojma u slici s četiri tematska i analitička raskrižja i točke susretanja:

1. analitička teorija jezika, cilja na metaforu
2. retorička spoznaja u formatu je slikovnog govora
3. estetika je potvrda kulture
4. poetika uvodi model razumijevanja.

Prema dokazivoj dekonstrukciji slikama u smislu razmjene informacija uspostavljena je tehnologijska konstrukcija komunikacijske stvarnosti. Još 1950. godine postavljen je Shannon-Weaverov model matematičke teorije komunikacije. "Model počiva na načelu kompjutiranja informacija u informacijskom društvu koje je tehnologijski projekt i u kojem jezik znanosti određuje njegov način egzistencije koji je u sebi tehno-znanstveni performativ".

Taj model odnosno teoriju komunikacije tumači Lyotard raščlambom znanja, pri čemu je ono praktična vještina i način uporabe u društvenoj situaciji i cilju njezine promjene. Naglasak je stavljen na praktičnu umjesto teorijsku razinu pri čemu pragmatičnost komunikacije nadvladava sintaktičku i semantičku.

Sintaksa kao dio gramatike koji proučava odnose među riječima u rečenici gubi se kao i znakovni značaj koji se odnosi na aspekte značenja izražen jezikom.

Na tim se osnovama pristupilo promatranju strukture znanja i postavljena je tročlana struktura znanja u postmodernom stanju:

1. znanosti nadilaze tradicionalna razvojna područja prirode i čovjeka,
2. tehnologija spaja područja znanosti i kulture, prirode i čovjeka, informaciju i komunikaciju,
3. kultura je vizualizirani tekst koji se prevodi i prenosi korisnicima

Zaključak je da svođenje znanja na računanje, (binarni kod) i na pragmatiku jezičnih igara u svim područjima tradicionalno razdvojenih sfera društva i države, politike i kulture iz temelja mijenja status čovjeka u postmodernom stanju.

2.7. Nadzorno i nadzirano društvo

Čovjek nije tek sveukupnost društvenih odnosa, nego je društvo mreža djelovanja subjekata/aktera korporativne strukture znanja. Suvremeno društvo određuje logika tehno-znanosti u totalnoj vladavini cjelokupnim prostor-vremenom svijeta.

Stremljenje, daljnje osuvremenjivanje društva koje se iz industrijskog preobražava u informacijsko prepoznaje se u svojim različitim fazama, kao što su:

- disciplinarno i nadzorno društvo,
- nadzirano društvo,
- društvo transkodiranja moći,
- društvo simulakruma društvenog događanja,
- društvo instaliranim sustavom dominacije,
- društvo s tehnologijama vladanja društvenom okolinom,
- društvo procesa - dehumanizacije,
- društvo nužnosti - rehumanizacije,
- transhumano društvo - extropijsko,
- posthumano društvo - singularno.

Inteligentne, interaktivne, prijenosne tehnologije čimbenik su vladanja društvenom okolinom i odgovorne su promjenama samog karaktera društvenih odnosa u suvremenom globalnom poretku. Transkodiranje moći društva ima opravdanje zato što sam pojam moći omogućava slobodnu uporabu vladavine ljudima kao objektima, strojevima posthumanog karaktera. Disciplinirano i nadzorno društvo, Deleoze ga naziva *"dividual"*, sa svojim mehanizmima discipline i nadzora pojedinca u njegovoj društvenoj okolini postaje nadzor nad samim sobom. Foucault u svojem djelu, "Vladanje sobom i drugima", pojam dispozitiva moći ili aparata nadomješta diskursom i označava ga kao niz pravila, niz kodova, jezične norme, društveno organizirane strukture, znanstveno i religijske rasprave, ekonomske ugovore, zbirke pravnih

propisa u strukturiranju moći nad životom samim. Nadzorno društvo kao informacijsko društvo postaje vladavina nad drugima jer je kôd numerički preveden u jezik vladavine. Ako se u visokom obrazovanju bez znanja akumulira društveni i kulturni kapital pojedinca i zajednice, i proglasi kao univerzalna moć, nastaje vladavina kibernetički zasnovanog kôda nad cjelokupnim životom ljudi.

Deleoze ustvrđuje, (nasuprot svim mjerodavnim teoretičarima informacijskog društva i postmoderne koji govore o slobodi izbora, kultu individualizma u otvorenome društvu masovne kulture), da je nadzorno društvo s temeljnom ulogom korporacije razorilo pojam modernog subjekta i modernoga individuuma čime pojedinac više nije suprotstavljen masi. Pojedinac i masa su binarne opreke koje nestaju u nadzornom društvu a nadomještaju ih podaci, primjeri tržišta i baze podataka. Ontologijsko značenje nadzornog društva - čudovišno je stanje slobode pod nadzorom, nesvodljiv svijet života čovjeka podjarmljivanjem raspoloživih elemenata novog u svijetu gdje "novo" nastaje kao neprestana mijena elementa u interakciji sve do singularnosti.

Procjena transgresije, (lat. *transgressio)* prijestup, prekoračenje (zakona, naredbe i dr.) nije moguća još za sada jer moć umjetne kreativnosti raste proporcionalno padu odgovornosti, pri čemu odgovornost nije prepoznata, čija je.

Poveznica s izloženim je Kierkegaardov spis „Singularni pojedinac“, za koji je napisao sljedeći predgovor:

„Nedaća našeg doba uistinu je u tome da je ono postalo izričito svedeno na vrijeme, vremenitost, mijenu, ne želeći čuti ništa o vječnosti, pa iz toga proizlazi - bez obzira je li to nenamjerno ili pak odrješito, da se pomoću sustavnog djelovanja u cjelini nastoji vječnost nadomjestiti nečim posve prolaznim, a to se nikad još nikome nije posrećilo, budući da umišljamo kako smo sposobni zanijekati vječno, a zapravo što se tvrdokornije odvraćamo od vječnosti – to je sve više i neotklonjivo potrebujemo“.

2.8. Teorija izbora

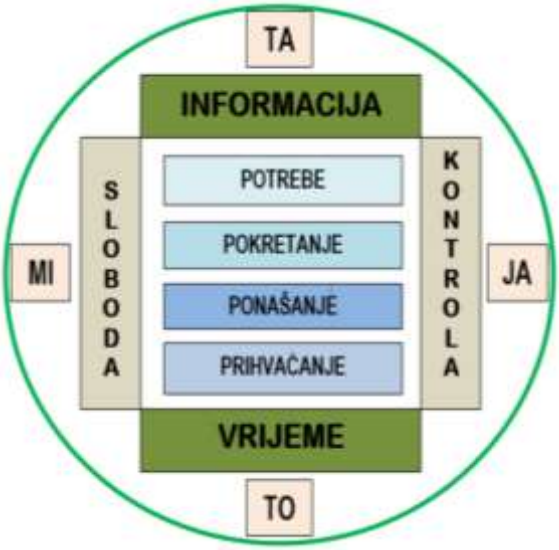
Danas u svijetu planetarne tehnike nameće se potreba za drugačijim mišljenjem. Navedeni kineski etos kaže, „Obrazovanje bi trebalo biti put do moralnog ponašanja“. Edukacija, tehnologije, ljudski čimbenici - oblikovanje sinaptičke organizacije mozga, mijenjaju se iskustvom, okolnostima i potrebama. Provedena istraživanja su pokazala da je potrebno potražiti sintetizirane odgovore na izazove koje nameću kaptologije. Glasserova Teorija izbora, (engl. *Choice Theory* - CT) navodi svojih deset aksioma iz kojih su selektirane četiri dominantne poveznice. U akronimskom prikazu kao „4P“, CT-aksiomi su:

- potreba,
- pokretanje,
- ponašanje i
- prihvaćanje.

Teorija izbora ukazuje na jednostavan zaključak kako je pokretanje uzrokovano potrebama, (preživljavanje, zabava, moć, sloboda, ljubav ili pripadanje), a ponašenje je definirano odabirom prihvaćanja. Sva su cjelokupna ponašanja izabrana, no neposrednu kontrolu imamo samo nad komponentama akivnosti i mišljenje. Međutim, svoje osjećaje i fiziologiju možemo kontrolirati posredno, kroz načine na koje odabiremo razmišljati i djelovati. Jedina osoba čije ponašanje možemo kontrolirati smo mi sami. Danas, a tako je od početka čovječanstva, sve što se od ljudi može dobiti ili im se može dati, jest informacija. Sloboda koju možemo imati mora biti neprekidno redefinirana u skladu s time kako se tijekom vremena i odnos prema njoj mijenja. I u ovom slučaju poveznicu slobode i djelovanja odlično je definirao Chardin, ustvrdivši kako: "U svakom među nama, dugim radom prošlosti u prvom redu, a zatim brižnošću naše pojedinačne slobode, postupno se oblikuje jezgra mišljenja i djelovanja."

Ako bi se željelo to prikazati modelom hermeneutičkog kruga, sačinjavao bi ga slijed, informacija – kontrola – vrijeme - sloboda. Nije slučajna koincidencija tako postavljenog „Hermeneutičkog kruga teorije izbora“, s „četiri kvadranta Wilberovog moderniteta“ u kojima su:

„JA“ – intencionalno; „MI“ – kulturalno; „TA“ – socijalno i „TO“ – biheviоralno, Slika 22.



Slika 22. Glasserova Teorija izbora preklopljena s četiri kvadranta Wilberovog Moderniteta

Za učinkovitost istraživanja, po uzorima moderne analitičke ontologije, nužno je osloniti se na suvremenu hermeneutiku. Hermeneutika**,** (grč. *hermeneuo),* znači, tumačiti, razlagati. To je tehnika i način poučavanja koja nije samo puko sredstvo jer ona sama po sebi sadrži određenu vrstu znanja koje zbog parezijskog iskaza ima i normativni smisao. Takva vještina, nauk o pravilima i sredstvima tumačenja i dokazivanja u znanosti, upozorava da svako razumijevanje uvodi svoje pretpostavke, svoje podrazumijevanje, a na to ukazuje svojim teorijskim, tehničkim i organizacijskim stajalištima.

Teorijsko stajalište predstavlja utvrđivanje logičke strukture hipoteza, spoznaja, otkrića, znanstvenih činjenica, teorija i zakona. **Tehničko stajalište** obuhvaća promatranje, prikupljanje, mjerenje i sređivanje podataka, te eksperimentiranje s podacima. Time se osiguravaju optimalni uvjeti pod kojima se može doći do uporabljivih podataka, informacija i spoznaja. **Organizacijsko stajalište** osigurava racionalnu tehnologiju namijenjenu za daljnje istraživanje u svim bitnim

elementima. Pravi odgovori problematike kaptologije, moraju biti usmjereni na činjenicu kako: "Filozofija otpočinje čuđenjem". "Sve otpočinje s čuđenjem kao uvidom u ono što jest (bitak). Čuđenje ne može iskrsnuti bez prethodne otvorenosti bitka", kao što tvrdi u "Sferama egzistencije" Žarko Paić i dopušta da se propituje koja to tri značenja u sebi sadrži stanje čuđenja. Čuđenje je stanje:

- u nedoumici
- usred pitanja
- u strahopoštovanju pred nečim.

Danas pod krinkom virtualne slobode i prekomjernosti informacija, sveraspoloživih u inteligentnim tehnologijama, nema potrebe za čuđenjem jer nema nedoumica i nema neodgovorenih pitanja. Stoga se zaključuje kako i nema strahopoštovanja pred ičim!? Upravo se to mora propitivati!

Zaključak je teoretičara i kritičara uspona moderniteta, (Hegel, Weber, Habermas, Taylor, Foucault,...), kako je „JA“ postao objekt informacije, a ne subjekt u komunikaciji zbog dehumaniziranog humanizma. Postmodernističkim izrazom „kraj objektifikacije označen je svođenjem svih subjekata na objekte u velikoj međuprožetoj mreži a to je zapravo moć koja se prikazuje kao znanje, ali nije, već je to tiranija monološkog pogleda"

2.8.1. INTEGRALNA ŽIVOTNA PRAKSA

Prema svemu izloženom postavlja se pitanje što nas očekuje i kako djelovati? Jedan od mogućih pristupa je uvođenje nove životne prakse, ili barem razmišljanje o njoj. Primjer za podlogu, može biti Wilberova Integralna životna praksa, (IŽP), (engl. *Integral Life Practice* -ILP). Prvotno je nazivana integralna transformacijska praksa predložena kao "Shematski plan 21.-og stoljeća za fizičko zdravlje, emocionalnu ravnotežu, mentalnu bistrinu i duhovno buđenje“. Polazi od stajališta da

se istovremenim tretiranjem što više aspekata našeg bića olakšava njegova transformacija. Stoga umjesto usmjerenosti i rada na jednom ili eventualno par aspekata ljudske zbiljnosti, IŽP se temelji na osam zona zbiljnosti. Praksa nastoji svoju pozornost usmjeriti na sve aspekte, odnosno na cjelokupni spektar ljudskog bivstvovanja, sve u cilju postizanja čim potpunijeg ostvarenja ljudskog potencijala po uzoru na „Tipične prakse pokreta ljudskih potencijala", (engl. *Human Potential Movement*). Takve prakse nastoje tretirati sve razine bića u jastvu, kulturi i prirodi te predstavlja integraciju "najbolje od najboljeg", spekulativnog i znanstvenog, Istoka i Zapada, Sjevera i Juga iz predmoderne, moderne i postmoderne a karakterizira ju ih:

a) **Modularnost** - Omogućava izbor i slaganje, (miješanje) praksi unutar svojstvenih modula. Posjeduje četiri temeljna (sržna) modula (tijelo, um, duh i sjena), pet dodatnih (pomoćnih) modula (etika, odnosi, posao, emocije, tjelesnost) i mnoštvo neobaveznih modula. Unutar svakog modula prakse se primijenjuju za određene aspekte ljudske zbiljnosti - emocije, duhovnost, partnerstvo i sl. koje se preporučuju i svaka ima svoju legitimnost i provjerenost tijekom ljudske povijesti.

b) **Prilagodljivost** - Svaki/a pojedinac/ka može kreirati program praksi, odnosno izabrati, ovisno od vlastitom žiuvotnom stilu, interesu, potrebama, navikama, sklonostima i sl.

c) **Skalabilnost** - Prakse se mogu prilagođavati slobodnom vremenu pojedinca/ke, tako da ih može provoditi primjerice, kao jednominutni entitet ukupne prakse.

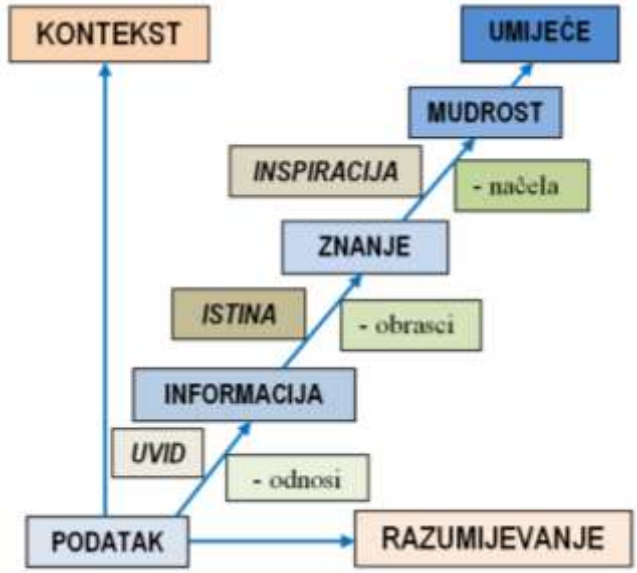
d) **Pročišćenost** – Sadržava temeljnu bit tradicionalnih praksi i to bez njihova, povijesnog, kulturnog, religijskog i sl. tereta, kako bi se osigurao učinkovit i usredotočen oblik, praksi za suvremenog, informacijskog, postmodernog čovjeka.

e) **Umreženost**, (engl. *cross-training)* - Postiže se radeći sinergijski i istovremeno na tijelu, umu, i duhu u jastvu, kulturi i prirodi.

f) **Integralnost** - temelji se i pokreće na tzv. sve kvadrantnom , sve razinskom modelu.

Terry Patten, uz Kena Wilbera, jedan od autora knjige „*Integral Life Practice*", pojasnio je kako je Integralnu životnu praksu najbolje razumjeti kao razjašnjenje, razumijevanje i visoko učinkovit novi pristup osobnom razvoju koji se ostvaruje **u školi života**. ILP, spontano započinje težnjom evoluiranju kojim se želi uprisutniti i sudjelovati potpunije u svakom trenutku življenja, svjesnosti, skrbi i prisutnosti. Takovo njegovanje osobne izvrsnosti jednostavno je pametan, unaprijeđen način razumijevanja i prakticiranja univerzalne težnje. Brže i autentičnije buđenje mora uključiti otvoreno i upotpunjeno življenje i ostvarivanje veće cijelosti, a što se ostvaruje pristupom kroz fragmentiran način.

On tvrdi kako je ostvarenje mudrosti ili duhovne zrelosti moguće liberalnim obrazovanjem i fleksibilnijim, otvorenijim i jasnijim umom. Ako se fragmentacija otvorenog i upotpunjenog življenja ostvaruje umijećem onda se u kontekstu razumijevanja provodi evaluacijom razumijevanja i stjecanja znanja, mudrosti i umjeća, Slika 23.



Slika 23. Razine i forme evaluacije razumijevanja i stjecanje znanja

Utemeljitelji Esalena naučili su kako održiva transformacija zahtijeva održivu praksu i zato se ILP tiče životnog stila kojeg rese usvojena zdrava, razvojna ponašanja koja se nastavljaju provoditi, (i unapređivati) tijekom cijelog preostalog života. Stoga ILP-a mora biti:

1. Novo, jasno, racionalno i trans-racionalno razumijevanje ljudskog razvoja.
2. Novo „vješto sredstvo" za odvažne i predane ljude svake vjere ili bez posebne vjere.
3. Spoj iskrenih, inteligentnih ljudi, koji nadilaze sektaške podjele.
4. Prvi pristup življenju koji potpuno integrira drevnu, modernu i postmodernu mudrost.
5. Razjašnjujući kontekst za svakog tko želi rasti, postati sve boljim, istinitijim i ljepšim.
6. Ozbiljno shvaćanje doprinosa svijetu sa četiri „osovinska modula" - tijelo, um, duh i sjena.
7. Fokusiran na pojedinačne module izvrsnosti.

8. Otjelovljeno suosjećajan integrirani život s drugima i čitavim višedimenzionalnim svijetom.
9. Integracijska osnovna ljudska težnja napredovanju prema svemu što se može biti.
10. Spremnost na djelovanje za promjene u društvu i svijetu.
11. Potpuno samo-aktualiziran i probuđen život s doprinosom drugima i svijetu.
12. Jedinstveno biće, spremno pomoći u liječenju lažnih podjela koje odvajaju i sebstvo.
13. "Otvorena arhitektura“ koja ne smije diktirati bilo koju osebujnu praksu.
14. Načelno oblikovan personalizirani sklop praksi po mjeri potreba.
15. Provedba djelovanja u popunjenom rasporedu poštivanjem postojeće prakse.
16. Upražnjenje i potpomaganje u zamjećivanju propuštenog.
17. Jednostavno inteligentniji, pronicljiviji i učinkovitiji pristup velikom pitanju samorazvoja.
18. Moguća bogata praksu, čak i usred prezauzetih post-postmodernih života.
19. Ugađajuće i jednostavno brzo provediva.
20. Istovremeno, praktično osvjetljavanje svakog trenutka življenja i doprinos čitavog niza neizmjerno praktičnih i specifičnih razlikovanja koja pomažu probijanju zbunjenost i nejasnoća što inače ometaju rast, buđenje i najvišu izvrsnost.

2.8.2. TEMELJNA MORALNA INTUICIJA I VRIJEDNOSTI

Temeljna moralna intuicija, (engl. *Basic Moral Intuition*- BMI) ili po Wilberu, holonska ekologija, prvotno je izgrađena kao ekološka etika preko teorije holona i tipova vrijednosti svojstvena njihovoj holonskoj aksiologiji. Na temelju Whiteheadove filozofije i skrbničkog pristupa Wilber razlikuje tri tipa vrijednosti koje posjeduje svaki osjetilni holon, a to su:

1. **temeljna**, prvotna, odnosno osnovna vrijednost,
2. **intrinsična**, autonomna, suštinska, svojstvena, unutrašnja vrijednost,
3. **ekstrinsična**, uzajamna, zajednička, instrumentalna, izvanjska vrijednost.

Perzijski mistik, filozof, teolog, osnivač sufijskog reda Mevlána Jaláloddîn Rúmi, je ukazao na definiciju kako je svjesnost veća ako je veća vrijednost. Tu se navodi potvrda: "Oni, u kojih je veća svjesnost, većega su duha, ljudski je duh viši zbog veće svjesnosti..."

Uz vrijednosti se vežu prava i odgovornosti, koja su nerazdvojno povezana s obzirom na njihovu cjelovitost i dijelove a koji su podloga za razvoj svijesti. Wilberov zagovara model razvoja svijesti na konceptu visine integriranih različitih razvojnih linija: kognitivnost, moralno rasuđivanje i duhovnost. Po kojima se svijest definira i koristi kao opći temeljni pojam i ne označuje nikakav konkretan fenomen, sadržaj niti stvar. Tako definirana svijest je praznost, otvorenost, bistrenje, odnosno prostor kroz koji izranjaju i manifestiraju se različiti fenomeni različitih razvojnih linija koje se manifestiraju kroz svijest koja kao dinamički holarhijski sustav ne razlikuje svijest od ljudske egzistencije. Stoga se i njene odrednice poklapaju sa spoznajama o utjecaju na nju:

1. Rođenje u nekoj zajednici ima utjecaj na razvoj svijesti od početka.
2. Neočekivane situacije, (npr. elementarnih nepogoda), zahtijevaju pojačanje aktiviranja svijesti, postajanja svjesnijim.

3. Adaptivne forme u društvu su posljedica pozitivnih ili negativnih manifestacija na svijest.
4. Neminovnost procesa diferencijacije i integracije što se događa u životu manifestiraju se kroz svijest ljudskim rastom i razvojem.

Svijest se po Wilberu razvija kao proces koji se odvija u tri faze:

1. Fuzija/Identifikacija/Nastavljanje,
2. Diferencijacija/Transcedencija/Dezidentifikacija,
3. Integracija/Uključivanje/Objedinjavanje.

U svakoj fazi svijest kao pogled ili gledište predstavlja promjenu viđenja sebe i drugih na svakom stupnju razvoja s drugačijim identitetom. Karakteristično je identificiranje svijesti kroz moralni stav, sustav vrijednosti, tip potrebe, i drugo.

Svijest kao model razvoja razine ljudske egzistencije evolucijski se prepoznaje kao posljedica parametara svjetobraza, kognicije, vrijednosti, načina ophođenja, manifestacije, zastupljenosti i utjecaja. Model razvoja svijesti kronološki, povijesno i evolucijski je svrstan u 3 (tri) RANGA s ukupno dvanaest faza za koje se prikazuje stanje kognicije, odnosno stanje razvijenosti uma. Tablica 2.

PRVI RANG/ Faza	**Vrijeme**	**Stanje kognicije**
1.		senzomotorna
2.	prije 50.000g	simbolička, (predoperacijska)
3.	prije 10.000g	konceptualna, (predoperacijska)
4.	prije 5.500g	konkretno operacijska
5.	oko 1700.	formalno operacijska
6.	oko 1850.	rana vizijsko-logička

DRUGI RANG/ Faza	Vrijeme	Stanje kognicije
7.	oko 1950.	srednje vizijsko-logička
8.	oko 1970.	visoko vizijsko-logička GLOBALNI UM
TREĆI RANG/ Faza	**Vrijeme**	**Stanje kognicije**
9.		PROSVIJETLJENI I TRANSGLOBALNI UM
10.		METAUM
11.		NADUM
12.		SUPERUM

Tablica 2. Wilberov evolucijski opis stanja kognicije

Stanje kognicije kako ju opisuje Wilber, a pojašnjava Borš, niti u jednoj fazi razvoja nije povezano sa stanjem tehnologija i njihovim utjecajem. Po njima je GLOBALNI UM, današnje obilježje stanja ljudske kognicije, terminološki egzistirajuće skoro pola stoljeća i pripada drugom rangu osme faze, (II./8.).

Globalni će um zamjeniti TRANSGLOBALNI - PROSVIJETLJENI UM. Njega rese luminozna jasnoća i samilost, transplanetarni društveni ideali i Duh kao beskonačno Svjetlo/Ljubav/Istina/Dobrota. Sposoban će biti razlučiti šestu razinu samosvijesti, (zna da se zna, da zna...6x).
Prosvijetljeni, transglobalni um će se razviti u METAUM. Njegove će sposobnosti biti beskonačna ljubav i samilost, uključivanje svih osjetnih bića iz njihovih perspektiva s transdimenzionalnim društvenim idealima. Duh će biti kao krajnja unutrašnjost, sposoban razlučiti sedmu razinu samosvijesti, (zna da se zna, da zna...7x).

Meta um će se razviti u NADUM kao najviše područje svijesti, koje se može doseći bez transcedencije uma.

Nadum će u svojoj konačnoj fazi razvoja postati SUPERUM kao najviša razina svijesti, beskonačno jedinstvo istinske svijesti što transcedira materiju, život i um ali u kojima je istovremeno i imanentan.

U svakom od stanja trećeg ranga pojavljuje se Duh, s kojim se povezuje duhovnost koja može biti prisutna na bilo kojoj razini ili stanju svijesti, a opisana je kao:

1) najviša razina svake razvojne linije svijesti,
2) zbroj najviših razina svih razvojnih linija svijesti,
3) posebna razvojna linija svijesti,
4) svojstveni stav (ljubav, mudrost, milosrđe, otvorenost,..),
5) duhovno (meditativno, religijsko vrhovno i sl.) iskustvo odnosno stanje.

Duhovna su stanja uglavnom varijacije prirodnih stanja u transformacijama od Grubo-budnog, preko Suptilno-snivajućeg, do Kauzalno-bezobličnog. Budnost - snivanje - duboki san, su raznolikosti tumačenja oslonjenog na religijskim učenjima i iskustvima koja omogućavaju izbor i slaganje, prakse ali i tumačenje unutar svojstvenih modula. Uz poimanje transformacije, Wilber povezuje uz **Duh,** jedan ne baš jasno prepoznat temeljni modul, a to je **Sjena**.

Sjena se opisuje kao pojedinačni sadržaj vlastitog uma, (osjećaji, misli, želje, porivi itd.), ali i činjenice o sebstvu. Ukoliko se te činjenice ne prihvaća kao vlastite, nego ih se nastoji odreći, potiskivajući ih u nesvjesno, njih se ne rješava nego ih se pretvara u simptome koji stvaraju jedan dio inferiornog i nesvjesnog dijela ličnosti, (ega). Njega i Carl Gustav Jung naziva Sjenom. Sjena je i sve ono "što subjekt ne priznaje i što mu se jednako izravno ili inizravno nameće, te postaju crte karaktera i ostale nepomirljive težnje". Budući da za Sjenu nije bilo moguće pronaći nikakvo pojašnjenje, u ozračju kognitivne kibernetike postoji mogućnost promatranja na Sjenu kroz dva figurativna modula koji otvaraju spoznaje

različitog prihvaćanja pojma sjene, ne samo kao Wilberove sjene već i kao poveznice s intuigencijom.

Prvi Modul Sjene - sjena kao zasjenjen pogled. Predstavljen kao pojedinačni sadržaji vlastitog uma koji su manifestacija osjećaja, misli, želja, poriva itd. i to kao primisli negativne spoznaje i činjenice o sebi. Takve kao vlastite subjekt ih prepoznaje i budući su inferiorne njih se treba rješavati ocrtavajući nove pomirljive težnje.

Drugi Modul Sjene - kao sjena hlada. Predstavljen kao pojedinačni sadržaj vlastitog uma, manifestiran i prepoznat kao pozitivne činjenice o sebi prihvaćene svjesno kao vlastite. Dominirajuće svjesno postaju nadsvjesno stvoreni trajni pozitivni potencijal superiornog dijela ličnosti i priznate crte karaktera.

Sjena se može prihvatiti kao emergencija, kao nešto što se u određenoj situaciji pojavljuje i izlazi van, izdiže se ili smanjuje i nestaje, (lat. *emergere).* Ako je to, slikovito predočeno, sjena hlada, onda neka ona bude nešto u što se može uspokojiti. Ako je Sjena nešto što se neočekivano dogodilo, najčešće kao zapletaj, (lat. *emergentia)* - neka to onda bude zasjenjen pogled s kojeg se treba skrenuti na jasan obzor.

Tako pojašnjena sjena kroz navođenje odrednica i definicija poveznih pojmova postupno se otkriva kao istina. Nju treba prihvatiti prema konceptu univerzalnih zahtjeva valjanosti i shodno teoriji komunikativnog djelovanja, (Habermas - Tipovi istine i prateći zahtjevi valjanosti), kao:

ISTINA - propozicija i korespondencija,
ISTINITOST - iskrenost i integritet,
PRAVEDNOST - ispravnost i primjerenost i
FUNKCIONALNO PRISTAJANJE - mreža teorije sustava- kibernetika.
Takvim prihvaćanjem na osnovama kognitivne kibernetike figurativnost modula je objašnjena sustavom.

2.8.3. INTUIGENCIJA

Intuigencija, već prezhodno objelodanjena, definirana je kao potvrđeni razvoj ljudskog uma integriranim doprinosom spoznate kognitivne kibernetike kao posljedice implozije umjetne inteligencije, (UI), kroz njene proizvode, "pametne" tvorevine, inteligentne tehnologije, (engl. *intelligent technology-Intellogy*), hrvatski akronim „*Intellogije*", (ILLG). Kognitivna kibernetika složenijim odnosom kaptozofskih istraživanja, okrenuta znanosti uz pomoć konkretnih alata za svoju samoanalizu pruža iscrpne teorije o ljudskoj prirodi i sve preciznije definira čovjeka i tehnologije pronalazeći njegovo mjesto u svijetu i pretpostavlja ga u semiru, s radikalno novim začuđujućim tezama:

- Sadržaj i ciljevi proizvedenih tvorevina inteligentnih tehnologija, simuliraju i reproduciraju kvazikognitivna obilježja, (kvazisposobnosti) koje ljudi moraju prepoznati .

- Vizualizacija i obrada simbola naglašena kao ključna uloga simuliranih kognitivnih postupaka i njihov kriterij postaje uporišni intelektualni temelj.

- Tehnološko-intelektualno mnoštvo informatike, uspostavlja novu procjenu inteligencije izvan konceptualnog stajališta.

- Uspostavljena protegnuta informatička virtualnost, ljudski uspjeh ocjenjuje temeljem samoizvedbe i procesa koji imaju sve manje sličnost s odgovarajućim ljudskim procesima.

- „Intellogije", (ILLG) tvorevine nebitno radi li se o računalnom programu, samom računalu ili interaktivnom inteligentnom sustavu su koji svoju uspješnost ostvaruju novom interakcijom u kojoj se ljudski um postupno transformira.

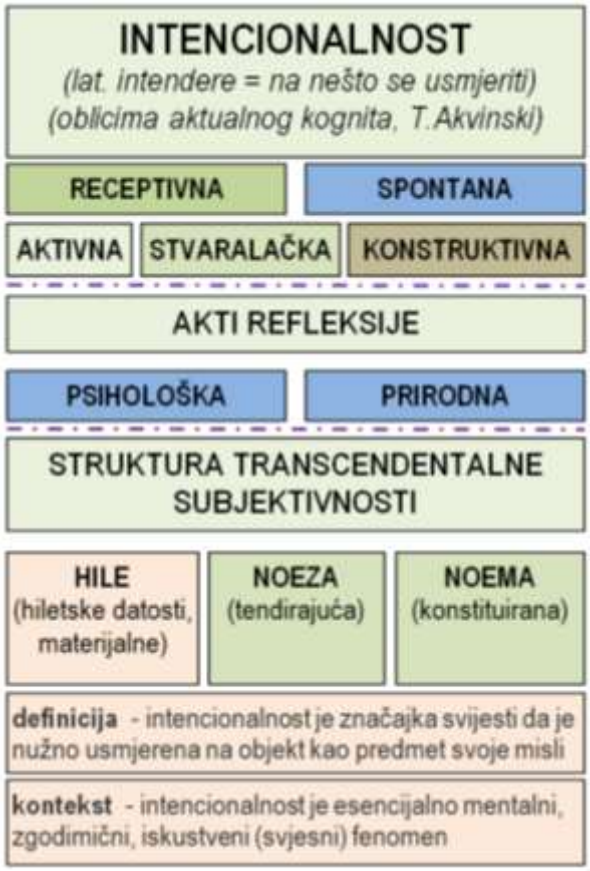
Po kibernetičkim načelima upravljanja i komunikacije u složenim dinamičkim sustavima uz pomoć povratne veze regulira se i utječe na svaki sustav, (tehnički, biološki, društveni, ...). Kibernetika tako

konkretnim metodama i kod čovjeka potvrđuje generiranje i primanje signala koji sadrže informacije o ponašanju nekog objekta. Prilikom funkcioniranja nekog realnog sustava stvara se velika množina informacija, a metodama kibernetike mogu se iz njih izdvojiti upravo one koje su neophodne radi svrhovitog utjecaja na formiranje ili funkcioniranje danog sustava. Na tim se načelima mogu pojašnjavati i predviđati i procesi razvoja uma i kognicije pomoću određenih metodologija, Tablica 3.

Red.br.	METODOLOGIJA	USMJERENOST
1	Fenomenologija	intencionalnost
2	Strukturalizam	organiziranost
3	Autopoiesis	kognitivna znanost
4	Empirizam	neurofiziologija
5	Hermeneutika	normativnost
6	Etnometodologija	sociološko međudjelovanje
7	Socijalni autopoiesis	samoreferecijalnost
8	Teorija sustava	kibernetika

Tablica 3. Wilberove glavne metodologije

Fenomenologija, (lat. *phaenomenologia),* kao termin u znanstvenoj i filozofskoj literaturi pojavljuje se već u XVIII. stoljeću kada je bila smatrana »teorijom o pričinu« koja je u to vrijeme bila potrebna kako bi ljudske spoznaje dospjele do ispravnosti i istine. Zahvaljujući E. Husserlu u XX. se stoljeću filozofija razvijala kao fenomenologija jer je on razvijao svojevrsnu i višeznačnu fenomenološku metodu redukcije. Istraživanje i razumijevanje svijeta i bića u njemu se ne provodi kao puke činjenice, nego s obzirom na njihov bitak i istinu i nastoji zorno dohvatiti i promatrati samu bit stvari. Pomoću intencionalne analize nastoji se osmisliti kontekstualna iskustva. Intencionalnost je po definiciji značajka svijesti koja je nužno usmjerena na objekt kao predmet svoje misli, a u kontekstualnom smislu je esencijalni mentalni zgodimični, iskustveni (svjesni), fenomen, Slika 24.



Slika 24. Konstrukcija intencionalnosti

Intuigencija kao sposobnost koja se može stjecati učenjem teorijski se obrazlaže, kroz istraživanja koja se približavaju sinesteziji. Zadnjih su godina pokazala istraživanja sinestetskih iskustava da se osim ujedinjenja osjetila mogu utvrditi i odnosi u fenomenima povezivanja i uma i osjetila različitih modaliteta. Na primjer uz zvučne podražaje, sinestete mogu imati vizualna iskustva poput boja ili oblika, a moguće je i obratno. Osim vizualnih podražaji izazivanih zvučnim ili mirisnim iskustvima postoje i druge kombinacije i u lingvističkom smislu gdje su najčešći oblici sinestezije grafemi-boje, kod kojih svako slovo ili znamenka ima određenu boju, pri čemu sinestezija izaziva aktivaciju mozga u upravo onim područjima za koja se zna da su odgovorna za takvu vrstu percepcije.

Primjeri su potvrđeni i u vizualnom području u kojem se sinestezijom izazvane boje mogu pojaviti u karakteristikama oponentnih boja. Ti rezultati nude znanstvene dokaze da sinesteti doživljavaju stvarna perceptivna iskustva točno onako kako to i sami tvrde. Također je potvrđeno da je često, sinestezija izazvana značenjem a ne fizikalnim karakteristikama podražaja, kao što je i ordinarna personifikacija pri čemu, najčešće, brojevi imaju karakteristike osoba, što je pokazano u primjerima mnemotehnike. Primjeri pokazuju kako se za isti fizikalni podražaj mogu izazvati različite asocijacije ovisno o tome kako je podražaj interpretiran. Primjeri su kada se kružni oblik interpretira kao slovo "O", ali i kao nula, ovisno da li je prikazan u kontekstu slova ili brojki. Ta su istraživanja sugerirala da bi zapravo preciznije ime bilo za taj fenomen "ideastezija", (osjećanje ideja ili percipiranje pojmova).

Procjenjuje se da danas na svakih 200 do 500 osoba dolazi jedan sinestet. Neke studije potvrđuju kako se fenomen sinestezije pojavljuje kod oko 4% populacije, a posljednja istraživanja pokazuju kako je značajno prisutna kod osoba s autizmom. Osobe s autizmom imaju veću vjerojatnost da doživljavaju multisenzorna iskustva. U studiji koja je provedena 2013. godine, na uzorku od 164 osobe s autizmom, njih je 19% imalo sinesteziju dok je kod neurotipičnih osoba, na uzorku od 97 osoba, taj postotak bio 7%.

Rezultati istraživanja pokazuju i niz drugih primjera kao što i dani u tjednu i mjeseci u godini mogu biti često povezani sa sinestetskim iskustvima. Organiziranost u fiksne prostorne odnose koji pomaže sinestetima pri pamćenju npr. datuma jer služe kao efikasna mnemotehnika. U načinu procesuiranja informacija postoje i različite vrste pamćenja. Ljudi koji imaju općenito dobro pamćenje često se raznim tehnikama dijeljenja neke ideje na prebrojive sastavnice usmjeruju u bolje pamćenje informacija. Druga je vrsta tzv. fotografsko pamćenje kojim se pamte gotovo svi specifični detalji. Također, nije neobično da neki ljudi mogu doživjeti iskustvo "povremenog fotografskog pamćenja", pri kojem vrlo iscrpno mogu opisati mnoštvo stvari. Iako u većini slučajeva povremena iskustva fotografskog

pamćenja nastaju nesvjesno, istraživanja se približavaju otkriću utjecaja zaslona na fotografsko ili eidetsko pamćenje, (grč. *εἶδος eidos*). Znači, "nešto što se odnosilo na drugačije, posebno, izvanredno iscrpno i razvidno pamćenje vizualnih prizora i slika", može biti povezano i s prijenosom takve slike generirane novim medijima.

Istraživanja fotografskih pamćenja kod djece su pokazala da na jačinu prisjećanja utječe trajanje i učestalost izloženosti podražaju, svjesno promatranje, važnost toga što se pamti za dotičnu osobu i sl. U biološkom smislu je potvrđeno da je stanje sinestezije povezano s mozgom karakterističnom prejakom umreženošću neurona kao i neravnoteže u sintezi i razini serotonina između dvije polutke mozga. Dok jedna polutka proizvodi više vanstaničnog serotonina, druga kompenzatornim mehanizmom proizvodi manje što za posljedicu može uzrokovati sinesteziju, ali i neka inicirana stanja pod utjecajem novih tehnologija!?

Jedno novo istraživanje pokazalo je da su geni koji su povezani s povećanim rizikom za autizam kao i sinesteziju također povezani s visokom inteligencijom. Ljudi s posebnim intelektualnim sposobnostima, tzv. sindrom savanta je jedan od najfascinantnijih fenomena u proučavanju različitosti ljudske kognicije. Zbog izvanrednih sposobnosti koje su uključene u ovaj sindrom, često se kaže da znanstvenici neće otkriti sve tajne ljudskog uma i pamćenja dok ne shvate savante. Dr. Langdon Down, (isti onaj koji je otkrio Downov sindrom), je dao ime i mono savantima. To ime zapravo dolazi iz francuskog jezika, gdje je značilo ”smanjena inteligencija”, a opisivalo je osobu koja ima izvanrednu memoriju, ali koja također ima velika oštećenja kognitivnog sklopa.
Savant je osoba sa izuzetnim mentalnim sposobnostima, koje su često praćene određenim nedostacima u ponašanju. Kod otprilike polovice savanata prisutan je autizam. Dakle, biti savant ne znači uvijek biti i autističan, kao što ni biti autističan ne znači biti savant. No pravo je pitanje može li se postati savant uz pomoć novih tehnologila ili postaje li se autističan s njima!? U svijetu trenutno postoji svega oko pedeset savanata. Zadnje su teorije prihvaćene da je to stanje kod osoba najčešće

urođeno, ali ipak može biti i kasnije stečeno, npr. u djetinjstvu, pa čak i u starijoj dobi. Tipična područja u kojima savanti pokazuju svoje genijalne sposobnosti su izuzetna sposobnost pamćenja, likovna umjetnost, matematika i glazba. Niz je primjera kako im je moguće bez poteškoća odrediti dane u tjednu na temelju datuma za bilo koju godinu u prošlosti ili budućnosti. U glazbenom smislu, mogu izvanredno svirati klavir, crtati panorame gradova do najsitnijih detalja ili zbrajati i množiti šesteroznamenkaste brojeve napamet.

Osim medicinskog proučavanja pitanja sinestezije, intuigencije i savanata provedena su i druga istraživanja oslonjena na druge načine vježbanja i saznanja koja su uključila: kontemplaciju kojom se odmiče prosudbeni i odvojeni "ja", meditaciju i vježbanje, nedualno poznavanje i jednostavno disanje, ekstaze, zajedništvo sa samom prirodom. Nema jedinstvenog zaključka, dualistički um ukazuje da se uvijek radi ili o jednom ili o drugom, i da ne može biti oboje. Jedan od ishoda stremi kako misli o sebstvu, (misliti o samome sebi). Ili misliti samo kao o ljudskom biću koje očajnički pokušava postati "produhovljeno" ili o ljudskom biću koje je već duhovno. Iako je težak ali prijeko potreban zadatak kako u okruženju inteligentnih tehnologija naučiti postati čovječnijim. Cilj je možda moguće postići ako se na moralnom planu ostvari ono što je postignuto fiziološki. Zbog toga je korisno ponoviti neke od prethodno izloženih sastavnica svijesti, integralne životne prakse odnosno teorije izbora:

1. Sviješću se polazi od tjelesnog i dospijeva do moralnog,
2. Tjelesna uravnoteženost prvi je korak k moralnoj uravnoteženosti,
3. Svaki kontrolirani čin put je prema poboljšanju,
4. Pravila kontrole primjenom postaju pravila usavršavanja,
5. Sabranosti je osnova sposobnosti duhovnog razmatranja,
6. Odgoj volje je slobodna i razumna energija za pravi zadatak izbora.

2.9. Komentar uz drugo poglavlje

Um i inteligentne tehnologije u modernom vremenu povezuje persuazija koja utječe na cjelokupni život modernog čovjeka. O interakciji čovjeka i računala u kontekstu filozofije progovaraju tradicionalna i kognitivna kibernetika kao moderne znanosti.
Ako se "filozofija dovršava u tehničkom dobu vladavine kibernetike", kao što i "kraj metafizike završava u kibernetici", onda filozofija obrađena kao "Sustav" i "Metoda", kognitivnom kibernetikom, nema više svoj smisao u opravdanju znanosti, religije, politike i umjetnosti, nego u njihovom potvrđivanju. Vizualizacija koja je produkt novih tehnologija, unosi sumnje, tjeskobu ali istovremeno i ravnodušnost predstojećem događaju apsolutne samopostavljenosti tehnosfere s nekim novim vidom virtualne slobode. Kognitivna kibernetika iz tih razloga mora stalno potvrđivati kako je sloboda potencijal razvoja i usmjerenje ljudi kao univerzalnih bića ka duhovnom opstanku I djelovanju. Čovjek se ne smije tretirati niti doživljavati kao pojedinačno, jer je on društveno biće sa svim svojim fenomenima i organskom zbiljom. Organizam, svijest i duh, moraju ostati čimbenici jedinstva i supripadnost u premošćavanju kaptološkog rascjepa između prirodnog, intelektualnog i duhovnog. Postupno se spoznaje, iako nedovoljno akceptira kako je danas, nešto tehničko čovjek učinio dijelom sebe jer ljudi provode sve manje vremena djelujući a sve više vremena živeći posredstvom apstraktnog kaptološkog medija, inteligentnih interaktivnih tehnologija. Višenamjenska računala su, što je upravo perverzno, postala alati koji od čovjeka kradu tjelesni užitak rada s alatima. Pomalo je zastrašujuća ideja tjelesnog spoznavanja i objašnjavanja čudesne lakoće s kojom se ljudska vrsta služi tehnologijom postajući promatračima koji gledaju u ekrane i zaslone, čime im život uistinu postaje lakši, naizgled se dobiva više slobode, ali sposobnosti da se uči, nauči, razumijeva i posjeduje znanja i vještine su manje. Upravo iz ograničenja sposobnosti ljudske pozornosti uporaba u interakciji s okolišem postaje rutinska a žarište pozornosti uma selektivno.

Kada se život, rad, edukacija, psihološko, socijalno i emotivno okruženje povežu s prisutnošću i prisnošću inteligentnih tehnologija pokušava se opravdati proces koji bi u interakcijama pridonio podizanju razine integriranog razvoja ljudskog uma. Osjećaj snage i vjerovanje u vlastite sposobnosti može usmjeriti um na kritično promišljanje, analizu realnosti ali i na imaginaciju. Tek se takav um može koristiti univerzalno, svakodnevno u rješavanju problema ali i u socijalnoj zahtjevnijoj interakciji kada služi za povezivanje s vanjskim svijetom. Intuigencija može biti naučena kao sposobnost da se imaginacija i analitičko mišljenje ne tretiraju kao dva suprotstavljena oblika mišljenja, nego dvije vrste mišljenja s različitim funkcijama.

Povrtak slobode na svoje čuvstvene osnove, koje su odraz subjektivnog odnosa čovjeka prema objektivnom zbivanju u okolini, pomaže u očuvanju egzistencije koja ne smije biti inficirana kaptološkim neodređenostima kontigentnih izbora. Danas u svijetu planetarne tehnike nameće se potreba za drugačijim mišljenjem, a „Obrazovanje bi trebalo biti put do moralnog ponašanja". Edukacija, tehnologije, ljudski čimbenici, oblikovanje sinaptičke organizacije mozga – mijenja se: iskustvom, okolnostima i potrebama. Edukacije bi trebale biti u službi znanja. **Totalno znanje** u jednakoj mjeri razotkriva zakone prirode i umjetnosti te razobličuje mehanizme razmišljanja i moć mašte kao cerebralne funkcije. Posljedica je toga oduzimanje svega očaravajućeg svijetu. Potrebno je razlikovati **znanja od vjerovanja i mnijenja.** Znanje je rezultat spoznaje i mora biti objektivno zasnovana uvjerenost u istinitost nekog suda. Vjerovanje je subjektivna uvjerenost koja nije objektivno zasnovana. Mnijenje je mišljenje u koje se ne može subjektivno potpuno uvjeriti i koje nije dovoljno objektivno zasnovano.

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz ovo poglavlje kad se knjiga koristi kao udžbenik onda se dodatna razrada ovog poglavlja provodi kroz auditorne vježbe sa sljedećim pripremljenim proširenim temama:

1. **Herbert Marshall McLuhan,** kanadski filozof, teoretičar komunikacija i prvi teoretičar filozofije medija je antropološki tehnološki determinizam formulirao kao tehnologiju koja mijenja ljude i prilagođava ih sebi te određuje njihovu komunikaciju. što je odlična podloga za novu politehniku:

1.1. Kako razvoj novih medija i novih edukacija utječe na kognitivno-kibernetičku integraciju u egzistenciju u usporedbi s onima koje je istraživao McLuhan?

1.2. Mogu li novi mediji danas isto kao i u McLuhanovoj interpretaciji kaptološki utjecati na mišljenje, pamćenje i ljudsko ponašanje odnosno djelovanju?

1.3. Kako se zove knjiga koju je McLuhan objavio 1964. godine nakon koje postaje planetarno popularan i što joj je bio glavni cilj?

1.4. Koje je poveznice u tehnološkom i znanstvenom smislu razumijevanja medija naglasio tezom da je medij poruka?

2. Na razini istraživačkog rada obrazložiti termin "globalno selo" i zaključiti po čemu je McLuhan predvidio internet i World Wide Web tridesetak godina prije njegova otkrića

2.1. Kao podlogu za istraživanje koristiti djela iz 1951. The Mechanical Bride, Folklore of Industrial Man, 1962. The Gutenberg Galaxy, 1964. Understanding Media, 1967. Medium is the Massage, An Inventory of Effects.

2.2. Kao podlogu za istraživanje koristiti McLuhanove igre riječima, gdje je on u prijevodu knjige koji je glasio Medij je masaža, ne samo u smjeru riječi masaža nego i u suznačju do kojega se dolazi razdvajanjem riječi Mass i Age. Razrada sličnih je poželjna za kreaciju neuralnih mreža i njegovanje mentalne higijene!

2.10. Za sam kraj drugog poglavlja

Jedna prispodoba kao pouka i poruka opisuje način kako ljudi gledaju na neka neočekivana životna iskistva: "Na jednom sajmu, u jednom gradiću je gostovao cirkus. Glavna je atrakcija bio artist koji je hodao po visoko postavljenom užetu, razapetom između crkvenog i vatrogasnog tornja, najviših građevina u mjestu. Hodao je po užetu bez osiguranja, zaštitne mreže ispod. Svaki puta kada bi izvodio svoju točku, promatrači, okupljeno mnoštvo svijeta bez daha su gledali, bili su oduševljeni i uvijek ga gromkim aplauzom i povicima podrške nagrađivali. Jednom je prilikom, sišao s užeta i upitao ih vjeruju li da će i drugi puta prehodati uže, ali ovaj puta s posudom na glavi. Svi su potvrdno odgovorili da vjeruju. I uistinu su svi vjerovali u njega. On je ponovo prehodao razapeto uže i to s posebnim vještinama ravnoteže usmjerene i na drugi cilj - posudu na glavi. Svi prisutni, ponovno oduševljeni, gromkim su ga još jačim aplauzom i poklicima nagradili. On je ponovno sišao i upitao ih vjeruju li da će i treći puta prehodati uže bez osiguranja i to s puno težim teretom na ramenima. Svi su potvrdno odgovorili da vjeruju i mislili su da vjeruju. Artist se obratio najglasnijem u masi i njega upitao vjeruje li i on da će treći puta prehodati uže bez osiguranja i to s teretom na ramenima. Glasni je promatrač bio siguran i potvrdio da vjeruje. Artist mu je tada rekao, da je baš on taj teret i da će ga zamoliti da se popne na ramena da s njim prehoda uže!? Glasni je promatrač tada utihnuo i na brzinu se izgubio u masi koja je ostala bez komentara!?

3. LEAN primjeri tehnoloških izazova za novu politehniku

3. 1. Što je LEAN?

Riječ *LEAN* uporabio je znanstveni tim koji su predvodili James P. Womack i Daniel T. Jones, na jednom znanstvenom skupu, 90-ih godina. Oni su istraživali razloge zbog kojih su japanski proizvođači konkurentniji od europskih i američkih. Sam pojam Lean -a, na samom početku pojavljivanja je povezan uz proizvodnju po metodologiji koja je svojevremeno razvijena kod japanskog proizvođača automobila - Toyoti, za njihov proizvodni sustav. Kasnije je ta metodologija popularizirana u mnogim svjetski uspješnim proizvodnim tvrtkama. Danas se ona primjenjuje i u mnogim drugim granama, od logistike, zdravstva, projektantskog menadžmenta, do obrazovanja. Osnovni cilj se svodi na stvaranje veće vrijednosti. U proizvodnji za kupca, kod usluga za krajnjeg korisnika uz upotrebu što manje resursa: kapitala, vremena, informacija, prostora i ljudskog rada, a što se postiže na način da se iz procesa eliminiraju svi gubici. U edukaciji to je odličan primjer politehnike kod koje se optimiziraju resursi raspoloživi za stjecanje znanja u koje su uključene tehnologije i ljudski čimbenici.

Postoji jako puno analiza, vlastitih iskustava razrađenih materijala i provedenih edukacija na tu temu i može se pronaći uistinu jako puno opisnica Leana kao što su npr.:

- Lean je postupak utvrđivanja valjanosti rješenja.
- Lean su pretpostavke koje je potrebno validirati.
- Lean je načelo kojim se zahtijeva novi način timskog razmišljanja.
- Lean je pristup koji počiva na traženju poslovnog modela kroz testiranje hipoteza.
- Lean je komunikacija s korisnicima i brzo izbacivanje proizvoda.
- Lean je maksimizirani tempo validiranog učenje kroz rad na temelju povratnih informacija koje dolaze od korisnika.
- Lean je stvaranje vrijednosti za kupca (korisnika) uz upotrebu što manje resursa i eliminacijom svih gubitaka iz procesa.
- Lean je metoda za razvoj poslovanja i proizvoda, a koja za cilj ima transformirati način na koji se izrađuju i lansiraju proizvodi.
- Lean je iterativno izbacivanje verzija proizvoda validiranim. učenjem iz informacija dobivenih od korisnika.
- Lean je agilni pristup razvoju proizvoda koji podrazumijeva poznavanje problema koje ima korisnik i potreba koje proizvod mora zadovoljiti.
- Lean je snažna vizija koja se testira u realnom svijetu te se iz nje izbacuju dijelovi za koje se pokazalo da ne vrijede.

Između navedenih opisnica Lean -a, potrebno je neke od njih pojasniti. Kada se radi o brzini izbacivanja proizvoda, bez obzira na brzinu promocije novog proizvoda, kvaliteta ne smije biti upitna. Iako je poželjno još u fazi testiranja pretpostavki uključiti rane korisnike, koji neće zamjeriti određene propuste u kvaliteti, budući će ih više zanimati funkcionalnost i mogućnost da proizvod riješi njihove probleme. Oni će u svojim povratnim informacijama pomoći za otklanjanje propusta koji su načinjeni čime će se oni brže otkloniti što u konačnici neće utjecati na stav o poimanju kvalitete.

Niti u bilo kojem slučaju kod Lean -a se ne mijenja poslovni plan, već se testiraju pretpostavke na kojima počiva ideja koja se provodi. Ako se

neke od pretpostavki pokažu krivima, onda slijedi pivotiranje u smjeru rješavanja problema. Pivotirati u pravom smjeru, ne znači da će se promijeniti cijeli poslovni plan, već samo oni dijelovi koji su se pokazali lošima.

Kod agilnog se pristupa umjesto godišnjih ciklusa razvoja proizvoda, koristi pristup u kojem se proizvod razvija iterativno i inkrementalno. Upravo taj pristup stvara minimalno održivi proizvod (engl. -*Minimum Viable Product* – MVP), koji se iterativno izbacuju na tržište. To je ona verzija novog proizvoda koja omogućava timu koji ga lansira da sakupi maksimalnu količinu validiranog učenja o korisnicima kroz proizvod za minimalni uloženi trošak. U takvoj koncepciji cilj Lean -a nije bio usmjeren na troškove već na brzinu.

Lean se u osnovi može prikazati kroz kružni ciklus u šest koraka. Lean započinje od

1. IDEJA, po kojima se prilazi
2. IZRADI odnosno realizaciji,
3. PROIZVODA ili usluge, za što se,
4. MJERENJEM i ISPITIVANJEM, prikupljaju i obrađuju
5. PODACI, iz kojih se može
6. UČITI.

Termin pod nazivom Lean, (engl. - *Lean, Leaning*), u hrvatskom jeziku prijevod kao glagol, znači – nagnuti se, (naginjanje). Prijevod za imenicu ukazuje na sklonost koja u nekom procesu oslikava **dinamiku, tendenciju, težnju i namjeru**. U smislu tehnoloških promjena to je razvoj i inženjerstvo, na način prihvaćanja mogućnosti dinamike inovacija koje se mogu iskoristiti. Danas se takvi procesi promatraju kao kibernetički jer je u pitanju sustav s povratnom vezom, a moguće ga je provesti uz pomoć računala i edukacije razradom aplikativnih programskih podrški kognitivnog računalstva.

Uz zadanu filozofiju primjene proizvodnih pravila i kognitivne analitike podataka utvrđuje se trend i partikularne činjenice kojima se osigurava znanje za podršku bilo kojeg sustava upravljanja u bilo kojem procesu.

Filozofija poslovanja oslonjena na znanje uz pomoć kognitivnog računalstva osigurava teorijski Lean kao niz prednosti koje omogućuju skladištenje, raspoloživost, obradu i prijenos podataka. Dijagnostikom, procjenama, propisivanjem i interoperabilnošću moguća je primjena znanja na sve sfere poslovanja uz integriranje svih disciplina. Projektiranje, proizvodnja, održavanje i razvoj preduvjeti su svaki za sebe ali i u cjelini za precizniji i brži tijek i analizu informacija i prepoznavanje svih mogućnosti za osiguranje potrebe racionalizacije s implikacijama na samu organizaciju, ljude i okoliš. Integriranost Leana i kognitivne kibernetike uključuje i marketing, financije, promet, energetiku, pripremu, a što rezultira efektima upravljanja, aktivnostima i resursima uz praćenje troškova i arhivom.

Upravljanje aktivnostima podržava svakodnevnu optimizaciju svih operacija, od upravljanja, uvođenja korektivnih mjera i podržavanja planova preventive. Upravljanje resursima uz praćenje troškova podržava praćenje unutarnjih poslova i troškova poslovnih zahtjeva. Upravljanje arhivom osigurava brzo i lako obnavljanje i uporabu važnih informacija. Mogućnosti uporabe virtualnih polja pomoću inteligentnih tehnologija, omogućuju lako uvođenje složenih i ulančanih ključeva, i pretraživanja. To je moguće sveobuhvatno od jednostavnih upita do složenih operacija s bazama podataka, njihovom izdvajanju, obradi i prikazu. Akcent stavljen na znanje kroz obrade, uporabe, upravljanja i učenja iz baza podataka profilira i posebno ističe ljudske resurse, (engl.- *Human Factors* - HF) koji su u uspješnim tvrtkama prepoznati kao manageri znanja. Udruženi u upravu, (engl. *Management*), predstavljaju jedan inventivan spoj iskustvenih metoda promatranja i nadopune optimizacijom uz pomoć inteligentnih tehnologija i sustava. Od analize koncepta, formalizacije, implementacije, validacije i konkretizacije, unaprijeđenom filozofijom kognitivne kibernetike, (objektno orijentiranih sustavi), nezaustavljivo se kroči tehnološkim promjenama. Poveznice gospodarstva, znanosti i obrazovanja uključuju management znanja za što je potreban jedan inventivan okvir koji se može uspješno dosegnuti politehničkim pristupom. Budući je za prihvaćanje nove politehnika potrebna propedeutika u velikom broju istraživanja i

traganja za njom došlo se do zaključka da bi to trebala biti Lean propedeutika na temeljima kognitivne kibernetike. Implementacija strategija kognitivne kibernetike u bilo koje tvrtke, (bilo proizvodne, uslužne, znanstvene ili javne), pridonosi unapređenju poslovanja koje započinje transformacijom postavljanjem strateškog cilja. Neka cilj bude definiran kao Lean vizija koji je moguće provesti težnjom prema uspjehu!

3.2. Lean sustavi i kognitivna kibernetika

3.2.1. DJELOVANJE SUSTAVA OBILJEŽENO KOGNITIVNOM KIBERNETIKOM

Obilježje djelovanja, kad je ono **kognitivno**, (lat. *cognitio* = spoznaja), povezuje se s umnim, (mentalnim), procesima koji su ponašajno vezani kao djelatno pamćenje, mišljenje, pozornost, percepcija, i dr. U osnovi predstavljaju jednu vrstu spoznaje koja uz kreativnost nastupa na scenu kada je potrebno riješiti ili pristupiti rješavanju problema.
U inženjerstvu, kognitivno ujedinjuje psihologiju i računarstvo s ciljem da se unaprijedi i spozna važnost komunikacije između ljudi kojima su na raspolaganju tehnologije. Stoga ljudi i tehnologija u izravnoj interakciji kognitivnom kibernetikom integriraju načela:

- znanstvenog stvaranja za konkretnu uporabu i raspoloživost korisniku,
- razlučivanja unutar tehnologije kroz sučelja i sustave,
- determinacije željenog ostvarenja uz raspoložive metode za potrebe tehnološki korisnog ostvarenja uz sustavnu adaptaciju.

Ako se kognicija kao znanost upotrijebi kao inženjerska tehnika govorimo o kognitivnom inženjerstvu. U kombinaciji s kibernetikom moguće ju je povezati na temelju različitih pristupa okarakteriziranih kroz četiri sustava:

- Simboličkim sustavima kroz operacije simbolima, računalnim teorijama i modelima mentalnih procesa analognih radu digitalnog računala.
- Povezničkim sustavima za modeliranje uz pomoć umjetnih neuronskih mreža na razini fizikalnih moždanih svojstava.
- Dinamičkim sustavima promotrivim kroz dinamiku sustava ostvarenu međusobnom povezanošću i pokretljivošću njegovih elemenata.
- Hibridnim sustavima koji kogniciju modeliraju korištenjem povezničkih i simboličkih sustava pomoću raspoloživih računalnih tehnika.

Kibernetika, kako ju je Platon pojasnio još iz Antike, promatrana je kao vještina nalik onoj koja je potrebna za upravljanje brodovima, (grč. *kybernetike tehne* = kormilarska vještina). Danas se globalno razumijevanje kibernetike svodi na razumijevanje upravljanja bilo kojim sustavom. Esencijalni smisao kibernetike shvaća se analogijom sa živim organizmima. Analogija identična karakteristikama u ponašanju, funkcioniranju i zakonitostima, svodi se na sve procese upravljanja, reguliranja, dobivanja, pohranjivanja, pretvorbe i prijenosa informacija i u tehničkim sustavima. Kibernetika istražuje bit kod dinamičkih samo regulirajućih i samoorganizirajućih sustava. Na taj način uz obilježja kibernetike moguće je kibernetiku sustavatizirati u četiri vrste:

1. Teorijska ili opća kibernetika,
2. Primijenjena ili aplikativna kibernetika,
3. Tehničko-tehnološka kibernetika,
4. Ekonomska kibernetika.

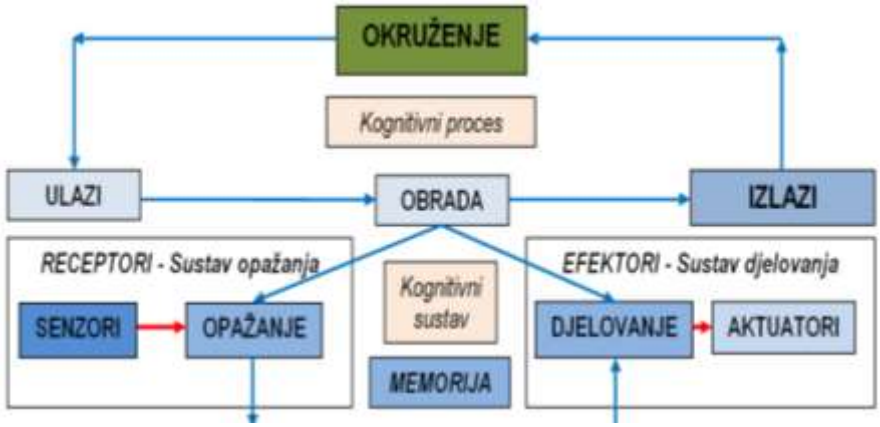
Obilježja i svojstva kognitivne kibernetike objedinjuju specifičnosti u velikoj složenosti, stohastičnosti, autoregulativnosti, i drugo, promotrene preko teorijskih, tehničkih i organizacijskih, stajališta a predstavljene i utvrđene kao teorijski logičke strukture. Na njenim osnovama postavljene hipoteze, spoznaje, otkrića, znanstvene činjenice,

teorije i zakonitosti postaju izvrsna mogućnost koja se koristi u optimizaciji i upravljanju tehnološkim promjenama.
Na osnovama inteligentnih tehnologija, oslonjenih na ekspertne sustave manipulacijama iz baza podataka i baza znanja, cjelokupno inteligentno kibernetičko ponašanje odrađuju entiteti koji rješavaju zadatke s ciljem prilagodbe koncepata. Rješavanje zadataka nezavisnim entitetima pomoću simulacije modeliraju se novi pojedinačni entiteti koji modele u cjelini temelje na interakciji više entiteta. Prepoznavanjem i definiranjem svojstava sustava kognitivne kibernetike kroz pristupačnost, aktivnost, društvenost, mobilnost, sposobnost učenja, postiže se njezina izuzetna raspoloživost i to u svim sferama uporabljenih inteligentnih interaktivnih tehnologija kroz dominantnu utjecajnost prepoznate persuazije.
Po definiciji kognitivna kibernetika proširenje je "klasične" kibernetike, koja uključuje:
- spoznaje znanosti o kognitivnoj kontroli i regulaciji umjetno-tehničkih sustava,
- socio-tehničke sustave kao organizme, organizacije, procese, strukture i dr.,
- kognitivne aspekta socio-tehničkih sustava temeljenih pomoću kognitivnih modela,
- kognitivno funkcionalnu i postupovnu implementaciju sustava,
- rješavanja problema temeljenih na prirodnim metodama analognim kognitivnim računalnim tehnikama i
- realizaciju rješenja sustava i njihovog upravljanja u kontekstu metodologije i pristupa menadžmentu.

3.2.2. KOGNITIVNO I KIBERNETIČKO LEAN MODELIRANJE

Kognitivni se model može preslikati iz kognitivnog procesa ostvarenog kognitivnim sustavom. Proces se u svom okruženju obrađuje na temelju ulaznih i izlaznih veličina. Obrada je u stvari regulacija koja se ostvaruje preko sustava opažanja i djelovanja, Slika 25. Kognitivno je u opažanju apostrofirano emocijama i motivacijom a u djelovanju kreativnošću i intuicijom, što će biti objašnjeno u sljedećem poglavlju jer je kognitivni

sustav uvijek povezan s biološkim. U ovom poglavlju se u fazama razrade analiziraju tehnički i to tipično kibernetički kroz koje se analiziraju i zaključuju Lean **obilježja**.



Slika 25. Kognitivni sustav kao proces za obradu u okruženju

Za shvaćanje kognitivnog modela, kroz primjere se obrađuju različiti konceptualni koraci definiranja sustava koji rješavaju određene probleme u Lean **okruženju** i razrađuju njihovi scenariji provedbe. Konceptualni klasični primjer sustava koji rješava zadatak u okolini, rješava ga jednostavno jednostrano, (ulaz - izlaz), iako zadatak može biti složen i kompliciran Slika 26.



Slika 26. Klasični sustav rješavanja zadataka

Primjer interoperativnog Lean **sustava** problem složenog zadatka, u okolini, rješava na temelju povratnih utjecaja, (kibernetički), i to kroz utjecaj problema na okolinu i na utjecaj problema na sustav rješavanja, Slika 27.



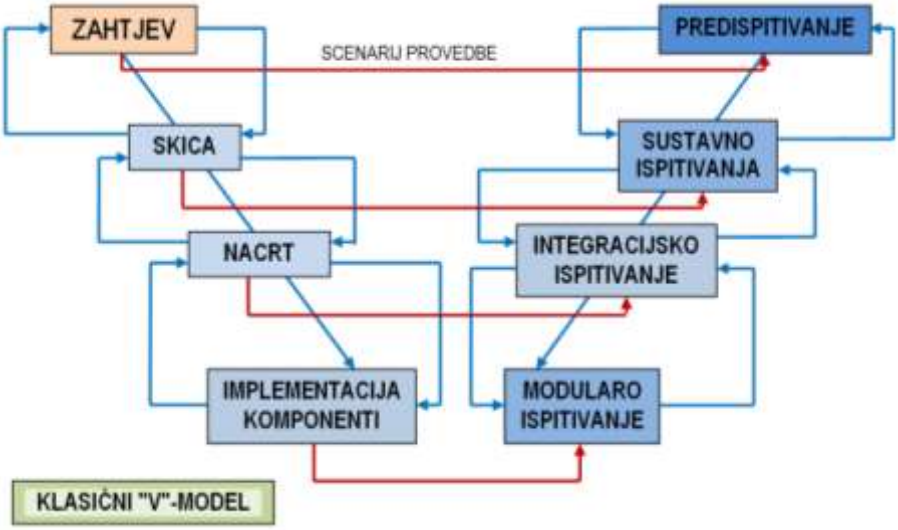
Slika 27. Interoperativni sustav rješavanja zadataka

Interoperativni se sustav može i kao Lean **agentski sustav** baviti problemima složenih zadataka, s tim što kao agentski djeluje u svojoj okolini. Na isti način rješava zadatke na temelju povratnih utjecaja kroz utjecaj problema na okolinu i na sustav rješavanja. Razlika je što je prema svojstvu agentskog sustava on vezan na određeno područje i njegovo rješavanje specifičnih zadataka može biti puno učinkovitije, Slika 28.



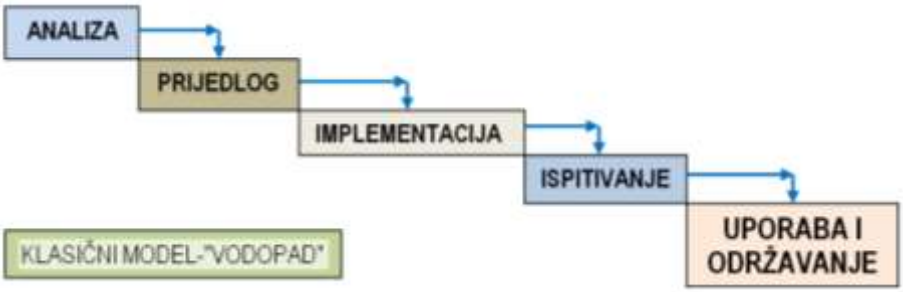
Slika 28. Interoperativni kao agentski sustav rješavanja zadataka

Učinkovitost agentskog sustava slikovito opisuje scenarij provedbe koji u klasičnom "V"-modelu započinje s jedne strane zahtjevom a s druge strane njegovim predispitivanjem. Da bi se od zahtjeva došlo do implementacije komponenti u bilo koji sustav mora se proći kroz faze skica i nacrta. Njihove su direktne implikacije istofazne i analogne sustavnom i integracijskom ispitivanju kako bi se došlo do modularnog ispitivanja, odnosno složenog modela za djelovanje, prema Lean **načelima**, Slika 29.



Slika 29. Klasični "V"- model kao podloga za scenarij provedbe

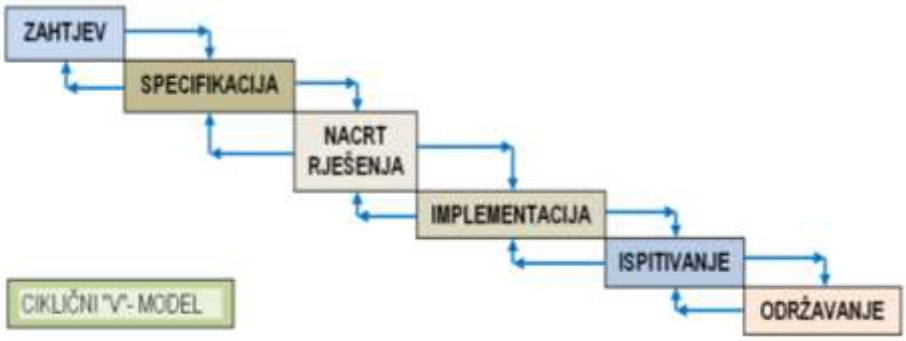
Učinkovitost sustava koji rješava složene zadatke ili efikasnost agentskog sustava koji djeluje u nekom okruženju kao i scenariji provedbe bilo za proizvodnu, uslužnu ili bilo koju drugu djelatnost najjednostavnije se razrađuju klasičnim modelom u koracima, kaskadama, Slika 30.



Slika 30. Klasični model- "Vodopad" kao proizvodni sustav

U klasičnom "V"- modelu, (vodopad), između pojedinih faza nema povratnih veza i stoga analiza generira prijedlog. U cikličkom modelu koji započinje zahtjevom, specifikacija se optimiran Lean cikličkom provjerom zahtjeva da bi se i nacrt rješavanja optimirao cikličkom provjerom specifikacije. Implementacija, ispitivanje i konačno

održavanje optimira se na istim načelima povratne veze, dakle kibernetički, a , Slika 31.



Slika 31. Ciklički "V"- model kao scenarij provedbe za proizvodni sustav

U navedenim modelima načinjen je uvod u transformacije kojima se teži i potvrđuje ostvarenje kroz Lean **razvoj i inženjerstvo**. U smislu tehnoloških promjena način prihvaćanja mogućnosti dinamike inovacija koje se mogu iskoristiti oslonjene su na:

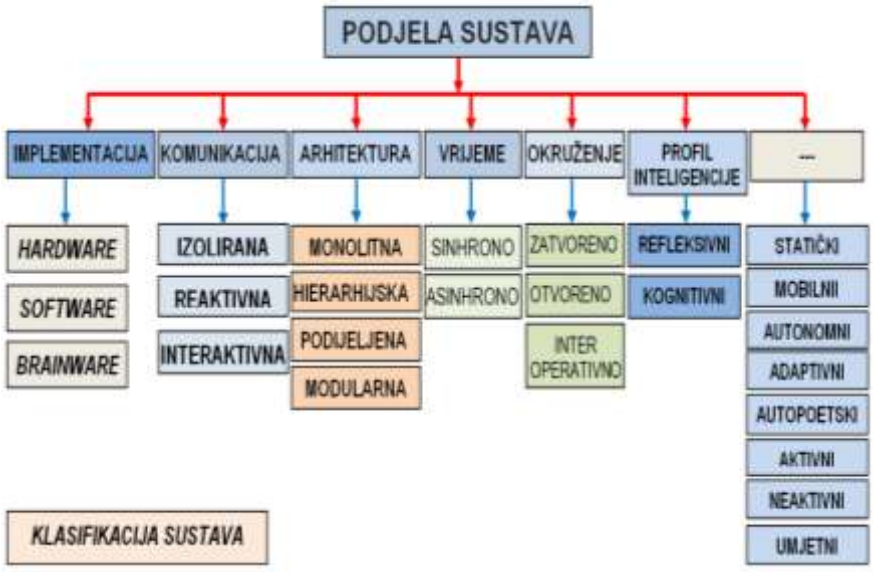
1. Stratešku transformaciju kojoj je Lean ***ključni čimbenik.***
2. Mjere za provedbu Lean **izvrsnosti.**
3. Upravljanje projektima Lean **implementacijom.**
4. Unapređenje Lean **proizvodnje** Lean **poduzetništvom.**

Bilo koji složeni zadatak za čije je izvršenje bio preduvjet optimalno djelovanje traži se sustav koji bi u ozračuju raspoložive tehnike i tehnologije ponudio rješenje. Oslanjajući se na prednost Lean **modeliranja**, prvenstveno kognitivnog uz empirijske, numeričke i objektivne metode koje se temelje na matematičkim ili nekim drugim relevantnim multidisciplinarnim znanstvenim pristupima, nastao je neizostavni proizvod inteligentnih tehnologija - inteligentni sustav. Inteligentni sustav kao proizvod za bilo koje uspješno i optimalno djelovanje objedinjava sljedeća načela:

- Načela integralnosti i istovremenosti, (jamči interakciju djelatnosti u operabilnosti vertikalno i horizontalno).

- Načelo sustavnog pristupa, (uključuje sve elemente i relevantnih čimbenika sustavne obrade).
- Načelo upravljanja i odlučivanja, (jamči donošenje optimalnih odluka).
- Načelo kontinuiteta, (naglašava podržavanje neprekidnih procesa).
- Načelo znanstvenog pristupa, (potvrđuje odlučnost da se u radu primijene znanstveno utemeljene metode i postupci, a potisne intuitivno djelovanje i stručni egocentrizam).

Načela kao baze razvoja brojnih inteligentnih sustava su i okosnica provedbe Lean **strategije**. Lean **kao akcija** preko čovjeka kroz kognitivno modeliranje klasificira sustave na temelju kibernetičkog prepoznavanja njihovih svojstava implementacije, komunikacije, arhitekture, okruženja, vremena, profila inteligencije i dr., Slika 32.



Slika 32. Podjela i klasifikacije sustava

Za odabrane postavke klasifikacije sustava kognitivnim modelom analiziraju se utjecajni parametri:

Identifikacija prednosti

Projektiranje i održavanje je u fokusu postupanja. Postupak prepoznaje prednosti koje su potrebne i u kojem su opsegu prisutne.

Prepoznavanje vrijednosti u kvaliteti

Koraci u postupku projektiranja i održavanja ukazuju na poteze koji rezultiraju kvalitetom projekta kao proizvoda i održavanja kao usluge.

Procesi koji se stvaraju u postupku

Kontinuirani napredak stvaranja vrijednosti i kvalitete je posljedica efikasnosti nadvladavanjem slabosti u samom procesu.

Prepoznavanje prednosti za budućnost

Vrijednost kao prednost postignuta je kroz razvoj koji je usklađen sa stvarnim potrebama za budućnost.

Težnja savršenstvu

Konstantna težnja savršenstvu postiže se malim koracima koji na kraju osiguravaju uspjeh.

Na temelju provedene analize parametara, Lean **kao mehanizam** za ocjenu i odabir vođenja procesa u stvarnosti procjenjuje konkretne rezultate: učinkovitost, uspješnost i sposobnost, uz kontinuiranu provjeru, pomoću sljedećih pitanja:

Uspješnost:

Je li postignuta fokusiranost na najvažnije ciljeve i rješavanje ciljanih problema?

Učinkovitost:

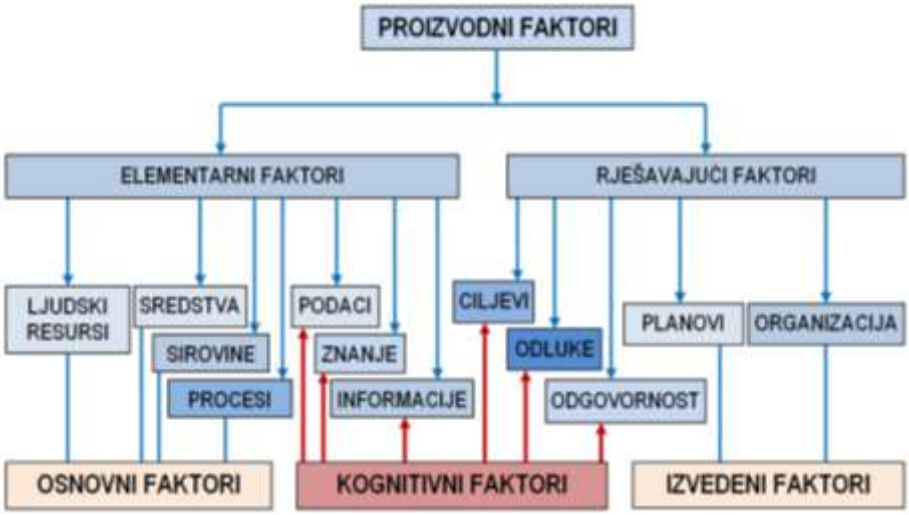
Je li dobivena najveća vrijednost iz resursa koji su na raspolaganju (budžet, vrijeme, rad itd)?

Sposobnost:

Jesu li raspoložive vještine, alati, procesi i metode koje su potrebne za postizanje zadanih ciljeva koji su vezani uz viziju? Postoji li raspoloživo vodstvo, strategija, okruženje i odnosi koji su potrebni da bi bili uspješni? Je li se kontinuirano poboljšava svaka od ovih sposobnosti?

Sposobna i učinkovita radna skupina će obaviti bolji posao i potrošiti manje resursa, ako prepozna utjecajne parametre na promjene. Glavni cilj promjena je stvoriti okretnu i adaptivnu organizaciju koja može implementirati zacrtanu viziju inovacija i istraživanja. Ova inovacija kombinirana s fokusiranjem na krajnje korisnike i usmjerenom pozornosti na troškove svojstvena je kao Lean **razmišljanje**. Učinkovitost rezultira poboljšanjima koja su daleko iznad jednostavnih ušteda.

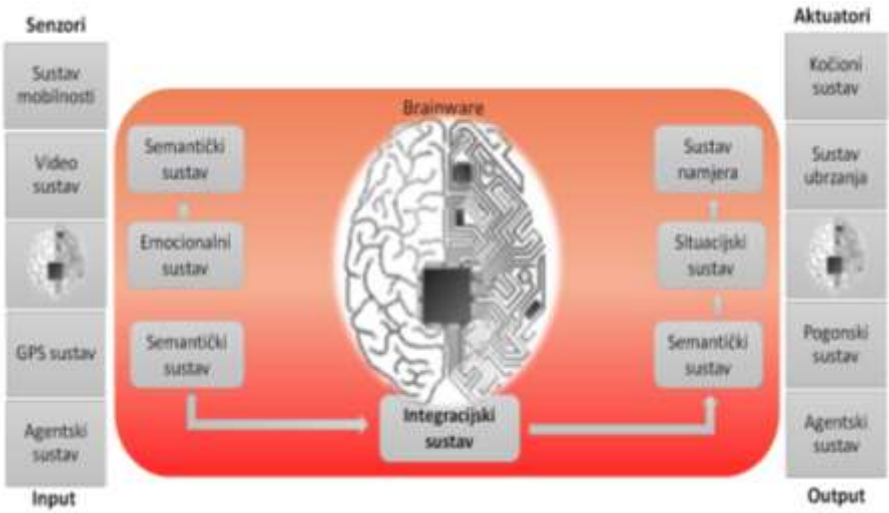
Eliminirajući probleme, Lean **oslobađa resurse** za važan posao inovacija i istraživanja. Pojednostavljujući i standardizirajući način na koji se radi, Lean **daje veću fleksibilnost i adaptivnost** organizacijama i smanjuje vrijeme koje je potrebno za reakciju na tržištu i prema tehnološkim izazovima. Tehnološka inovativnost kao rezultat Lean **razvoja**, istraživanje novih tržišnih prilika i kreiranje jedinstvenih rješenja za trenutne i buduće poslovne potrebe, prepoznaju se kao proizvodni faktori, Slika 33.



Slika 33. Kognitivni faktori u kognitivnoj organizaciji proizvodnih faktora

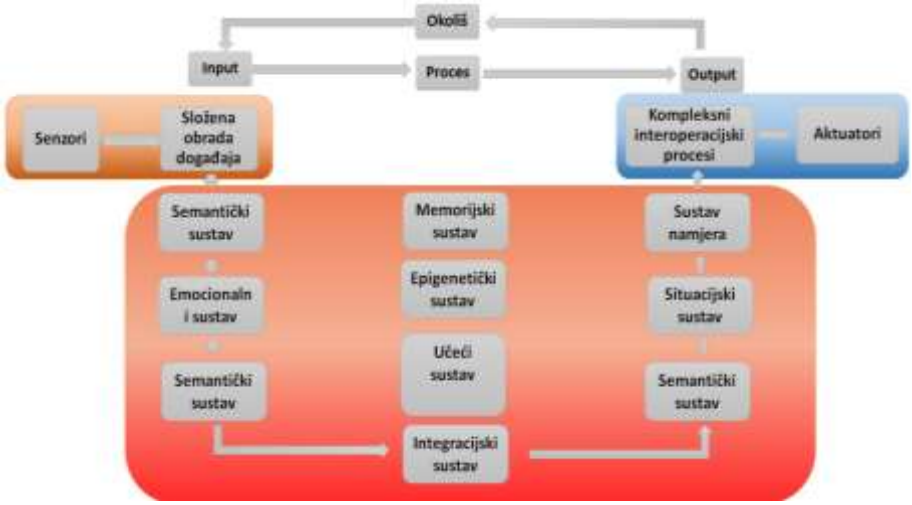
U skupini elementarnih faktora koje predstavljaju osnovni i kognitivni faktori, centralno mjesto zauzima znanje o čemu je bilo detaljno provedeno elaboriranje u prethodnom poglavlju.

Ljudski resursi kao osnovni čimbenici promatrani u Lean **stručnjacima**, uključuju spoznaje znanosti o kognitivnoj kontroli i regulaciji umjetno-tehničkih sustava. Svi sustavi, električni, socio-tehnički uključujući organizme, organizacije, procese, strukture i dr. oslonjeni su na integrirajuće kognitivne aspekte pokrivene sustavima, Slika 34.



Slika 34. Kognitivni model kao integracijski sustav ulaza i izlaza

Model za kognitivno funkcionalnu i postupovnu integraciju sustava, koristi se rješavanjima problema na temelju prirodnih metoda analognih kognitivnim računalnim tehnikama. Primjena rješenja sustava i njihovog upravljanja u kontekstu metodologije i pristupa menadžmentu potvrđena je kroz navedene tehnološke inovacije utemeljene na modelima Lean **suvremenosti** koji uključuje teoriju, praksu i istraživanje. Takvi se procesi mogu ostvariti na temelju održive fleksibilnosti i kooperativnog rješavanja složene obrade događaja uz pomoć memorijskih, epigenetičkih i učećih sustava kroz kompleksne interoperacijske procese, Slika 35.



Slika 35. Kognitivni model kao scenarij provedbe za složene obrade događaja i kompleksne interoperacijske procese

Lean **primjena** i njen doprinos u svakom radnom angažmanu u nekom procesu, (projektu, usluzi, obrazovanju,...), bi trebala biti adekvatno vrednovana, procijenjena, (izmjerena), kako bi se osigurao napredak. Kada se Lean primjena prepozna, a to je moguće prihvaćanjem parametara koji se periodički pojavljuju kroz napredak kognitivne kibernetike, može se koristiti kao ključni pokazatelji uspješnosti, (engl. *Key Performance Indicators* - KPI). Na taj način KPI omogućuju kreaciju smjera te povećavanje kapaciteta i učinkovitosti svake organizacije koja se odluči za Lean **tehnološke promjene**.

Iako je gotovo nemoguće kreirati i stvoriti univerzalne KPI-e, a koji bi obuhvaćali različite izazove svakog poslovanja i poslovnog angažmana, najčešće zastupljeni KPI mogu poslužiti kao polazna točka u razvoju specifičnog KPI seta.

Specifični KPI mogu varirati od poslovanja do poslovanja ali uvijek mogu biti mjera ili ocjena odabranog vođenja procesa koja u stvarnosti procjenjuje konkretne rezultate koji se opet mogu svesti na područje uspješnosti, učinkovitosti i sposobnosti.

Tako definirana područja moraju biti odraz bilo kojih KPI-a koje svaka poslovna jedinica razvoja i istraživanja stvara samostalno, a za njihov razvoj, kao seta pokazatelja, potrebno je osigurati Lean **smjernice**:

- Osigurati da svaki KPI upućuje na poslovne ciljeve.
- Kreirani KPI moraju biti vidljivi i preko njih moraju komunicirati svi koji su uključeni u realizaciju.
- Broj KPI-a, mora biti ograničen i u biti ih ne bi trebalo više od 5 KPI-a, (više nije uvijek i bolje), praćenje previše KPI-a može odvući pozornost sa stvarnih performansi i ponašanja.
- Omogućiti uporabu razdijeljenih KPI na lokalne mjere za efektivnu procjenu i na one koji služe menadžmentu u upravljanju.
- Dopustiti KPI setu da evoluira, uobičajeno kroz razdoblje nekoliko godina.

Prema postavljenim smjernicama glavna su područja sačinjena od svojih sastavnica koje se mogu primijeniti kao univerzalne na sve djelatnosti, Slika 36.



Slika 36. Sastavnice područja ključnih pokazatelja učinkovitosti

3.3. Učenje kognitivnom kibernetikom u inovativnim tvrtkama

Inženjerstvo i razvoj u tehnološki inovativnim tvrtkama ostvaruju vrijednosti i uspješnim otkrivanjem novih rješenja za probleme svojih korisnika, klijenata, (kupca). To uključuje osim rješavanje problema, donošenje odluka i dokumentiranje znanja na takav način da može biti kasnije opet učinkovito korišteno na budućim projektima. Samo znanje eksperta ili ekspertnog sustava može udovoljiti tim zahtjevima a objasniti se može kognitivnom kibernetikom. Nasuprot rješavanju problema, rad s dodanom vrijednošću uključuje mnoge zadatke kao što su otkrića i izumi, kako novih proizvoda tako i uslužnih djelatnosti ili servisa. Inovacije zahtijevaju specificiranja detalja za neki novi proizvod, izradu procjene i analize za optimizaciju performansi i smanjenje rizika te integraciju u proizvodnju i poveznice sa svim involviranim. Razumijevajući kako je stvorena nova vrijednost pomaže se svima i svatko na svojoj razini može identificirali nedostatke, štetu i pogreške. Na primjer kod utvrđivanja štete ili pogrešaka Lean **tehnikom** kako je objašnjeno, izdvaja se 7 zbivanja, Tablica 4.

Čekanje	Inženjeri čekaju na resurse ili informacije potrebne za nastavak posla
Popis	Ideje, podaci, zadaci ili projekti čekaju nekoga da počne raditi na njima
Prekomjerno stvaranje	Više je posla napravljeno od previđenog, prekomjerno /uobičajeno oblikovanje, premalo ponavljanja, prekomjerna analiza
Prekomjerna proizvodnja	Stvaranje nepotrebnih podataka i informacija; prekomjerno širenje informacija
Prebacivanje	Posao ili IT sustav se prebacuje između osoba, grupa, mjesta, problemi utvrđeni u softverskoj nekompatibilnosti, i komuniciranju.
Djelovanje	Inženjeri djeluju u realnom vremenu ali i preko Interneta u potrazi za informacijama koje su im potrebne
Kvarovi	Pogreške u procesima (dovode do popravaka) ili završeni posao (dovodi do lošeg proizvoda)

Tablica 4. Primjeri utvrđenih šteta ili pogrešaka LEAN tehnikom

Tablica ne obuhvaća kompletnu listu svih mogućih pogrešaka iako je još moguće pronaći mnogo drugih. Bez obzira na točnost, (popis svih pogrešaka u listi), tehnike utvrđivanja, nazivanja, identificiranja i eliminiranja pogrešaka su srž Lean djelovanja u praksi koje su preuzele sve tvrtke s implementiranim sustavima kognitivne kibernetike.
Navedene pogreške mogu biti statičke i kao takove one se mogu vidjeti u presjeku organizacije, procesa ili sustava. Dinamičke karakteristike vremenski variraju u procesima i one u svim razvojnim i inženjerskim aktivnostima utječu i na statičke. Činjenica je da neki dijelovi procesa mogu postati zatrpani s poslom i na taj su način preveliki teret. Neujednačenosti se ne moraju događati jednako iz dana u dana, i na taj način su nepredvidive i s njima je jako teško upravljati i optimizirati ih. Iz tih razloga te karakteristike stvaraju nepotreban stres za radnike i često su uzroci statičnih pogrešaka. Analize u tvrtkama s implementiranim Lean **strategijama** pokazale su niz primjera istih karakteristika u samoj organizaciji, na pojedinim procesima, sustavima i podsustavima, Tablica 5.

Nepotrebni stres ili nerazumijevanje	Inženjeri ili sustav su prebukirani i iznad su njihovih mogućnosti i kapaciteta, dok drugi sudionici moraju čekati i požurivati. U takvim slučajevima gubi se na kvaliteti a i moguć je efekt „pregaranja“
Nejednakost ili nestabilnosti	Posao i prioriteti osciliraju i nepredvidivi su, poneki su dani preopterećeni a drugim danima nema posla tzv. sindrom “požuriti ili čekati".

Tablica 5. Utvrđeni uzroci štete ili pogrešaka LEAN tehnikom

3.4. Lean koraci prema unapređenju

Iako postoje u reprezentativnim pristupima mnoge metode i tehnike kognitivne kibernetike koje se mogu ubrojiti u mreže Lean -a, jedna od prezentiranih je mješavina načela, koncepata i tehnika koji u razvoju i inženjerstvu usmjerava provedbu i organizaciju na tri glavna cilja, (uspješnost, učinkovitost i sposobnost).

Akcije za ostvarenje ciljeva odgovaraju setu koji predstavlja performanse u području djelovanja sustava, (engl. *Performance System Action Areas* - PSAA). Prezentacije ciljeva su prikazane u koracima koji bi trebali biti nezavisni i adresirani tako da osiguraju ostvarenje kroz predloženu listu savjeta. Na taj se način pokazuje rješavanje problema odgovarajućim alatima, i stavlja se na raspolaganje korisnicima Lean **podsjetnik** na ključne točke u kompaktnoj formi, Tablice 6., 7. i 8.

1.	Na prvome mjestu orijentacija prema krajnjem korisniku, klijentu ili kupcu
2.	Utvrđivanje kompletnog sustava vrijednosti
3.	Sustav vrijednosti se izjednačuje sa sustavom gospodarenja proizvodom
4.	Sustav vrijednosti se planira unaprijed
5.	Orijentacija prema krajnjem korisniku je ujedno i platforma proizvoda
6.	Orijentacija prema krajnjem korisniku zahtjeva postavljanje višestrukih opcija (Set-Based Dogodign)

Tablica 6. Postizanje cilja – Uspješnost u proizvodnji za krajnjeg korisnika

7.	Kompletni lanac vrijednosti se dokumentira tijekom vrijednosti
8.	Provedba nadzora kroz vizualni menadžment
9.	Sinkronizirano djelovanje
10.	Efektivna suradnja
11.	Pouzdani i procesi sa nultom tolerancijom na pogreške
12.	Strukturno rješavanje problema
13.	Pristup ciklusu brzog učenja
14.	Kompletni lanac vrijednosti kao Lean projektni menadžment

Tablica 7. Postizanje cilja – Učinkovitost

15.	Ohrabrivanje menadžmenta za promjene i vođenja
16.	Implementacija politika Lean -a
17.	Izgradnja stručnosti
18.	Kontinuirano učenje (unaprjeđivanje)

Tablica 8. Sposobnost za postizanje cilja

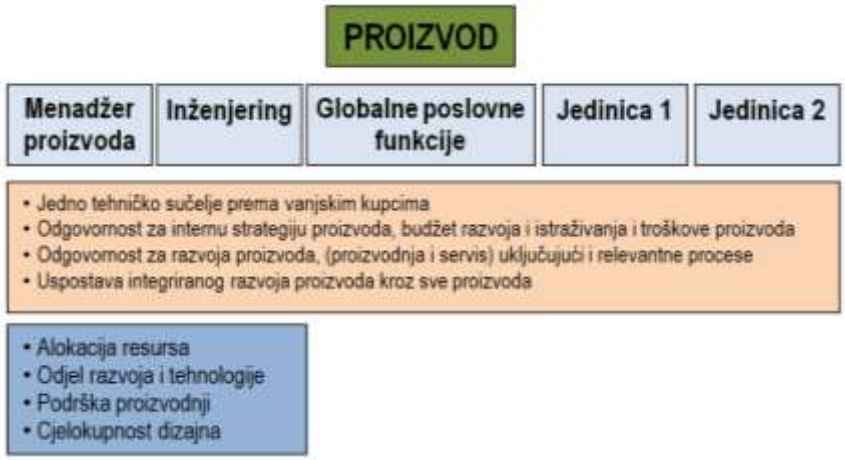
3.5. Lean orijentacija prema razvoju i istraživanju

Da bi se prepoznala učinkovitost tehnoloških promjena u uspješnim tvrtkama, svi sudionici u razvoju i istraživanju fokusirani su, (kada se radi o proizvodnim organizacijama) na „zadovoljnog krajnjeg korisnika". Cjelokupna organizacija i aktivnosti moraju biti tako postavljene kako bi u potpunosti razumjeli potrebe krajnjeg korisnika. Svi su napori usmjereni na definiranje i izradu proizvoda i pružanje usluga koje mogu udovoljit zahtjevima i potrebama. Fokus krajnjeg korisnika se lako izgubi u svakodnevnome poslu i raštrkanim odgovornostima raznih odjela i operacija. Dogovor vezan na potrebe proizvoda između svih sudionika s jasnim i stabilnim prioritetima mogu pomoći timovima da izbjegnu gubljenje vremena i truda i da umjesto toga proizvedu proizvode koji će na kraju biti poželjni, a s njima tvrtka više uspješna. Mogućnost za procjenu potreba krajnjeg korisnika i jasno definiranje potreba usluga, provodi se kroz aktivnosti kao što su:

- Istraživanja potreba krajnjeg korisnika, pozivanje krajnjih korisnika da daju mišljenje i povratnu informaciju na smjer u kojem se kreće proizvod tijekom razvoja.
- Iskustva korisnika koja mogu ukazati na potrebe.
- Istraživanja prodaje koja će osigurati da proizvod ima sve značajke i osobine kako bi pružio najveću vrijednost krajnjem korisniku.
- Zajednička predstavljanja proizvoda simulacije, modeli, modernost.
- Poslovni modeli i primjeri iz prakse, koji zajedno pomažu razvoju funkcija, timova, partnera i dobavljača da razumiju svoju ulogu i doprinose u stvaranju vrijednosti za krajnjeg korisnika.

Definiranje ciljeva, vrijednosti upravljanja, uključenost istraživačkog rada i pravilna komunikaciju, baziraju se na rješenju koje stvara najbolji učinak.

Na primjeru iz energetskog sektora, (proizvodnja plinske turbine), pokazano je kako su menadžer proizvoda i menadžer proizvodne linije uključeni zajedno u upravljanju linijom proizvoda i donose zajedničke odluke. Ulaganjem zajedničkih napora u razvoj uključuje involviranost u cijelu organizaciju, Slika 37.



Slika 37. Koncept linije proizvodnje usmjeren na stvaranje vrijednosti

3.6. Lean inženjeri znanja

Kada se stručnjaci angažiraju kao Lean **inženjeri znanja,** (engl. - *Lean knowledge engineers* - LKE), oni postaju najzaslužniji faktor u inovacijama. Sa svojim intelektualnim sposobnostima svaki LKE u bilo kojem procesu angažiran je osim svojom strukom i svojim ljudskim mentalnim sposobnostima (inteligencija) i svojim osobnostima ličnosti, (intuicija) u prepoznavanju raspoloživih inteligentnih tehnologija i tehnika. Njihove Lean **sposobnosti** povezane su s načinima ponašanja, vladanja i upravljanja u tehnološkim procesima i potvrđuju refleksije

promišljanja kroz pet koncepata. 1) funkcijski, 2) okvirno, 3) razinski, 4) područno i 5) tendencijski.
Njihove mentalne sposobnosti i kompetencije predstavljaju dinamičnu kombinaciju koja je pod utjecajem okruženja, međuljudskih, praktičkih i etičkih vrijednosti, a djelovanje se može promatrati u dvije razine:

1. subjektivna razina ili razina psihološke participacije,
2. objektivna razina ili razina intelektualne participacije.

Razlikovano objektivno razumijevanje značenja i subjektivno razumijevanje motiva i namjera, kod LKE oslonjeno je na temelje moderne analitičke ontologije koja je prije svega teorija općih kategorija i u kojoj se obrazac podataka koristi i za predstavljanje Lean **koncepta.** Tako predstavljeni koncepti kao npr. predmet, osobina i događaj, ontologijsko je istraživanje o vrstama i njihovim odnosima među sobom, kao što je postojanje, predmetstvo, svojstvo, prostor i vrijeme. Sve to LKE provode po određenim Lean **načelima, postupcima i procedurama** koje su oslonjene na simbiozu s inteligentnim interaktivnim tehnologijama kojima se LKE služe a obuhvaćaju:

-pohranu i pristup podacima,
-upravljanje bazama podataka i znanja,
-definiranje mreže procedura i aktivnosti,
-rasporede, nadzore, monitoring supervizije,
-utvrđivanje stanja mreže,
-utvrđivanje mjera unaprjeđivanja,
-ekonomske analiza,
-planiranje proračuna,
-metode rada,
-uzorkovanje,
-gospodarenje,
-dugoročno planiranje,
-detaljno planiranje,
-upoznavanje odgovarajućih aktivnosti unutar procesa,

-popis/inventar,
-pregled,
-vrednovanje rezultata pregleda,
-dugoročno planiranje,
-modeliranje predviđanja,...

Ekspanzija takvih načela teži nezaustavljivom procesu bujanja koncepta „big data" koji su LKE prepoznali i o čemu moraju donijeti konačnu odluku. Njihova ponašanja, koja su Lean **prilagodljiva i usmjerena cilju,** predodžba su željenog cilja ili više njih koji se nastoje predočiti ciljevima niže razine. Uporaba znanja o načinima i putevima kojima se približava željenom cilju slijedom vezanih aktivnosti podložna je selekciji na temelju Lean **odlučivanja.**

3.6.1. INTELIGENTNI SUSTAVI I KOGNITIVNA KIBERNETIKA ZA LEAN INŽENJERE ZNANJA

Inženjeri znanja i to LKE, u kontekstu kognitivne kibernetike povezuju se uz inteligentni sustav, za koji se danas već sa sigurnošću može reći da je to svaki uređaj koji percipira svoju okolinu, te svojim djelovanjem nastoji maksimizirati vjerojatnosti uspješnog postizanja zakazanog cilja. U kognitivnoj kibernetici, inteligentnim se smatra sposobnost oponašanja kognitivnih funkcija povezanih s ljudskim mozgom, kao što su učenje i rješavanje problema.

Razvojem tehnologije, svojstva koja su se u početku smatrala inteligentnima, danas postaju uobičajena i uklanjaju se iz skupine inteligentnih sposobnosti strojeva. Jedan od primjera takve promjene klasifikacije je optičko prepoznavanje lika, koje se više ne percipira kao inteligentni sustav, budući da je postalo učestalo upotrebljiva tehnologija koja nije tehnološki zahtjevna kao nekad. Inteligentni su sustavi klasificirani danas na temelju kognitivne kibernetike i Lean **svojstava.**

- **Inteligentni se sustav ponaša kao prilagodljiv i usmjeren cilju** - (engl. *Goal-Oriented Behavior* -GOB) - željeni cilj ili više njih se predočavaju pod ciljevima za koje se rabi znanje o operacijama i postupcima kojima se približava željenom cilju u slijedu akcija. Ako neki od pod-ciljeva nisu ostvarivi, traže se alternativni putovi kojima bi se moglo doći do konačnog cilja.

- **Inteligentni se sustav modificira na temelju iskustva** - Podrazumijeva se da sustav može prikupljati, prikazivati i upotrebljavati stečena iskustva a modificira ih algoritmima za automatsku modifikaciju strukture i funkcija na temelju iskustva koja stječe u radu.
- **Inteligentni se sustav koristi velikim količinama znanja** - količina znanja pohranjena u sustavu mora biti slična količini znanja koju posjeduje čovjek da bi riješio sličan problem.
- **Inteligentni sustav pokazuje svojstva svjesnosti** - sustav ima sposobnost objašnjavanja svojeg ponašanja, nadgledanja i dijagnoze stanja, te korekcije u slučaju pogreške.
- **Inteligentni sustav komunicira sa čovjekom prirodnim jezikom i govorom** - sustav može komunicirati sa čovjekom i drugim inteligentnim sustavima na prijateljski način, prirodnim jezikom i govorom.
- **Inteligentni sustav tolerira pogreške i nejasnoće u komunikaciji** - takva komunikacija podrazumijeva dvosmislenost i gramatičku neispravnost u rečenicama.
- **Inteligentni je sustav operabilan u stvarnom vremenu.**

Osim navedenih svojstava, inteligentni sustavi prikupljanjem i obradom informacija su:

- Interaktivni sa svojom vanjskom radnom okolinom.

- U mogućnosti da dolaze do znanja razmjenom informacija s drugim inteligentnim sustavima.

- Sposobni učenjem doći do znanja.

- Spremni manipulirati i uporabiti znanje.
- Primijeniti znanje i znanjem zaključuju.
- Planirati i predviđati.

Učinkovitost inteligentnih sustava, kako u njihovom stvaranju tako i u eksploataciji, se povećava predstavljanjem boljih zaključaka, uporabom više znanja, planiranjem, učenjem, procesuiranjem, komunikacijama, percepcijom i sposobnošću pomicanja objekata. Problemi se uspješno rješavaju primjenom raznih statističkih metoda, reprogramiranjem, simboličkom i matematički istraživačkom optimizacijom. Osim logike, metoda vjerojatnosti, koriste se i mnoge druge tehnike koje dolaze iz polja računalnih znanosti, matematike, psihologije, lingvistike, filozofije, neurologije i dr.

Za uvođenje inteligentnih sustava u tehnološke procese ili za potrebe proizvodnje, usluga, edukacija i sl., da bi se moglo pristupiti kibernetičkom djelovanju potrebno je:

- prvo vidjeti kakvi su sustavi raspoloživi,
- koji su im ciljevi zadani i
- što se želi postići.

Kognitivno djelovanje željenu budućnost opisuje vizijom. To je pogled na ono čemu se teži. Definiranje vizije ili tzv. izjava o viziji obično započinje sloganom - motom vizije. Na sažet način se objašnjava bit vizije, a nastavlja se cjelovitim i konkretnim slikama željenog budućeg stanja te temeljima za formuliranje ciljeva i strategije. Ciljevi su krajnje točke prema kojima su usmjerene aktivnosti. To su odredišne točke do kojih se želi doći. Ciljevi proizlaze iz plana koji ukazuje na svrhu, misiju. Misija predstavlja svrhu kroz načela djelovanja i daje konzistentan okvir organizacijskog djelovanja. Misija svake tvrtke treba biti temelj za razvoj strateškog usmjerenja i mora biti u funkciji izgradnje i poboljšanja imidža u javnosti. Dobra misija pruža kvalitetan kontekst u kojem se oblikuju vizije, postavljaju strateški ciljevi i razvijaju poslovne strategije. Misija mora biti inspirativna i odražavati osobnost onih koji je predlažu i podržavaju. Kada se odredi smjer kojim se želi ići i kako se želi doći do cilja potrebno je analizirati prošle strategije, povijesne modele, ciljeve i

sve utjecajne faktore. Stvorena strategija i uspostavljena hijerarhija kreće k ostvarenju jednog cilja što je preduvjet da se ostvare i svi ostali ciljevi. Četiri su strateške razine:

- MREŽNA STRATEGIJA - služi za izgradnju prednosti na razini mreže odnosno povezivanja.
- KORPORATIVNA STRATEGIJA – opisuje cjelokupno usmjerenje u smislu njegova općeg stava prema rastu i upravljanju različitim poslovima i proizvodnim linijama.
- POSLOVNA STRATEGIJA – usredotočuje se na konkretnu poslovnu jedinicu ili razinu proizvoda te razmatra unapređenje.
- FUNKCIJSKA STRATEGIJA – pristup koji uzima područje funkcije za ostvarenje ciljeva i za ostvarenje njihovih strategija pomoću maksimiziranja resursa.

Nakon analize onoga što je bilo i onoga gdje se sada nalazi potrebno je odrediti kojim smjerom dalje kako bi se moglo pribaviti adekvatno tehnološko unaprjeđenje.

Strategija troškovnog vodstva prednost temelji na niskim troškovima standardizirane proizvodnje ili usluge sa znatnim potencijalima u koncentriranim industrijama. Ona teži konstantnom smanjenju troškova svih segmenata za što su bitni veliki proizvodni kapaciteti i uporaba oplošne ekonomije. Da bi troškovi postali središte upravljačkih aktivnosti poduzeća prosječni troškovi poslovanja moraju biti niži od konkurencije. Uspješno upravljanje i nadziranje svih izvora i pokretača troškova u lancu vrijednosti poduzeća kroz različite strategije mogu se pokazati na primjerima:

1. Primjer troškovnog vodstva možemo promatrati na slučaju proizvođača automobila "Dacia". Glavna prednost tog automobila prema konkurenciji je niska cijena proizvoda. Kao glavna mana troškovnog vodstva ističe se ulaganje u tehnologiju jer nova tehnologija omogućuje jeftiniju, bržu i kvalitetniju proizvodnju, no zbog njezine cijene često dolazi do anuliranja smanjenja troškova zbog nadoknade iznosa uloženog u inovacije ili pak zbog konstantnog praćenja razvoja tehnologije. Strategija diferencijacije se zasniva na konkurentnome

pozicioniranju koje omogućuje stvaranje i iskorištavanje jedinstvenog položaja poduzeća u industriji. Svrha je stvoriti preferencije i odanost kupaca kako bi se smanjila njihova osjetljivost na cjenovne razlike ponuđenih industrijskih proizvoda. Percepcija kupaca da im se nudi nešto osobito vrijedno osnova je uspješne diferencijacije.

2. Primjer je diferencijacija koja se može promatrati na automobilima "Tesla". Oni svojim klijentima nude nešto novo po višoj cijeni od konkurencije, ali krajnji kupac zna što dobiva za višu cijenu. Strategija fokusiranja je jedan od načina na koji poduzeće pokušava ostvariti iznadprosječne profite u zaštićenim industrijskim segmentima. Poduzeće bira segment ili skupinu segmenata u industriji i prilagođuje svoju strategiju tako da ekskluzivno uslužuje samo odabrano tržišno područje. Postoje dvije inačice strategije fokusiranja: (1) troškovno vodstvo u segmentu (fokusirano troškovno vodstvo), (2) diferencijacija u segmentu (fokusirana diferencijacija).

3. Primjer je fokusiranje kod automobila "Rolls Royce" koji u bogatoj autoindustriji i dalje privlači određeni segment imućnih kupaca koji teže prestižu i ne pitaju za trošak. Postojeća poduzeća često moraju adaptirati svoju strategiju tržišnim uvjetima i zahtjevima pa tu mogu birati status quo strategiju kada su zadovoljni rezultatima i nastavljaju provoditi iste strateške ciljeve. Ona je usmjerena na održavanje dosadašnjih ciljeva, a razina očekivanog prinosa svake se godine povećava za isti postotak.

Postoje i primjeri opcija razvojne strategije, što je prirodan izbor poduzeća. Moguće ih je klasificirati na temelju dimenzije određene proizvodno-tehnološkom ili tržišnom osnovicom razvoja. Ovisno o sličnosti ili različitosti strateškog izbora s tim dvjema dimenzijama, moguće je prepoznati tri osnovne vrste strateškog usmjerenja:

- koncentraciju,
- ekspanziju i
- diversifikaciju.

Ako se uključi dimenzija razvoja u okviru lanca stvaranja vrijednosti, onda se može prepoznati i okomita integracija (razvoj prema

djelatnostima kupca ili dobavljača). Strateška usmjerenja mogu se provesti vlastitim unutarnjim razvojem, stjecanjem ili spajanjem s drugim poduzećem ili poduzećima, strateškim povezivanjem. Osnovna razvojna usmjerenja moguće je pozicionirati prema lancu stvaranja vrijednosti na temelju tri razvojna pravca:

- Horizontalni razvoj (koncentracija i ekspanzija) određen je istom fazom lanca stvaranja vrijednosti. Zasniva se na razvojnim aktivnostima na postojećoj djelatnosti i asortimanu, uz uporabu postojećih organizacijskih znanja.
- Vertikalni razvoj (silazna i uzlazna integracija) usmjerava poduzeće prema različitim stadijima postojećeg lanca vrijednosti. Poduzeće se širi prema djelatnostima svojih kupaca i dobavljača te na taj način pokušava poboljšati konkurentsku prednost.
- Dijagonalni razvoj je razvoj poduzeća u djelatnosti drukčijoj od njegove osnovne. Tu se radi o strategiji koja nije orijentirana na postojeći lanac stvaranja vrijednosti jer uključuje strategiju povezane i strategiju nepovezane diversifikacije.

Razvoj u potpuno različite djelatnosti može biti motiviran različitim strateškim ciljevima: od stjecanja novih nosivih kompetencija ili stvaranja posve novih industrija ili tržišta, do iskorištavanja financijskih, menadžerskih i tržišnih sinergija.

Nakon odabira željene strategije dolazi do preinaka u poslovanju, promjenama u strukturi, dodatnog obučavanja zaposlenika, a ponekad se mijenjaju i zaposlenici, (zapošljava se kvalificirana radna snaga). U tom se procesu na adekvatan način moraju tretirati uvjerenja koja se, kao varijable obrade kognitivnom kibernetikom svode na postignuta uvjeravanja o:

a) znanju,
b) sposobnostima,
c) uzrocima i kontroli te

d) vlastitoj vrijednosti.

a) Uvjerenja o znanju se definiraju kao uvjerenja o strukturi, stabilnosti i sigurnosti znanja te o najboljim načinima stjecanja znanja koji utječu na korištenje strategija učenja.

b) Uvjerenja o sposobnosti su jedna od najsnažnijih uvjerenja koja utječu na motivaciju i razlikuje se entitetski i inkrementalni pogled na sposobnost. Entitetski pogled se odnosi na uvjerenje da je sposobnost fiksna karakteristika koja se ne može mijenjati. Iako su sposobnosti individualne i razlikuju se između pojedinaca, količina sposobnosti svakog pojedinca kada se stekne je potencijalno stabilna, ali sposobnost kao skup vještina se može promijeniti. Upornim radom, učenjem i vježbanjem moguće je povećati znanje i na taj način poboljšati sposobnost.

c) Uvjerenja o uzrocima i kontroli temelje se na pokušaju shvaćanja smisla vlastitog ponašanja i ponašanja drugih ljudi. Ta teorija objašnjava kako pojedinčeva objašnjenja, opravdanja i izgovori o sebi i drugima utječu na motivaciju.

d) Uvjerenja o vlastitoj vrijednosti mogu biti orijentirana na ovladavanje ili izbjegavanje neuspjeha. Orijentacija na ovladavanje traži sklonost pridavanja vrijednosti postignuću i sposobnost zauzimanja stava da se postignuće može poboljšati usmjeravanjem na ciljeve. Samim ovladavanjem povećavaju se vlastite vještine i sposobnosti. Orijentacija izbjegavanja neuspjeha podržava entitetski pogled na sposobnost pa postavlja svoje ciljeve vezane uz izvedbu. Njima nedostaje snažniji osjećaj vlastite sposobnosti i vrijednosti odvojen od izvedbe pa se kognitivnom kibernetikom simuliraju tehnologijska i tehnička rješenja, (proizvodna pravila, evolucijski algoritmi, autonomni agenti,...), za potrebe razumijevanja i funkcioniranja bioloških stanja, (neuralnih mreža, mehanizama učenja, kognitivnih fuzzy mapa,...). Na taj način preslikano u edukacijske sustave razrađuju se strategije izbjegavanja neuspjeha kako

ne bi vodile samom neuspjehu odnosno onemogućile nastavak neuspjeha.

Izložene komponente kognitivne kibernetike svoje korijene vuku iz industrijske revolucije koja započinje spoznajom samog ljudskog bića, koje počinje shvaćati i uzimati u obzir mogućnosti pojednostavljenja poslova. Samom spoznajom čovjek započinje svoja iskustva prenositi na sljedeće generacije. Osposobljavanjem radnika za obavljanje pojedinih poslova i s razvojem i otkrićem dolazio se do shvaćanja kako je moguće pojednostavljenje poslova. Uvođenjem novih tehnologija dolazi do rasta proizvodnih i mogućnosti razvoja tvrtki.

Sljedeći stupanj industrijske revolucije nastaje uvođenjem električne energije kojom se pospješuje masovna proizvodnja uz pomoć pokretnih traka. Razvoj dovodi do toga da se na pokretnoj traci sastavljaju dijelovi po fazama proizvodnje čime se smanjuje gubitak vremena odnosno povećava produktivnost. Dodatnim uvođenjem novih tehnologija kao što su senzori i aktuatori dolazi do automatizirane proizvodnje. S automatiziranom proizvodnjom nastaju komunikacijski protijekoli kao što je protijekol "M2M", (engl. *Machine to machine* - M2M). Protijekoli koji se odnose izravno na komunikaciju između uređaja pomoću bilo kojeg komunikacijskog kanala, uključujući žičanu i bežičnu komunikaciju. Komunikacija između stroja i stroja može uključivati industrijsku opremu koja omogućuje senzoru ili mjeraču komuniciranje podataka koje zapisuju. Odvijanje u proizvodnim procesima standardizira se kako bi se osigurao standard kvalitete čime se izravno utječe i na način proizvodnje, vrstu tehnologije koja se koristi, kao i visinu obrazovanja zaposlenika, te učestalost njihovog doškolovanja i dodatnog obrazovanja. Standardi kvalitete ponekad nameću izrade vlastitih priručnik za kvalitetu. Dokumentiranje procesa proizvodnje i dokazivanje kako je proizvod u skladu sa standardima djelatnosti ponekad zahtijeva i dolazak revizora koji pregledava svu dokumentaciju kako bi odobrio izdavanje certifikata, Slika 38.



Slika 38. Dokumentacija standardizacije

Današnje digitalizirano doba zahtijeva digitalizaciju, pretvaranja analognih signala u digitalne oblike. Digitalizirati je moguće sve, od teksta preko audio i video zapisa do trodimenzionalnih objekata. Digitalizacijom se uspijeva dobiti veće mogućnosti kontrole kvalitete proizvoda i još veću automatizacija samih procesa a poboljšava se i komunikaciju pogotovo uvođenjem *Cloud* tehnologije. Tehnologija takozvanog računalstva u "oblacima" omogućuje pohranu velike količine podataka na jednom mjestu bez fizičkog zauzimanja mjesta a od ostalih prednosti to je svakako:

- javnost i dostupnost svima, pohrana podataka koji su dostupni svakom korisniku do trenutka kada se korisnik odluči za unajmljivanje
- unajmljivanje podrazumijeva da pružatelj usluge osigurava i svu opremu, tehnologiju i digitalno „skladište podataka“ potrebno korisniku.
- privatnosti/hibridnost, koja i nije tehnologija oblaka jer korisnik sam stvara infrastrukturu, osigurava sve potrebno za funkcioniranje tehnologije i onda samostalno prebacuje svoje poslovanje u svoj "prostor".

Promet i pohrana velike količine podataka koji su dostupni bilo kada i bilo gdje korisnicima u ekspanziji je. U konceptu "big data" prepoznate su mogućnosti povezivanja uređaja i pametnih tehnologija. Omogućeno je međusobno umrežavanje fizičkih uređaja, vozila, zgrada i svih ostalih komponenti interaktivnih tehnologija, ugrađene u elektroniku, softvere, senzore, aktuatore i mreže kao komercijalizacija svih stvari preko interneta, (engl. *Internet of Things* - IoT).
Uz te mogućnosti moderne tehnologije u integriranim inteligentnim sustavima osiguravaju učenje, uzimajući raspoložive podatke, bilo da su poznati iz iskustva ili iz baza podataka. Veliki podaci podrazumijevaju bilo koji volumen i bilo koju strukturu podataka, (strukturirani, polustrukturirani i nestrukturirani), koje karakterizira model "3V", (engl. - *Volume-Variety-Velocity* - 3V*)*:

- Volume – količina podataka.
- Variety – raznovrsnost tipova podataka.
- Velocity – brzina kojom se podaci obrađuju.

Podaci, bez obzira radi li se o povijesnim zapisima, prikupljenim podacima znanstvenih eksperimenata ili pravovremeni signali, već se koriste za predviđanja u budućnosti. U svim sferama i djelatnostima pokušava se detaljno razumjeti sadržaj i dostupnost podataka i pretvoriti u okvirno znanje za odgovore koji se traže za provedbu analiza. Kognitivnim programiranjem simuliraju se ljudski procesi razmišljanja u računalnom modelu. Cilj kognitivnog programiranja je stvaranje automatiziranog informacijskog sustava koji je sposoban rješavati probleme bez ljudske pomoći korištenjem algoritama za strojno učenje. Kako bi postigli prednost u tržišnoj utakmici poduzeća posežu za integracijom unutar lanca vrijednosti, pripajajući poduzeća iznad i ispod svoje djelatnosti kako bi osigurali potrebne resurse po pristupačnijim cijenama, stekli potrebna znanja i kompetencije, a s druge strane preuzeli kontrolu nad distribucijskim lancem svojih proizvoda i time se još više približili krajnjem potrošaču. Najveća potpora integraciji unutar lanca vrijednosti proizlazi iz novih računalnih programa, proizvoda kognitivne

kibernetike i dijelova inteligentnih sustava. Integracija inteligentnih sustava povezuju sve aspekte poslovanja. Povlačenjem podataka iz svake baze podataka i samostalnom analizom pružaju se potpore odlučivanju menadžmentu i upravi tvrtke, što omogućuje kreiranje i postojanje adaptivne organizacije koja prati signale tržišta i maksimalno se prilagođava zahtjevima potrošača u minimalnom roku.

3.7. Sustav vrijednosti u Lean sustavu gospodarenja

Tehnološke promjene oslonjene na kognitivnu kibernetiku u Lean **metodologiji** stavljaju na glavne inženjere, (LKE), glavnu odgovornost za cjelokupni uspjeh, čime ponovno dolazi do izražaja potreba za ljudskim čimbenicima. Uspjeh je povezan na prihode od proizvodnje te za uspostavljnje sustava vrijednosti, uključujući fokus na kupca, kvalitetu, troškove, ciljeve, stanje na tržištu i dr. Ovakav se pristup kao funkcija i uloga primijenjuje i oslikava i u sustavu gospodarenja proizvodnjom.
Odgovorno vođenje mora postojati kao i odgovornost koja se postiže kombiniranjem izvrsnosti u gospodarenju proizvodom i njegovom proizvodnjom kroz:

Odgovornost za krajnje rezultate:

- povezivanje ciljeva projekta sa ciljevima organizacije,
- razdvajanje ciljeva prema nižim razinama timova i provjeravanjem da njihovi rezultati osiguravaju uspjeh proizvoda,
- prevođenjem zahtjeva kupca u specifikaciju proizvoda,
- utvrđivanje odgovornosti za financiranje.

Osiguranje kvalitetnog proizvoda i fokus na vrijednost:

- održavanje jasnog pogleda na potrebe tržišta i trendove na tržištu,
- održavanje strateškog fokusa na široko pojasne koncepte kao što su ponovno korištenje komponenti, smanjenje troškova, praćenje i mjerenje kvalitete, napredak u tehnologijama, te prolazak na tržištima (ulazak na nova tržišta).

Osiguravanje učinkovite tehničke i projektne potpore:

- utvrđivanjem alternativa ili izmjena u dizajnu proizvoda,
- pružanjem mogućnosti i utjecaja analizirajući druge proizvode i njihove funkcije,
- osiguravajući profesionalni napredak razvojnog tima,
- imati široko znanje o proizvodu i procesu,
- pružati jaku Lean podršku kroz rukovodstvo.

Menadžer proizvoda će biti uspješan ukoliko svi članovi tima strogo i konstantno rade koristeći:

Dobro definiranje standarda:

- učinkovito surađuju,
- opsežno otkriva probleme i prosljeđuje ih na odgovarajuću razinu,
- uporabljuje modele za brzo rješavanje problema,
- koristi odluke iz baza podataka

Važnost ljudskih čimbenika prepoznata je i u menadžeru proizvoda koji pruža kontinuitet, odgovornost i vjerodostojnost za uspjeh proizvoda. On s jedne strane djeluje integrirajući i koordinirajući razne funkcije LKE-a, kao neophodnog stručnjaka koji doprinosi osiguranju kontinuiteta proizvodnje bez pogrešne izvedbe. U njihovim je angažmanima prepoznat angažman djelatnog tima. Menadžer proizvoda je odgovoran za uspjeh proizvoda i kao tumač inženjerima znanja, mora misliti na rezultate i procese ali oslanjajući se na pomoć od strane tehnoloških unaprjeđenja. U toj konstataciji leži činjenica kako je u svim

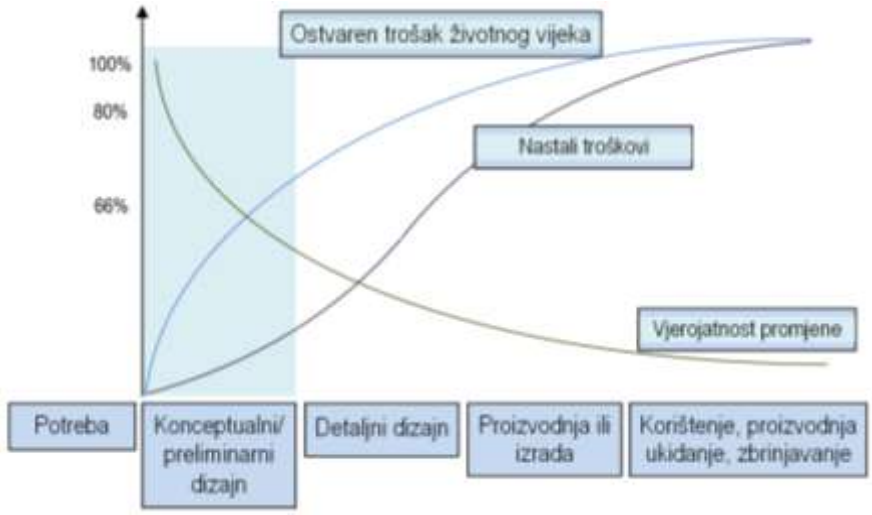
tim aktivnostima prepoznata neizostavna inženjerska funkcija i to pravog, LKE, stručnjaka koji se povezuje s modernom politehnikom.
Od samog početka u ranom razvoju projekta pa sve kroz "životni vijek proizvoda", spomenuti timovi čiji su članovi LKE, agresivno koriste razna istraživanja, eksperimente (pokuse), simulacije, modele, prototipove i na taj način agresivno stječu znanja. Takva specijalistička znanja su i procesne vještine, tehnička znanja, istraživačka znanja i ona se kroz praksu pretaču u sposobnost za mentorstvo. Kroz planiranje unaprijed smanjuju se tehnički i programski rizici i povećavaju baze znanja koje omogućuju bolji izbor finalnog proizvoda. Konačni izbori po pitanju dizajna u ranim fazama razvoja proizvoda imaju velike posljedice kada su izrađeni s minimalnim informacijama. Iz tog se razloga gospodarenje, upravljanje, sustavom proizvodnje svodi na planiranje unaprijed kojim je moguće učinkovitije gospodariti sustavom vrijednosti jer su dostupne mnoge metode koje je potrebno primijeniti za prepoznavanje, a to su:

- raspoloživa baza s više raspoloživih dizajna za izbor,
- spoznajna teorija rizika,
- prepoznavanje prilika i mogućnosti s dostupnim alternativama,
- timsko pravovremeno razjašnjenje stvarnih potreba kupca,
- rasprave da se utvrdi stvarni cilj projekta,
- točni i precizni zahtjevi koje je na proizvod postavio kupac.

Planiranjem unaprijed istraživanja urađena prije ulaska u projekt mogu osigurati tehničku i poslovnu isplativost. Cilj gospodarenja sustavom vrijednosti realno se oslanja na tehnološki razvoj i procjenu ozbiljnosti (zrelosti) za uvođenje. Same tehnologije mogu, naročito ako se uzme u obzir vrijeme razvoja tome u mnogo čemu pridonijeti. Stvaranje specijaliziranog poslovnog standarda kao dijela programa koji može osigurati stabilnost i učinkovitost procesa zahtijeva potrebne sposobnosti i vještine angažiranog tima a rad koncentriran na krajnjeg korisnika zahtijeva postavljanje temeljenog dizajna (engl. - *Set-Based*

Dogodign – SBD), koji dolazi do izražaja, kako u samom početku tako i u kasnijim fazama projekta.

Taj temeljeni dizajn također zahtijeva formiranje baze podataka za analizu ustupaka (kompromisa), formiranje kriterija dizajna, i istraživanje puteva napretka koristeći tehnike istraživanja prostora tržišta. Na temelju potreba kroz sve definirane faze prate se nastali troškovi, vjerojatnost promjene i ostvareni trošak kroz životni vijek proizvoda, Slika 39.



Slika 39. Formiranje baze podataka u životnom ciklusu proizvoda

Orijentacijom prema kupcu, utvrđuje se koje je ključno znanje potrebno za sustav gospodarenja proizvodnjom. Postavlja se iniciranje uspostave uspješnog i kompletnog sustava vrijednosti, postavljanjem učinkovite suradnje u kojoj je ključan doprinos u nadogradnji znanja u kojoj sudjeluju svi ljudski čimbenici. Dobra početna razrada na razini studije je važna za odabir početnog SBD-a. Uspješne tvrtke koje su implementirale tehnološke inovacije kroz svoje su studije preporučile neke savjete koji se mogu prihvatiti kao univerzalni. Ti su savjeti upravo gospodarenje sustavom vrijednosti planiranjem unaprijed:

- Razumijevanje alternativa, kompromisa, i rizika su jamstvo optimalnog rješenja.
- Modeli orijentirani prema kupcu moraju biti pouzdani s najmanje pogrešaka u rješenju.
- Najčešće, jednostavni pristupi, (razjašnjenje potreba kupca) su i najjači.
- Stjecanje znanja orijentiranog na krajnjeg kupca najkorisniji je alat potreba.

3.7.1. CJELOKUPNOST SUSTAVA VRIJEDNOSTI U LEAN INŽENEJRSTVU

S obzirom na razmatranu implementaciju IS kao tehnoloških inovacija u prvom se redu misli na angažman cjelokupnog tima koji započinje njihov razvoj za aplikativnu uporabu. Taj angažirani tim uzima u obzir sve relevantne parametre pa tako i ukupnu vrijednost proizvoda. Tu se poziva na raspoložive baze podataka iz kojih se prati kroz kompletni životni vijek proizvoda, njegov početni razvoj od ideje do proizvodnje. U obzir se uzimaju i sve druge relevantne baze podataka kao što su: nedostaci i problemi koji su rezultirali odbacivanjem proizvoda i napuštanjem te proizvodnje te pokrenule novi razvoj i integrirani pristup za definiranje novog proizvoda, realizaciju, isporuku i servisnu potporu. Cjelokupni pregled iz baze relevantnih podataka analizira se kroz mapu tijeka vrijednosti (*engl. - Value Stream Map* - VSM). VSM se temelji na stvarno obavljenom radu i konkretnom rezultatu, (ne odnosi se na parcijalne specifikacije ili planove koji nisu zaživjeli).

Razvoj i inženjerstvo, (termin koji se izjednačuje s inženjeringom), su aktivnosti koje je vrlo često teško vizualizirati zato što sam razvojni rad i inženjerstvo/inženjering kao angažman nije vidljiv. Primjerice, donošenje odluka na temelju spoznaja proizišlih iz obrada kognitivne kibernetike. Ipak, vizualizacija je jako potrebna jer je ona moćan alat za razumijevanje trenutnih faza u nekom procesu, a razumijevanje procesa je prvi korak za njegovo unapređivanja.

Tehnološke promjene, na razini implementacije inventivnosti moguće je postići onda kada ljudi koji obavljaju svaki svoj dio posla u proizvodnji, surađuju zajedno ali i surađuju sa stručnjacima za upravljanje. Na taj način zajednički mapiraju proces od početka do kraja, započinjujući ga vizijom i idejom a nastavljajući ga i sljedeći utjecajem na razvoj proizvoda ili usluge do zajedničkog uspjeha.

Mapiranje ukazuje na potrebne zadaće, donošenje odluka, akceptiranje potreba zaliha, čekanja, kontrolu tijekova i sve utjecajne parametre do uključujući transporta i dostave, i sve se grafički prikazuje.
Podaci poput vremena, primarne kvalitete, korištenih resursa i zaliha ili reda se prikupljaju i bilježe u mapu. Često je potrebno prikupiti ili procijeniti takve podatke oslanjajući se na iskustvo ljudi koji zajedno rade. Provode se jednostavne analize za razumijevanje vremenskog ciklusa, postotka dodane vrijednosti, vremena, postotka vremena čekanja, čistih gubitaka, postotka vremena koje ne donosi dodanu vrijednost (konfiguriranje, koordinacija...)
Kompleksnije analize koje provode LKE, su potrebne za razumijevanje učinka ponovljenog rada, uskih grla i sl., uključujući i njihov učinak na kapacitet. Problemi ili kritična mjesta se bilježe u svrhu završetka trenutnog stanja VSM-a. Buduća stanja VSM-a, se kreiraju da bi prikazala kako će se proces mijenjati s Lean **intervencijama** a to pomaže u odabiru poboljšanja.

Idealno stanje VSM-a, također se može uporabiti kao alat za „bombardiranje idejama“ (engl - *brainstorming*) za zamišljanje procesa sa savršenim tijekom i bez gubitaka. Može se koristiti i kao alat za komunikaciju i raspravu problema, te kompromisno pronalaženje rješenja. LKE kao stručnjaci i kao tehnolozi evoluiranjem i transformacijom procesa koji moraju dobro poznavati, mogu svako stanje mape tijeka vrijednosti redovito ažurirati da prati stvarni napredak.
Mapiranje odnosno stvaranje, ažuriranje i oslanjanje na mape tijeka vrijednosti upućuje na inovacije tehnoloških promjena. U profitabilnim

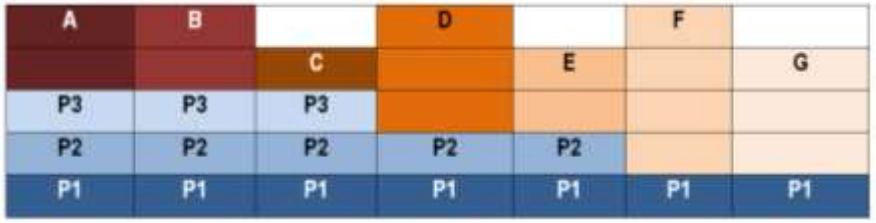
tvrtkama koje imaju kreirane vlastite baze podataka mogu iz njih selektirati podloge za savjete pri kreiranju budućih baza znanja i primjene ekspertnih sustava. Na taj način profilirani su savjeti za ostvarivanje sustava vrijednosti koji je konačan rezultat tehnološke promjene. LKE koji su kreatori mapiranja ukazuje na potrebu:

- Zadržavanja jednostavnost u prezentnosti, (složeni simboli dizajnirani za tvorničke mape tijeka vrijednosti ne mapiraju dobro razvojne i inženjerske procese).
- Utvrđenog stvaranja rada, na stvarnom radnom mjestu, sa stvarnim ljudima uključenim u rad.
- Utvrđivanja preciznog vremena kako transporta, tako i vremena čekanja, ne samo zadaća već i ulaznih podataka, (informacija). Vrijednost informacije se smanjuje čekanjem iste za obradu. Stoga je potrebno postaviti tu informaciju na listu kako bi se mogao nadzirati akumulirani posao u prosječnom vremenu čekanja.
- Utvrđivanja utjecajnih parametara i podataka koje je potrebno često procjenjivati. To je mnogo bolje od ne činjenja i često je iznenađujuće dobro.
- Na nižim razinama, pratiti uska grla i gubitke, na višim razinama, pratiti probleme transporta, komunikacijske probleme i kašnjenja.

LKE na temelju svog inženjerskog pristupa kreirali su konceptualne mape tijeka vrijednosti kao dvodimenzionalni prikaz kompleksnosti procesa u vremenu i prostoru. Tehnološke promjene u smislu uvođenja novih tehnologija LKE su uveli i u promjene shvaćanja poslovanja. Od info ploče izlaganje koncepata proširilo se na info zidove sobe čija je fenomenologija usmjerena na probuđivanje i znatiželju usmjerenu na pronalazak određenog smisla te samim time potiče na razmišljanje o smislu i okruženju unutar izloženog sadržaja.

3.8. Lean platforme proizvoda

Gospodarenje sustavom vrijednosti usmjereno je u proizvođačkim tvrtkama orijentacijom prema kupcu, krajnjem korisniku. Za ta usmjerenja potrebna su određena vizionarska predviđanja koja uključuju obradu više istorodnih proizvoda. Kako bi se za više pojedinačnih proizvoda, (skupina proizvoda) koristio zajednički set funkcija ponovnim korištenjem nekih zajedničkih elemenata potrebna je izgradnja baza proizvoda, po konceptu ekspertnog sustava, (baza podataka). Takva baza predstavlja tzv. "Platformu proizvoda", Slika 40.



Slika 40. Koncept izgradnje različitih proizvoda pomoću "Platformi proizvoda"

P1,P2 i P3 = platforme proizvoda,
(P1 = platforma proizvoda korištena je za razvoj platformi P2 i P3)
A, B, C, D, E, F i G = grupe proizvoda proizvedene na platformama proizvoda P1-P3
F i G = grupa proizvoda - proizvedene na platformi P1
D i E = grupe proizvoda - proizvedene na platformama proizvoda P1 i P2
A, N i C = grupe proizvoda - proizvedene na platformama proizvoda = P1, P2 i P3
Razvijajući proizvode oko stvorene platforme, razvija se i novi put koji osigurava ponovno korištenje utvrđenog potrebnog znanja i stečenih vještina. Ponovno oslonjeno na ekspertni sustav kreiranjem baze podataka i njenim obradama stvaraju se baze znanja. Adekvatnom

razradom i primjenom, LKE implementacijom u proizvodnji, postižu učinkovitost, unaprjeđenje i racionalizaciju i to na temelju:

- kraćeg vremena lansiranja proizvoda na tržište,
- smanjenja troškova novih istraživanja i razvoja te troškova proizvodnje,
- poticanja novih inovacija,
- bolje pokrivenosti kroz različite segmente tržišta,
- većeg efekta za kupca zbog manjih troškova čekanja.

Razvoj platforme u cjelini, ali i kao dijela jedne tehnološke inovacije koja mora funkcionirati u cilju uspostavljanja novog univerzalnog programa proizvodnje, u rukama je i vođena je od strane menadžera proizvoda. U njima prepoznati ljudski čimbenici, koji djeluju u timu, u suradničkom ozračju zajednički stječu novo znanje. Njihov inženjerski pristup mora biti integriran tako da se brzo može adaptirati i na nove aplikacije koje su specifične kako za pojedinog kupca tako i orijentacijom na druga tržišta. Takav inženjerski pristup stvara znanja na osnovama koje su prihvaćene kao Lean **inženjerski model**, (engl. - *Lean engineering model* LEM), koji omogućuje učenje kroz sam pristup kreiranja platforme kognitivnom kibernetikom.

Učenje se postiže i kroz nastavak razvoja platforme proizvoda. Uvijek kada je platformska funkcija iskorištena više puta postoji i vjerojatnost da se ponovno koristi i pojedini element, bilo za potrebe nekog proizvoda bilo za potrebe procesa. Takvim pristupom parametri učestalosti, varijabilnosti, i ponovnog iskorištavanja, (bazirano na znanju), omogućuju kod svih organizacijskih cjelina, na svim razinama i u svim fazama samokreaciju budućeg razvoja.

Znanje postignuto takvim pristupom između ostalog, osigurava:
Učinkovitu suradnju kroz sve discipline i pomaže preciznom definiranju platforme i razumijevanju i adresiranju sučelja proizvoda i problema integracije.

Discipliniran odnos i dobivanje povratnih informacija od kupca koji je prihvatio poboljšanu ili novu komponentu ili cjelokupni uređaj, sklop ili sustav koji pridonosi odluci za unaprjeđenje platforme.
Jednom stvorena a kontinuirano unaprjeđivana platforma uključuje kreiranje novih proizvoda, njihovu novu arhitekturu, proizvodnu tehnologiju, standardna sučelja, novi pristup u odnosima s partnerima i dobavljačima. U smislu proizvodnog i razvojnog menadžmenta i tehničkih mogućnosti to je izazov za nove brendove modula, tehnologija, procesa, proizvoda i portfelja. Broj novih varijanti i stupanj prilagodbe povezanih s pojedinim platformama i kroz cjelokupni portfelj proizvoda generira sam sebe kroz prepoznat zahtjev proizvoda i proizvodnje.
Jedna od razrada prikazuje pristup kroz sedam koraka modularnog sustava razmještaja unutar kreacije platformi, Slika 41.



Slika 41. Razvoj modularnog sustava razmještaja unutar kreacije platformi

Razvoj platforme kako u cjelini, ali i kao dijela jedne tehnološke inovacije u kombinaciji sa sastavnim dijelom planiranja unaprijed, podrazumijeva kreacije portfelja proizvoda i usklađenja strategija proizvoda s prilikama na tržištu. To je moguće postići učinkovitom timskom suradnjom, definiranom strukturom SBD-a i proizvoda kojeg obilježavaju dva prepoznata prateća efekta:

- pouzdani procesi s nultom tolerancijom pogrešaka, (engl. - *Reliable and Zero-Defect Prosesses,* RZDP) i
- izgradnja ekspertnosti (engl. - *Build Up of Experties,* BUE).

Ti su efekti postignuti jer su platforme produžetak poslovnih strategija. Zbog toga one moraju biti diktirane od strane poslovnog rukovodstva (menadžmenta) koji moraju biti eksperti. Unaprijed poznani troškovi pripremaju se za razvoj platformi koje će se koristiti za više od jednokratnog planiranja proizvodnje i proizvoda, a ti će se rashodi kasnije isplatiti kod proizvodnje budućih novih proizvoda na istoj platformi. Iz tog je razloga potrebno nastojati prepoznati razvoje različitih platformi:

- platforma razvoja jednakih proizvoda,
- platforma razvoja drugačijih proizvoda,
- platforme održavanja.

Orijentacija na kupca mora biti uvijek na prvome mjestu pa se SBD unaprjeđuje s višestrukim opcijama. Višestrukost i raznolikost dizajna se razmatra i provodi kroz iterativne razvojne procese sve dok se ne kreira baza podataka u kojoj je sakupljeno dovoljno informacija iz kojih se može izvući dobro potkrijepljena selekcija. Selekcija je u stvari mehanizam zaključivanja kojim se dođe do optimalnog izbora. Izbori dizajna koji su u početku bili odabrani bez mehanizma zaključivanja u ranim fazama razvojnog procesa, bez adekvatnih i relevantnih informacija kasnije su izazvali velike probleme koji su na kraju bili jako skupi jer se potrošilo mnogo vremena kako bi se kasnije u procesu dorade ispravili. Tu je do izražaja došlo pravo razumijevanje funkcioniranja ekspertnog sustava.

Adekvatni mehanizam zaključivanja, kao dio ekspertnog sustava izborom iz baze podataka s usporedbom baze znanja polučuje konačne efekte:

- Široki izbor različitih koncepata proizvoda koji su razmotreni na samom početku procesa, selektiran je i prenesen u podskup idejnog dizajna.
- Dizajni koji su preuzeti iz idejnog usmjeravaju se prema izvedbenom dizajnu kroz prototip koji se testira kroz proces simuliranog proizvodnog inženjeringa.

- Planirana periodička procjena performansi i troškova rezultira punjenjem baza znanja i kako raste znanje (dolazi iz novih spoznaja novo znanje) eliminiraju se nepoželjni dizajni.
- Finalna selekcija se radi samo onda kada su potrebe korisnika, troškovi, zrelost tehnologije, povezanost s ostalim dijelovima dizajna, itd. u dovoljnoj mjeri razumljivi.

Koliko je dizajna mehanizmom zaključivanja razmotreno iz platforme proizvoda usmjerene na kupca, i koliko je procesa dizajna trebalo biti provedeno ovisi o čimbenicima kao što su:

- trošak svakog koraka dizajna,
- nepodudarnosti u tehnologijama i finalnim performansama,
- osjetljivost na efekte sustavne integracije,
- važnost percipiranja vrijednosti proizvoda.

3.9. Lean primjeri implementacije

3.9.1. PRIMJERI TEHNOLOŠKIH INOVACIJA U STUDIJAMA

Čitav niz studija slučajeva pokazale su pozitivne primjere kako je inženjerski pristup prihvaćen kao Lean **inženjerski model**, (engl. *Lean engineering model* - LEM), omogućio učenje kroz tehnološke inovacije kognitivnom kibernetikom. LEM kao koncept primijenjen u organizacijama kroz razvoj i inženjering pridonosi uspješnosti tvrtkama. Područje aktivnosti primjenom LEM jedinstveni je izazov s kojim se organizacija mora suočiti, budući njegov razvoj zahtijeva jako puno detalja i ulaganje velikog truda za suočavanje s izazovima. LKE su utjelovili duh LEM-a prilikom usredotočenja na stvaranje vrijednosti, identificiranjem i uklanjanjem gubitaka, angažiranjem svih sposobnosti radne snage za rješavanje problema, te uživanjem koristi u različitim područjima kao rezultatu svojih ostvarenja.
Studije slučajeva su odabrane tako da obuhvate raznoliki raspon situacija i prikažu primjenu LEM-a, kao i njihovu snagu i prilagodljivost različitim

izazovima. Svi poslovni sektori uspješnih tvrtki predstavljaju različite primjere, koji pokrivaju široki opseg načina i rješenja za suočavanje s izazovima. Mnogi od njih se izvode u kontinuitetu kao LEM za daljnji napredak i pronalazak novih prilika za poboljšanja u procesu evolucije tvrtke.
Studije slučajeva slijede obrazac koji se temelji na logici iz kognitivne kibernetike koja uključuje razvojne solucije ljudskih čimbenika i tržišta. Inovativnom rješavanju se pristupa na osnovama kaptološke integracije provedbom intervjua kao kod kreacije baze znanja ekspertnog sustava.

Pitanja za intervju provedbe uvođenja tehnoloških inovacija:

Što je učinjeno?
Zašto je bilo potrebno to učiniti ?
Kako je to postignuto, (uključujući specifične korake) ?
Koje su poveznice, (identificiranje aktivnosti LM-om) ?
Koji su ishodi (rezultati primjene LM-a) ?
Koji su savjeti za implementaciju, (gdje je još moguća primjena LM)?

Primjeri analiziranih studija slučajeva su:
Sektor zdravstvene zaštite,
Projekti u razvoju energetskog sektora,
Sektor infrastrukture i gradova,
Industrijski sektor.

Studija slučaja - Sektor zdravstvene zaštite

Primjer ove studije pokazuje proces ubrzavanja vremenskog ciklusa razvoja. Dijagnostika u zdravstvu uznapredovala je intenzivnim razvojem. Razvoj procesa prema LEM-u uključio je uravnotežena sučelja, smanjio opterećenja poboljšanjem razmjena znanja i komunikaciju. Rezultat je bio značajno smanjenje vremena u razvoju proizvoda za koji je bio definiran vremenski ciklus. Primjer je kasnije našao primjenu ne samo kod parcijalnih, (diskretnih), industrijskih procesa, već i kod kontinuiranih industrijskih procesa.

Srednje vrijeme razvoja dugo se uspoređivalo s unutarnjim i vanjskim konkurentima, dok su se povećavali zahtjevi kupaca i regulatornih tijela. Niti jedan projekt razvoja proizvoda nije bio u skladu s planiranim proračunom i rokovima. Gubilo se mnogo vremena i resursa na sučeljima između odjela zbog neadekvatnog opterećenja. To je rezultiralo s manje proizvoda po višoj cijeni koji su izlazili na tržište, smanjujući poslovnu konkurentnost i financijsku dobit. Razvojni timovi pristupili su provoditi mapiranja tijeka vrijednosti i proveli su analize razvojnih procesa do konačne proizvodnje.
U konkretnom slučaju identificirali su različite gubitke u svakoj od analiziranih 8 kategorija. Analiza tijeka vrijednosti sadržavala je 15 mjerenja, koja su omogućila smanjenje vremena razvoja proizvoda nakon implementacije. U 10 glavnih i mjerljivih kvantitativnih utjecaja, (radilo se o vremenskom ciklusu koji je sniman u laboratoriju), nakon LEM implementacije postignuto je smanjenje 5 vremenskih ciklusa koji su rezultirali ukupnom uštedom u proizvodnji od 4 mjeseca. Implementiranje LM - planiranja doprinos u smanjenju vremena na projektu postignut je korištenjem vizualnog upravljanja za poboljšanje pouzdanosti, poticanje timskog duha i vidljivosti aktivnosti tijekom provedbe projekta. Otvaranjem LEM - razvojne mrežne stranice za poboljšanje komunikacije i pristupa LM metodama i alatima, doprinos u razvoju utjecao je i na osposobljavanje educiranih koji su stekli nove potrebne vještine i podržali nove pristupe procesima u radu.

Studija slučaja - Razvoj motora u tehničkom sektoru
Nesigurnost u radnom djelokrugu, zahtjevima, raspoloživosti resursa, vremenu pristizanja informacija i tehničkim i programskim rizicima otežavaju planiranje razvoja proizvoda. Studija pokazuje na primjeru plinske turbine provedeno mapiranje kao strategiju za učinkovitiji rad u spomenutom okruženju. U okruženju s više istovremenih projekata postoje mnoge poznate poteškoće koje se nazivaju „patologije posla“, a imaju i svoje opisne nazive kao što su:

1. **Parkinsonov zakon – P1**, (kod njega se posao proširuje do te mjere da ispuni sve raspoloživo vrijeme).
2. **Sindrom studenta – P2**, (ozbiljnije se pristupa poslu kako se približava krajnji rok).
3. **Murphyjev zakon – P3**, (najčešće se događaju problemi kada se već nešto krivo dogodi).
4. **Branje trešanja – P4**, (u nestrukturiranom okruženju više zadaća u radu zaposlenika koji nemaju prioritete i gube vrijeme radeći malo jedno, malo drugo).

Od poslovne jedinice se zahtijeva da korištenjem LM programa upravlja i reorganizira rad kako bi se izbjegle navedene poznate patologije. Visok stupanj nesigurnosti zahtijeva uporabu ciklusa brzog učenja i načela sinkroniziranih operacija za koordinaciju rada kako bi se razvila metoda koja može iskoristiti ideje iz sustava razvoja programa koji se usredotočuje na dobro definirane timove koji zajednički rade na nizu projekata. Metoda je je razvijena kao obrazac po kojem se sudjeluje po smislu i to na način da se raščlani ukupni zaostatak u segmente koje je moguće završiti u razumnom vremenu i koji vode k poboljšanjima proizvoda ili drugih povezanih izlaza. Spomenuti segmenti se opisuju kao zadaci koje je potrebno završiti u najkraćem mogućem vremenu ne obazirući se na zadani fiksirani krajnji rok.

To se postiže metodom odabira malih timova zaposlenika koji neće imati drugog posla niti biti angažirani na drugim zadacima. Pred njih se postavljaju prioriteti tzv. pod-zadataka za koje je bitno da svatko treba znati što je za njega najvažnije u svako vrijeme. Za takvu operabilnost nužno je održavati brze dnevne sastanke – tzv. sastanke „s nogu“. Njima se postiže sinkronizacija i izbjegava proširenje posla za ispunjavanje raspoloživog vremena i eliminiraju se patologije kao što je za ovaj slučaj karakteristična (Patologija – P2 - sindrom studenta).

Završene zadatke je potrebno realno ocijeniti kako bi se osigurala njihova integracija u cjelokupni projekt, te za pohranjivanje naučenog za izvođenje sljedećeg niza zadataka, Slika 42.



Slika 42. Raščlamba izvedivosti zadatka dodijeljenog usredotočenim timovima

Organizacija se radikalno modificira za podržavanje novih radnih procesa. Sustav upravljanja proizvodom promovira izravnu komunikaciju s integracijom performansi što izbjegava nesporazume oko zahtjeva kupaca. Integracija performansi izravno vodi posao s raznovrsnim timovima za oblikovanje modela performansi, te za održavanje i optimiziranje istog. Projektom se upravlja praćenjem ključnih artefakata: cjelokupni zaostatak proizvoda, zaostatak u zadacima i dnevni napredak kao zapis u sustavu vizualnog upravljanja. Uloge i odgovornosti timova su pažljivo određene: timovi za performanse su odgovorni za dnevni napredak; performanse i integraciju modula integracije.
Poveznice kod metoda implementiranja načela Lean u programe upravljanja uključuju sustav brzog učenja i sinkroniziranih operacije. Vizualno upravljanje se koristi za praćenje duha napretka i uočavanje razine zaostataka. Postavljanje, nadgledanje i poboljšavanje metode zahtijeva stalna poboljšanja.

Konkretan efekt za ovaj posao pokazao je kako je implementacija LEM rezultirala sa 75 % smanjenjem vremena do tržišta. Postignuto je više umjerenih dobitaka u vremenu razvoja od 25 – 35 %. Kvaliteta se povećala i samim uklanjanjem gubitaka u vremenu potrebnom za transport, a efekti su postignuti i na temelju češće i sustavatičnije komunikacije, baš zahvaljujući održavanju brzih dnevnih sastanaka „s nogu“. Iz proizišlih efekata korisno je akceptirati i neke savjete kao što su:

1. Vremenske rokove je potrebno pažljivo odabrati kako bi bili kompatibilni s prirodom posla.
2. Potrebno je povremeno biti analitično znatiželjan, (ako nešto zahtijeva mjesece u predviđenom procesu ne znači da je to i uistinu potrebno vremensko razdoblje.
4. Stvarna implementacija treba slijediti načela stalnog napretka, (može se dobro učiti iz probnih implementacija za usklađivanje zadataka i dnevnog planiranja rokova, članova tima i kontroliranje zaostataka i zaliha).
5. Zaključci po kojima metoda brzo ukaže na probleme s kapacitetom, (ukoliko postoje uska grla, resurse treba pojačati, rasteretiti ili ih učiniti učinkovitijima kroz druge LEM inovacije.

Studija slučaja - Integrirani razvoj softvera/hardvera

Primjer obrađuje grupu za automatizaciju u energetici koja je počela poboljšavati razvojni proces elektroničkih uređaja korištenjem LEM načela. Organizacija je uspješno primijenila LEM načela za razvoj softvera, te ih je željela proširiti i na razvoj uređaja. Glavni je cilj bio smanjiti vrijeme do plasiranja proizvoda na tržište, kao i smanjenje cijene proizvoda. Za suočavanje s problemima razvoja složenog sustava, razvijen je inovativni, ali i prilagodljiv pristup za stvaranje plana programa koji je oslonjen na prijašnje vlastito iskustvo. Modificiran je set LEM načela koji su uspješno korišteni u razvoju softvera (i koji su njihovim zaposlenicima bili poznati). Ta su načela primijenili i kod rješavanja problema s hardverom ali i u integraciji. Poduzeli su sljedeće korake:

1. Postavili su i usuglasili jasan cilj i za njega odredili angažman.
2. Iskoristili su načela implementacije LEM politike s jasnim ciljem kojim su ostvarili skraćenje vremena plasmana proizvoda na tržište za 30%.
3. Za postizanje spomenutog cilja zatražili su pomoć i od predstavnika iz cjelokupnog lanca vrijednosti.

4. Formirali su tim koji je uključivao predstavnike iz proizvodnje i nabave.
5. Usuglasili su način komunikacije i strategiju za jasnu i učinkovitu suradnju.

Predradnje su bile neophodne. Tim je koristio trodnevne radionice za stvaranje i analizu mape tijeka vrijednosti. Reprezentativni razvoj projekta je detaljno analiziran. Identificiran je bio i potencijal za poboljšanja da bi se iskoristio kao baza za mapiranje novog procesa. Proces je preuređen kako bi se kreirao novi „standardni" proces s jasnim isporukama, vremenskim planom i odgovornostima. Uloge zaposlenika kao i članova vodećeg tima bile su određene i često su mijenjane s obzirom na trenutno stanje. Alati vizualnog upravljanja su korišteni za uklanjanje uskih grla u komunikaciji i za pojednostavljenje izvješćivanja.

Iako je standardni proces bio osmišljen kao univerzalni predložak, primjena na svaki budući, zahtijevao je doradu čak i do razine novog razvojnog procesa za implementaciju kao prilagodbu. Na svakom su se zahtjevnijem projektu, čim bi se ukazala potreba, trenutno izvodila poboljšanja. Rezultat toga su bile informacije spremljene u bazu podataka za sljedeće korake budućih ciklusa predviđenih za stalna poboljšanja. Poboljšanja su pratila prilagodbe, izmjene ili dodatke ovisno prema potrebama kako bi se ostvarili ciljevi smanjenja vremena. Nakon što bi se postigli ciljevi, drugi krug poboljšanja usmjeravan je na smanjenje cijene proizvoda i uklanjanje problema integracije hardvera/softvera.
Ciljevi su bili jasni i jednostavni. Ambiciozni vremenski plan tjerao je promjene prema naprijed, te osigurao brze povratne informacije o uspjehu, neuspjehu ili potrebi za modifikacijom poboljšanja.

Studija slučaja - Modeliranje elektroničkog sustava
Znakovit je primjer sustava industrijske automatizacije u industrijskom sektoru. Uspostavljanje modeliranja po načelu LEM za elektronički sustav za koji je potrebno dizajnirati specifične primjene integriranih

krugova kako bi se spriječile skupe promjene u kasnijim fazama. Jedna je od LEM kreacija virtualnih prototipova sustava ciljeva koji omogućuju zajedničko dizajniranje i ocjenjivanje hardvera i softvera u virtualnom okruženju. To smanjuje vrijeme do plasmana na tržište.

Dizajn novih integriranih krugova je sve složeniji jer zahtijeva mnogo međuovisnosti kako između elemenata hardvera tako i softvera. To sve povećava vjerojatnost dugačkih procesa već i onako opetovanih radnih postupaka prilikom dizajna. U takvim slučajevima nije moguće procijeniti sve specifikacije i ne mogu se prepoznati svi nesporazumi i prazan hod u pretpostavkama dizajna. Razvoj softvera uvijek započinje dosta kasnije u odnosu na hardver. Ocjenjivanje implementacije softvera u hardver nije moguće prije poznate i zahtijevane potrebne konfiguracije od strane korisnika. Za to je potrebna izrada prvo prototipa, a implementacija se radi tek u kasnijim fazama razvoja. S vremenom, učinkovitim razvojem dizajniranja i integracijom hardvera/softvera kako bi se udovoljilo zahtjevima korisnika uz uzastopne promjene koje započinju relativno kasno dolazi do povećanja cijene razvoja i nastupa rizik zbog nepoštivanja rokova. I za rješavanje toga slučaja korisno je mapranje tijeka vrijednosti.

Identifikacijom područja problema i korijenskih uzroka zbog dugog vremena razvoja kao i dugačke petlje ponovljenog rada i međusobne ovisnosti, moguće je prepoznati u nizu već prethodno izvedivih procesa koji su prepoznati kao prilike za veću konkurentnost u razvoju i kao prioriteti za poboljšanje. Kod ideja i specifikacije faza gdje se odluke temelje na iskustvu, pretpostavkama, dokumentima i crtežima, potrebno je razmotriti stvaranje funkcionalnog modela koji sadrži i koristi to znanje za stvaranje činjenica koje pomažu u donošenju odluka.

U ovom primjeru cilj je dobiti funkcionalno ispravan apstraktni model koji nudi veliku brzinu simulacije kako bi omogućio brzo eksperimentiranje.

Ravnoteža koja se ostvaruje između dva poželjna, ali nekompatibilna obilježja u stvari je kompromis, balansiranje, ustupak, (engl.- *Trade-Off Studie* - ToS).

Moguće su različite razine točnosti/apstrakcije modela:

- LT: (engl. - *Loosely Timed*), slobodnije postavljen (manja točnost, brže simulacije),
- AT: (engl. - *Aproksimately Timed*), približno postavljen (prilično precizan, sporije simulacije).

Osim hardvera uz korištenje LEM-a profiliran je puno bolji virtualni programer „firmwera" – (engl. – *Firmware* - FW). To je u stvari pohranjeni stalni softver koji je programiran u memoriju kao operativni algoritamski alat samo za čitanje. Njegova je prednost mnogo bolje otklanjanje nepravilnosti nego kod rada na stvarnom integriranom krugu.

- Modeli omogućuju potpuni uvid u sve kritične značajke i elemente sustava (npr. unutarnji čvorovi, registri, memorija...).
- Lomna točka se može postaviti u hardveru ili u firmware-u. I hardver i firmware se zaustavljaju na lomnoj točci.

Na taj se način uspostavlja tijek razvojnih odluka između različiti funkcionalnih i tehnoloških disciplina.

Studija slučaja - Osiguranje kontinuiteta u razvoju sustava

Primjer kontinuiteta u razvoja standardiziranih pristupa za projekte omogućuje napredovanje projekta od početka sustavatičnim rafiniranjem i smanjenjem početnih zahtjeva na razine sustava prije daljnjeg raspoređivanja na složenije tehničke zahtjeve.

Broj zahtjeva za razvoj projekata sustava uvijek je u početku veći od onog što se praktično može implementirati. Stoga je potrebno osigurati protijek razvoja sustava primjenom LEM na sljedeći način:

- realno prepoznati zahtjeve sustava,
- grupirati više zahtjeva u manje, upravljivije grupe,
- zahtjeve visokih razina dodatno analizirati i detaljno raspraviti,

- što je ranije moguće u suradnji s istraživanjem i razvojem, (engl. *Research and Development* R&D) identificirati i ukloniti „zahtjeve visoke razine“ koji su nerealni za implementaciju u projekt,
- jasno rangirati zahtjeve sustava ovisno o orijentaciji,
- koristiti rangiranje umjesto prioriteta,
- definirati predaju zahtjeva za sustav kao fazu, ne kao konačni rezultat u vremenu,
- utvrditi stanje sveobuhvatnih, smanjenih i rangiranih zahtjeva sustava,
- potvrditi zahtjeve s razvojnim inženjerima za postizanje sinkroniziranih operacija,
- planirati tehnološka ispitivanja u svrhu smanjenja rizika i nesigurnosti u pojedinim fazama.

Navedeni primjeri iz studija slučajeva potvrđuju aktivnosti dostignute LEM razvoja u inženjerskoj zajednici kao bitan primjer prakse. U velikom broju uspješnih tvrtki područje LM aktivnosti već postoji u različitim domenama i operacijama. Kognitivna kibernetika u budućnosti, taj radni okvir, LEM aktivnosti smatra standardnim radnim okvirom jer omogućuje bolje koordinirane aktivnosti kroz različita područja unutar uspješnih tvrtki. Ovaj oblik omogućuje preliminarni pregled integracije ovih raznovrsnih područja aktivnosti u ujedinjen radni okvir i budućу viziju zajedničkog rada definiranog načelima kognitivne kibernetike.

Uspješne tvrtke sebe već smatraju LEM zajednicama koje stalno povećavaju učinkovitost i sposobne su služiti kao primjeri ali i same dalje učiti kako bi mogle rasti i međusobno dijeliti iskustva, na području svog djelovanja, Slika 43.

KATEGORIJE	PODRUČJE DJELOVANJA		
VODEĆI PRINCIPI I STARTEGIJE	IZAZOVNA VIZIJA I VODEĆI PRINCIPI	LEAN STARTEGIJA IMPLEMENTACIJE	LEAN STARTEGIJA IMPLEMENTACIJE
ORIJENTACIJA PREMA KUPCU I PROCESU	ORIJENTACIJA PREMA KUPCU NA PRVOM		
	SINKRONIZIRANE OPERACIJE	LEAN TRANSFORMACIJA	
	POUZDAN PROCES S NULTOM STOPOM ZASTOJA	CJELOKUPNI LANAC VRIJEDNOSTI	
UPRAVLJANJE CILJEVIMA I PERFORMANSAMA	RAZVOJ LEAN NAČINA	VIZUALNO UPRAVLJANJE	
LJUDI I STALNA POBOLJŠANJA	OHRABRUJUĆE RUKOVODSTVO	STALNA POBOLJŠANJA	OTVORENA SURADNJA
	UPRAVLJANJE PROMJENAMA	IZGRADNJA STRUČNOSTI	KORPORATIVNA ODGOVORNOST

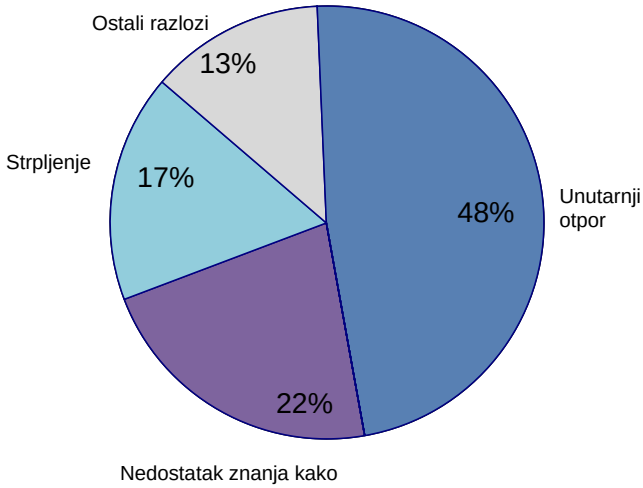
Slika 43. Sustav performansi područja aktivnosti u uspješnim tvrtkama

3.9.2. PREPREKE ZA LEAN IMPLEMENTACIJU I TRANSFORMACIJA POSLOVANJA

Prilikom pokušaja uspostave i implementacije Lean **prakse**, pojavljuju se mnoge prepreke, kao što su:

- otpor unutar same organizacije,
- nepostojanje zajedničkih koncepata za razumijevanje o provedbi i posljedicama implementacije,
- poteškoće oko usklađivanja struktura upravljanja i procesa s Lean poboljšanjima u načinu rada,
- prekomjeran pritisak unutar očekivanih rokova implementacije za postizanje uspjeha.

Za prevladavanje napora uloženog u promjene potrebno je mijenjanje navika. Čimbenici utjecaja mogu se procijeniti postotnim vrijednostima, Slika 44.



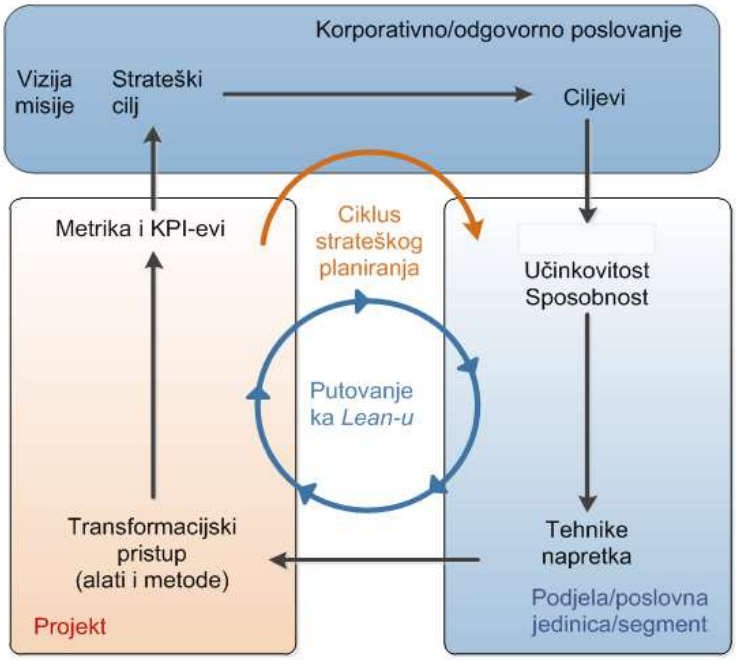
Slika 44. Faktori utjecaja na LEAN implementaciju

Prevladavanje prepreka moguć je na sljedeće načine:

- uspostavom hitnog i operabilnog djelovanja,
- pružanjem potpore za provedbu,
- predstavljanjem vizije budućeg stanja nakon promjene,
- argumentiranom komunikacijom o viziji sa svim sudionicima,
- uklanjanjem prepreka prema prihvaćanju vizije,
- uključivanjem identifikacije mjera za utjecaj na radnu kulturu od početka uvođenja,
- planiranjem i stvaranjem kratkoročnih ciljeva čiji je uspjeh naglašen isto kao uspješan primjer unutar poslovanja,
- proslavom uspjeha ali ne i preranim proglašavanjem pobjede,
- usklađivanjem promjena s postizanjem kulture kompanije.

Kako bi se prevladale prepreke za implementaciju LEM-a potrebna je ponekad i značajna transformacija složene organizacije. Put prema tehnološkom unaprjeđenju zahtijeva promišljeno i sustavatično povezivanje i usklađivanje procesa sa strateškom vizijom i lokalnim

aktivnostima za poboljšanje. Strateško planiranje ciklusa proizvodnje implementira poslovne ciljeve i precizira ih na temelju promjena performansi u svakoj aktivnoj i stvarnoj poslovnoj jedinici. Stalna poboljšanja povećavaju učinak. Učinkovitost i sposobnost poslovanja kroz projekte zahtijeva nužne identifikacije i ocjenjivanje. Za napredak ostvarivanja ukupnih ciljeva poslovanja tvrtke kao korporacije potreban je strateški, (planski) ciklus, Slika 45.



Slika 45. Implementacija LEAN-a u svrhu postizanja strateškog cilja

Skup neovisno definiranih aktivnosti usklađenih sa strateškim ciljevima ne mora uvijek rezultirati s LEM učinkovitim poslovanjem. Potrebno je sustavno ili na razini poslovanja uvesti široki opseg međusobno ovisnih poslovnih funkcija. Holistička analiza pomaže u identifikaciji načina kako bi sustav kao cjelina mogao najbolje zajedno funkcionirati. To kasnije pomaže identificiranju i postavljanju prioritetnih i specifičnih LEM poboljšanja. Projekti koji će vrlo vjerojatno uspješno rezultirati poslovnom transformacijom i postizanjem strateških ciljeva uz pomoć

Lean konzultanata mogu pomoći s holističkom analizom poslovanja. Lean aktivnosti i analize identificiraju raznolike mogućnosti za poboljšanje više razina unutar organizacije i prepoznaju – pojedince, male grupe, projektne timove i stručne timove inženjera znanja. Ukoliko se radi o velikim organizacijama s mnogo projekata, kroz cijelo poslovanje nužna je Lean organizacija koja mora ulagati napore koji se odnose ne na jednu ili na više razina. Način implementacije može se razlikovati za svaku od njih. Projekti na različitim razinama mogu biti komplementarni, ali i ne moraju biti u međusobnoj sinergiji ukoliko ne postoji određeni stupanj koordinacije unutar promjene projektnog portfelja, Slika 46.



Slika 46. LEAN projekt transformacije

Različita motivacija, dinamičnost i tipični ishodi projekta na svakoj od razina tretiraju se svaka na svoj način. Srž stalnih poboljšanja i istinskog LEM pristupa poslovanju je prisutna kao želja kod svih zaposlenika koji primjenjuju svoje vještine i sposobnosti za stalno poboljšanje operacija. Promjena može započeti poboljšanjem lokalnih zadataka od strane pojedinaca uključujući njihovu vlastitu radnu odgovornost. Vrijeme uloženo u spomenute napore kreće se u rasponu od nekoliko sati do više

dana. U zrelijim Lean sustavima promjene se događaju stalno. Može se istaknuti niz primjera kako je najuspješnija tehnološki inovirana japanska tvrtka u prosjeku godišnje uvodila u samom početku preko stotinu poboljšanja po zaposleniku. Primjeri su kasnije prihvaćeni kao entitet i metode za provedbu unaprjeđenja poslovanje:

a) „Alat **P-D-C-A**", poznat kao Demingov krug, (engl. *plan–do–check–act*) kontinuirana je provedba ciklusa koji je način rješavanja problema tretirao tako da je stalni napredak usredotočen na vlastite procese ili područje koje obrađuje pojedinac.

b) „Alat poznat kao **5S**", primjenjuje se za aplikaciju na radnom mjestu. Organizacija procesa na radnom mjestu, uključuje modificirane naputke kao što su: „Ispraviti" (engl. *Straighten*), „Razvrstati", (engl. - *Sort*), „Pročistiti" (engl - *Scrub*), „Standardizirati" (engl. -*Standardize*) i „Održati" (eng. - *Sustain*).

c) „Alat poznat kao **Lean Six Sigma**, Dogodign for Six Sigma" korišten je kao individualna promjena projekata i kao dio formaliziranog sustavnog alata za poboljšanja, (često se naziva „samo učini" (engl. - *Just go do* - Jgd)

Uvedene implementacije na nižoj razini uvode promjene na razini pojedinaca. One su atraktivne jer su najčešće jeftine i decentralizirane u provedbi. Također one mogu biti i temelj za izgradnju Lean kulture visokih performansi. Lean uvođenje na razini cijele tvrtke često započinje aktiviranjem i uvođenjem LEM pojedinačnih projekata. Organizacija treba postaviti očekivanja kako bi ljudi nastavili koristiti Lean alate uzastopno, standardiziranjem poboljšanog pristupa ili stanja nakon svakog poboljšanja. U istinskoj Lean kulturi sa stalnim poboljšanjima i visokim performansama, stariji voditelji upravljaju pružanjem vlastitog primjera, kao i izvršitelji na primjeru vlastitog rada,

jednako kao što služe kao učitelji i mentori za stalna poboljšanja i rješavanje problema.

Promjena projekta u glavnoj je ulozi kod mnogih programa Lean poboljšanja. Promjena projekata je potrebna ukoliko se opseg implementacije širi na više funkcija ili organizacija, te je potreban trud timova iz različitih područja. Ovisno o razmjeru, te promjene se mogu implementirati u različitim oblicima i s različitim vremenima trajanja. Trajanje može biti od dva do tri dana za jednostavnu operaciju, ciklus ili isporuku, pa do promjene projekta koji traje nekoliko mjeseci. Najčešće, procesi ili mapiranje tijeka vrijednosti i analize su prvi korak i način za ujedinjenje tima u razumijevanju trenutnih problema i mjesta gdje su potrebna poboljšanja.

Tipična promjena projekta sadrži sljedeće korake:

1. usredotočiti se na poboljšanje procesa iz portfelja prilika,
2. okupiti tim za promjene i održati početni sastanak,
3. osigurati podučavanje o osnovnim Lean načelima i promjeni vještina,
4. mapirati postojeći (trenutno stanje) proces i njegov sadržaj,
5. identificirati korake koje donose dodanu vrijednost, kao i one koji ne donose dodanu vrijednost uključujući gubitke i njihove korijenske uzroke,
6. mapirati optimalni (buduće stanje) proces bez gubitaka,
7. identificirati potrebne promjene i postaviti prioritete,
8. definirati plan promjena s odgovornošću i rokovima,
9. implementirati promjene, uključujući redovite sastanke za procjenu napretka,
10. sačuvati znanje i stabilizirati novi proces.

Savjeti za provedbu implementacije su relativno jednostavni. Uvođenje funkcije „**Agenta za promjene**“ može značajno smanjiti potrebno vrijeme i napor članova tima držeći ih usredotočenima, (usmjerenim) na promjenu. Provedbu mora kontrolirati glavni voditelj s ovlastima za

prevladavanje zahtijeva svakodnevnog posla za potrebe članova tima koji su uključeni u uvođenje promjene. Svi aktivirani moraju biti uključeni i zadržani kao članovi provedbenog tima usredotočeni na projekt do njegova završetka.
Uspjehe projekata tima treba dokumentirati te o njima obavijestiti ostatak organizacije kako bi se povećala motiviranost stalnih poboljšanja. Temeljita promjena u poslovnoj jedinici oslanja se na trajnu kampanju za promjene, koordiniranu kroz cjelokupnu organizaciju korištenjem raznih aktivnosti za implementaciju. Nekoliko raznovrsnih timova mora se usredotočiti na specifične prilike koje su im dodijeljene bilo u slijedu, (nizu jedni iza drugih), bilo istovremeno, (paralelno). Sankcioniranje i upravljanje promjena na toj razini zahtjeva aktivno sudjelovanje starijeg rukovodstva poslovanja, kao i potencijalno rukovodstvo partnera, dobavljača i ostalih sudionika.
Postavljeni veliki izazovi i napori započinju analizom strateških procesa i tijekova vrijednosti u svrhu razumijevanja trenutnog stanja. Oni slijede plan koji mora biti prikazan kao zadana „Transformacija poslovanja". Spajanjem podataka o rezultatima na lokalnim i strateškim razinama, kao i napredak kampanje koordiniraju Lean savjetnici. Njihova je uloga i oni su potrebni da bi svi sudionici funkcionirali kao tim, te učinkovito razvijali transformacijski plan i napredak kroz proces Lean transformacije.

Za to postizanje korisni su savjeti koji uključuju sve sudionike kroz cjelokupno strateško poslovanje, uključujući dobavljače i partnere jer i oni značajno pojačavaju perspektivu i važnost implementacije ciljeva. Voditelji poslovanja ne bi trebali samo potvrditi promjene, već bi trebali osobno voditi promjene u svakoj prilici. Razvoj standardnih poruka i komunikacijskog plana za voditelje poslovanja značajno poboljšava učinkovitost Lean transformacije. Tipična implementacija kampanje velikih razmjera obično se prepoznaje sljedećim:

1. Identificirati strateško osoblje za promjene, s povezanim poslovnim slučajem i izvršitelje koji će voditi transformaciju.

2. Procjenjivati trenutno stanje poslovanja, uključujući i učinkovitost u odnosu na očekivanja.
3. Identificirati dugoročne ciljeve, (buduće stanje) s godišnjim očekivanjima koja vode organizaciju do dugoročnih ciljeva, identificirati povezanost i učinkovitosti sa spomenutim ciljevima.
4. Identificirati ključnu razliku između trenutnog i željenog, (budućeg) stanja.
5. Analizirati razliku u svrhu identifikacije korijenskih uzroka, pokrenuti aktivnosti za poboljšanje i implementirati projekte za uklanjanje razlike.
6. Analizirati i graditi ili razgrađivati razine globalnih poslovanja: proizvodi/usluge, tehnologija, procesi, strukture, resursi
7. Razmotriti ozbiljnost dobavljača, partnera, kupaca i konkurenciju.
8. Razviti strategiju implementacije, uključujući:
   - implementacijske timove s određenim voditeljima,
   - postavljanje prioriteta i reda za izvođenje projekata,
   - komunikacijsku strategiju s definiranim ulogama,
   - implementacija voditelja razvoja kao agenata za promjene,
   - strukturirati rukovodstvo za implementaciju napredovanje,
   - nadzirati ciljeve, te osigurati pomoć kod projekata koji zapinju,
   - edukacijski sadržaj za potporu timovima i podržavanja provođenja promjena.
9. Uskladiti mjerenje učinkovitosti i sustav poticaja s budućim operativnim stanjem i ciljevima.
10. Provoditi plan, redovito mjeriti napredovanje ka strateškim ciljevima te ažurirati plan i preraspodjelu povezanih resursa, ako je potrebno.
11. Dokumentirati naučene lekcije u formatu jednostavnom za korištenje, te ih podijeliti unutar organizacije i s ostalim poslovnim jedinicama.

3.9.3. LEAN POTVRDA STALNOG NAPRETKA

LEM omogućuje izgradnju stava i način obavljanja posla s nizom alata koji čine stalni napredak dijelom svakodnevnog posla tvrtke. Uspješne tvrtke, kada jednom dosegnu svoju prepoznatljivost po izvrsnosti trenutnog rješavanja inženjerskih problema, kao i učenja iz svakog projekata, za prelazak na sljedeću razinu LEM kulture, moraju posegnuti za određenim promjenama. Moraju iskušati nove procese koji će omogućiti isprobavanje i procjenjivanje promjena procesa uz njegovo poboljšavanje. U većini organizacija, to zahtjeva promjenu radne kulture. Od zaposlenika se očekuje preispitivanje dosadašnjeg stanja, voditelji trebaju upravljati na vlastitom primjeru, a svi trebaju biti osposobljeni i ohrabreni za eksperimentiranje i učenje iz vlastitih pogrešaka.

Vrijeme je potrebno rasporediti za rješavanje problema, te se treba odražavati na načine za poboljšanja i zajednički rad. U idealnom slučaju, to je potrebno redovito činiti u isto vrijeme i na istom mjestu. Probleme koje je moguće brzo riješiti treba riješiti u ritmu koji je u organizaciji prvi korak prema kulturi stalnih poboljšanja. Probleme koji zahtijevaju više rada treba preraspodijeliti po LEM poboljšanjima postavljenim po prethodno raspravljenim načelima.

Temelj LEM poboljšanja je znanstvena metoda korištenja empirijskih podataka i analiza za razumijevanje i dodjeljivanje problema. Petlja rješavanja problema započinje identifikacijom i pažljivom analizom problema. Tek tada se mijenja proces prema mjestu korijenskog uzroka. Rezultati promjene se prate tijekom vremena tako da se mogu provoditi ispravci, uključujući i vraćanje u stanje prije promjene ukoliko promjene nemaju učinka. Stalno praćenje je najteži dio promjene kulture. Tome je potrebno neumorno težiti a poticaj mora biti iniciran od strane uprave tvrtke. Uspješne se tvrtke u organizacijskoj strukturi i odlučuju za tako jedno kontrolno i poticajno radno tijelo koje djeluje nezavisno i podložno je jedino upravi i vlasniku.

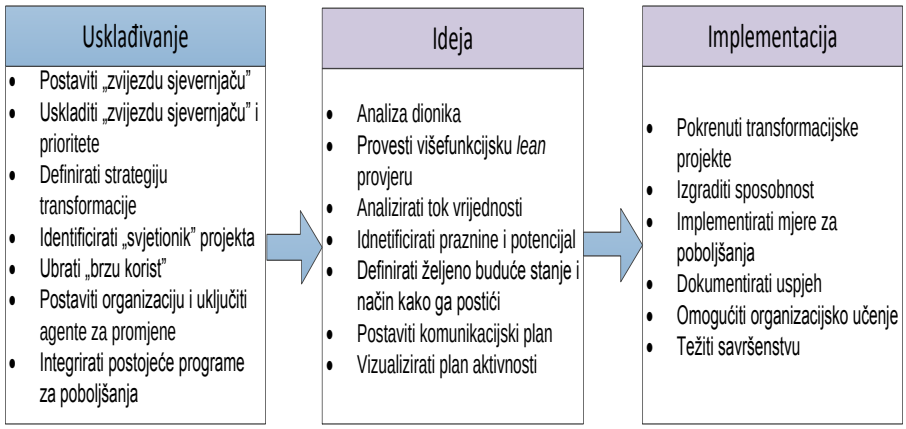
Kultura stalnog poboljšanja kao LEM kultura, uređena je odmakom od tipičnog načina upravljanja i primjenom stila vođenja svojih zaposlenika pomaže timu za planiranje, komunikaciju i prikupljanje podloga

poboljšanja, kako bi se uspjelo i podijelilo lekcije naučene iz pogrešaka koje su riješene učinkovitom primjenom.

Stalni napredak ostvaren kao kulturu stalnog poboljšanja odlikuje se kao:

- rad u redovitim i kratkim intervalima oblikovan oko ciklusa provjera i prilagodbi,
- usredotočenost ne samo na poboljšanje isporuka, već i procesa koje ih stvaraju,
- način razmišljanja sprječavanja nastanka problema umjesto reakcije na problem,
- prioritet na pojedinačnim i grupnim rezultatima za procjenu i razumijevanje ukupnog učinka aktivnosti za poboljšanja.

Lean nije „stanje“ već je „putovanje“, proces. Razvija se ponavljanjem napora za poboljšavanje procesa za stvaranje vrijednosti. U praksi, putovanje do LEM-a će prolaziti kroz projekte koji su definirani za dodjeljivanje specifičnih ciljeva, poput poboljšanja učinkovitosti poslovnih jedinica, učinkovitosti i sposobnosti. U uspješnim tvrtkama, spomenuti projekti tipično prolaze kroz tri faze, Slika 47.



Slika 47. Implementacija Lean-a kroz faze izgradnje uspjeha

Jedan od prvih koraka je identificirati na popularni način nazvan cilj - „zvijezdu sjevernjaču“. To je cilj prema kojem će se usmjeriti sav napor, uskladiti aktivnosti i ocjenjivati uspješnost. To su tipične usklađenosti s

prioritetima faznih vizija ili strategija proizišlih iz globalne Lean **vizije**, te ih se neće mijenjati tijekom faza implementacije.

Novi sudionici u ovim fazama i njihovim koracima moraju zatražiti pomoć iskusnih konzultanata ili izvršitelja. Izvršitelji pomažu usklađivanju vodstva i ostalih sudionika oko vizije cilja za promjene i pomažu procijeniti praznine u performansama i prilikama za poboljšanje. Drugi korak popularno nazvan „svjetionik" cilj je koji prikazuje korisnost promjena ograničenog razmjera i pomaže uvjeriti skeptike u vrijednost LEM-a. Sudionici bez iskustva u poboljšanju projekata mnogo brže napreduju uz pomoć konzultanata. Nakon završetka projekata, voditelji i zaposlenici s prethodno završenih projekata lakše će voditi nove projekte, te jačati sposobnost učenja u svojoj organizaciji uz opreznost pri sljedećim aktivnostima:

- voditi računa o optimalnom početku za radni proces,
- prepoznavanju prepreka za implementaciju,
- smanjivanju prepreka za implementaciju Lean-a,
- spremnost za transformaciju poslovanja.

Lean je aktivno i stalno rješavanje problema na svim razinama i od strane svih zaposlenika uključujući izvršitelje, voditelje, voditelje timova i zaposlenike, ne samo stručnjake. Izvođenje obavještava planiranje tako da se može poboljšati; poboljšano planiranje omogućuje i poboljšano činjenje. Razvoj velikih i kompliciranih planova za Lean promjene je ovisan s temeljnom Lean orijentacijom učenjem uz rad. Način započinjanja implementacije LEM-a u najranijim fazama transformacije organizacije započinje s malim eksperimentima rješavanja problema te ih je potrebno proporcionalno povećavati kao ideju s potvrđenim podacima.

Smanjivanje prepreka za implementaciju LEM-a započinje istraživanjem rješenja pomoću jeftinih, brzih i privremenih prototipova koji moraju biti dovoljni za prikupljanje i dobivanje podataka za ocjenjivanje ideja.

Testiranje kvalitetne ideje (koncepta) u projektu ili u funkcionalnom procesu, umjesto u dužem razdoblju za demonstraciju stalnih i dokazanih rezultata, pomaže razvoju standardiziranih rješenja koja su primjenjiva i u drugim područjima. Gdje je to moguće potrebno je prilagoditi sustavatičan način razumijevanja i učenja iz različitosti ishoda. Mnogi lokalni procesi su dovoljno neučinkoviti i rasipni pa su poboljšanja moguća uzastopnim ostvarivanjem i korištenjem takvog načina pristupa. Promjena na razini sustava zahtijeva sustavatičnije planiranje i analize, naravno, u svrhu poboljšanja prihoda koji su razumljivi i provjerljivi. U većini slučajeva sama sklonost ka djelovanju je ključ implementacije LEM-a.

3.10. Komentar uz treće poglavlje

Prezentirana je nova grana evoluiranih inteligentnih sustava kroz trendove razvoja koji su implementirani kognitivnom kibernetikom u gotovo sve grane industrije, ekonomiju, edukaciju i proizvodnju. Obrađivani Lean- model, kao proizvod kognitivne kibernetike odnosi se na tendenciju i težnju odnosno namjeru ostvarivanja dinamike inovacija koje pomažu tvrtkama da mogu iskoristiti prilike u utrci tehnoloških promjena. Povezanost s potrebama nadolazećih procesa transformacije kroz psihološko, socijalno i emotivno okruženje povezano inteligentnim tehnologijama potvrđuje višestruki utjecaj. Taj se utjecaj kao persuazija u pozitivnom smislu može manifestirati i kroz spoznaje o podizanju razine integriranog razvoja ljudskog uma. Za tu potvrdu bit će potrebno raspraviti sve tehničke, biomedicinske i sociološke koncepte. U uporabu specijalističkih sustava oslonjenih na ekspertne sustave i druge inteligentne tehnologije kognitivna kibernetika unijela je drastične promjene. Promjene unose osim tehnike, i stručnjaci novog profila – tzv. Lean stručnjaci, čija je uloga povezana uz sve veću prisutnost kognitivne kibernetike u njihovom poslu, bilo da se radi o održavanju, implementaciji ili obuci, a za kojima postoji velika potražnja. Prepoznati kao inženjeri znanja kognitivne kibernetike, specijalisti su koji osim stručnih vještina posjeduju specijalistička znanja aplikativnog karaktera koja je moguće steći programima kognitivnog inženjerstva. Takvi specijalisti moraju biti angažirani pri organizacijama koje se bave kognitivnom kibernetikom. Za sada je to kod nas u Hrvatskoj neznatno. Prezentirani koncepti uspješnih svjetskih tvrtki dokazuju kako je istraživački i razvojni rad pokrenuo tehnološke promjene s ciljem postizanja vrhunskih rezultata.

Iskustva ukazuju na potrebu usklađenja ljudskih čimbenika i inteligentnih tehnologija kako bi se mogli unaprijediti postojeći i uvesti novi kognitivni moduli. Nova aktivnost edukacijskog sadržaja mora biti istraživanje za koje ljudski čimbenici moraju biti na istoj razini savršenstva i pouzdanosti kao i raspoložive tehnologije kognitivne

kibernetike, a u čemu je dobar primjer dio obrađenog sadržaja tehnoloških promjena u uspješnim tvrtkama. No o tehnološkim promjenama u ozračju kognitivne kibernetike potrebno je promotriti lakoću s kojom nešto tehničko ljudi učine dijelom sebe. Pojam antropomorfizacije može dovesti u zabludu. Jedna od velikih ironija današnjeg vremena je u tome što, dok znanost otkriva sve više bitnih uloga fizičkog djelovanja i osjetilnog zamjećivanja u razvoju naših misli, sjećanja i umijeća, u životu se provodi manje vremena radeći i djelujući fizički a više vremena živeći i radeći posredstvom apstraktnog medija računalnog zaslona. Ljudskom se postojanju na taj način nameću osjetilna ograničenja koja rastjelovljuju. S višenamjenskim računalom uspjelo se, što je upravo perverzno, dobiti alat koji od ljudi krade tjelesni užitak rada s alatima.

Odgovornost ljudi je nešto zastrašujuće, ali u isto vrijeme nešto predivno. Zastrašujuće je to da su ljudi u svakom trenutku odgovorni za svoje bližnje, da je svaka njihova odluka – od najmanje do najveće – odluka zauvijek, i da mogu u svakom trenutku koristiti ili potrošiti tu priliku. Svaki trenutak donosi tisuće mogućnosti, ali je moguće izabrati samo jednu – sve ostale su zauvijek osuđene na propast. Međutim, to je ujedno i divna spoznaja – budućnost i stvari i ljudi u okruženju – u svakom su trenutku ovisni o nečijoj odluci. Ono što se spozna u nekom trenutku i što se dozove u život, to postaje stvarnost zaštićena od prolaznosti i propadanja.

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz ovo poglavlje, kad se knjiga koristi kao udžbenik onda se dodatna razrada ovog poglavlja provodi kroz auditorne vježbe sa sljedećim pripremljenim proširenim temama:

1. Poznati matematičar, **Tobias Dantzig** istraživao je fragmentiranje vizualnim isticanjem izdvajanja trenutka u vremenu i položaja u prostoru, izvan sinestezijskog dosega, što je odlična poveznica kognitivne kibernetike, Lean-a i nove politehnike:

1.1. Kako nove tehnologije danas utječu na efikasnost u proizvodnji u usporedbi s postignutim uspjehom uz pomoć Lean industrijske proizvodnja s kraja prošlog stoljeća?

1.2. Mogu li nove spoznaje na osnovama kognitivne kibernetike danas potvrditi ili demantirati Dantzig-ovu tvrdnju da nove tehnologije umanjuju važnost osjetila vida i upućuju na potrebu sinestezije?

1.3. Kako se zove djelo u kojem je Tobias Dantzig načinio analizu i utvrdio da je kod određenih skupina ljudi osjećaj jednakosti ili kinestetički osjećaj jači od njihovih osjećaja brojčanosti?

1.4. Koje se poveznice u matematičko-lingvističkom području kroz tezu da je „broj jezik znanosti“, mogu još pronaći u japanskom Lean začetku?

2. Na razini istraživačkog rada obrazložiti vizualno poimanje neprekidnosti, uniformnosti i povezanosti, ostvareno pomoću fragmentiranog ponavljanja tehnološkim sredstvima.

2.1. Kao podlogu za istraživanje koristiti poveznicu vrijeme - prostor

kronološko	životni
biološko	prirodni
psihološko	duhovni
probabilističko	uniformni
apstraktno	mozaički
virtualno	vizualni

3.11. Za sam kraj trećeg poglavlja

„Jedne godine u davno doba Farizeji obznaniše zakon po kojem se narodu dijeli najplodnija zemlja u naplavnim poljima između Eufrata i Tigrisa. Jedini uvjet je, da svatko kondicijski spreman optrči površinu polja koju bi želio dobiti i kada se zaustavi to će se i službeno upisati. Vrijeme koje će biti na raspolaganju započinje teći sutra u jutro s prvim zracima sunca, a završava navečer kada se sunce zakloni. Tko god je pročitao i čuo za taj zakon nije od uzbuđenja mogao spavati te noći. Čekalo se s nestrpljenjem da svane. I svanu uistinu nikad kasnije, i svjetina poleti. Trčalo se i optrčavalo. Kada bi tko završio i za sebe procijenjeni komad zemlje optrčao, dolazili bi mjernici, postavljali kamen međaš, upisivali u zemljišne knjige novog vlasnika i čestitali mu na dobro obavljenom poslu. Među svjetinom bijaše, ugledan i imućan veleposjednik koji željaše svoj posjed još više uvećati. Potrčao je s prvima i optrčao već za rana veliki komad polja, ali mu se učini da bi mogao još malo više, jer ako stane, dolaze mjernici i potvrđuju to je to i pripada mu, no on bi malo više. Optrča još jedan dio, istina Bog malo sporije ali više je. Ugleda on u daljini i jednu oazu, pa potrči prema njoj i ona će mu trebati. Iza nje još jedan komad krasna polja pa i to zaželi pa potrči. Trčao je i sve mu se više činilo da bi još mogao i tako je trčao sve dalje i dalje kako bi optrčani posjed bio što veći. Tako dođe podne. Valja se početi vraćati da optrčani posjed može uknjižiti na vrijeme, na raspolaganju je dan za sunca. Poče se vraćati ali sve sporije i sporije trčaše. Motiv je bio stimulirajući, kad god bi mu se učinilo da je teško trčati, pogledao bi koliko je zahvatio pa tako zadovoljan nastavio. Poče sunce brzo zapadati, on sve brže trčati i uistinu prije nego je sunce zapalo on stiže do mjernika da mu postavi međaš i uknjiži. Toliko se izmorio da u trenu kad stade, otkaza mu srce i on pade pred nogama mjernika mrtav.

Priča završava tako, što su mjernici i zakonodavci vidjevši taj prizor uhvatili ga za noge i odvukli do jednog jarka gdje se beživotno tijelo skotrljalo u blato, a svi koji su optrčali pravu mjeru ostadoše slaviti do kasno u noć!?!“

4. Kaptologije - Persuazivne tehnologije

Ovo poglavlje prenosi tematiku članka izvorno predstavljenog na 40. Međunarodnoj konferenciji - MIPRO, u Opatiji u svibnju 2017. godine. Prezentirani je rad bio zapažen i zainteresirao je širu znanstvenu javnost. Između mnogih, Prof. Wang Xiu Ying, glavni urednik prestižnog svjetskog časopisa, Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ), ponudio je mogućnost da rad u proširenom izdanju bude objavljen u: Special Issue on Advancement in Engineering Technology, što se i dogodilo, 20. studenog 2017. kao izdanje, ISSN: 2415 - 6698, Vol. 2, No. 6, pp 107 -118. U radu je prezentirano kako razvoju ljudskog uma doprinose "pametne" tvorevine inteligentnih tehnologija kao proizvodi umjetne inteligencije, (UI). Prezentirani su rezultati provedenih istraživanja kojima su postavljeni metodološki pravci i razvijeni konkretni alati za samoanalizu i sintezu, istovremeno pružajući iscrpne teorije o ljudskoj prirodi koja je doživljena kao "nova filozofija" ali i kao "antifilozofija", definirana na osnovama novog znanstvenog pravca kognitivne kibernetike, za kojeg se želi rabiti naziv kaptozofija. Kaptozofija kao znanost profilirana je na temelju proširenja teorija kaptologije i "klasične" kibernetike, koja uključuje spoznaje znanosti o kognitivnoj kontroli i regulaciji umjetno-tehničkih i socio-tehničkih sustava, bioloških organizama, organizacija, procesa i struktura. Kognitivni aspekt svih razmatranih komponenti razrađuje i primjenjuje kognitivne modele, kognitivno funkcionalnu i postupovnu implementaciju sustava, rješavanje problema temeljenih na prirodnim metodama analognim kognitivnim računalnim tehnikama i realizaciju rješenja sustava i njihovog upravljanja u kontekstu metodologije i pristupa menadžmentu. Istraživanja su oslonjena na kognitivnu razradu učinaka interaktivnih, inteligentnih prijenosnih tehnologija koje se rabe u svim sferama života. Posebno je interesantan njihov učinak prilikom uvođenja u edukacijske module.

4.1. Hermeneutika kognitivne kibernetike

Kognitivna kibernetika prepoznaje motivaciju kao unutarnje stanje koje pobuđuje, usmjerava i održava ponašanje svakog pojedinca. U edukaciji i obrazovanju posebno je važna motivacija kako za učenje tako i za traženje smisla i značenja. To u akademskim aktivnostima, odnosno sklonostima teži smislenom, i pokušajima vrijednim truda ostvariti i primijeniti više razine kompetencija i vještina. Oni koji su motiviraniji imaju pozitivniji stav o svemu, pa tako i o edukaciji, duže ustraju u težim zadacima i procesiraju informacije na dubljoj razini te briljiraju u iskustvima učenja. Klasična podjela motivacije na intrinzičnu i ekstrinzičnu motivaciju u edukaciji se promatra kao poticanje aktivnosti koje:

- predstavljaju izazovi optimalno procijenjenih ciljeva,
- ciljeve mogu kontrolirati a postizanje ciljeva emocionalno je ispunjavajuće,
- uspostavljaju autonomiju djelovanja postojanjem osjećaja kojima je moguće kontrolirati i utjecati na vlastito usavršavanje,
- izazivaju znatiželju za nova, iznenađujuća iskustva koja znatiželjom povećavaju intrinzičnost motivacije,
- uključuju kreativnost i maštu kojom se potvrđuje svjesnost o motiviranosti maštom.

Pristupi za utvrđivanje motivacije u edukaciji su:

1) bihevioristički pristup - razumijevanje motivacije počinje pažljivom analizom poticaja i nagrada,
2) humanistički pristup - naglašava razumijevanje potreba za samoostvarenjem kroz poticanje unutrašnjih resursa, (osjećaj kompetencije, samopoštovanja i autonomije),
3) kognitivistički pristup - smatra da su ljudima svojstvene aktivnost i znatiželja i da traže informacije kako bi riješili relevantne zadatke,
4) integrirani pristup za kreaciju edukacije na temeljima kognitivne kibernetike uzima u obzir:

a) socijalno-kognitivističku usmjerenost na ponašanja pojedinaca te potencijalni interes za utjecaj individualnih uvjerenja i očekivanja i
b) sociokulturalno ozračje ostvareno sudjelovanjem u zajednici u aktivnostima kojima se održava identitet na međusobnim odnosima unutar zajednice.

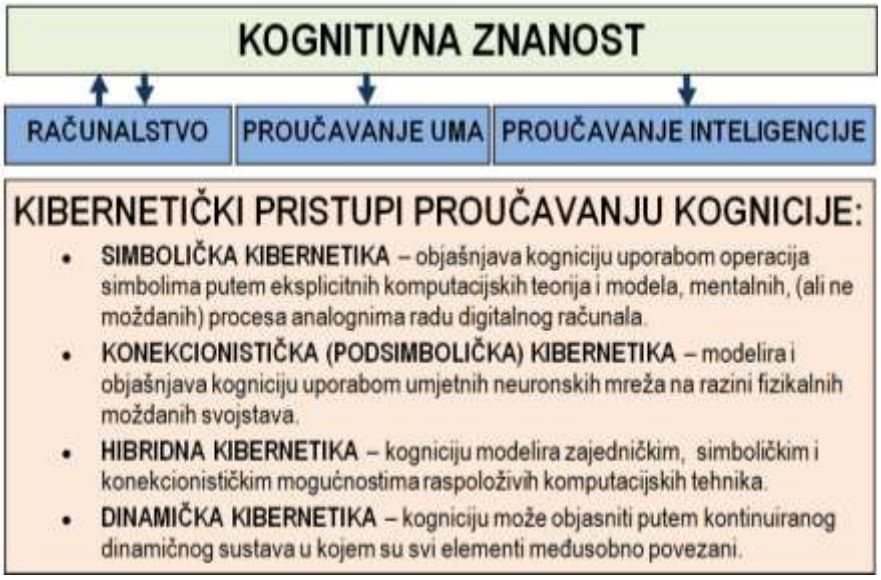
Zaključuje se da je motiviranost učvršćena edukacijom u zajednici kojoj se pripada i koja cijeni edukaciju. Specijalistički edukacijski programi, podloga su za stjecanje statusa eksperta od kojeg se očekuje stručnjačko rješavanje problema na razini ekspertize, a za što je neophodno stjecanje znanja razumijevanjem. Elementarni oblici razumijevanja propisani su konceptom objektivnog uma ili duha, koji jamči mogućnost intersubjektivne komunikacije na osnovnoj razini. "Više forme razumijevanja" nastupaju konfrontacijom s jednom unutrašnjom teškoćom ili kontradikcijom s onim što je već znano. Tada je nužno prizivanje i unos cjelokupne životne strukture, (uspostava relacije između životnog izražaja i njegovog kognitivnog sadržaja), koja svoj temelj može pronaći u hermeneutičkom razumijevanju. Rezultati istraživanja pokazuju kako se razumijevanja kroz obradu informacija razvijaju i modificiraju kroz duže vremensko razdoblje. Na nešto višoj fleksibilnoj kognitivnoj razini, moguće je kognitivno stjecanje vještine kojom se procesuira informacija i intuitivno i analitički. Tim se spoznajama, uz persuazivni kontekst i informacijske tehnologije zatvara, po uzoru na gadamera, "Hermeneutički krug kognitivne kibernetike", Slika 48.



Slika 48. Hermeneutički krug kognitivne kibernetike

4.2. Kognitivna znanost i računalstvo

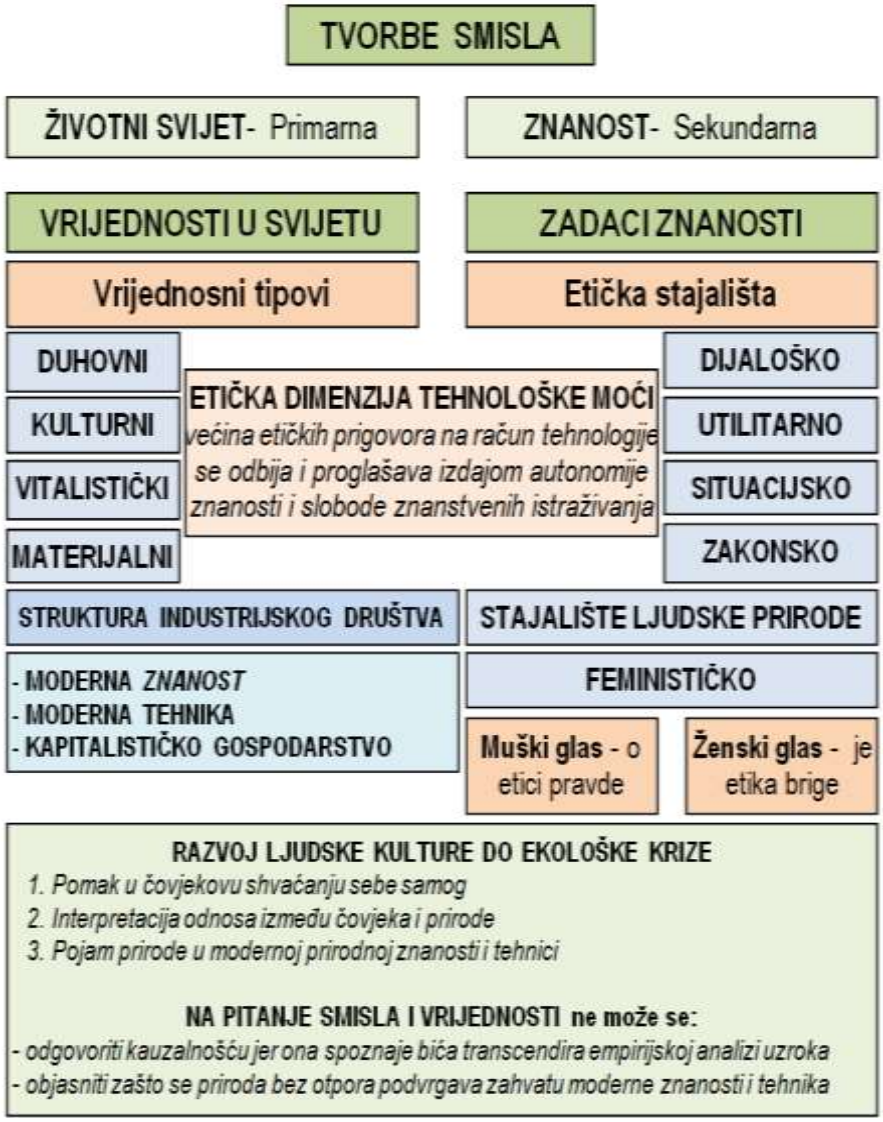
Istraživanja kojima su obrađene kaptološke komponente inteligentnih interaktivnih tehnologija potvrđuju primjeri simulacije ljudskog mišljenja kognitivnom kibernetikom. Pristupi proučavanju uma i inteligencije, (kognicije), koje uključuje kibernetički pristup pomoću proučavanja sustava, omogućen je ekstremnim učinkovitostima računalstva, Slika 49.



Slika 49. Proučavanje uma i inteligencije kibernetičkim pristupom

Prema slici, kognitivno je misaono, mentalno, umno i um nadilazi pronicljivost zdravog razuma, (common sense), a ujedno ga i omogućava. Kibernetičko proučavanje kognicije uključuje četiri sustava od kojih simbolički uporabom operacija na simbolima proces poistovjećuje radu digitalnog računala na kojem se uz ostale tehnike provodi modeliranje i pojašnjavanje uporabom umjetnih neuralnih mreža. Takva modeliranja već daju rezultate s utjecajem računala na mentalne i psihičke promjene kojima se uspostavlja kontrola nad mentalnim stanjima. Nastoji se poboljšati čovjeka na svim razinama, (istovremeni mentalni i fizički napredak).

Granice mogućnosti i poželjnosti, moraju dati odgovore u stvaranju bolje budućnosti i napretka k novom društvu. Iz tih je razloga nužno diferencirati tvorbe smisla, (primarne i sekundarne), na kojima se grade zadaci znanosti i prepoznaju vrijednosti u svijetu, Slika 50.



Slika 50. Primarne i sekundarne tvorbe smisla i etičke dimenzije tehnološke moći

Obradom uz pomoć kognitivnih znanosti su između ostalog selektirani određeni čimbenici očekivanja pojedinca o vlastitoj sposobnosti za postizanje cilja i vrijednosti tog cilja.
Akceptirana je činjenica kako je čovjek kognitivno, razumno biće, koje svoje razumijevanje ostvaruje u dvije razine.
Prva je subjektivna razina ili razina psihološke participacije, a druga je objektivna razina ili razina intelektualne participacije.
Tom prilikom je moguće zaključiti kako je hermeneutika univerzalna teorija razumijevanja kod koje nema zabune jer hermeneutičko razumijevanje nije interpretacija odnosno tumačenje. Na taj se način može razlikovati objektivno razumijevanje značenja i subjektivno razumijevanje motiva i namjera.
Teorijski gledano, iz knjiga je moguće dobro naučiti adekvatan proces učenja, a da se pri tom ne proizvedu nikakvi vanjski znakovi prihvaćanja i primjene naučenoga. Utjecaji na efikasnost učenja čiji bi rezultat morao biti razumijevanje ovisi o mnogobrojnim čimbenicima kao što su fizička i biološka stanja, prijašnja znanja, dnevne oscilacija u kemizmu mozga, količina hormona peptida i kaptologija. Stoga u prepoznavanju razumijevanja bilo elementarnog ili njegovih viših formi za potrebe edukacijskog sustavu važno je ukazati na najvažnije motivacijske varijable, a to su:

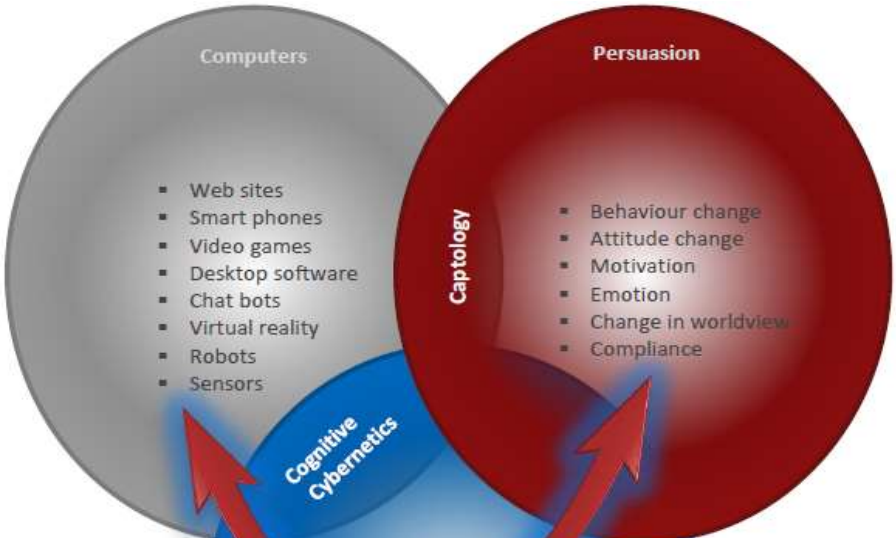
- potrebe,
- uvjerenja,
- ciljevi kao ishodi koji se nastoje postići,
- zainteresiranost,
- emocije.

Te se varijable povezuju i obrađuju kroz prirodne analogne sustave potvrđujući uvijek aktualan i u kognitivnoj kibernetici priznati entitet - *„Brainware”*.

4.2.1. POTREBE

Iako postoji niz teorija sve se oslanjaju na najpoznatiju, Maslowljevu piramidu potreba koja razlikuje potrebe nižeg reda ili potrebe nedostatka – preživljavanje, sigurnost, pripadanje i samopoštovanje te potrebe viših razina ili potrebe rasta - intelektualni uspjeh, estetsko procjenjivanje i samoostvarenje. Potrebe rasta, ne mogu nikada u potpunosti biti zadovoljene.

Noviji pristupi proučavanja motivacije su pod utjecajem inteligentnih tehnologija usmjereni osim na isticanje potreba pojedinca, (generirana potreba osjećaja sposobnosti i kompetentnosti), i interakciju sa svijetom uz posjedovanje izbora i osjećaja kontrole nad vlastitim životom ali istovremeno i izazov povezanosti kroz održivost u svijetu. Takva teorija iako naizgled navodi na apsurdnu paradigmu jer je osnovne ljudske potrebe svela na autonomiju, kompetencije i povezanost, oslanja se na persuaziju koja je drugo ime za kaptologiju prisutnu u kognitivnoj kibernetici, Slika 51.



Slika 51. Kaptologija kognitivne kibernetike u računalnoj persuaziji

4.2.2. UVJERENJA

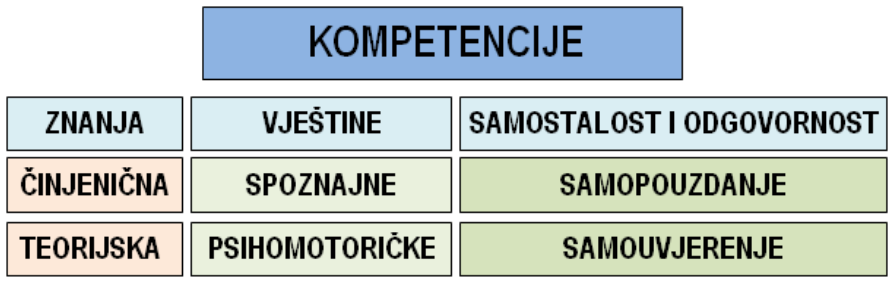
Uvjerenja kao varijable obrade kognitivnom kibernetikom se svode na postignuta uvjeravanja o:

e) znanju,
f) sposobnostima,
g) uzrocima i kontroli te
h) vlastitoj vrijednosti.

Svaka od tih varijabli ima posebna kompleksna značenja:

a) **Uvjerenja o znanju** se definiraju kao uvjerenja o strukturi, stabilnosti i sigurnosti znanja te o najboljim načinima stjecanja znanja koji utječu na korištenje strategija učenja.

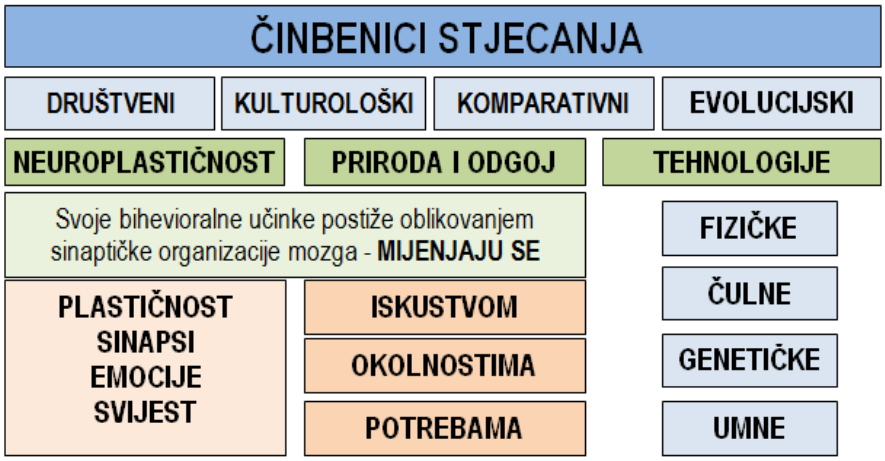
Racionalno ljudsko djelovanje primjenom znanja, kako ga je postavio Aristotel, manifestirano svakim donošenjem odluka i pronalaženjem pravih sredstava za zadanu svrhu, ostvaruje se na određeni način. Za takvo djelovanje potrebne su kompetencije i one u sebi sadrže kroz komponente znanja, vještina, samostalnosti i odgovornosti: ideje dobra, moral, identitet, kreativnost, altruizam, naklonost, svjetonazor, rodni identitet, obrambene mehanizme, inerpersonalne sposobnosti i empatiju, Slika 52.



Slika 52. Sastavnice kompetentnosti

Za stjecanje kompetencija važna je edukacija za koju je izvrstan primjer optimizacije procesa koji pokreće edukator i njegov odnos prema educiraniku trebao bi počivati na modelu "zone ograničenog razvoja"

Vigotskog. On tvrdi da svako učenje na bilo kojem mjestu gdje se na tome radi ne može biti manje od dobrog ukoliko se želi postići visoku razinu kvalitete. Ta kvaliteta se prepoznaje kao „potpuna kompetentnost u učenju“, (engl. *total learning competence*– TLC). Znakovito je kako je ista engleska skraćenica i za „nježnu ljubaznu brigu“, (engl. *tender loving care),* a ona proširuje „zonu ograničenog razvoja“. U današnje vrijeme ljudsko je biće u stjecanju kompetencija sa svojom neuroplastičnošću postalo podložnije tehnologijama, pa ne iznenađuje činjenica kako su nove tehnologije postale važniji čimbenik, Slika 53.



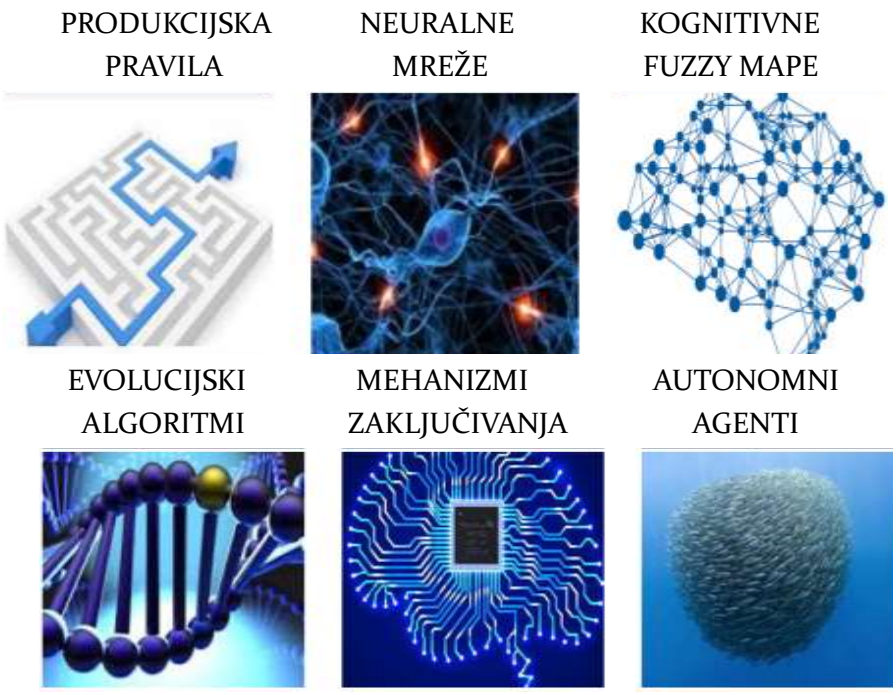
Slika 53. Čimbenici stjecanja kompetencija

Istraživanja su pokazala kako su za to zaslužne zadnje generacije tehnologija, a to su umne tehnologije. Tehnologije koje se približavaju, ili čak nadilaze ljudsku inteligenciju postale su umjetnom inteligencijom. Zbog poznatih čimbenika stjecanja znanja kaptologije imaju ogromne učinke i uz pomoć njih je otvorena mogućnost vladavine znanja umjetne inteligencije. Naizgled je paradoksalno, ako se samosvijest, definira kao svijest o samom sebi, a znanje je manifestirano u jedinstvenom i postojanom (identičnom) subjektu i njegovim vlastitim psihičkim stanjima i procesima, kako je moguća paradigma vladavine znanja umjetne inteligencije ?

b) **Uvjerenja o sposobnosti** su jedna od najsnažnijih uvjerenja koja utječu na motivaciju i razlikuje se entitetski i inkrementalni pogled na sposobnost. Entitetski pogled se odnosi na uvjerenje da je sposobnost fiksna karakteristika koja se ne može mijenjati. Iako su sposobnosti individualne i razlikuju se između pojedinaca, količina sposobnosti svakog pojedinca kada se stekne je potencijalno stabilna, ali sposobnost kao skup vještina se može promijeniti. Upornim radom, učenjem i vježbanjem moguće je povećati znanje i na taj način poboljšati sposobnost.

c) **Uvjerenja o uzrocima i kontroli** temelje se na pokušaju shvaćanja smisla vlastitog ponašanja i ponašanja drugih ljudi. Ta teorija objašnjava kako pojedinčeva objašnjenja, opravdanja i izgovori o sebi i drugima utječu na motivaciju.

d) **Uvjerenja o vlastitoj vrijednosti** mogu biti orijentirana na ovladavanje ili izbjegavanje neuspjeha. Orijentacija na ovladavanje traži sklonost pridavanja vrijednosti postignuću i sposobnost zauzimanja stava da se postignuće može poboljšati usmjeravanjem na ciljeve.
Samim ovladavanjem povećavaju se vlastite vještine i sposobnosti. Orijentacija izbjegavanja neuspjeha podržava entitetski pogled na sposobnost pa postavlja svoje ciljeve vezane uz izvedbu. Njima nedostaje snažniji osjećaj vlastite sposobnosti i vrijednosti odvojen od izvedbe pa se kognitivnom kibernetikom simuliraju tehnologijska i tehnička rješenja, (proizvodna pravila, evolucijski algoritmi, autonomni agenti,...), za potrebe razumijevanja i funkcioniranja bioloških stanja, (neuralnih mreža, mehanizama učenja, kognitivnih fuzzy mapa,...). Na taj način preslikano u edukacijske sustave razrađuju se strategije izbjegavanja neuspjeha i podizanja stupnja vlastite vrijednosti, kako bi se eliminirali neuspjesi, odnosno omogućile vrijednosti. Takve strategije ne poznaju izgovor niti nesposobnost pa stoga ne postoje niti potezi odustajanja i uvjerenja kako problemi nastaju zbog niskih sposobnosti, Slika 54.



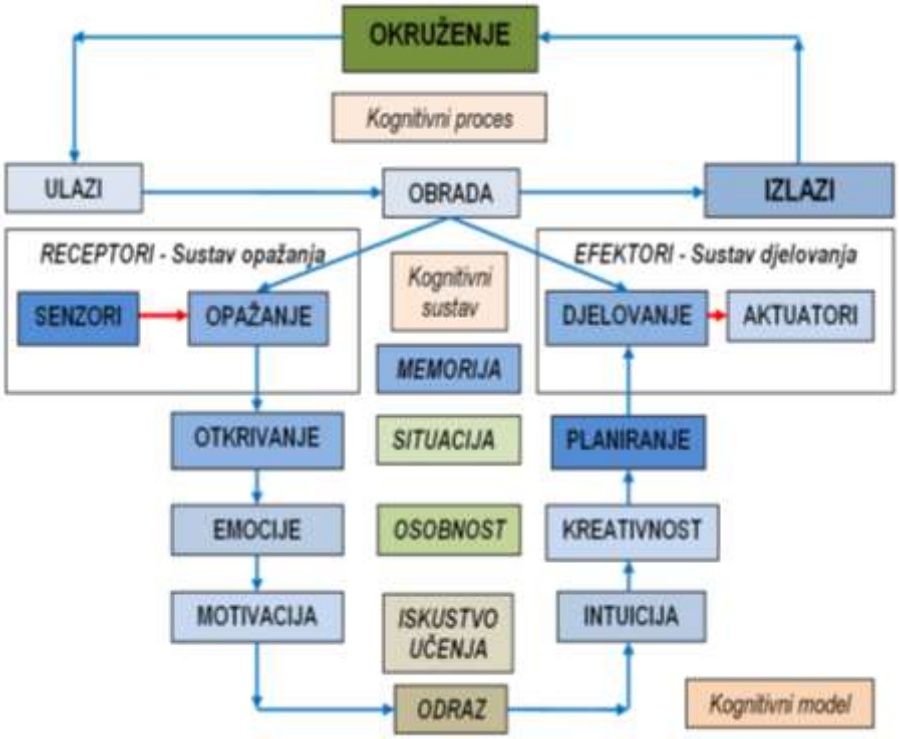
Slika 54. Koncept kognitivnih rješenja u okruženju

4.2.3. CILJEVI

Ciljevi su ishodi ili postignuće koje se želi postići i koji pospješuju izvedbu jer usmjeravaju pozornost na trenutni zadatak i odvraćaju je od distraktora. Ciljevi potiču zalaganje, jer što je cilj teži to je veće i zalaganje. Povećavaju ustrajnost jer kada postoji jasan cilj, teže se odustaje. Potiču razvoj novih znanja i strategija dok se ne pokažu uspješnima.

Vrste ciljeva koji se postavljaju utječu na količinu motivacije koja je potrebna za njihovo postizanje. Ciljevi koji su specifični, umjereno teški i za koje je vjerojatno da ih je moguće dostići u bliskoj budućnosti, najčešće povećavaju motivaciju i ustrajnost.

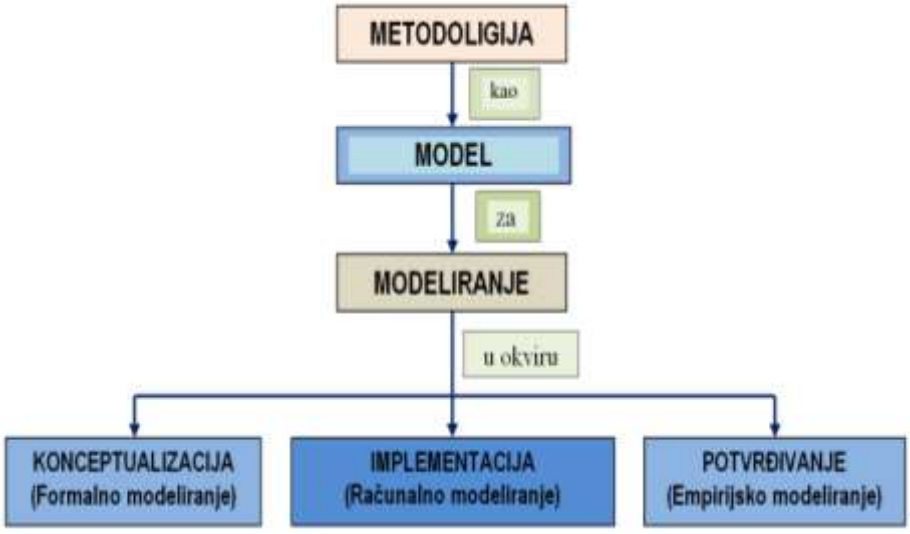
Slično kao i ciljevi, postoje ciljne orijentacije koje se odnose na obrasce uvjerenja o ciljevima koji su povezani s postignućem. Razlikuju se ciljevi ovladavanja, izvedbe, izbjegavanja truda i društveni ciljevi koji se za motivaciju moraju prepoznavati. Analogno prezentiranom u prethodnom poglavlju, kognitivni se model preslikava iz kognitivnog procesa ostvarenog kognitivnim sustavom. Konceptom kognitivnih procesa koji današnji civilizacijski okoliš obrađuju podsustavima djelovanja i opažanja, tehnologije preuzimaju inspirirajuće kognitivne ciljeve i pretvaraju u sustave, Slika 55.



Slika 55. Kognitivni proces u okruženju postavljen obradom djelovanja i opažanja

4.2.4. ZAINTERESIRANOST

Postoje dvije vrste zainteresiranosti, to su osobni i situacijski interesi. Osobni se interesi odnose na trajnije osobne aspekte, poput dugotrajne sklonosti određenom predmetu, dok se situacijski odnosi na kratkotrajne aspekte aktivnosti, npr. teksta ili materijala koji privlače i zadrže pozornost. Interesi u edukaciji rastu s osjećajem kompetencije, čak i ako u početku ne postoji zainteresiranost za određenu aktivnost. Kognitivna je industrija svojom evolucijom sama za sebe neiscrpnost zainteresiranosti te se kao takova, moderno civilizacijski nameće kao vodeća varijabla. Zainteresiranost u obradi i shvaćanju kognitivne kibernetike veže se uz entitete, (sinonim za predmet, članak, pojedinca, biće, oblik života, osobu, tijelo, stvorenje, organizam, ...), koji je pak u ontološkom smislu povezan s različitim i neovisnim postojanjem, i aplikativnošću te se profiliraju kao kognitivne entitetske platforme, entitetski ekosustavi, preglednici, entiteti, službe, poslužitelji interoperabilnosti, uslužni portali, a za sve je potrebna metodologija kao okvirni uvjet, Slika 56.



Slika 56. Metodologija kao okvirni uvjet modeliranja kognitivnih rješenja

4.2.5. EMOCIJE

Emocije i to one ugodne, imaju vrlo pozitivne učinke na: uvjerenja o sposobnostima (prihvaćanje inkrementalnog pogleda na sposobnosti), ciljne orijentacije (povezane su s ciljevima ovladavanja), samoregulaciju, procesiranje informacija (emocije se kodiraju zajedno s informacijama), i sl. Pozitivne emocije potiču pozitivna razmišljanja i sjećanja te evaluaciju edukacije, pa se takav pozitivan učinak adekvatno tretira i za vrednovanje i izvedbu edukacije oslonjene na koncepte kognitivnog modeliranja sustava.

U edukaciji su u početku jako važne emocije, naročito kada se radi o osjećajima uzbuđenja, užitka, zabave i znatiželje jer te emocije mogu potaknuti situacijski interes. Potrebno je samo kontrolirati da u pretjerivanju ne bi učinci bili podložni negativnim emocijama jer one na motivaciju imaju nešto složeniji odnos.
Dodatan poticaj emocionalnoj motivaciji je zanesenost koja se odnosi na intenzivnu formu intrinzične motivacije u kojoj je pojedinac u stanju duboke unesenosti, koncentracije i usmjerenosti na izazovnu aktivnost.

Doživljaj zanesenosti ovisi o autonomiji. Češće je doživljena intrinzična emocionalna motivacija u aktivnostima koje su odabrane nego nametnute od strane drugih. Stoga je kompetentnost (vještine i tehnike) toliko uvježbana da postaje automatska i zaslužna je za optimalni izazov, (optimalan omjer izazova i vještina), stvara posebnu emocionalnu koncentraciju kojom se ne zamjećuje vrijeme i prostor.

4.3. Mistična implozija umjetne inteligencije

Kada se sredinom prošlog stoljeća pojavila po definiciji umjetna inteligencija, bila je najbrže rastuća nova znanstvena disciplina. Početkom ovog stoljeća ona je mistično nestala u imploziji pa se stoga može smatrati i kao određena transformacija. Razvoj umjetne inteligencije obuhvatio je četiri razdoblja, D. Stipaničev:

- razdoblje entuzijazma i velikih očekivanja (1952. – 1969.),
- razdoblje spoznajne realnosti (1966. – 1973.),
- razdoblje sustava temeljenih na znanju (1969. – 1979.),
- razdoblje aplikativnosti (konkretno započinje 1980. i kao proces traje i danas).

Četvrto razdoblje promatra se kao proces koji prolazi kroz svojih pet stupnjeva transformacije:

- Prvi stupanj je primjena umjetne inteligencije u industriji, koja je započela 1980.-ih.
- Drugi je stupanj transformacija primjenom neuralnih, mreža koje su uvedene od 1986.
- Trećim se stupnjem transformacije umjetna inteligencija nametnula u znanosti, i prihvaćena je još od 1987.
- Četvrti stupanj transformacije uveo je super inteligentne agente, 1990.-ih.
- Peti stupanj transformacije je mistična implozija umjetne inteligencije koja još traje.

Mističnošću se pokušava ukazati da je implozija način na koji umjetna inteligencija nestaje u sebi, a istovremeno na određeni ne povezani način s njom nastaje kognitivna kibernetika. U toj mističnosti leži i nemogućnost terminološkog razlučivanja i jasnog dolaska do tehnološke razine nazvane „Industrije 4.0“, kao niti prijelaz i nastajanje nove

tehnološke epohe „Industrije Evolucije – Industrije X.X.“, u koju je već implementirana kognitivna kibernetika. Stoga se zbog brzine događanja i može zaključiti da je to započeta budućnost. Danas se ta budućnost naziva još i „Društvo 5.0.“, (engl. *„Society 5.0.“;* njem. *„Gesellschaft 5.0.“*). Ideja Društva 5.0 pokrenuta je „Petim znanstvenim i tehnološkim temeljnim planom razvoja“, koji je krajem 2015. godine donio Japan. Ideja je digitalizaciju približiti svim segmentima društva kroz stvaranje takozvanog super pametnog društva u čijoj je srži društveni utjecaj tehnologije i koji je usmjeren na proizvode kognitivne kibernetike čiji su proizvodni procesi i sama proizvodnja kreirani razvijenim samoupravljivim autonomnim ciklusom proizvodnje djelomično ostvarenim i kroz same proizvode.

Na tragu usvajanja strategije Društva 5.0. na ovogodišnjem CeBIT-u u Hannoveru, na kojem je zemlja partner bila Japan, 25. siječnja 2017. japanski premijer i njemačka kancelarka složili su se da iako su tržišne pretpostavke daljnjeg razvoja koji je donijela tehnologija: otvorene granice, demokratske vrijednosti i slobodna trgovina, još uvijek: ***“Milijuni ljudi ne znaju što bi očekivali od nadolazećih promjena, a oni koji bi trebali mijenjati te politike i digitalni sektor u Europi oslonjen na kognitivnu kibernetiku, često su spori u ključnim odlukama...”.***

4.3.1. TRANSFORMACIJE U KOGNITIVNU KIBERNETIKU

Početkom ovog stoljeća proglašeno je mistično nestajanje umjetne inteligencije, okarakterizirano kao implozija, uz istovremeno nastajanje kognitivne kibernetike. Ustvari radi se o transformaciji koja se može proučavati kroz određene pristupe:

Antropologijski, (antropološki), pristup za objašnjenja transformacije umjetne inteligencije u kognitivnu kibernetiku oslanja se na proučavanje razvoja ljudske vrste, (ljudskog života i kulture), koje je usmjereno na sadašnjost i budućnost ljudskog roda a što povezuje:

- prirodu i kulturu,
- prošlost i sadašnjost,
- jedinstvenost ljudskog roda kroz raznolikosti njegovih oblika.

Odnosi između prirode, (biologije) i kulture definiraju razvoj ljudskog roda kroz specijalizaciju moždane kore, koja omogućuje shvaćanje, komuniciranje i učenje, pri čemu se naučeni sadržaji nazivaju kulturom. Kultura kao temeljni pojam antropologije čini skup ponašanja koja ljudi uče i zajednički dijele u određenom razdoblju i u odabranom prirodnom i društvenom okolišu.

Veza između prošlosti i sadašnjosti iako u evolucijskom smislu u usporedbi s drugim bićima slijedi ista prirodna pravila, usađuje ljudima izvanrednu sposobnost učenja i prenošenja znanja iz generacije u generaciju koje je ubrzalo kulturnu evoluciju koja je postala brža od biološke. U tom smislu se profiliraju i silne razlike, ne samo u pogledu anatomije i fiziologije, nego i u pogledu samih navika koje se toliko razlikuju da se više gotovo i ne vidi esencijalno jedinstvo ljudskog roda pa se sve teže prepoznaju mogućnosti inovacija.

Jedinstvenost ljudskog roda kroz raznolikost oblika posljedica je razlike u načinu života ne samo u različitim vremenima i prostorima, nego i unutar istog društva zbog regionalnih posebnosti zasnovanih na gospodarstvu i različitim životnim uvjetima kao entitetima. Unutar istog prostora postoje razlike u načinu života određenih zajednica, ne samo doseljeničkih, nego i među spolovima, etničkim, dobnim i klasnim skupinama. Odgovori dobiveni iz antropologije na smisaona pitanja, koriste se za razumijevanje, kreaciju i inspiraciju kognitivne kibernetike.

Ontologijskim, (ontološkim), pristupom shvaćanje kognitivne kibernetike oslanja se na tradicionalno strogo filozofsku disciplinu kao središnju granu metafizike koja proučava biće, ako ono jest biće, kao takvo. Moderna analitička ontologija je prije svega teorija općih kategorija kao što su predmet, osobina, događaj itd. Ontologija, je istraživanje o vrstama stvari koje nalazimo u našem okruženju, u svijetu, i koje odnose imaju stvari među sobom. Uz to je vezano postojanje,

predmetstva kao svojstva stvari, prostora, vremena, kauzalnosti i mogućnosti koje iz svega toga proizlaze. Budući da kibernetika kao znanost objašnjava opće zakonitosti procesa upravljanja, reguliranja, dobivanja, pohranjivanja, pretvorbe i prijenosa informacija, kako kod živih bića tako i u tehničkim sustavima, kao znanstvena disciplina istražuje dinamičke samo regulirajuće i samoorganizirajući sustave pa prema ontologijskim obrascima definira i svojstva sustava. Na taj način se pristupačnost prepoznaje u okolini i odgovorima na promjene u njoj. Aktivnost kao djelovanje usmjereno je prema ostvarivanju cilja kroz preuzimanje inicijative. Društvenost kojom se djeluje zajedno s drugim sustavima i ljudima u svrhu ostvarivanja ciljeva pomažu i drugima u ostvarivanju njihovih ciljeva. Mobilnost otvara mogućnost djelovanja u bilo kojoj okolini. Sposobnost učenja na temelju razumijevanja ljudske inteligencije i komunikacije sa strojevima osigurava izuzetnu raspoloživost.

Ontološkim se pristupom omogućava proširivanje i povezanost s graničnim područjima teorija: sustava, upravljanja, informacija, kodiranja, logike, formalnih jezika i gramatika, igara, matematičkih algoritama i programiranja, robotike, koje uključuju sve četiri egzistirajuće vrste kibernetike:

- teorijsku ili opću kibernetiku,
- primijenjenu ili aplikativnu kibernetiku,
- tehničko-tehnološku kibernetiku,
- ekonomsku kibernetiku.

Njihova najvažnija obilježja su obilježja sustava:

1. velika složenost,
2. stohastičnost i
3. autoregulativnost.

Prepoznavanje tih kibernetičkih obilježja i svojstava omogućuje ontološko promatranje preko njenih teorijskih, tehničkih i ekonomskih stajališta.

Teorijsko stajalište predstavlja utvrđivanje logičke strukture hipoteza, spoznaja, otkrića, znanstvenih činjenica, teorija i zakona. Tehničko stajalište obuhvaća promatranje, prikupljanje, mjerenje i sređivanje podataka, te eksperimentiranje s podacima, čime se osiguravaju optimalni uvjeti pod kojima se može doći do uporabljivih podataka, informacija i spoznaja. Ekonomsko odnosno organizacijsko stajalište osigurava racionalnu tehnologiju namijenjenu za daljnje istraživanje u svim bitnim elementima.

Kaptologijski, (kaptološki), pristup kognitivnoj kibernetici uključuje spoznajni karakter persuazivnih tehnologija i kao nadređeno znanstveno područje mora uvesti limese ekspanzije na etičkim načelima. Takav pristup kognitivnoj kibernetici kroz svrhovitost u industrijskoj ekologiji, znanstvenom interdisciplinarnom polju u nastajanju, objedinjava njen razvoj kombiniranjem prirodnih, tehničkih i društvenih znanosti u jedinstveni sustav od globalne do lokalne razine. Osnova tog koncepta je prepoznata kognitivna kaptološka integriranost bazirana na analogijama između inteligentnih tehnologija, procesa u prirodi (biosferi) i procesa u društvu (tehnosferi) , Slika 57.



Slika 57. Kaptologijski pristupu i otvorenost inovacijama

Biosfera sa svojim zakonima i načelima odnosi se na oplošni život oko planeta, koji je sumiran zemaljskim životom kao cjeline u kojoj se

odigravaju sve transformacije. Tehnosfera je umjetna sfera svih vrsta tehnologije širom planeta, (sva tehnička i tehnološka pomagala, tvorevine i sustavi), s vlastitim funkcijama umjetnog vremena u koje je sve uronjeno. Konačan razvoj i primjena inteligentnih tehnologija doživljeni je planetarni sustav inteligencije koju danas čine internet, mobilne komunikacije, aplikacije i virtualna strukture tehnološke simulacije. Kognitivnom kibernetikom moguća je uspostava svjesnosti inovacija kojima će evolucija života na Zemlji ići samo u mentalnom i duhovnom pravcu, uzimajući u obzir da su: *hardware, software i orgware* samo produkti *brainware-a*.

4.3.2. SPREGA KAPTOLOGIJE, MOZGA I KOGNITIVNE KIBERNETIKE

Kognitivna kibernetika napredovala je do te mjere da u hardverskom smislu može obavljati sva zamisliva upravljanja i monitoring. Za njenu efikasnu primjenu potrebne su edukacije kojima se stječu posebne vještine, znanja i kompetencije potrebne za nepogrješiva postupanja donositelja odluka u pristupu kako prihvaćanju inovacija, tako i o promišljanju o obzirnosti. Tu do izražaja dolaze neprocjenjive karakteristike sposobnosti korištenja „**zdravog razuma**“:

- izražajna apstrakcija i konceptualna analiza za brzo i uspješno rješavanje problema u neočekivanim brzo nadolazećim situacijama i
- bezgranična fleksibilnost.

Određene je probleme moguće dijagnosticirati kroz perfidnost persuazije u kontekstu tretmana i poimanja podataka i informacija. Istraživanja su potvrdila da se "alatima treće strane za pokuse nad korisnicima" iz baza programskim algoritmima ocjenjuje i rangira vrijednost svih informacija do kojih se dolazi putem mreža, a to je trenutno 95% svih informacija za kojima prosječno informacijski

educiran korisnik poseže!? Stoga ne iznenađuje činjenica da se kontinuirano provodi i preko 300 pokusa dnevno i motri i mjeri oko dvjesto signala kako bi se utjecalo na održavanje "svježine" i brzine prikupljanja, seciranju i prenošenju podataka. Iako se o njemu malo govori a persuaziju prikazuje kao korisnu, kaptološki arsenal je otkriven i to kao:

- kognitivne predrasude, (između više od 170 kognitivnih predrasuda, ističe se "nesklonost riziku u vremenskoj stisci", a do koje je dovela persuazivna poruka),
- oružje uvjeravanja, (radi se o persuazivnim tehnikama koje se oslanjaju na "načelo oskudice" i na "teoriju prihvaćanja autoriteta"),
- produktivnu lijenost, (potvrđena je činjenicom o lijenosti ljudskog uma i sklonosti preskakanja ili nepažljivog čitanja, koje zbog persuazivnog navođenja rezultiraju neželjenim posljedicama),
- zamor od odlučivanja, (povezano je s iscrpljivanjem korisnika persuazivnim prekomjernim ponudama koje potiču primjenu linije manjeg otpora).

Iako je kapacitet mozga za učenje ogroman i stvoren za mnogo zahtjevnije intelektualne aktivnosti od onih u koje je obično uključen. Ljudski mozak posjeduje dva međusobno nezavisno djelujuća sustava primanja i mišljenja. Vodeći je u lijevoj polovini mozga i on analizira, piše, čita, govori i prima logički. Glavni centar za osjećanja u desnoj polovini mozga djeluje cjelokupnije, emotivno i asocijativno – intuitivno. Selektirane aktivnosti lijeve i desne hemisfere mozga pomažu učenju mozga po modelu parova, (izazovi i povratne informacije).

Desna strana mozga služi za intuitivno obrađivanje problema na temelju dvije komponente:

- Jednostavnih provizornih pravila, koja iskorištavaju provizorij kako bi pogodili najvažniju informaciju ali i zanemarili sve ostalo, što omogućuje brzu reakciju.

- Predispozicije evoluiranih sposobnosti mozga - vještine stečene genetski i učenjem, kako bi predispozicije pretvarao u sposobnost.

Kako ljudski um napreduje zahvaljujući nepresušnoj želji da isprobava i mijenja, a ne želji da uvijek slijedi samo "pouzdane" odgovore, pravo je pitanje može li se uopće postići poticaj mozga na razvoj kad kaptologije nisu nove već uniformne, umrtvljujuće situacije.

4.3.3. PRIMJERI PROVEDENIH ISTRAŽIVANJA

U prilog navedenim persuazivnim ovisnostima mogu se pridružiti rezultati „test/vježbe", originalno razrađeno edukacijsko gradivo kolegija inteligentni sustavi, koje se provodi na Elektrotehničkom odjelu TVZ-a. Radi se u osnovi o učenju i elementima zaključivanja kroz baze znanja i baze podataka ekspertnog sustava. Zaključivanje se provodi primjenjujući stečena znanja o distribuiranoj umjetnoj inteligenciji u korelaciji s ljudskim inteligencijama i društvenoj predodređenosti. Zadatak je precizno opisan uputom koju svaki student dobiva u omotnici a uputu prije početka rješavanja zadatka, nastavnik čita na glas pred svim studentima na početnoj lokaciji provedbe. Zadatak rješavaju dvije grupe studenata koji nakon dobivenih uputa odlaze na dvije različite lokacije. Studentima je skrenuta pozornost da imaju mogućnost međusobno surađivati što je i cilj vježbe. Koncipirano je pet jednostavnih pitanja na koja je potrebno odgovoriti na način da svi studenti sudjeluju i kreiraju zajedničke istovjetne odgovore. Tekst naputka za rješavanje podijeljen je u tri cjeline, (opis zadatka, pristup rješavanju i smjernice za rješenje). U provedbi kroz četiri edukacijska razdoblja u tri akademske godine, sudjelovalo je 148 studenata i niti u jednom slučaju zadatak nije uspješno riješen.

Razlog zašto tako jednostavan zadatak nije riješen, leži u hiperponudi podataka, (informacija) i persuazivnoj izloženosti, Slika 58.

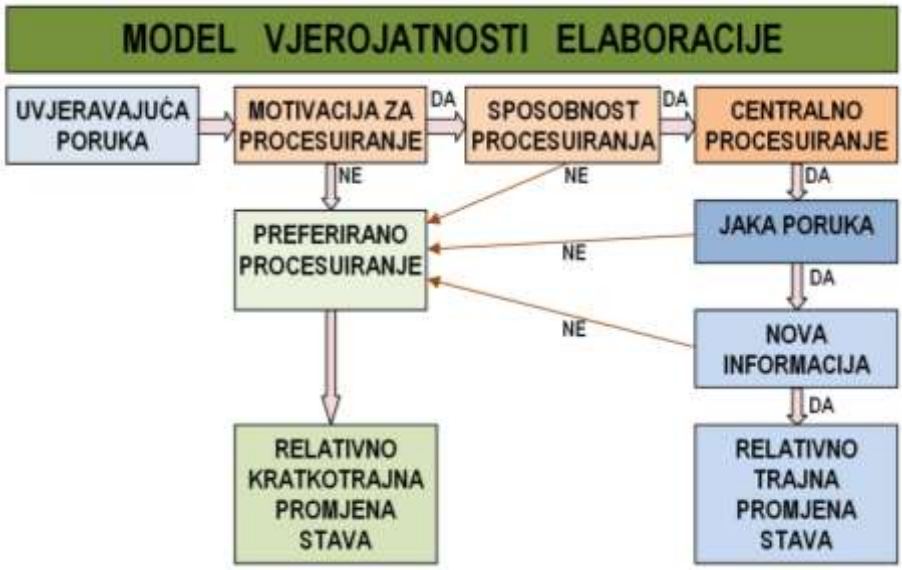


Slika 58. Svrha i djelatnost persuazije

Studenti su naučeni da se uz pomoć informacijskih tehnologija potiče brzo pregledavanje podataka. Samim tim iščitavanje zadatka se svodi na pregledavanje i vrlo je površno, zbog čega se lako načini previd u shvaćanju pristupa rješavanju. Previše podataka odvlači od svakog dubinskog i trajnijeg upuštanja u bilo koji pojedinačni argument, činjenicu ili zamisao. Prevelik broj informacija i znakova poništavaju sami sebe. Studenti su skloni preko pristupa u pretraživanju krenuti i prema svakoj poveznici, (linku), tako i nabacani naizgled interesantni podaci, početak su prekida trenutnog potencijala raspoložive ljudske koncentracije. Nastupa izvanjski proizvedeno ometanje ljudske pozornosti i odsutnost suradnje. Kao što se u pregledavanjima i pretragama silnih podataka, navodi korisnike da brzo dolaze i odlaze i u

nabacanom tekstu zadatka je postignut isti efekt. Na tom putu brzog prikupljanja i prenošenja podataka gubi se kognitivna efikasnost. Mnoštvo zbunjujućih informacija i parametara skretanja pozornosti, fragmentiraju, ometaju i narušavaju strujanje misli koje završavaju kao rastresenost. Korištenje uma je pod velikim utjecajem inteligentnih tehnologija pa stoga i pod pritiskom. Dio ljudskog uma koji je zadužen za kritičko mišljenje, analizu realnosti i koji bi se trebao koristi svakodnevno kao vid mišljenja u rješavanju problema ali i u socijalnoj interakciji kada služi za povezivanje s vanjskim svijetom u ovom zadatku ne dolazi do izražaja i nema razumijevanja koje je izgubljeno u kaptologiji jer se ne prati slijed evaluacije.

Inteligentna računala danas kao sustavi, nametnula su svojom persuazijom, "kult medija informacije". Prezentirani rezultati prikupljenih i provedenih istraživanja procesa računalne persuazije potvrđuju kako se utječe na korisnike i pod kojim utjecajem kaptologije i posredstvom medija, oni mijenjaju svoje stavove, vjerovanja, učenje i ponašanje. Današnja otkrića i uvidi s područja koje transcendira u inženjerstvo ljudskih faktora prečesto se zanemaruju ili podcjenjuju unatoč dokaznici kako se radi o tehnološkoj antropomorfizaciji. Računala i sve interaktivne prijenosne tehnologije, kao kaptologije, kod ljudi svojom fragmentacijom ne dopuštaju repetitivne mentalne vježbe za razvoj uma. U odsutnosti adekvatne povratne veze, za tu spoznaju, učinkovitost je nemoguća. Dokazano je kako se kapacitet pozornosti osobe smanjuje u skladu s umanjenim mentalnim zahtjevima. Na vrlo niskim razinama stimulacije, osoba je toliko neangažirana i ne nadahnuta da je njen uspjeh ništavan. Brigu za ljudsko tijelo i um redovito zasjenjuju slike, brzina, djelotvornosti i preciznost a što je "kukavičje jaje" koje su podvalile persuazivne tehnologije u sve sfere života. Kako persuazivna poruka postiže svoj učinak na promjenu stava prokazuje model vjerojatnosti elaboracije u kojem je najvažniji čimbenik opetovana informacija, Slika 59.



Slika 59. Model vjerojatnosti elaboracije persuazivne poruke

1. Primjer razumijevanja kod upoznavanja drugih ljudi

Jedan pravi primjer razumijevanja provedeno je istraživanje povezano s učenjem razumijevanja kod upoznavanja drugih ljudi, kojeg je obradio William Outhwaite i koji promatra situaciju upoznavanja drugih ljudi kroz četiri kategorije:

1. Kategorija fizičkih činjenica koje se mogu uočiti, (kako ljudi izgledaju i čega je to posljedica). To su razumljivi fenomeni u relevantnom smislu riječi kada su viđeni kao oznaka nečega ne fizičkog iz prošlog vremena ili nečega povezanog s mentalnim stanjem.

2. Kategorija stanja uma kod drugih koje može biti prepoznato trenutačno ili se o njemu može zaključiti na osnovama prethodnih spoznaja.

3. Kategorija djelovanja drugih, (uočavanjem onoga što drugi rade i što oni smatraju da rade), opisuje se s tri pod kategorije:

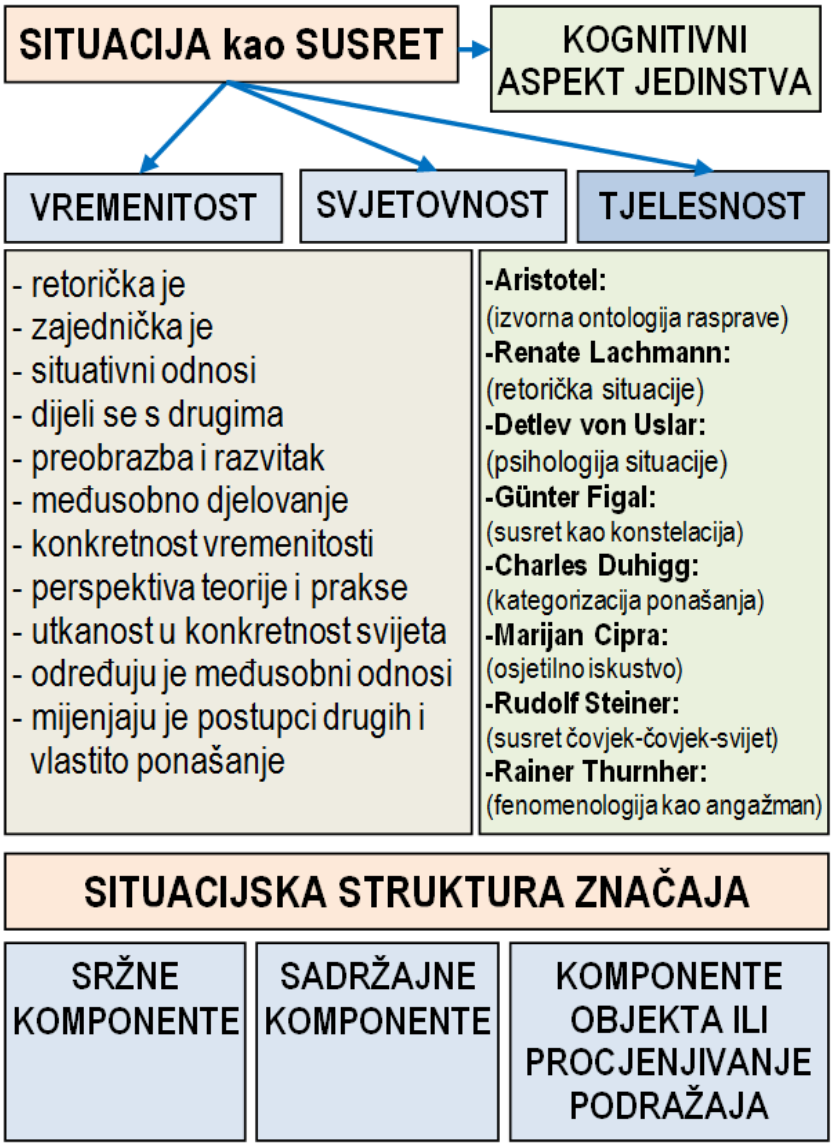
- prepoznavanje akcije pristupom s distance,
- prihvaćanje na istoj elementarnoj razini onoga što se o tome kaže,
- složeno prosuđivanje o stvarnoj važnosti onoga što se radi ili što se stvarno misli pod tim što se o tome kaže.

4. Kategorija pitanja zašto se određene stvari rade, što ljude motivira da to rade.

Kroz kategorije se pokušava uspostaviti razlika, (naročito između stava treće i četvrte kategorije), odnosno razlike između motiva i "hermeneutičkog razumijevanja". Psihološko razumijevanje o mentalnim stanjima ljudskog uma može se promatrati na temelju tri zaključka o motivima ljudi i njihovim intencijama, a to su:

a) vidljivi znakovi,
b) eksplicitne izjave i
c) znanja o "činjenicama situacije",

što je potvrđeno "psihologijom situacije" koju je razmatrao još Aristotel, a poslije njega i mnogi drugi, Slika 6o.



Slika 60. Analiza psihologije situacije kao situacijska struktura značaja

Iz navedenog se primjera vidi kompleksnost spoznaje razumijevanja koja je teorijski obrađena a sam društveni proces susreta i upoznavanja, ljudi imaju ugrađen kao algoritam na razini podsvijesti koji je operabilan u realnom vremenu okruženja svijeta.

2. Primjer razumijevanja kod učenja čitanja na glas

Za potvrdu provedenog istraživanja korisno je razmotriti usvajanje razumijevanja na primjeru istraživanja razvojne pismenosti. Na tom primjeru dolazi se do zaključka da je središnji proces pri učenju čitanja zapravo razumijevanje teksta i aktivno traženje smisla i značenja, kako su utvrdili G. J. Whitehurst i C. J. Lonigan. Proces čitanja odnosno shvaćanje čitanja, se svodi na razumijevanje dešifriranja i šifriranja.

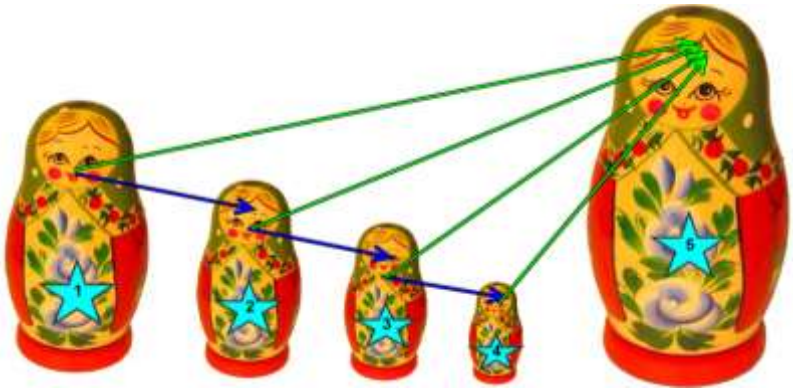
To je u stvari predstavljeni koncept funkcioniranja ekspertnog sustava, od kojeg se pošlo za objašnjenje i obradu. Istraživanja o učinku čitanja postavila su temelje za pojašnjenje mehanizma čitanja a što su:

- Usporedba,
- prizivanje iz pamćenja,
- povezivanje onoga što se vidi ili što se čuje, (ili se prije čulo),
- uočavanje bitnih podataka i odbacivanje suvišnih.

Na tim osnovama, proces obrade podataka pri čitanju koji su razradili: R. J. Marzano i D. E. Paynter odvija se s pet istodobnih obrada, poznat kao "Model 5-babuški", koji obuhvaća:

1. razumijevanje cilja čitanja,
2. procjena usklađenosti pročitanih podataka s ciljem,
3. značenja najmanjih misaonih jedinica (tvrdnji),
4. prepoznavanje značenja riječi,
5. prepoznavanje smisla pročitane cjeline.

Čitanje, slušanje, gledanje i izgovaranje načini su učenja i svaki od njih ima različit doprinos naučenom. Sukladno načinu učenja aktivira se lijeva i desna moždana polutka ali i emocionalno središte mozga, Slika 61.



Slika 61. Procesi obrade podataka pri čitanju, (Model 5-babuški)

Tako prikazano razumijevanje učenja čitanja, (čitanja na glas), je strategija razumijevanja koja podrazumijeva uz razvijanje razumijevanja, razvijanje glasovne osjetljivosti i razvijanje motivacije. Navedeni primjeri, naročito proces obrade podataka prilikom čitanja važna je podloga za analizu različitih vrsta čitanja kao što je npr.:

- zrelo čitanje,
- čitanje linearnog teksta – tiskana knjiga,
- čitanje linearnog teksta – e-knjiga
- čitanje pretraživanjem teksta - računalo,
- čitanje hiper teksta - računalo.

Treba razlikovati čitanje od pretraživanja koje je pod utjecajem kaptologija pretvoreno u ovisničku potrebu jer se njima održava bezvrijedna prevlast nad tijekom digitalnih informacija. Nametnuta "etika interneta" kao medija, rezultira persuazivnom ovisnošću koja se manifestira:

- poticanjem i utaživanjem "žeđi" za malim odsječcima informacija kratkog vijeka trajanja,
- znatiželjnom ovisnošću o besprekidnom tijeku koji se ažurira u realnom vremenu, "ažurirani status" koji gubi konkretnost već nakon nekoliko trenutaka nakon objave i
- žudnjom za ubrzavanjem protijeka informacija.

Navedene manifestacije nemaju nikakvog doprinosa za pohranu naučenog jer se ništa niti nije naučilo. Nastupio je poremećaj i nisu prepoznate aktivacije moždanih polutki a niti emocionalnog središta mozga, što se danas prilično sigurno može potvrditi psihometrijskim ispitivanjima za ozbiljniju, (legislativnu), primjenu kojih se još uvijek namjerno odugovlači, a minorna provedena ispitivanja nisu još transparentno prepoznata i nastavak su novih istraživanja.

3. Primjer pohrane misaonog materijala

U prilog provedenih istraživanja navodi se i primjer pohrane misaonog materijala u ljudsku memoriju, koji zahtijeva brižljiv i uravnotežen dotijek informacija. Primjer se može radi praktičnog prihvaćanja vizualizirati. Lako je s fotografije, prepoznati sjedalicu koja predstavlja misaoni materijal koji je moguće brižljivo i uravnoteženo pohraniti u trajnu memoriju iz uređeno vizualiziranog prostora, Slika 62.



Slika 62. Sjedalica kao primjer brižljive i uravnotežene pohrane misaonog materijala

Primjer džumbusa fragmentira, ometa i narušava strujanje misli koje završavaju kao rastresenost. Teško će itko moći s fotografija, (Slika 63. i 64.), prepoznati misaoni materijal, "sjedalicu", koji bi trebalo pohraniti u trajnu memoriju.



Slika 63. Primjer pohrane misaonog materijala, (sjedalica), predstavljen kaosom



Slika 64. Drugi primjer, pohrane istog misaonog materijala predstavljen kaosom

Brižljivo i uravnoteženo pohranjivanje misaonog materijala u kaosu je nemoguće, jer se u stvari iz vizualiziranog participira i primjer određene psihokulture koja se vremenom projicira u sve sfere života.

Termin "**psihokultura**", dolazi od kulture, (lat. *colere* - uzgajati, njegovati; *cultos* - obrađivanje, njegovanje, gajenje), što predstavlja integrirani sustav stavova, vjerovanja i obrazaca ponašanja koji su

karakteristični za članove društva, a koji nisu rezultat biološkog naslijeđa, već društveni proizvod koji se stvara, prenosi i održava kroz komunikaciju i učenje. Funkcija i smisao kulture su olakšavanje, produljenje i razvoj ljudskog društva.

Kultura nastaje iz potrebe ljudi da ovladaju prirodom i da se oslobode animalnog, tako da čovjek ne kultivira samo vanjsku prirodu nego i svoju vlastitu, čime se ostvaruje proces humanizacije.

Pod raznim utjecajima pa tako i pod utjecajem inteligentnih tehnologija, kultura podliježe kolektivnom programiranju uma po čemu se razlikuju pripadnici jedne zajednice od drugih. Psihokulturu koja je povezana s kultivacijom duše još iz antičkog vremena, Ciceron, *(lat. cultura anima),* Kant svojim „kategoričkim imperativom" razvija i usavršava kao plemenite osobine, ali i prepoznaje oblikovanje kolektivnog mentaliteta u društvu koje se postiže vladajućom ideologijom i koja usmjerava društvene i političke procese. Jedinka društva, odnosno svaki pojedinac ima svoju vlastitu ideologiju, sustav vrijednosti i životne orijentire koji ga usmjeravaju u životu i određuju ponašanje koje je pod utjecajem inteligentnih tehnologija i intuigencije. Socio-kulturna neuroznanost omogućava sve bolji uvid u složene interakcije između sociokulturnih i neuronskih struktura i procesa, a time i u biološke mehanizme koji čine podlogu sociokulturnih fenomena i ponašanja ljudi uključujući sve komponente ljudske egzistencije.

Dok se u filozofiji egzistencije kroz Kierkegaardove konstrukcije egzistencijalizam može promatrati kao „osjećaj sumnje", Hussserlovo esencijalno iskustvo se može promatrati kroz „refleksiju svijesti" a što je poveznica i s njegovim opisom intencionalnosti, (lat. *intentio*), znači nakana, smjeranje, htijenje, želja, a u stvari je za njega svijest o naprosto nečemu za što je prethodno dana korelacija između svijesti i toga nečega kao polazište spoznaje. Tako se do spoznaje dolazi putem pokazivanja pomoću fenomenološka analize, i opisivanja. Prema Tomi Akvinskom to je usmjerenost duha prema nekomu cilju i sadržanost spoznajnoga, voljno-djelatnog ili bilo kojega drugoga cilja u namjeri (intenciji).

Kroz intencionalnost i fenomenologiju, kibernetici se približava kognicija. U kontekstu se intencionalnost promatra kao značajka svijesti

i esencijalno iskustveni fenomen koji je nužno usmjerena na objekt kao predmet svoje misli. Citirajući Husserlea: "Intencionalnost je naziv za jedinozbiljsko i pravo objašnjavanje, činjenje nečega razumljivim", a što je potrebno uvijek imati na pameti

Iz tih je razloga korisno istaknuti kako struktura neuralne mreže, kore velikog mozga predstavlja biološku osnovu naših mentalnih sposobnosti. U odrasloj dobi jednostavno se usvajaju nova znanja i vještine bez promjene strukture neuralne mreže. Edukacija, psihološko, socijalno i emotivno okruženje tijekom razvoja mijenja samu strukturu neuralne mreže, posebno u dijelovima mozga ključnim za usvajanje najsloženijih moždanih funkcija. To uključuje afektivnu modulaciju emocionalnog izražavanja, konceptualizaciju vlastitog uma, mentalizaciju, kognitivnu fleksibilnost i radnu memoriju.

4.4. Kaptološko vrijeme kao sredstvo fragmentiranja

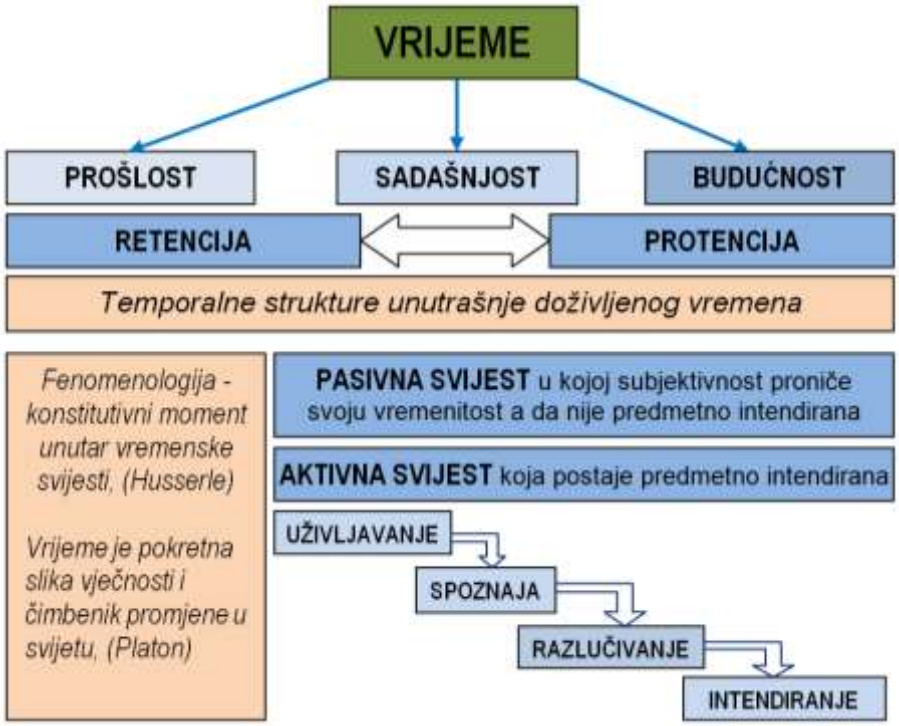
Važno je istaknuti kako je djelatni učinak persuazivnog, danas više nego ikad usmjeren prema korisniku i ima za imperativ doprijeti sve dublje do korisničkog iskustva koje neće težiti spoznaji što se događa u tehnologijskom stroju, nego koliko učinkovito on može komunicirati s I³T platformama, (,engl. I^3 = *Interactive - Integration - Information*). Takve mobilne platforme, imaju u srži tehnologiju koja jamči uspjeh upotrebljivost i učinkovitosti kaptoloških paradigmi.

Zbog neproživljenog iskustva, neće biti moguća niti doživljena egzistencija koja se već deformira u tehnološku antropomorfizaciju koja poprima okvire civilizacije kaptologije. Niz primjera pokazuje kako zbog preobilja informacija i povodljivosti za softverima u edukacijskim djelatnostima od najranijih početaka, (osnovna škola), sve je teže proizvesti misaoni materijal, koji bi iznjedrio korisnu podlogu za budućnost života. Nemoguće je u kaptološkom zbunjujućem kaosu velikih podataka, brižljivo i uravnoteženo pohranjivanje misaonog

materijala jer je kaotično participirano i fiktivno vizualizirano, i zato je neodređeno - virtualizirano. Razina perverznosti tehnološke antropomorfizacije je uvriježeni pojam "virtualna stvarnost"!?

Um je fenomen koji je utjelovljen, ugrađen, predviđen za proširivanje spoznaje i učinkovit je i prepoznat kao Model spoznaje " ***4E*** " (engl. - *Embodied, Embedded, Extended, and Enactive*). Istraživanje uma kao složene pojave koja se sastoji od bioloških, psiholoških i sociokulturnih čimbenika ukazuje na različite društvene dosege u različitim vremenskim i prostornim mjerilima povezanim uz podrijetlo živih sustava i porijeklo složenih društava uključujući načina međusobnog povezivanja ljudi.

Tijelo i um se lako ugađaju na svoje okruženje i vrlo brzo uvode svoje rutine kao alate i druga pomagala u misaone procese. Neurološki se počinju tretirati računalne stvari kao dio osobnosti čime im se priznaje antropomorfizacija. Današnje doba, poruke prenosi slikom koja je nametnuta u sve i svagdje i prihvaćena je kao vizualizacija što se podrazumijeva kao nešto dobro. **Slika** i **prostor** postavljeni su u simbolički odnos realiziran anonimnošću virtualnog identiteta. Prostor kao takav otuđuje uobičajene funkcije unutar sveopćega robnog svijeta znakova. Spoznajna mijena funkcije duha, tijela i samosvijesti unutar preobilja virtualnog prostora, u takvim uvjetima, suvremenog čovjeka zameće gdje god da se nalazi. Navika izgubljenosti preslikana je i u sve druge konkretne prostore. U sliku koja je prvenstveno namijenjena potrošački, pretvorene se i sve druge moguće raspoložive informacije i podaci kako bi se nemilice trošili. Obiljem informacija, prekomjernosti događanja, preobiljem dostupnosti, preobilje je i individualizacije i to sve skraćuje **vrijeme**. To novo tehnološki uvjetovano vrijeme, "stisnuto" je i ono generira nedostatnost osobnog vremena. Izgubljena je bivstvujuća, subjektivna, komponenta vremenitosti, njena retencija i protencija koje su odgovorne za intencionalnu i fenomenološku svijest, Slika 65.



Slika 65. Temporalne strukture i čimbenici vremena

Takvo vrijeme uvjetuje bezprostornost i rezultira „smanjenjem planeta“, jer je nedostatan prostor konzumerska posljedica zbog razvijenih interaktivnih inteligentnih informacijskih tehnologija kojima je imperativ mehanička svrsishodnost „dobivanja na vremenu“. Takav prostor i takvo vrijeme nameću uvjete koji se ne mogu vizualno predočiti, a koji su posljedica trenutne brzine novih interaktivnih tehnologija.
Izdvajanjem trenutka u vremenu, i položaja u prostoru, izvan dosega dodira, sluha, mirisa ili kretanja pomoću vizualnog isticanja, dokaznica je za fragmentiranje. "Isticanje vizualnosti neprekidno, uniformno i povezano inteligentnim tehnološkim sredstvima ostvaruje neprekidnost i linearnost fragmentiranog ponavljanja što je integracija poduzeta na osnovama vizualne uniformnosti a koju je još prije pola stoljeća nagovijestio McLuhan. Civilizirani način života počeo se ostvarivati prije mnogo stoljeća i to na vrlo krut način odvajanja i specijalizacije osjetila. Najvažnije osjetilo - vid, danas nije u stanju odolijevati „civiliziranoj

vizualnosti“, zapljuskivanju velikih vizualnih struktura apstraktnog individualnog čovjeka. Umanjena važnost osjetila vida gubi se u prevlasti inferiorne sinestezije kao uske uzajamne povezanosti ostalih osjetila. Svjesnost, složena i istančana, narušava se ili dokida jednostavnim pojačavanjem ili smanjivanjem bilo kojeg osjetilnog intenziteta.

Francuski filozof, sociolog i književni teoretičar, Jean-François Lyotard, svojim interdisciplinarnim diskursom koji između ostalog obuhvaća teme epistemologije, komunikacije, vremena, prostora i sjećanja, prepoznao je u Augustinovim djelima same izvore fenomenologije, čime je istovremeno ukazao i na izvore semiotike u njoj. U svojem nedovršenom posthumnom djelu, "Augustinova ispovijest" ukazuje: "Čak i kad su znakovi odgonetnuti, lijenost sprečava da se njima služimo, stanovita nevoljkost za promjenu uspokojava sebstvo privijeno uza se. Snaga mirovanja, (*lex enim peccati est violentia consuetudinis*), je zakon grijeha i sila navike, zakon bez zakona, običajno pravo onoga odvajkada već učinjenog. Sebstvo nije sposobno ogledati se u pustolovini nepoznatog futura, jer taj futur prošli u negativu utvrđuje budućnost na uvijek već dovršenoj nemoći. A sebstvo udobno gnijezdi svoj umor u to vrijeme ustajale povratnosti i izmiče okrutnosti pravog početka i konačnog oproštaja. Jer, samo vrijeme, vrijeme stvorenja, vrijeme koje zove stvorenim, dijete je te neprestane samoodsutnosti. Izbrisano mi je, kažemo kad se nečega ne možemo sjetiti, no ono što se dijeli u tri vremenske instance jest zaborav inherentan postojanju. Prošlost, sadašnjost, budućnost tri su modusa prisutnosti u koje se projicira manjak prisutnosti....."

Citat je izvrsno povezao vrijeme i potrebu odnosno nemogućnost djelovanja. Koristi se kao podloga hipotezi koja utvrđuje inertnosti prema prepoznatim znakovima računalne kaptologije upravo zbog nje same.

4.5. Komentar uz četvro poglavlje

Obrađeni primjeri i rezultati mnogih istraživanja su pokazali kako se način procesuiranja informacija, rješavanje problema i donošenje odluka, može usporediti s radom ekspertnog sustava i ljudskom kognicijom i mentalnim potencijalom, Postoje paralela ljudske intuicije i inteligencije i baza podataka i baza znanja. Znanje je kao kognitivni potencijal ovisno, povezano i simbolički predstavljeno i identično inteligenciji. Primjene baza podataka i znanja, da bi bilo svrhovito potrebno je podvrći mehanizmu zaključivanja. To u biološkom smislu poistovjećivanja s funkcioniranjem ljudskog mozga, (načina mišljenja), navodi na zaključak da je za svrhovito korištenje intuicije i inteligencije potrebna neka vrsta uvježbane strategije.

Kada se edukacija, psihološko, socijalno i emotivno okruženje poveže s prisutnošću i prisnošću inteligentnih sustava i interaktivnih tehnologija dolazi se do potvrde hipoteze o njihovim višestrukim utjecajima. Kako u pozitivnom smislu kroz spoznaje o podizanju razina integriranog razvoja ljudskog uma tako i u negativnom o spoznajama utjecaja na ljude sve do nastanka razvojnih neuropsihijatrijskih bolesti. Biomedicinski i sociološki važan koncept jedan je od glavnih predmeta kontinuirane rasprave suprotstavljenih zagovornika selekcijske nasuprot zagovornicima konstrukcijske teorije mentalnog procesuiranja. Iz tih se razloga postavlja pitanje radi li se o suradnji ili sukobu između kognitivne kibernetike i kaptologija!? Na to je pitanje odgovor potrebno potražiti kroz filozofsko promišljanje. Prvo je potrebno odgovoriti što je to filozofija? Filozofija kako se nalazi u filozofskom rječniku ljubav je prema mudrosti. Hrvatski oblik filozofija dolazi od grčkog "*filosofia*", riječ je skovana od "*filia*" (prijateljstvo, ljubav), odnosno "*filos*" (prijatelj, ljubitelj) i "*sofia*" (mudrost), odnosno "*sofos*" (mudrac). Filozofija je dakle, u svojem osnovnom značenju, ljubav prema mudrosti. Predstavlja racionalni odnos prema mudrosti, a filozof je onaj koji iskazuje osobitu žudnju za mudrošću. Prema Platonu, filozof njeguje najviši oblik ljubavi prema istini.

Hrvatska kovanica mudroslovlje danas se rijetko koristi. Ona mijenja smisao riječi u smjeru "znanost o mudrosti", zbog nastavka "slovlje" jer dolazi od "*logija*", tj. od logos, kao u jezikoslovlje, prirodoslovlje, i slično. Odgovarajući prijevod doslovnog značenja grčke riječi bio bi mudroljublje. Onaj koji ljubi mudrost, shvaća se kao netko različit od tradicionalnog pojma mudraca. Mudrac je već sam po sebi mudar, stoga on "zna" i ne mora tragati za znanjem.

Ipak u izvornom značenju riječi filozofija, sadržan je smisao i bit koja je vezana uz traženja. Određenje filozofije kao istraživanja, traganja za smislom, svakidašnjeg tzv. prirodnog stava uopće, kojeg se svi drže kao da istinu već znaju, kao da je već posjeduju. Filozofija je istovjetna s naporom da dosljedno, slobodno mišljenje, istinu i znanje tek dokuči.

Pitagora je prvi od grčkih mudraca koji se prozvao filozofom. Ciceron navodi, da kad su Pitagoru upitali što mu je zanimanje, odgovorio je kako je filozof, to jest tražitelj ili ljubitelj mudrosti, jer mu se činilo posve drskim tvrditi da je mudrac. Na pitanje što je filozof, odgovorio je usporedbom s tri vrste ljudi koji dolaze na Olimpijske igre. Jedni se dolaze natjecati i pobjeđivati, drugi kupovati i prodavati, a treći dolaze samo promatrati. Ovi su treći poveznica na filozofe, oni imaju najvažnije poslanje, i za sebe i za druge!?

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz četvrto poglavlje, kad se knjiga koristi kao udžbenik onda se dodatna razrada tog poglavlja provodi kroz auditorne vježbe sa sljedećim pripremljenim proširenim temama:

1. Autorski, (**ZB**), znanstveno-istraživački radovi inspirirani radovima McLuhana, u knjizi su usmjereni na intuigenciju i apostrofirani na promjene stajališta preko kaptologija. Zaključak upućuje da je nužno shvatiti promjenu, i očuvati tradicionalno pedagoško bogatstvo, što je izazov za novu edukaciju u politehnici koja započinje kognitivnom kibernetikom:

1.1. Kako educiranost psihički i društveno, kroz nametnutu vizualnu moć i uniformne organizacije vremena i prostora, može omogućiti odmak od kaptološke torture?

2. „U Americi se do 1800. g. homogenizirajuća snaga pismenog procesa razvila više nego igdje u Europi. Od samih početaka Amerika je prihvatila tehnologiju tiska u obrazovnom industrijskom i političkom životu, i nagrada za to bila je besprimjerna zaliha standardiziranih radnika i potrošača, kakvom nijedna kultura nikada prije nije raspolagala". Na izloženoj spoznaji, istraživački sintetizirati kaptologiju i pismenu kulturu kroz primjere:

- zamagljivanja učinkovitosti osnovnih pedagoških tehnika i važnosti nastavnog programa,
- zamućivanja mnogih cijenjenih stajališta i postupaka,
- iščezavanja motivirajućih udaljenih zamišljenih ciljeva uobičajene kulture,
- potpunog sudjelovanja u sveobuhvatnoj trenutačnosti.

2.1. Zašto novom edukacijom:
a) ***Kaptološko dijete*** očekuje trenutno sudjelovanje a ne prepoznaje ulogu duboke društvene angažiranosti za budućnost?
b) Zašto ***Kaptološko dijete*** ne može gledati unaprijed i ne može prihvatiti samo zamišljen cilj ili svrhu u učenju ili u životu?
c) ***Kaptološki čovjek*** ulazeći sve dublje u postojeće okolnosti ljudskog stanja, ne može razaznati stvarne potrebe pismene kulturne strategije?

4.6. Za sam kraj četvrtog poglavlja

Bio jednom dobar, pošten i vrijedan ratar koji je sve više i više vremena posvećivao svojim poljima, sjetvama i žetvama i čuvanju polja od kradljivaca, pa čak i od ptica. Vrijedno je radio, punio hambare, imao odlično sjeme, ali sve više i više žurio na polja i tjerao ptice, postavljajući „strašila". Nije imao više vremena niti za obitelj, niti za prijatelje pa nije ni primijetio da ga je žena ostavila, a i djeca su napustila kuću.

Godine su prolazile a on bi samo krcao u hambare i tjerao ptice i mislio kako je to najvažnije u životu. Stario je, zapustio se, od neredovna jela i neuredna života počeo pobolijevati. Imao je novca, imao je pune hambare, krasna polja, odlično sjeme ali nikog oko sebe????

Samoća i bolest prisilili su ga da se trgne i počne razmišljati. Želio je nekog u blizini ali obitelj se raspala. Obraćao bi se ljudima oko sebe ali ga nisu prepoznavali,....ostala su mu samo polja, ali kako ih je prerevno obrađivao i s njih sve živo tjerao nikoga nije bilo niti u blizini.

Jednoga dana sav očajan napunio je torbicu žita i pošao na svoja polja i ispruženih punih ruku nudio ptičice da se spuste i nahrane i da mu bar one budu u blizini.

Ptičica nigdje!?! No nakon nekog vremena jedno malo jato prelijetalo je preko njegovog polja i spazivši ga onako iz daljeg, budući nikada nisu smjele prići bliže međusobno su komentirale:

„Pogledajte kakvo je novo strašilo postavio na svoje polje onaj sebični gazda, bježimo još dalje"

„Veliki učitelji govore kako ne možemo početi uviđati ili bilo što razumjeti ako započnemo s "ne". Potrebno je započinjati s baznim prihvaćanjem, a to je "da", što znači da prebrzo ne analiziramo i ne kategoriziramo stvari iznutra ili izvana kao dobre ili loše. Svaki "da" kao pristanak prethodi svakom pravom znanju. Za to postizanje potrebna je promjena stava, (srca), koja prethodi svakoj želji za promjenom uma".

5. Specijalistička modeliranja za politehniku

Ovo poglavlje obrađuje primjenu izvorno razvijenog elektromagnetskog modela s originalnim algoritmima za izračun pogonskih redovnih i izvanrednih stanja u el. energetskim postrojenjima elektroenergetskih sustava. Konkretan, obrađeni primjer je izračun raspodjele struje zemljospoja. Model je utemeljen na primjeni tehnike konačnih elemenata na integralnu formulaciju problema. Analiziraju se sastavnice elektromagnetskog modela koje se mogu nalaziti u homogenom tlu ili pak u zraku. Gušenje i fazno zakretanje elektromagnetskog vala približno se uzima u račun korištenjem prigušno-faznog faktora.

U razvijenom elektromagnetskom modelu sve međusobno elektromagnetski spregnute sastavnice tvore jedan jedini konačni element. Svaki se vodič dijeli na cilindrične segmente konačne duljine, dok se, radi jednostavnosti, uzemljivači transformatorskih stanica i stupova nadzemnih vodova nadomještaju ekvipotencijalnim kružnim metalnim pločama. Vlastite i međusobne impedancije segmenata vodiča i nadomjesnih kružnih metalnih ploča računaju se po Galjerkin-Bubnovovoj metodi, koja se u slučaju vlastitih i međusobnih impedancija cilindričnih segmenata vodiča svodi na metodu srednjeg potencijala. Fazni vodiči ukopanih kabelskih i nadzemnih vodova, zaštitna užad nadzemnih vodova kao i uzemljivačka užad i trake aproksimirani su pravocrtnim tankožičanim cilindričnim segmentima. Cilindrični segmenti aktivnih i pasivnih vodiča imaju konstantnu uzdužnu struju i konstantnu linijsku gustoću poprečne struje, koje su matematički smještene duž osi vodiča i tako modelira.

5.1. Uvod

U razvijenom elektromagnetskom modelu, raspodjela skalarnog električnog potencijala uslijed poprečnih struja vodiča segmenta jednožilnih kabela računa se na isti način kao i za segmente golih vodiča, samo pritom raspodjeli potencijala u okolnom sredstvu doprinose poprečne struje svih vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela. Što se tiče vlastitih i međusobnih impedancija, izolacijski, poluvodljivi i vodljivi slojevi jednožilnog kabela utječu samo na izračun vlastitih i međusobnih poprečnih impedancija vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela. Osim toga, kvazistatičke slike segmenata vodiča jednožilnih kabela na isti način doprinose vlastitim i međusobnim poprečnim impedancijama kao da se radi o kvazistatičkim slikama golih vodiča. To vrijedi i za međusobne poprečne impedancije segmenata vodiča koji pripadaju različitim segmentima jednožilnih kabela, tj. njih u elektromagnetskom modelu razmatramo kao da se radi o golim vodičima u homogenom neograničenom sredstvu.

Korištenjem tehnike konačnih elemenata formira se globalni sustav jednadžbi, gdje su nepoznanice potencijali globalnih čvorova. Nakon što se riješi globalni sustav jednadžbi, lako se mogu izračunati potencijali lokalnih čvorova pojedinog konačnog elementa. Potom se, korištenjem lokalnih sustava jednadžbi pojedinog konačnog elementa, može izračunati raspodjela struja zemljospoja po sastavnicama el. magnetskog modela.

Na temelju razvijene teorijske podloge, razvijen je i računalni program EMFCD, koji je prvenstveno namijenjen za izračun raspodjele struje zemljospoja. Međutim, ovaj računalni program može poslužiti i za naprednu analizu strujnih i naponskih prilika na nadzemnim i kabelskim elektroenergetskim vodovima. Stoga je bilo važno uzeti u račun i kapacitivnu spregu između sastavnica elektromagnetskog modela.

Točnost računalnog programa EMFCD provjerena je usporedbom rezultata numeričkog izračuna s rezultatima dobivenim korištenjem dvaju prethodno razvijenih računalnih programa za izračun raspodjele

struje zemljospoja: računalnog programa FCD utemeljenog na hibridnom modelu (kombinaciji elektromagnetskog modela i modela prijenosnog voda) i računalnog programa FCD-WC utemeljenog na modelu prijenosnog voda.

Izvorno razvijeni elektromagnetski model za izračun raspodjele struje zemljospoja predstavlja teorijsko i numeričko unaprjeđenje jer ovaj model može uzeti u račun cjelovitu elektromagnetsku spregu između svih vodljivih dijelova koji sudjeluju u raspodjeli struje zemljospoja. Korištenjem razvijenog elektromagnetskog modela moguće je mnogo točnije izračunati struju mjerodavnu za dimenzioniranje uzemljivača elektroenergetskih postrojenja i značajki elektroenergetskih vodova priključenih na to postrojenje. To omogućuje uštede tijekom projektiranja i izvedbe uzemljivačkih sustava elektroenergetskih postrojenja, zaštitnih užadi i uzemljivača stupova nadzemnih vodova te kabelskih vodova i uzemljivačkih vodiča položenih iznad kabelskih vodova.

Dodatno je sve praktične primjere izračuna oplemenila 3D vizualizacija tako da se uz pomoć nje lako uočava prednost uključene konduktivne komponente u izračune što posebno dolazi do izražaja kada se ne promatra jedna sastavnica već sve uključene sastavnice nekog konkretnog elektroenergetskog sustava. Primijenjeni algoritmi u razvijenom modelu nadalje su otvorili mogućnost da se koriste i kao pomoćni alati za obradu pogonskih i izvanrednih stanja elektroenergetskih sustava. tako su topološki algoritmi pojedinih obrađenih sastavnica sustava povezani s jednim ekspertnim sustavom koji se koristi za otkrivanje mjesta kvara.

Realan problem koji se nastoji uspješno riješiti u obadva slučaja je smanjivanje vremena ispada elektroenergetskog sustava i povećanje pouzdanosti napajanja. Za dispečere, je kada dođe do poremećaja u napajanju, vrlo bitno što prije odrediti mjesta kvara. U odabranom ekspertnom sustavu rješavanje se problema temelji na heurističkim pravilima dobivenim iz prethodnog iskustva dispečera čija je važna uloga kao eksperata u otkrivanju mjesta kvara. Osim njihovih heurističkih algoritama koji su bili presudni za motivaciju izgradnje i primjene

ekspertnih sustava, danas se razvijeni ekspertni sustavi za dijagnozu kvara koriste i informacijama iz opreme sklopnih postrojenja, (osigurači, prekidači, releji, terminalna oprema i sl.). Iako su ti elementi prikladni za procjenu i sekcioniranje kvara na prijenosnom sustavu, za kvarove koji za posljedicu imaju pregaranje osigurača između primarnih grana i potrošača neće biti moguće dobiti informaciju s prekidača koji nije isklopio.

Prekidač strujnog kruga na glavnom čvoru primarnog voda neće funkcionirati za kvarove koji se događaju na bočnim granama, distribucijskih transformatora i pridruženih uređaja a poznato je da su to kvarovi koji se događaju češće od onih na primarnom vodu. Ta pogonska iskustva su povezana i s hitnim intervencijama servisera i ekipa u službi, jer u slučaju da se ne uspiju pronaći pokvareni uređaj blizu specificirane lokacije, dispečeri moraju načiniti novu prosudbu te poslati servisere na drugo mjesto.

Detaljna problematika predmet je sadržaja skripte kod koje se nastojalo kod studenata ponovo vratiti politehničko promišljanje a samim tim i inženjersko znanje koje je s obzirom na mogućnosti i raspoloživosti interaktivnih inteligentnih tehnologija počelo popuštati. Uz to je potrebno prihvatiti činjenicu, (kako kazuje Lyotard), .."da će biti sve teže dostići konačnu podudarnost znanja, samim tim što u današnje vrijeme znanje nije više cilj po sebi, ono postoji i proizvodi se baš da bi bilo isplativo i unosno..."!?

5.2. Aproksimacije cilindričnih segmenata vodiča

U obrađenom matematičkom modelu koriste se cilindrični segmenti vodiča, Slika 66. za koje vrijede sljedeće pretpostavke:

- duljina segmenta vodiča (ℓ) je mnogo veća od polumjera (r_0),
- vanjski polumjer vodiča je mnogo manji od valne duljine,
- pojedini segment može biti šupalj ili pun,

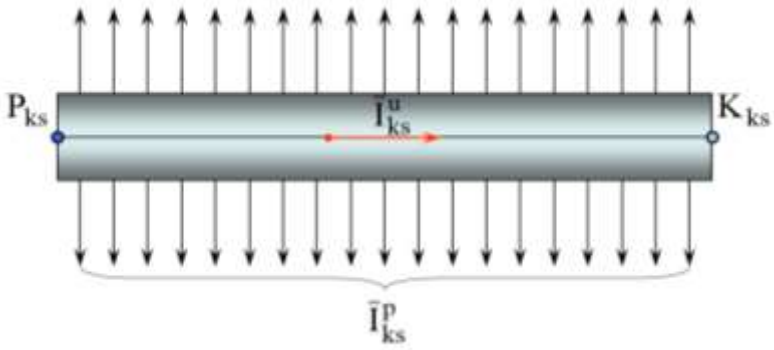
- struja unutar segmenta ima samo uzdužnu komponentu,
- uzdužna struja je koncentrirana u osi segmenta i teče od početne točke segmenta prema krajnjoj točki segmenta ,
- segment sa svog plašta jednoliko ispušta poprečnu struju u okolno sredstvo,
- kod izračuna raspodjele potencijala oko segmenta vodiča, segment iz svoje osi jednoliko ispušta poprečnu struju,
- potencijal je konstantan po poprečnom presjeku segmenta vodiča,
- uzdužni potencijal (potencijal kod uzdužnog sustava jednadžbi) linearno se mijenja duž osi vodiča,
- poprečni potencijal segmenta (potencijal segmenta kod poprečnog sustava jednadžbi) aproksimira se po metodi srednjeg potencijala.

Dakle, u ovom se radu vodiči koji sudjeluju u raspodjeli struje zemljospoja aproksimiraju skupom cilindričnih segmenata. Segmenti imaju svoju početnu i krajnju točku, a za sve segmente vodiča vrijedi tankožičana aproksimacija.



Slika 66. Tankožičana aproksimacija cilindričnog segment vodiča

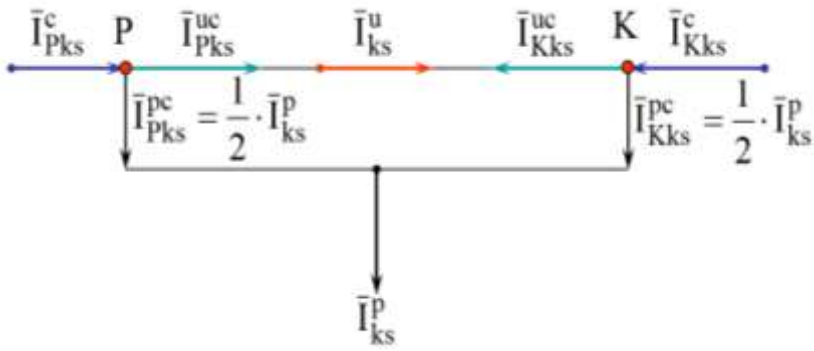
Iz pretpostavke da segment jednoliko ispušta poprečnu struju u okolno sredstvo, slijedi da se uzdužna struja mijenja linearno duž osi segmenta, a ta uzdužna struja je po pretpostavci konstantna duž osi segmenta. Logičan zaključak je da se linearno promjenjiva uzdužna struja aproksimira svojom srednjom vrijednošću, Slika 67.



Slika 67. Aproksimacija uzdužne i poprečne struje ks-tog segmenta vodiča

Iz pretpostavke da je uzdužna struja segmenta aproksimirana srednjom vrijednošću linearno promjenjive uzdužne struje, slijedi da segment u čvorovima (lokalni čvorovi segmenta; P-početna i K-krajnja točka segmenta) predaje točno 1/2 poprečne struje koja se jednoliko ispušta u okolno sredstvo. Drugim riječima, poprečna struja segmenta koja se ispušta duž plašta segmenta dijeli se na dva jednaka dijela koji se smještaju u lokalne čvorove segmenta.

Za modeliranje i potrebe tehnike konačnih elemenata, sustav uzdužnih struja može se odvojiti od sustava poprečnih struja. Grafički ilustrirano prikazano je načelo prelaska s uzdužne i poprečne struje segmenta, (oznaka segmenta = ks), na uzdužne i poprečne struje dvaju lokalnih čvorova tog segmenta, Slika 68.



Slika 68. Uzdužne i poprečne struje ks-tog segmenta i njegovi pripadni lokalni čvorovi

Struje prikazane na Slikama 67. i 68. imaju sljedeće značenje:

- $\bar{I}^{u}_{ks}$ - uzdužna struja ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{p}_{ks}$ - poprečna struja ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{uc}_{Pks}$ - uzdužna struja početnog čvora P_{ks} ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{uc}_{Kks}$ - uzdužna struja krajnjeg čvora K_{ks} ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{pc}_{Pks}$ - poprečna struja početnog čvora P_{ks} ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{pc}_{Kks}$ - poprečna struja krajnjeg čvora K_{ks} ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{c}_{Pks}$ - ukupna struja početnog čvora P_{ks} ks-tog segmenta,
- $\bar{I}^{c}_{Kks}$ - ukupna struja krajnjeg čvora K_{ks} ks-tog segmenta.

U skladu s oznakama i prikazanom orijentacijom struja na Slici 68, za uzdužne i poprečne struje lokalnih čvorova ks-tog segmenta vrijede sljedeći izrazi:

$$\bar{I}^{uc}_{Pks} = \bar{I}^{u}_{ks} \tag{2.1}$$

$$\bar{I}^{uc}_{Kks} = -\bar{I}^{u}_{ks} \tag{2.2}$$

$$\bar{I}^{pc}_{Pks} = \bar{I}^{pc}_{Kks} = \frac{1}{2}\cdot \bar{I}^{p}_{ks} \tag{2.3}$$

$$\bar{I}^{c}_{Pks} = \bar{I}^{uc}_{Pks} + \bar{I}^{pc}_{Pks} \tag{2.4}$$

$$\bar{I}^{c}_{Kks} = \bar{I}^{uc}_{Kks} + \bar{I}^{pc}_{Kks} \tag{2.5}$$

5.3. Dvoslojni model sredstva i Maxwellove jednadžbe

Za napredno modeliranje i izučavanja struja i potencijala sastavnica elektroenergetskog sustava polazi se od Maxwellovih diferencijalnih jednadžbi koje se za izmjenično harmonijski promjenjivo el. magnetsko polje u nepokretnom vodljivom sredstvu prikazuju fazorima i mogu se napisati u sljedećem obliku:

$$\nabla \times \underline{\vec{H}} = \underline{\vec{J}} = \bar{\kappa} \cdot \underline{\vec{E}} + \underline{\vec{J}}_s \tag{3.1}$$

$$\nabla \times \underline{\vec{E}} = -j \cdot \omega \cdot \underline{\vec{B}} \tag{3.2}$$

$$\nabla \underline{\vec{B}} = 0 \tag{3.3}$$

gdje je:

$\underline{\vec{J}}$ - fazor vektora gustoće ukupne struje,

$\underline{\vec{J}}_s$ - fazor vektora gustoće ukupne struje vanjskih (nezavisnih) izvora,

$\bar{\kappa}$ - kompleksna provodnost (specifična električna vodljivost) sredstva,

ω - kružna frekvencija,

$\underline{\vec{H}}$ - fazor vektora jakosti magnetskog polja,

$\underline{\vec{E}}$ - fazor vektora jakosti električnog polja,

$\underline{\vec{B}}$ - fazor vektora magnetske indukcije,

∇ - Hamiltonov operator,

j - imaginarna jedinica.

Neka su moduli fazora efektivne vrijednosti pripadnih veličina. Kružna je frekvencija opisana izrazom:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \tag{3.4}$$

gdje je f frekvencija.

Neka je sredstvo linearno i izotropno. Kompleksna provodnost takvog sredstva opisana je izrazom:

$$\overline{\kappa} = \sigma + j \cdot \omega \cdot \varepsilon \tag{3.5}$$

gdje je σ vodljivost sredstva, a ε dielektričnost sredstva.

Vrijedi da je dielektričnost sredstva:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \tag{3.6}$$

gdje je $\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ F/m dielektričnost zraka, dok je ε_r relativna dielektričnost sredstva.

Iz Maxwellovih jednadžbi (3.1) – (3.3), lako se dobiju sljedeće Helmholtzove nehomogene diferencijalne jednadžbe potencijala:

$$\Delta\overline{\varphi} - \overline{\gamma}^2 \cdot \overline{\varphi} = \frac{\nabla \vec{\underline{J}}_s}{\overline{\kappa}} \tag{3.7}$$

$$\Delta\vec{\underline{A}} - \overline{\gamma}^2 \cdot \vec{\underline{A}} = -\mu_0 \cdot \vec{\underline{J}}_s \tag{3.8}$$

gdje je:

$\vec{\underline{A}}$ - fazor vektorskog magnetskog potencijala,

$\overline{\varphi}$ - fazor skalarnog električnog potencijala,

$\overline{\gamma}$ - valna konstanta sredstva,

Δ - Laplaceov diferencijalni operator,

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m – permeabilnost razmatranog sredstva.

Valna konstanta razmatranog sredstva opisana je sljedećim izrazom:

$$\overline{\gamma} = \sqrt{j \cdot \omega \cdot \mu_0 \cdot \overline{\kappa}} \tag{3.9}$$

U linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu volumena V, rješenje jednadžbe skalarnog električnog potencijala (3.7) glasi:

$$\overline{\varphi} = -\frac{1}{4\cdot\pi\cdot\overline{\kappa}}\cdot\int_V \nabla\vec{\underline{J}}_s\cdot\frac{e^{-\overline{\gamma}\cdot R}}{R}\cdot dV \qquad (3.10)$$

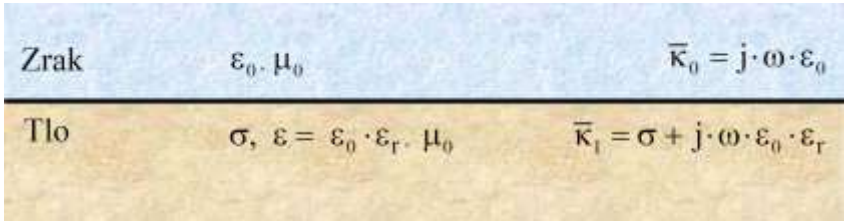
dok rješenje jednadžbe vektorskog magnetskog potencijala (3.8) glasi:

$$\vec{\underline{A}} = \frac{\mu_0}{4\cdot\pi}\cdot\int_V \vec{\underline{J}}_s\cdot\frac{e^{-\overline{\gamma}\cdot R}}{R}\cdot dV \qquad (3.11)$$

gdje je R udaljenost između točke izvora i točke promatranja.

Jednadžba (3.10) jest partikularno rješenje Helmholtzove jednadžbe (3.7), a jednadžba (3.11) partikularno rješenje Helmholtzove jednadžbe (3.8).

Za modeliranje sredstva koja okružuju sastavnice elektroenergetskog sustava, koristi se dvoslojni model, Slika 69. Ustvari, neograničeni prostor se dijeli na dva linearna homogena izotropna poluprostora, od kojih jedan ispunjava zrak, dok drugi ispunjava homogeno tlo.



Slika 69. Dvoslojni model sredstva

Značajke sredstva (zraka i tla) su provodnost, dielektričnost i permeabilnost. Može se uzeti da je provodnost zraka jednaka nuli. Otpornost tla (recipročna vrijednost provodnosti tla) poprima vrijednosti od nekoliko Ωm do nekoliko tisuća Ωm. Iznos provodnosti za

jednu vrstu tla se znatno mijenja s vlažnošću zbog ovisnosti o rastvorljivosti prisutnih soli. Što je vlažnost tla veća, otpornost je manja i obratno. Na iznos provodnosti tla utječe temperatura. Kad temperatura padne značajno ispod nule, tlo se ledi do nekih dubina, pri čemu se provodnost naglo smanjuje, odnosno otpornost tla poprima visoke vrijednosti.

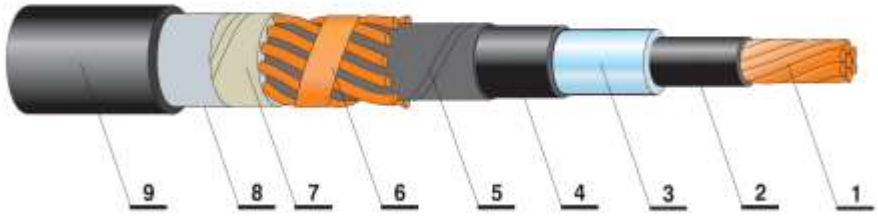
Redovito se uzima da su dielektričnost i permeabilnost zraka jednake kao i u slučaju vakuuma. Dielektričnost tla ovisi o vrsti tla i količini prisutne vlage. Ona se povećava s prisutnošću vlage u tlu. Dielektričnost tla varira u daleko manjem rasponu no provodnost tla.

Može se uzeti da je magnetska permeabilnost tla jednaka magnetskoj permeabilnosti zraka, odnosno da je njihova relativna magnetska permeabilnost $\mu_r = 1$.

5. 4. Model kabela u sredstvu

5.4.1. IMPEDANCIJE SEGMENATA VODIČA JEDNOŽILNIH KABELA

Na Slici 70. prikazani su svi slojevi jednožilnog visokonaponskog kabela vrste XHE 49 koji ima vanjski izolacijski plašt.



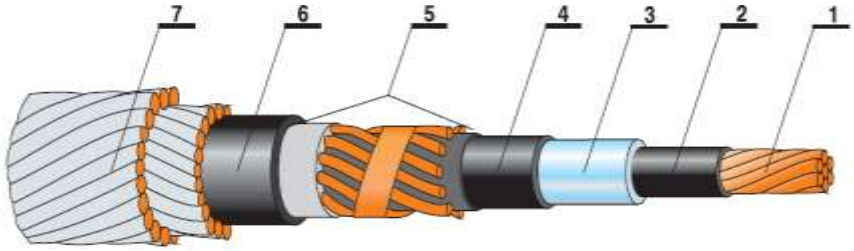
Slika 70. Jednožilni kabel XHE 49

Dijelovi kabela prikazanog na Slici 70. su:

1 - vodič koji može biti zbijeno aluminijsko ili bakreno uže,
2 - ekran vodiča od poluvodljivog sloja na vodiču,
3 - izolacija od umreženog polietilena (XLPE),
4 - ekran izolacije od ekstrudiranog poluvodljivog sloja na izolaciji,
5 - unutarnji separator od poluvodljivih bubrivih traka,
6 - metalni ekran od bakrene žice s kontraspiralom od bakrene trake,
7 - vanjski separator od poluvodljivih bubrivih traka,
8 - laminirani plašt od aluminijske ili bakrene trake s kopolimerom,
9 - vanjski plašt od membranske polietilenske (HDPE) zaštite.

Osim izolacijskih i poluvodljivih slojeva, jednožilni kabel, u općem slučaju, može imati jedan ili više metalnih ekrana, Slika 71., jedan fazni vodič te jedan ili više slojeva metalne armature. Za analizu i razvoj elektromagnetskog modela u prvom koraku uzima se da je jednožilni kabel goli vodič koji ima polumjer jednak vanjskom polumjeru kabela. U drugom se koraku uzima da samo poprečna struja metalnog ekrana i poprečna struja faznog vodiča teče od ekrana ili faznog vodiča prema rubu kabela, tj. da se poprečne struje drugih segmenata vodiča, koji ne

pripadaju razmatranom segmentu kabela, ne mogu probiti do metalnih ekrana i faznog vodiča razmatranog segmenta kabela.



Slika 71. Jednožilni kabel XHEh 91

Dijelovi kabela prikazanog na Slici 71. su:

1 - vodič koji može biti zbijeno aluminijsko ili bakreno uže,
2 - ekran vodiča od poluvodljivog sloja na vodiču,
3 - izolacija od umreženog polietilena (XLPE),
4 - ekran izolacije od ekstrudiranog poluvodljivog sloja na izolaciji,
5 - metalni ekran od bakrene žice s kontraspiralom od bakrene trake obložen vodonepropusnim slojem,
6 - plašt od poluvodljivog polietilena (PE),
7 - dodatna električna zaštita od pokositrene bakrene žice u dva sloja.

U razvijenom elektromagnetskom modelu, raspodjela skalarnog električnog potencijala uslijed poprečnih struja vodiča segmenta jednožilnih kabela računa se na isti način kao i za segmente golih vodiča. Pritom raspodjeli potencijala u okolnom sredstvu doprinose poprečne struje svih vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela.

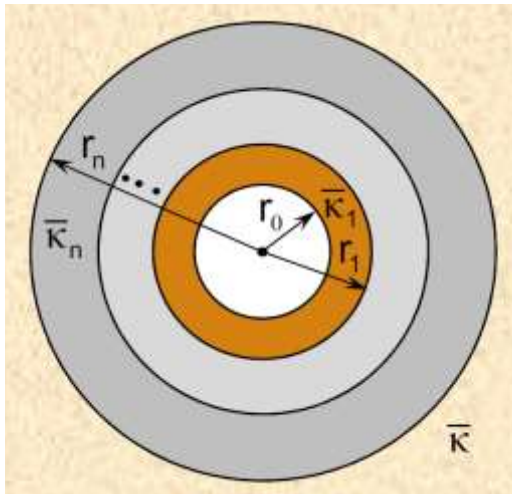
Što se tiče vlastitih i međusobnih impedancija, izolacijski, poluvodljivi i vodljivi slojevi jednožilnog kabela utječu samo na izračun vlastitih i međusobnih poprečnih impedancija vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela. Osim toga, kvazistatičke slike segmenata vodiča jednožilnih kabela na isti način doprinose vlastitim i međusobnim poprečnim impedancijama kao da se radi o kvazistatičkim slikama golih vodiča. To vrijedi i za međusobne poprečne impedancije segmenata vodiča koji pripadaju različitim segmentima jednožilnih kabela, tj. njih u elektromagnetskom modelu razmatramo kao da se radi o golim

vodičima u homogenom neograničenom sredstvu pa se njihove međusobne impedancije računaju prema izrazima (4.1. i 4.2.).

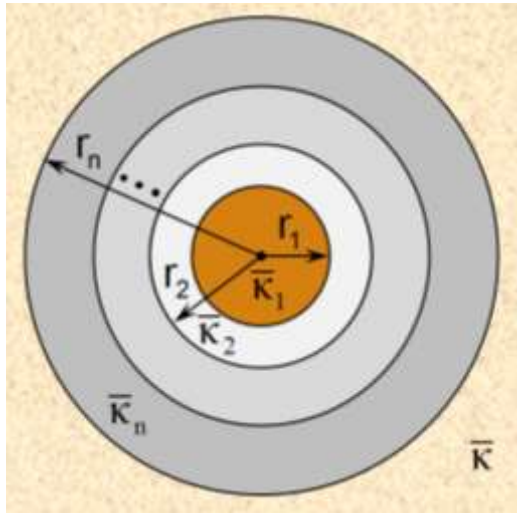
Važno je napomenuti da su u elektromagnetski model za izračun raspodjele struje zemljospoja uključeni samo fazni vodiči zračnih vodova i kabela kojima teče dio struje zemljospoja, odnosno fazni vodiči čije struje napajaju mjesto kvara.

5.4.2. VLASTITA POPREČNA IMPEDANCIJA SEGMENTA VODIČA JEDNOŽILNOG KABELA U HOMOGENOM NEOGRANIČENOM SREDSTVU

Neka se za segment jednožilnog kabela razmatra ukupno n izolacijskih, poluvodljivih ili vodljivih slojeva te neka se segment kabela nalazi u homogenom neograničenom sredstvu kompleksne provodnosti $\overline{\kappa}$, Slike 72.. i 73. U općem slučaju, razmatrani segment jednožilnog kabela može imati jedan fazni vodič i proizvoljan broj metalnih ekrana i metalnih armatura. Ako se u elektromagnetskom modelu razmatra i fazni vodič segmenta jednožilnog kabela, onda je fazni vodič prvi sloj razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela, koji se numerički modelira kao puni ili pak kao šuplji vodič.
Ako se u elektromagnetskom modelu ne razmatra fazni vodič segmenta jednožilnog kabela, onda je unutarnji metalni ekran prvi sloj razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela. U posebnom slučaju, kad se razmatra fazni vodič i kad se segment faznog vodiča numerički modelira kao puni cilindrični vodič, unutarnji polumjer razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela $r_o = 0$, Slika 72. U slučaju kad se za razmatrani fazni vodič segment faznog vodiča numerički modelira kao šuplji cilindrični vodič, unutarnji polumjer razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela $r_o > 0$ i vrijedi Slika 73.



Slika 72. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj šuplji vodič



Slika 73. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj puni vodič

Vlastita poprečna impedancija kv-tog vodiča segmenta jednožilnog kabela može se opisati izrazom izvorno dobivenim korištenjem metode srednjeg potencijala:

$$ {}^{n}\overline{Z}^{p}_{kv,kv} = {}^{qn}\overline{Z}^{p}_{kv,kv} = \frac{P\left(\ell_{kv}, r_n\right)}{2\cdot\pi\cdot\overline{\kappa}\cdot\ell^2_{kv}} + \sum_{i=ikv+1}^{n} \frac{P\left(\ell_{kv}, r_{i-1}\right) - P\left(\ell_{kv}, r_i\right)}{2\cdot\pi\cdot\overline{\kappa}_i\cdot\ell^2_{kv}} \quad (4.1) $$

Pri čemu je ikv redni broj sloja razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela koji pripada kv-tom vodiču, a član $P(\ell, v)$ opisan je izrazom (4.2).

$$P(\ell, v) = \ell \cdot \ln \frac{\sqrt{\ell^2 + v^2} + \ell}{v} - \sqrt{\ell^2 + v^2} + v \qquad (4.2)$$

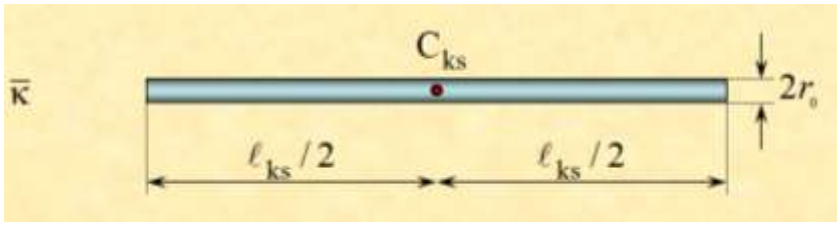
5.4.3. MEĐUSOBNA POPREČNA IMPEDANCIJA SEGMENTA VODIČA JEDNOŽILNOG KABELA U HOMOGENOM NEOGRANIČENOM SREDSTVU

Međusobna poprečna impedancija kd-tog i kg-tog vodiča (kd < kg) razmatranog segmenta jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu, Slike 74. i 75. opisana je izrazom:

$$^{n}\overline{Z}^{p}_{kd,kg} = {}^{qn}\overline{Z}^{p}_{kd,kg} = {}^{n}\overline{Z}^{p}_{kg,kg} \equiv {}^{qn}\overline{Z}^{p}_{kg,kd} \qquad (4.3)$$

Dakle, međusobna poprečna impedancija kd-tog segmenta donjeg vodiča i kg-tog segmenta gornjeg vodiča, koji pripadaju istom segmentu jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu, jednaka je vlastitoj poprečnoj impedanciji gornjeg segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu.

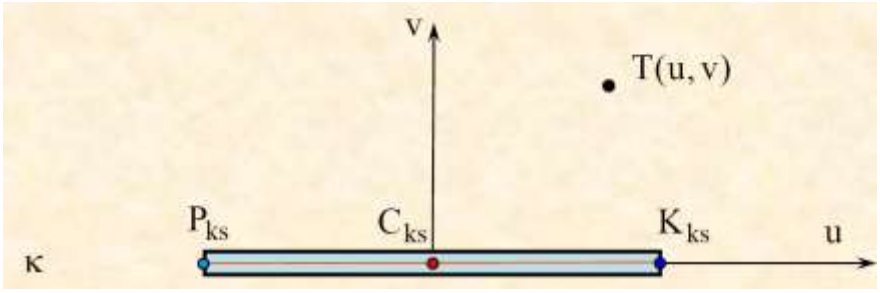
Izraz se koristi za razvoj modela koji polazi do općeg slučaja paralelnosti dvaju cilindričnih segmenata vodiča u homogenom neograničenom sredstvu, od kojih je jedan prikazan je na Slici 74. Kada se promatraju dva segmenta od kojih je is-ti segment smješten u lokalnom koordinatnom sustavu (u, v) ks-tog segmenta, onda su u tom sustavu krajnje točke is-tog segmenta: $T_1(u_1, v_{is})$ i $T_2(u_2, v_{is})$.



Slika 74. Cilindrični segment vodiča u homogenom neograničenom sredstvu

5.4.4. SKALARNI ELEKTRIČNI POTENCIJAL CILINDRIČNOG SEGMENTA VODIČA

Segment cilindričnog vodiča u tlu može biti segment golog vodiča ili pak segment izoliranog vodiča, a takav vodič može biti: vodič mrežastog uzemljivača središnje transformatorske stanice koji se aproksimira mrežom cilindričnih vodiča, goli vodič ukopan iznad kabelskih vodova, goli vodič ukopan između uzemljivača stupova nadzemnih vodova, metalni ekran energetskog kabela, fazni vodič energetskog kabela te vanjski metalni plašt energetskog kabela. Cilindrični segment vodiča u zraku, u pravilu, nema dodatne izolacije, a takav vodič može biti: zaštitno uže nadzemnog voda, fazni vodič nadzemnog voda ili vodič kojim se modelira stup nadzemnog voda.



Slika 75. Cilindrični segment vodiča u homogenom neograničenom sredstvu smješten u koordinatnom sustavu s točkom promatranje T(uv)

U linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu, za cilindrični ks-ti segment vodiča (Slika 75.), podvrgnut tankožičanoj aproksimaciji vrijedi da je:

$$\nabla \vec{J}_s \cdot dV = \frac{\partial \bar{I}^u_{ks}}{\partial \ell_{ks}} \cdot d\ell_{ks} = -\frac{\bar{I}^p_{ks}}{\ell_{ks}} \cdot d\ell_{ks} \qquad (4.3.)$$

gdje je:

$\bar{I}^p_{ks}$ - poprečna struja ks-tog segmenta,

$\bar{I}^u_{ks}$ - uzdužna struja ks-tog segmenta,

ℓ_{ks} - duljina ks-tog segmenta.

Nakon sređivanja izraza dobije se raspodjela potencijala oko ks-tog segmenta u linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu opisana izrazom:

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \bar{\kappa}} \cdot \frac{\bar{I}^p_{ks}}{\ell_{ks}} \cdot \int_{\Gamma_{ks}} \frac{e^{-\bar{\gamma} \cdot R}}{R} \cdot d\ell_{ks} \qquad (4.4.)$$

gdje je R udaljenost između točke izvora na osi segmenta i točke promatranja. Krivulja integracije Γ_{ks} poklapa se s osi promatranog ks-tog segmenta. Valna konstanta sredstva $\bar{\gamma}$ opisana je izrazom (3.9).

Izraz (4.4.) aproksimira se tako da je raspodjela potencijala oko ks-tog segmenta u linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu opisana izrazom:

$$\bar{\varphi} = e^{-\bar{\gamma} \cdot R_{Cks}} \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \bar{\kappa}} \cdot \frac{\bar{I}^p_{ks}}{\ell_{ks}} \cdot \int_{\Gamma_{ks}} \frac{1}{R} \cdot d\ell_{ks} \qquad (4.5)$$

gdje je R_{Cks} udaljenost između središnje točke segmenta i točke promatranja. Izraz (4.5.) lako se može prevesti u novi oblik:

$$\bar{\varphi} = \bar{f}_{ks} \cdot \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \bar{\kappa}} \cdot \frac{\bar{I}^{p}_{ks}}{\ell_{ks}} \cdot F_{ks} \tag{4.6}$$

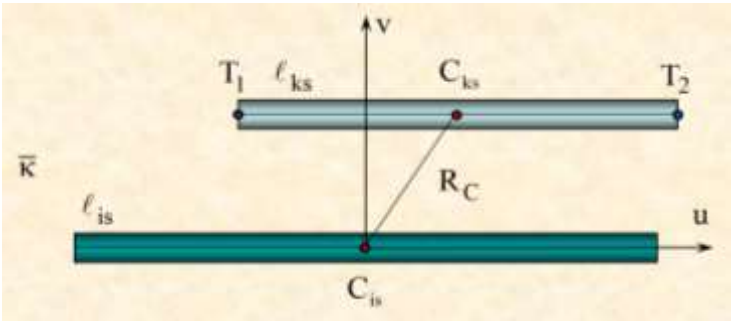
gdje je:

$$\bar{f}_{ks} = e^{-\bar{\gamma} \cdot R_{Cks}} \tag{4.7}$$

prigušno-fazni faktor koji aproksimira prigušenje potencijala i zakretanje njegove faze, dok je:

$$F_{ks} = \int_{\Gamma_{ks}} \frac{d\ell_{ks}}{R} = \ln \frac{\sqrt{v^2 + \left(u + \frac{\ell_{ks}}{2}\right)^2} + \left(u + \frac{\ell_{ks}}{2}\right)}{\sqrt{v^2 + \left(u - \frac{\ell_{ks}}{2}\right)^2} + \left(u - \frac{\ell_{ks}}{2}\right)} \tag{4.8}$$

pri čemu su (u, v) lokalne koordinate točke promatranja T(x, y, z), u lokalnom cilindričnom koordinatnom sustavu ks-tog segmenta, Slika 75. U slučaju dvaju segmenata koordinatni sustav prikazuje Slika 76.



Slika 76. Dva međusobno paralelna cilindrična segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu - opći slučaj paralelnosti

5.4.5. VEKTORSKI MAGNETSKI POTENCIJAL CILINDRIČNOG SEGMENTA VODIČA

Prema prethodno prezentiranoj teoriji, u linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu, za cilindrični ks-ti segment vodiča podvrgnut tankožičanoj aproksimaciji vrijedi da je:

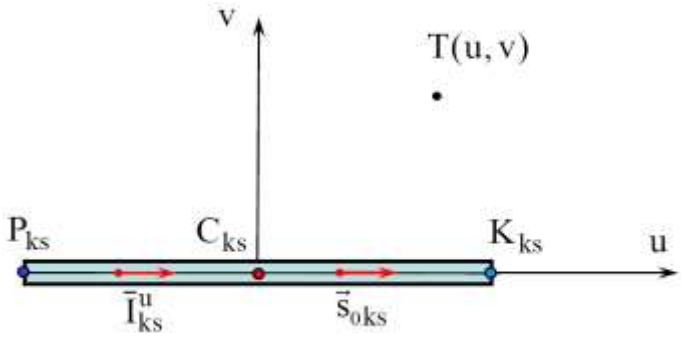
$$\vec{\underline{J}}_s \cdot dV = \bar{I}^u_{ks} \cdot d\ell_{ks} \cdot \vec{s}_{0ks} \tag{4.9}$$

gdje je:

$\bar{I}^u_{ks}$ - uzdužna struja ks-tog segmenta,

ℓ_{ks} - duljina ks-tog segmenta,

$\vec{s}_{0ks}$ - jedinični vektor smjera ks-tog segmenta, Slika 77.



Slika 77. Cilindrični segment vodiča, njegova uzdužna struja i njegov jedinični vektor smjera

Prema Slici 77., uzdužna struja $\bar{I}^u_{ks}$ segmenta i jedinični vektor smjera $\vec{s}_{0ks}$ segmenta usmjereni su od početne točke segmenta P_{ks} prema krajnjoj točki segmenta K_{ks}. Neka to vrijedi za sve segmente.

Uvrštenjem prethodnih izraza, dobije se da je raspodjela vektorskog magnetskog potencijala uslijed uzdužne struje ks-tog segmenta u neograničenom linearnom homogenom izotropnom sredstvu permeabilnosti μ_0 opisana izrazom:

$$\underline{\vec{A}} = \vec{s}_{0ks} \cdot \frac{\mu_0 \cdot \bar{I}^{u}_{ks}}{4 \cdot \pi} \cdot \int_{\Gamma_{ks}} \frac{e^{-\bar{\gamma} \cdot R}}{R} \cdot d\ell_{ks} \qquad (4.10)$$

gdje je R udaljenost između točke izvora na osi segmenta i točke promatranja. Krivulja integracije Γ_{ks} nalazi se u osi promatranog ks-tog segmenta, a valna konstanta sredstva opisana je izrazom za $\bar{\gamma}$.

Izraz (4.10) aproksimira se tako da je raspodjela vektorskog magnetskog potencijala oko ks-tog segmenta u linearnom homogenom izotropnom neograničenom sredstvu opisana izrazom:

$$\underline{\vec{A}} = \vec{s}_{0ks} \cdot e^{-\bar{\gamma} \cdot R_{Cks}} \cdot \frac{\mu_0 \cdot \bar{I}^{u}_{ks}}{4 \cdot \pi} \cdot \int_{\Gamma_{ks}} \frac{1}{R} \cdot d\ell_{ks} \qquad (4.11)$$

gdje je R_{Cks} udaljenost između središnje točke segmenta i točke promatranja.

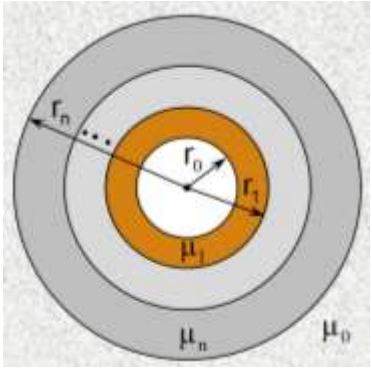
5.4.6. UZDUŽNE IMPEDANCIJE SEGMENATA VODIČA JEDNOŽILNIH KABELA

Kao i kod izračuna poprečnih impedancija segmenata jednožilnih kabela, u prvom koraku uzima se da je jednožilni kabel goli vodič koji ima polumjer jednak vanjskom polumjeru kabela. Raspodjela vektorskog magnetskog potencijala uslijed uzdužnih struja segmenata jednožilnih kabela računa se na isti način kao i za segmente golih vodiča. Pritom raspodjeli vektorskog magnetskog potencijala u okolnom sredstvu doprinose uzdužne struje svih vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela.

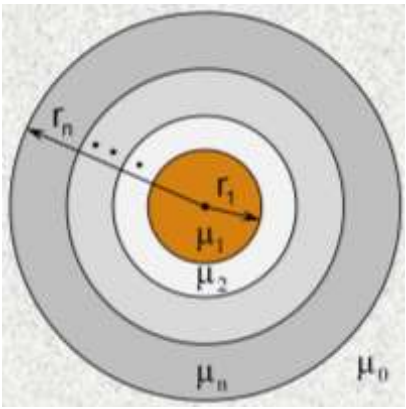
Vlastite i međusobne impedancije, permeabilnosti izolacijskih, poluvodljivih i vodljivih slojeva razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela utječu samo na izračun vlastitih i međusobnih impedancije segmenata vodiča koji pripadaju istom segmentu jednožilnog kabela. To znači da uzdužne struje segmenata metalnih

ekrana i faznih vodiča koji pripadaju različitim segmentima jednožilnih kabela na isti način doprinose vlastitim i međusobnim uzdužnim impedancijama kao da se radi o golim vodičima u homogenom neograničenom sredstvu.

Vlastita uzdužna impedancija segmenata vodiča jednožilnih kabela računa se preko n izolacijskih, poluvodljivih ili vodljivih slojeva različitih permeablinosti za segment kabela koji se nalazi u homogenom neograničenom sredstvu permeabilnosti μ_o , Slike 78. i 79. U općem slučaju, razmatrani segment jednožilnog kabela može imati jedan fazni vodič i proizvoljan broj metalnih ekrana i metalnih armatura. Ako se u elektromagnetskom modelu razmatra i fazni vodič segmenta jednožilnog kabela, onda je fazni vodič prvi sloj razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela, koji se numerički modelira kao puni ili pak kao šuplji vodič. Ako se u elektromagnetskom modelu ne razmatra fazni vodič segmenta jednožilnog kabela, onda je unutarnji metalni ekran prvi sloj razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela, Slika 78. U posebnom slučaju, kad se razmatra fazni vodič i kad se segment faznog vodiča numerički modelira kao puni cilindrični vodič, unutarnji polumjer razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela $r_o = 0$, Slika 79. U slučaju kad se razmatra fazni vodič i kad se segment faznog vodiča numerički modelira kao šuplji cilindrični vodič, unutarnji polumjer razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela $r_o > 0$ i vrijedi Slika 78.



Slika 78. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj šuplji vodič



Slika 79. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj puni vodič

Vlastita uzdužna impedancija kv-tog segmenta vodiča razmatranog segmenta jednožilnog kabela može se opisati izrazom izvorno dobivenim korištenjem metode srednjeg potencijala:

$$ {}^{n}\overline{Z}^{u}_{kv,kv} = {}^{qn}\overline{Z}^{u}_{kv,kv} = \overline{Z}^{1}_{kv} \cdot \ell_{kv} + j\cdot\omega\cdot\mu_0 \cdot \frac{P(\ell_{kv}, r_n)}{2\cdot\pi} + j\cdot\omega\cdot \sum_{i=ikv+1}^{n} \mu_i \cdot \frac{P(\ell_{kv}, r_{i-1}) - P(\ell_{kv}, r_i)}{2\cdot\pi} \quad (4.12) $$

Gdje je ikv redni broj sloja razmatranog dijela segmenta jednožilnog kabela koji pripada kv-tom vodiču, a jedinična unutarnja impedancija segmenta kv-tog vodiča opisana je izrazom $\overline{Z}^{1}_{kv}$, dok je član $P(\ell, v)$ opisan je izrazom (4.2).

Međusobna uzdužna impedancija kd-tog i kg-tog vodiča (kd < kg) razmatranog segmenta jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu (Slike 74. i 75.) opisana je izrazom:

$$ {}^{n}\overline{Z}^{u}_{kd,kg} = {}^{qn}\overline{Z}^{u}_{kd,kg} = {}^{n}\overline{Z}^{u}_{kg,kg} - \overline{Z}^{1}_{kg} \cdot \ell_{kg} \equiv {}^{qn}\overline{Z}^{u}_{kg,kd} \quad (4.13) $$

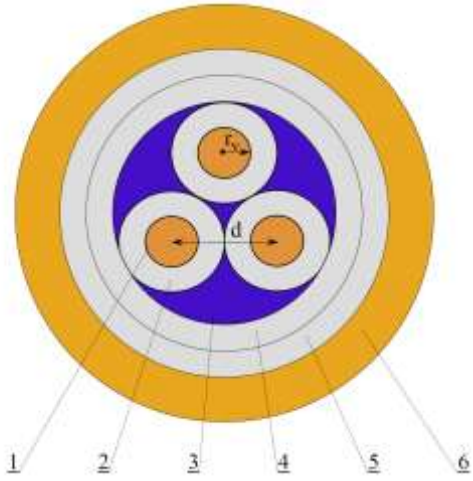
Dakle, međusobna uzdužna impedancija segmenata vodiča, koji pripadaju istom segmentu jednožilnog kabela, u homogenom

neograničenom sredstvu jednaka je vlastitoj uzdužnoj **vanjskoj** impedanciji gornjeg segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu. Drugim riječima, međusobna uzdužna impedancija segmenata vodiča, koji pripadaju istom segmentu jednožilnog kabela, u homogenom neograničenom sredstvu jednaka je vlastitoj uzdužnoj impedanciji gornjeg segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu umanjenoj za unutarnju impedanciju tog gornjeg segmenta vodiča.

5.4.7. POPREČNE I UZDUŽNE IMPEDANCIJE SEGMENATA VODIČA TROŽILNIH KABELA

Trožilni kabeli mogu imati različite izvedbe s obzirom na metalni ekran koji sudjeluje u raspodjeli struje zemljospoja. Najčešće su izvedbe trožilnih kabela:

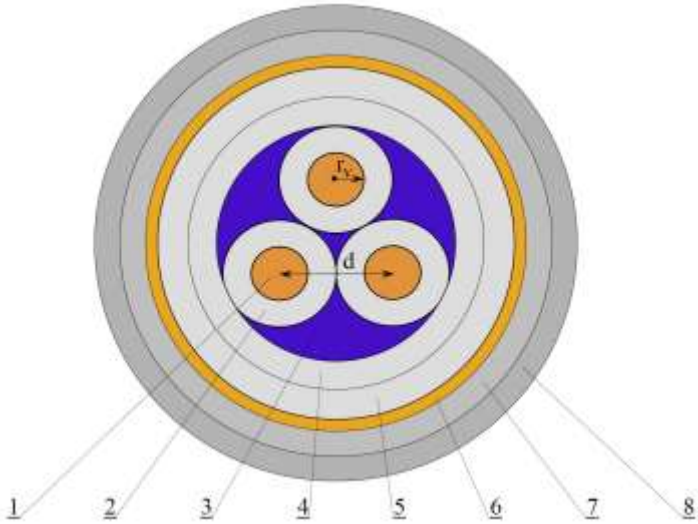
- Kabel s vanjskim olovnim plaštom koji je ujedno i jedini metalni ekran, Slika 80.
- Kabel sa zajedničkim metalnim ekranima, Slika 81.
- Kabel s metalnim ekranima oko svakog od tri fazna vodiča, Slika 82. i zajedničkim metalnim ekranima ili zajedničkim metalnim armaturama.



Slika 80. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštem

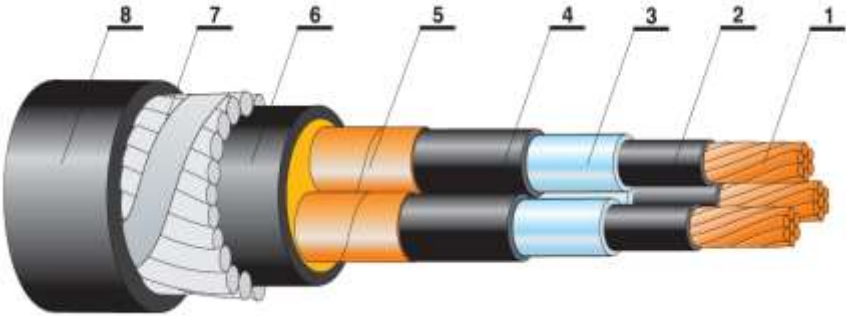
Dijelovi kabela prikazanog na Slici 80. su:

1 - vodič od bakrenog ili aluminijskog zbijenog užeta,
2 - slojevi izolacije oko vodiča,
3 - izolacija s unutarnjom ispunom,
4 - izolacija prvog sloja,
5 - slojevi završne izolacije,
6 - olovni plašt koji je i jedini metalni ekran,



Slika 81.. Trožilni kabel s jednim zajedničkim metalnim ekranom

Dijelovi kabela prikazanog na Slici 81. su:
1 - vodič od bakrenog ili aluminijskog zbijenog užeta,
2 - slojevi izolacije oko vodiča,
3 - izolacija s unutarnjom ispunom,
4 - izolacija prvog sloja,
5 - slojevi završne izolacije,
6 - zajednički metalni ekran,
7 - slojevi izolacije iza ekrana,
8 - vanjski plašt izolacije.



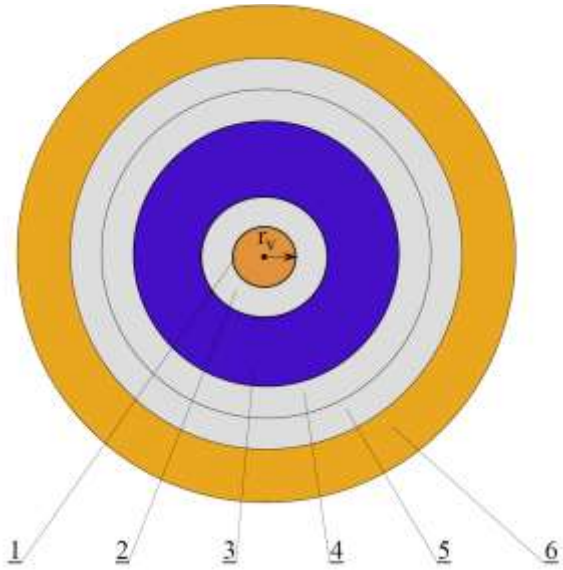
Slika 82. Trožilni kabel XHE49 s metalnim ekranima oko faznih vodiča i zajedničkom metalnom armaturom

Dijelovi kabela prikazanog na Slici 82. su:

1 - vodič od zbijenog bakrenog užeta,
2 - ekran vodiča od poluvodljivog sloja na vodiču,
3 - izolacija od umreženog polietilena (XLPE),
4 - ekran izolacije od poluvodljivog sloja na vodiču,
5 - ekran od bakrene trake, uzdužno i poprečno vodonepropusne,
6 - unutarnji plašt od polietilenske (PE-HD) izolacije,
7 - armatura od čelične okrugle žice, vodonepropusne izvedbe,
8 - vanjski plašt od polietilenske (PE-HD) izolacije.

Vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije segmenata vodiča trožilnog kabela s vanjskim olovnim plaštem koji je ujedno i jedini metalni ekran računaju se tako da se:

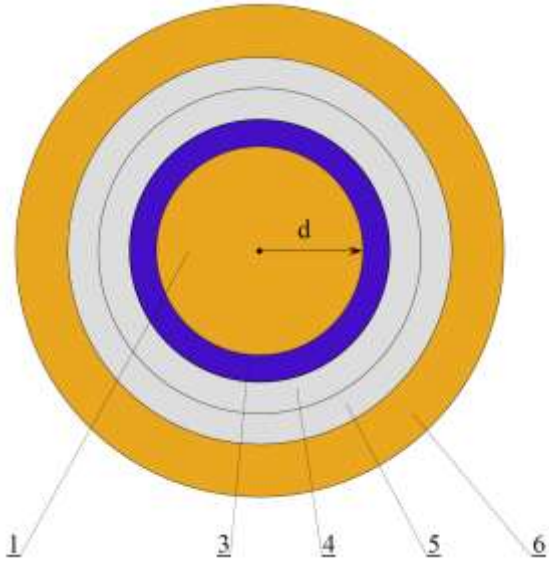
- Vanjski metalni plašt razmatra kao goli šuplji vodič,
- Kod izračuna vlastite impedancije pojedinog segmenta faznog vodiča i međusobne impedancije faznog vodiča i vanjskog metalnog plašta istog segmenta kabela koriste jednadžbe izvedene za jednožilni kabel, tj. razmatrani fazni vodič i njegova vlastita izolacija smještaju se u središte kabela, Slika 83.



Slika 83. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštem nadomješten faznim vodičem u središtu kabela (oznake kao na Slici 80.)

- Kod izračuna međusobne impedancije segmenata dvaju faznih vodiča istog segmenta kabela ta se impedancija računa kao vlastita **vanjska** impedancija segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela kojemu je polumjer jednak razmaku između središta faznih vodiča d, a oko njega se nalaze cilindrični slojevi sa značajkama slojeva trožilnog kabela, Slika 84.

Vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije segmenata vodiča trožilnog kabela s jednim zajedničkim metalnim ekranom računaju se po istom pravilu kao i vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije segmenata vodiča trožilnog kabela s vanjskim olovnim plaštem. Razlika je jedino u tome što zajednički metalni ekran nije goli vodič.



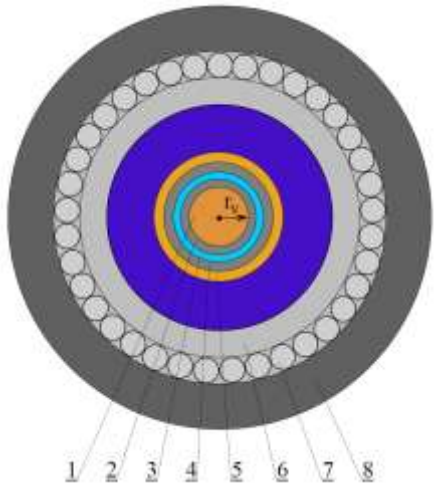
Slika 84. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštom nadomješten faznim vodičem u središtu (oznake slojeva kao na Slici 80.)

Vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije segmenata vodiča trožilnog kabela s metalnim ekranima oko svakog od tri fazna vodiča računaju se tako da:

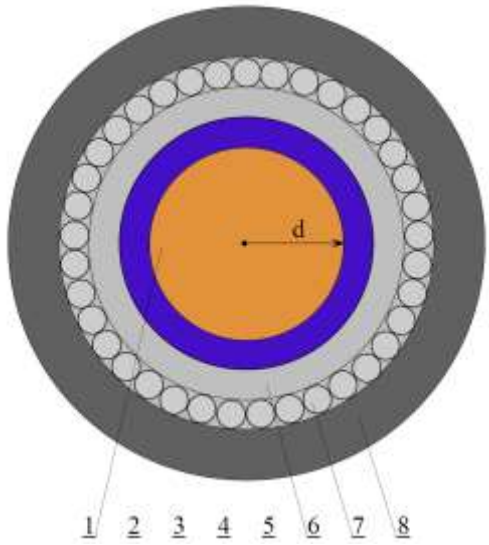
- Kod izračuna vlastite impedancije segmenta pojedinog metalnog ekrana, vlastite impedancije pojedinog faznog vodiča i međusobne impedancije faznog vodiča i njemu pripadnog metalnog ekrana koriste jednadžbe izvedene za jednožilni kabel, a razmatrani fazni vodič, njegov metalni ekran i njegova vlastita izolacija smještaju se u središte kabela, Slika 85.

- Kod izračuna međusobne impedancije segmenata dvaju faznih vodiča koji pripadaju istom segmentu kabela ta se impedancija računa kao vlastita **vanjska** impedancija segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela kojemu je polumjer jednak razmaku između središta faznih vodiča d, a oko njega se nalaze cilindrični slojevi sa značajkama zajedničkih slojeva faznih vodiča trožilnog kabela Slika 86.

- Međusobne impedancije jednog faznog vodiča i metalnog ekrana drugog faznog vodiča jednake su međusobnoj impedanciji dvaju faznih vodiča,
- Međusobne impedancije dvaju metalnih ekrana jednake su međusobnim impedancijama dvaju faznih vodiča.



Slika 85. Trožilni kabel s metalnim ekranom oko svakog faznog vodiča nadomješten jednim faznim vodičem sa svojim ekranom u središtu kabela (oznake slojeva kao na Slici 81.)



Slika 86. Trožilni kabel s metalnim ekranom oko svakog faznog vodiča nadomješten faznim vodičem u središtu kabela (oznake slojeva kao na Slici 81.)

U posebnom slučaju kad trožilni kabel ima metalne ekrane oko svakog od tri fazna vodiča koji ne napajaju mjesto zemljospoja, fazni vodiči se mogu zanemariti pa se tada, radi simetrije, sva tri metalna ekrana mogu nadomjestiti jednim metalnim ekranom, a vlastite impedancije nadomjesnog ke-tog segmenta metalnog ekrana opisane su izrazima:

$$ {}^{n}\overline{Z}^{p}_{ke,ke} = {}^{qn}\overline{Z}^{p}_{ke,ke} = \frac{{}^{n}\overline{Z}^{pt}_{vl} + 2\cdot{}^{n}\overline{Z}^{pt}_{medj}}{3} \tag{4.14} $$

$$ {}^{n}\overline{Z}^{u}_{ke,ke} = {}^{qn}\overline{Z}^{u}_{ke,ke} = \frac{{}^{n}\overline{Z}^{ut}_{vl} + 2\cdot{}^{n}\overline{Z}^{ut}_{medj}}{3} \tag{4.15} $$

gdje je:

${}^{n}\overline{Z}^{pt}_{vl}$ – vlastita poprečna impedancija segmenta metalnog ekrana trožilnog kabela,

${}^{n}\overline{Z}^{pt}_{medj}$ – međusobna poprečna impedancija dvaju metalnih ekrana istog segmenta trožilnog kabela,

${}^{n}\overline{Z}^{ut}_{vl}$ – vlastita uzdužna impedancija segmenta metalnog ekrana trožilnog kabela,

${}^{n}\overline{Z}^{ut}_{medj}$ – međusobna uzdužna impedancija dvaju metalnih ekrana istog segmenta trožilnog kabela.

U praksi se može pojaviti i slučaj podmorskog trožilnog kabel s jednim ili više olovnih ekrana i vanjskom metalnom armaturom koja se uzemljuje na oba kraja i praktično je u izravnom električnom kontaktu s morem jer je oko nje morem natopljena mehanička zaštita, koja se u elektromagnetskom modelu zanemaruje. Pritom je moguće i da svaki od faznih vodiča ima svoj dodatni olovni ekran (Slika 87.). Vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije ovakvih trožilnih kabela s dva ili više zajednička metalna ekrana i eventualno s dodatnim metalnim ekranima faznih vodiča računaju se po istim pravilima kao i vlastite i

međusobne poprečne i uzdužne impedancije trožilnog kabela s vanjskim olovnim plaštem, odnosno kao vlastite i međusobne poprečne i uzdužne impedancije jednožilnog kabela s dva metalna ekrana. Dakle, ista logika vrijedi bez obzira na ukupan broj i razmještaj metalnih ekrana, gdje se pod metalnim ekranom podrazumijeva i svaka na oba kraja uzemljena armatura. To znači da se metalna armatura uzemljena na oba kraja, u elektromagnetskom modelu, razmatra kao da je i ona metalni ekran uzemljen na oba kraja.



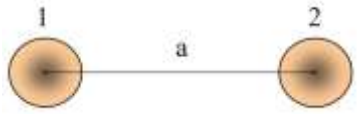
Slika 87. Trožilni kabel s olovnim ekranom svakog faznog vodiča, zajedničkim olovnim ekranom i uzemljenom armaturom

5. 5. Modeliranje elektroenergetskih sastavnica

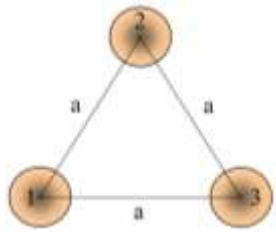
5.5.1. KOMPONENTE ELEKTROMAGNETSKOG MODELA

U matematičkom modelu koriste se komponente sa svojim pretpostavkama i aproksimacijama kao tipične elektroenergetske sastavnice sa svojim međusobnim odnosima:

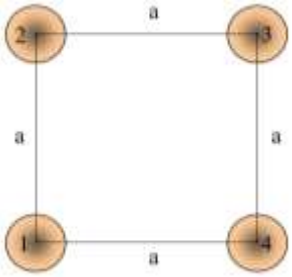
a) cilindrični segment vodiča, (dalekovod)-tankožičana aproksimacija:
Kod visokonaponskih nadzemnih vodova svaka pojedina faza može imati dva ili više cilindričnih vodiča u snopu. U računalnom programu koji se obrađuje, moguće je uzeti u račun dva vodiča u snopu (Slika 88.), tri simetrično raspoređena vodiča u snopu (Slika 89.) i četiri simetrično raspoređena vodiča u snopu (Slika 90.).



Slika 88. Dva vodiča dalekovoda u snopu



Slika 89. Tri vodiča dalekovoda u snopu



Slika 90. Četiri vodiča dalekovoda u snopu

Međusobne poprečne impedancije snopa vodiča i ostalih sastavnica elektromagnetskog modela računaju se tako da se segment snopa vodiča nadomjesti segmentom jednog nadomjesnog vodiča u središtu snopa. Vlastita poprečna impedancija ks-tog segmenta snopa vodiča računa se prema sljedećem izrazu:

$$\overline{Z}^{p}_{ks,ks} = \frac{\overline{ZV}^{p}_{11} + \sum_{i=2}^{n} \overline{ZV}^{p}_{1i}}{n} \qquad (5.1)$$

gdje je:
n - ukupan broj vodiča u segmentu snopa vodiča,

$\overline{ZV}^{p}_{11}$ - vlastita poprečna impedancija segmenta vodiča broj 1 u ks-tom segmentu snopa vodiča,

$\overline{ZV}^{p}_{1i}$ - međusobna poprečna impedancija segmenta vodiča broj 1 i segmenta i-tog vodiča u ks-tom segmentu snopa vodiča.

b) cilindrični segmenti vodiča, (kabeli) - tankožičana aproksimacija:

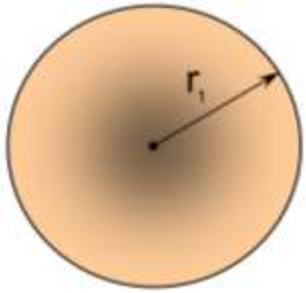
Kod vlastite uzdužne impedancije cilindričnog segmenta vodiča u homogenom i neograničenom sredstvu ima se jednaka vlastita uzdužna kvazistatička impedancija cilindričnog segmenta vodiča u homogenom i neograničenom sredstvu dobivenoj po Galjerkin-Bubnovovoj metodi:

$$ {}^{n}\overline{Z}^{u}_{ks,ks} = {}^{qn}\overline{Z}^{u}_{ks,ks} = \overline{Z}^{1}_{ks} \cdot \ell_{ks} + \frac{j \cdot \omega \cdot \mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot P(\ell_{ks}, r_0) \qquad (5.2) $$

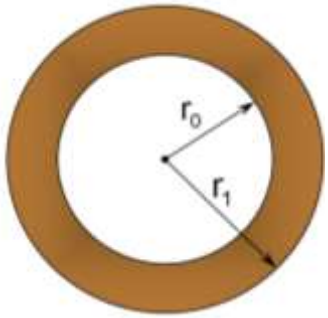
gdje je:

$\overline{Z}^{1}_{ks}$ unutarnja impedancija po jedinici duljine segmenta, dok je $P(\ell_{ks}, r_0)$ opisano izrazom (4.2).

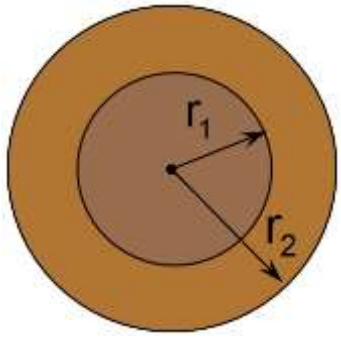
Jedinična unutarnja impedancija segmenta ovisi o tome je li segment dio punog cilindričnog vodiča (Slika 91.), dio šupljeg cilindričnog vodiča (Slika 92.), dio punog dvoslojnog cilindričnog vodiča (Slika 93.), dio šupljeg dvoslojnog cilindričnog vodiča (Slika 94.) ili pak dio pravokutnog vodiča (Slika 95).



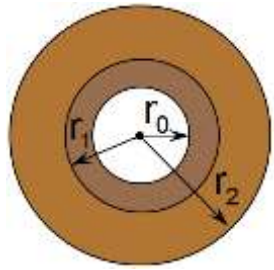
Slika 91. Poprečni presjek punog cilindričnog vodiča



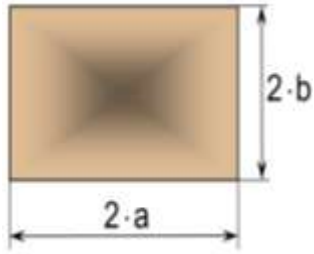
Slika 92. Poprečni presjek šupljeg cilindričnog vodiča



Slika 93. Poprečni presjek punog dvoslojnog cilindričnog vodiča



Slika 94. Poprečni presjek šupljeg dvoslojnog cilindričnog vodiča i pravokutnog vodiča)



Slika 95. Poprečni presjek pravokutnog vodiča

Jedinična unutarnja impedancija **punog cilindričnog vodiča** (Slika 91.) opisana je sljedećim izrazom:

$$\overline{Z}_{ks}^{1} = \frac{\overline{k}}{\sigma_v} \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r_1} \cdot \frac{\overline{J}_0\left(\overline{k} \cdot r_1\right)}{\overline{J}_1\left(\overline{k} \cdot r_1\right)} \quad ; \quad \overline{k} = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu_v \cdot \sigma_v} \cdot e^{-j \cdot \frac{\pi}{4}} \qquad (5.3)$$

gdje je:
r_1 polumjer vodiča, σ_v provodnost vodiča, μ_v permeabilnost vodiča, f frekvencija struje, $\bar{J}_0\left(\bar{k}\cdot r_1\right)$ Besselova funkcija prve vrste nultog reda, dok je $\bar{J}_1\left(\bar{k}\cdot r_1\right)$ Besselova funkcija prve vrste prvog reda. Besselova funkcija prve vrste n-tog reda, za $n \in N$, opisana je izrazom:

$$\bar{J}_n\left(\bar{k}\cdot r\right)=\sum_{m=0}^{\infty}(-1)^m\cdot\frac{\left(\frac{\bar{k}\cdot r}{2}\right)^{n+2\cdot m}}{m!\cdot(n+m)!} \qquad (5.4)$$

Jedinična unutarnja impedancija **šupljeg cilindričnog vodiča** (Slika 92.) opisana je izrazom:

$$\bar{Z}_{ks}^{1} = \frac{\bar{k}}{\sigma_v}\cdot\frac{1}{2\cdot\pi\cdot r_1}\cdot\frac{f(\bar{J}i\bar{N}j)}{f(\bar{J}i\bar{N}j)} \qquad (5.5)$$

gdje su:
$\bar{N}_0\left(\bar{k}\cdot r_1\right)$ Neumannova funkcija nultog reda, dok je $\bar{N}_1\left(\bar{k}\cdot r_1\right)$ Neumannova funkcija prvog reda. Neumannova funkcija n-tog reda, poznata i kao Besselova funkcija druge vrste n-tog reda.

Jedinična unutarnja impedancija **dvoslojnog punog cilindričnog vodiča** (Slika 93.) i dvoslojnog šupljeg cilindričnog vodiča (Slika 94.) opisana je izrazom:

$$\bar{Z}_{ks}^{1} = \frac{\bar{k}}{\sigma_v}\cdot\frac{1}{2\cdot\pi\cdot r_1}\cdot\frac{f(\bar{J}i\bar{N}j)^*}{f(\bar{J}i\bar{N}j)^*} \qquad (5.6)$$

gdje se za puni dvoslojni cilindrični vodič i šuplji dvoslojni cilindrični vodič Neumannove i Besselove funkcije izračunavaju prema izrazima i

izvodima opisanim u matematičkom priručniku s pozivom na literaturu u zaključku.

Jedinična unutarnja impedancija **pravokutnog vodiča** (Slika 95.) opisana je izrazom:

$$\overline{Z}_{ks}^{1} = \frac{\pi^2}{32 \cdot \sigma_v \cdot a \cdot b} \left\{ \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{(2 \cdot m - 1)^2} \cdot \left[\frac{th(\overline{u})}{\overline{u}} + \frac{th(\overline{v})}{\overline{v}} \right] \right\}^{-1} \quad (5.7)$$

gdje je:

$$\overline{u} = b \cdot \sqrt{\left(\frac{(2 \cdot m - 1) \cdot \pi^2}{2 \cdot a} \cdot \right)^2 + \overline{\gamma}^2} \quad (5.8)$$

$$\overline{v} = a \cdot \sqrt{\left(\frac{(2 \cdot m - 1) \cdot \pi^2}{2 \cdot b} \cdot \right)^2 + \overline{\gamma}^2} \quad (5.9)$$

$$\overline{\gamma} = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mu_v \cdot \sigma_v} \cdot e^{j \cdot \frac{\pi}{4}} \quad (5.10)$$

pri čemu su a i b - poluduljine stranica pravokutnika, σ_v - provodnost vodiča, μ_v - permeabilnost vodiča, f - frekvencija struje, dok je $\overline{\gamma}$ - valna konstanta vodiča.
U posebnom slučaju paralelnosti dvaju jednakih segmenata, međusobna uzdužna impedancija segmenata opisana je izrazom:

$${}^{n}\overline{Z}_{ks,is}^{u} = \overline{f}_{ks,is} \cdot {}^{qn}\overline{Z}_{ks,is}^{u} = \overline{f}_{ks,is} \cdot (\vec{s}_{0is} \cdot \vec{s}_{0ks}) \cdot \frac{j \cdot \omega \cdot \mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot P(\ell_{ks}, d) \quad (5.11)$$

gdje je $\overline{f}_{ks,is}$ - prigušno-fazni faktor opisan izrazom

$$\bar{f}_{ks,is} = e^{-\bar{\gamma}\cdot d} \quad ; \quad \bar{\gamma} = \sqrt{j\cdot\omega\cdot\mu_0\cdot\bar{\kappa}} \qquad (5.12)$$

dok je kvazistatička međusobna impedancija ks-tog i is-tog cilindričnog segmenta vodiča u homogenom i neograničenom sredstvu opisana izrazom:

$$^{qn}\bar{Z}^{u}_{ks,is} = (\vec{s}_{0is}\cdot\vec{s}_{0ks})\cdot\frac{j\cdot\omega\cdot\mu_0}{2\cdot\pi}\cdot P(\ell_{ks}, d) \qquad (5.13)$$

Dok je član $P(\ell, v)$ opisan izrazom (4.2) u prethodnom poglavlju.

5.5.2. SUSTAV JEDNADŽBI ELEKTROMAGNETSKOG MODELA

a) Lokalni sustav jednadžbi konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica

Konduktivno i kapacitivno spregnuti segmenti cilindričnih vodiča i nadomjesnih metalnih ploča, u elektromagnetskom modelu, mogu pripadati golim vodičima u tlu ili zraku te izoliranim vodičima (kabelima) ukopanim u tlo. Za dvoslojno sredstvo, kojeg tvore zrak i homogeno tlo, potpuni lokalni sustav jednadžbi za poprečne struje lokalnih čvorova međusobno konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa glasi:

$$\left[\bar{Y}^{p}\right]\cdot\left\{\bar{\Phi}\right\} = \left\{\bar{I}^{pc}\right\} \qquad (5.14)$$

$$\left[\bar{Y}^{p}\right] = \left[A^{p}\right]^{T}\cdot\left[\bar{Z}^{p}\right]^{-1}\cdot\left[A^{p}\right] \qquad (5.15)$$

gdje je:

$\left[\bar{Y}^{p}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih poprečnih admitancija lokalnih čvorova međusobno konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa,

$\{\overline{\Phi}\}$ - vektor potencijala lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore sve međusobno konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela,

$\left\{\bar{I}^{pc}\right\}$ - vektor poprečnih struja lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice konačnog elementa,

$\left[\overline{Z}^{p}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih poprečnih impedancija konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa,

$\left[A^{p}\right]$ - matrica poprečne veze između sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova.

Neka je ukupan broj međusobno konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa „nps“ te neka su označene prirodnim brojevima od 1 do nps. Neka je ukupan broj lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice konačnog elementa „npc“ te neka su označeni prirodnim brojevima od 1 do npc. Koeficijenti matrice poprečne veze, sastavnica – lokalni čvor, opisani su izrazom i veličine su:

$$A^{p}_{is,ic}=\begin{cases} 1 & \text{ako je is-ta sastavnica ploca kojoj pripada ic-ti cvor} \\ \frac{1}{2} & \text{ako je is-ta sastavnica segment kojem pripada ic-ti cvor} \\ 0 & \text{inace} \end{cases} \tag{5.16}$$

Prema tehnici konačnih elemenata, iz potpunog lokalnog sustava jednadžbi (5.14) slijedi nepotpuni lokalni sustav jednadžbi za poprečne struje lokalnih čvorova konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa koji glasi:

$$\left[\overline{Y}^{p}\right]\cdot\{\overline{\Phi}\}=\{0\} \tag{5.17}$$

b) Lokalni sustav jednadžbi induktivno spregnutih sastavnica

U elektromagnetskom su modelu induktivno spregnuti samo cilindrični segmenti vodiča koji mogu pripadati golim vodičima u tlu ili zraku te izoliranim vodičima (kabelima) ukopanim u tlo. Za dvoslojno sredstvo, kojeg tvore zrak i homogeno tlo, potpuni lokalni sustav jednadžbi za uzdužne struje lokalnih čvorova međusobno induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa glasi:

$$\left[\overline{Y}^{u}\right] \cdot \left\{\overline{\Phi}\right\} = \left\{\bar{I}^{uc}\right\} \tag{5.18}$$

$$\left[\overline{Y}^{u}\right] = \left[A^{u}\right]^{T} \cdot \left[\overline{Z}^{u}\right]^{-1} \cdot \left[A^{u}\right] \tag{5.19}$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{u}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih admitancija lokalnih čvorova međusobno induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa,

$\left\{\overline{\Phi}\right\}$ - vektor potencijala lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore međusobno induktivno spregnute sastavnice konačnog elementa,

$\left\{\bar{I}^{uc}\right\}$ - vektor uzdužnih struja lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore međusobno induktivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela,

$\left[\overline{Z}^{u}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih impedancija induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa,

$\left[A^{u}\right]$ - matrica uzdužne veze između induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova.

Neka je ukupan broj međusobno induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa „nus“ te naka su označene prirodnim brojevima od 1 do „nus“. Neka je ukupan broj lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore međusobno induktivno spregnute sastavnice „nuc“ te neka su

označeni prirodnim brojevima od 1 do „nuc“. Koeficijenti matrice uzdužne veze, sastavnica – lokalni čvor, opisani su sljedećim izrazom:

$$A^{u}_{is,ic} = \begin{cases} 1 & \text{ako je ic - ti cvor pocetni cvor is – te sastavnice} \\ -1 & \text{ako je ic - ti cvor krajnji cvor is – te sastavnice} \\ 0 & \text{inace} \end{cases} \tag{5.20}$$

Prema tehnici konačnih elemenata, iz potpunog lokalnog sustava jednadžbi (5.14) slijedi nepotpuni lokalni sustav jednadžbi za uzdužne struje lokalnih čvorova induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa koji glasi:

$$\left[\overline{Y}^{u}\right] \cdot \left\{\overline{\Phi}\right\} = \left\{0\right\} \tag{5.21}$$

Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi (5.21) i potpuni lokalni sustav jednadžbi (5.18) vrijede za elektromagnetski model u kojem su fazni vodiči kojima teku struje zemljospoja i transformatori sastavnice modela. Međutim, ako postoji potreba da se u izračunu koriste drugim algoritmom izračunate struje zemljospoja koje teku faznim vodičima ili samo nulta komponenta tih struja, onda nepotpuni lokalni sustav jednadžbi glasi:

$$\left[\overline{Y}^{u}\right] \cdot \left\{\overline{\Phi}\right\} = \left[A^{u}\right]^{T} \cdot \left[\overline{Z}^{u}\right]^{-1} \cdot \left[\overline{Z}^{sf}\right] \cdot \left\{\overline{I}^{f}\right\} = \left\{\overline{I}^{d}\right\} \tag{5.22}$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{u}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih admitancija lokalnih čvorova međusobno induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa bez pripadnih faznih vodiča,

$\left\{\overline{\Phi}\right\}$ - vektor potencijala lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore induktivno spregnute sastavnice bez pripadnih faznih vodiča,

$\left[\overline{Z}^{u}\right]$ - matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih impedancija induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa bez pripadnih faznih vodiča,

$\left[A^{u}\right]$ - matrica uzdužne veze između induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova bez pripadnih faznih vodiča,

$\left[\overline{Z}^{sf}\right]$ - matrica međusobnih uzdužnih impedancija između faznih vodiča i drugih induktivno spregnutih sastavnica razmatranog konačnog elementa,

$\left\{\overline{I}^{f}\right\}$ -vektor poznatih uzdužnih struja faznih vodiča kojima teku struje zemljospoja,

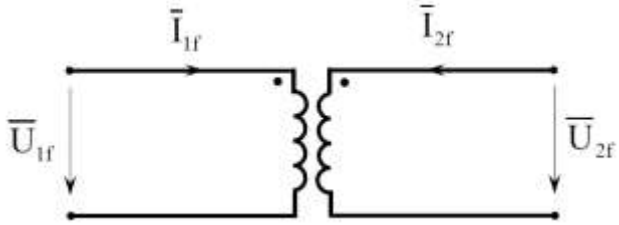
$\left\{\overline{I}^{d}\right\}$ -vektor doprinosa zadanih strujnih izvora uslijed induktivne sprege faznih vodiča i drugih sastavnica razmatranog konačnog elementa.

Ako se u izračun raspodjele struje zemljospoja ulazi s poznatim strujama zemljospoja, možemo reći da imamo zadane nezavisne strujne izvore. U tom slučaju, nema smisla u elektromagnetski model uključivati transformatore. Induktivna sprega između faznih vodiča kojima teku struje zemljospoja i cilindričnih segmenata vodiča ostalih sastavnica konačnog elementa uzima se u račun korištenjem jednadžbi (5.22). Konduktivna i kapacitivna sprega između faznih vodiča kojima teku struje zemljospoja i cilindričnih segmenata vodiča ostalih sastavnica konačnog elementa se zanemaruje.

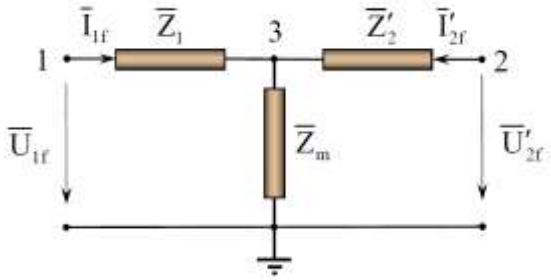
c) Lokalni sustav jednadžbi dvonamotnog jednofaznog transformatora

Jednofazni se dvonamotni transformator (Slika 96.) može prikazati pomoću nadomjesne sheme (Slika 97.), gdje je $\overline{Z}_1$ impedancija

višenaponske strane transformatora, $\overline{Z}'_2$ impedancijama niženaponske strane transformatora reducirana na višenaponsku stranu, dok je $\overline{Z}_m$ poprečna impedancija transformatora. Nadalje je $\overline{U}_{1f}$ fazor napona višenaponske strane transformatora, $\overline{U}_{2f}$ fazor napona niženaponske strane transformatora, $\overline{U}'_{2f}$ fazor napona niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu, $\bar{I}_{1f}$ fazor struje višenaponske strane transformatora, $\bar{I}_{2f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora, dok je $\bar{I}'_{2f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu.



Slika 96. Namoti dvonamotnog jednofaznog transformatora



Slika 97. Nadomjesna shema dvonamotnog jednofaznog transformatora

Iz nadomjesne sheme prikazane na Slici 97. pomoću metode napona čvorova lako se dobije sustav linearnih jednadžbi za tri naznačena čvora. Nakon eliminacije jednadžbe unutarnjeg čvora 3, dobije se sljedeći sustav linearnih jednadžbi:

$$\frac{1}{\overline{\overline{B}}}\cdot\begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{\overline{Z}}_1}\cdot\left(\overline{B}-\frac{1}{\overline{\overline{Z}}_1}\right) & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}_1\cdot\overline{\overline{Z}}_2'} \\ -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}_1\cdot\overline{\overline{Z}}_2'} & \frac{1}{\overline{\overline{Z}}_2'}\cdot\left(\overline{B}-\frac{1}{\overline{\overline{Z}}_2'}\right) \end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix} \overline{U}_{1f} \\ \overline{U}_{2f}' \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \overline{I}_{1f} \\ \overline{I}_{2f}' \end{Bmatrix} \tag{5.23}$$

gdje je:

$$\overline{B} = \frac{1}{\overline{\overline{Z}}_1} + \frac{1}{\overline{\overline{Z}}_2'} + \frac{1}{\overline{\overline{Z}}_m} \tag{5.24}$$

dok je prijenosni omjer transformatora:

$$p_{1,2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{U_{1fn}}{U_{2fn}} \tag{5.25}$$

gdje je:

N_1 - ukupan broj zavoja višenaponskog namota transformatora,
N_2 - ukupan broj zavoja niženaponskog namota transformatora,

U_{1fn} - efektivna vrijednost nazivnog napona višenaponske strane transformatora, a

U_{2fn} - efektivna vrijednost nazivnog napona niženaponske strane transformatora.

Niženaponske veličine reducirane na višenaponsku stranu transformatora opisane su izrazima:

$$\overline{U}'_{2f} = p_{1,2} \cdot \overline{U}_{2f} \tag{5.26}$$

$$\bar{I}'_{2f} = \frac{\bar{I}_{2f}}{p_{1,2}} \tag{5.27}$$

$$\overline{Z}'_2 = p_{1,2}^2 \cdot \overline{Z}_2 \tag{5.28}$$

Nakon uvrštenja izraza (5.25) – (5.27) u izraz (5.22), dobije se sustav jednadžbi koji u matričnom zapisu glasi:

$$\left[\overline{Y}^n\right] \cdot \begin{Bmatrix} \overline{U}_{1f} \\ \overline{U}_{2f} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{I}_{1f} \\ \bar{I}_{2f} \end{Bmatrix} \tag{5.29}$$

gdje je matrica admitancija namota transformatora:

$$\left[\overline{Y}^n\right] = \begin{bmatrix} \overline{Y}_{11}^n & \overline{Y}_{12}^n \\ \overline{Y}_{21}^n & \overline{Y}_{22}^n \end{bmatrix} = \frac{1}{\overline{B}} \cdot \begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{Z}_1} \cdot \left(\overline{B} - \frac{1}{\overline{Z}_1}\right) & -\frac{p_{1,2}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}'_2} \\ -\frac{p_{1,2}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}'_2} & \frac{p_{1,2}^2}{\overline{Z}'_2}\left(\overline{B} - \frac{1}{\overline{Z}'_2}\right) \end{bmatrix} \tag{5.30}$$

Ako se uzme da je impedancija poprečne grane beskonačna $\left(\overline{Z}_m \to \infty\right)$, onda slijedi da je:

$$\left[\overline{Y}^n\right] = \begin{bmatrix} \overline{Y}_{11}^n & \overline{Y}_{12}^n \\ \overline{Y}_{21}^n & \overline{Y}_{22}^n \end{bmatrix} = \frac{1}{\overline{Z}_{12}} \cdot \begin{bmatrix} 1 & -p_{1,2} \\ -p_{1,2} & p_{1,2}^2 \end{bmatrix} \tag{5.31}$$

gdje je:

$$\overline{Z}_{12} = \overline{Z}_1 + \overline{Z}'_2 \tag{5.32}$$

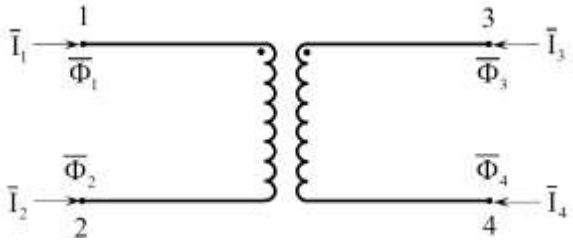
impedancija kratkog spoja reducirana na višenaponsku stranu transformatora. Ako je zadan postotni naponi kratkog spoja u_k dvonamotnog jednofaznog transformatora, onda se impedancija kratkog spoja aproksimira pomoću izraza:

$$\overline{Z}_{12} = \; j \cdot \frac{u_k \cdot U_{1fn}^2}{S_{fn} \cdot 100} \tag{5.33}$$

gdje je S_{fn} nazivna snaga dvonamotnog jednofaznog transformatora.

Ako je poznat faktor snage kratkog spoja, onda se iz njega može izračunati i kut impedancije kratkog spoja. Lako se vidi da je izraz (5.32) utemeljen na pretpostavci da je faktor snage kratkog spoja jednak nuli.

Da bi se dobio potpuni lokalni sustav jednadžbi jednofaznog dvonamotnog transformatora, napone i struje namota transformatora treba zamijeniti s potencijalima i strujama lokalnih čvorova transformatora (Slika 98.), gdje lokalni čvorovi 1 i 2 pripadaju višenaponskom namotu, a lokalni čvorovi 3 i 4 niženaponskom namotu transformatora.



Slika 98. Potencijali i struje lokalnih čvorova dvonamotnog jednofaznog transformatora

Korištenjem matrice veze namot - lokalni čvor, iz sustava jednadžbi (5.28) lako se dobije potpuni lokalni sustav jednadžbi dvonamotnog jednofaznog transformatora koji glasi:

$$\begin{bmatrix} \overline{Y}_{11}^n & -\overline{Y}_{11}^n & \overline{Y}_{12}^n & -\overline{Y}_{12}^n \\ -\overline{Y}_{11}^n & \overline{Y}_{11}^n & -\overline{Y}_{12}^n & \overline{Y}_{12}^n \\ \overline{Y}_{21}^n & -\overline{Y}_{21}^n & \overline{Y}_{22}^n & -\overline{Y}_{22}^n \\ -\overline{Y}_{21}^n & \overline{Y}_{21}^n & -\overline{Y}_{22}^n & \overline{Y}_{22}^n \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1^f \\ \overline{\Phi}_2^f \\ \overline{\Phi}_3^f \\ \overline{\Phi}_4^f \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \overline{I}_1^{fc} \\ \overline{I}_2^{fc} \\ \overline{I}_3^{fc} \\ \overline{I}_4^{fc} \end{Bmatrix} \tag{5.34}$$

ili kraće pisano:

$$\left[\overline{Y}^{f}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}^{f}\right\}=\left\{\overline{I}^{fc}\right\} \tag{5. 35}$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{f}\right]$ matrica admitancija lokalnih čvorova transformatora,
$\left\{\overline{\Phi}^{f}\right\}$ vektor potencijala lokalnih čvorova transformatora, a
$\left\{\overline{I}^{fc}\right\}$ vektor struja lokalnih čvorova transformatora.

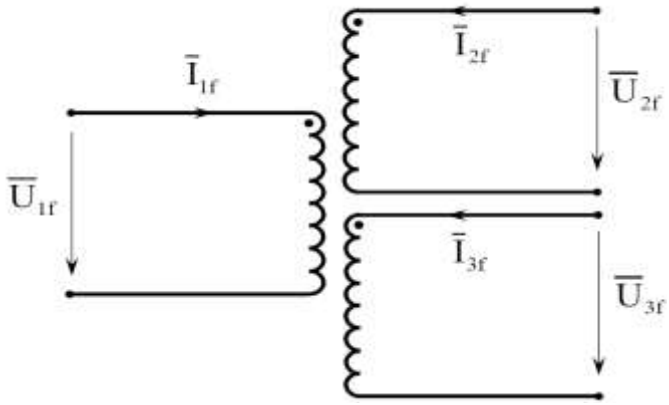
Prema tehnici konačnih elemenata, iz potpunog lokalnog sustava jednadžbi (5.34) slijedi nepotpuni lokalni sustav jednadžbi dvonamotnog jednofaznog transformatora opisan matričnom jednadžbom:

$$\left[\overline{Y}^{f}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}^{f}\right\}=\left\{0\right\} \tag{5. 36}$$

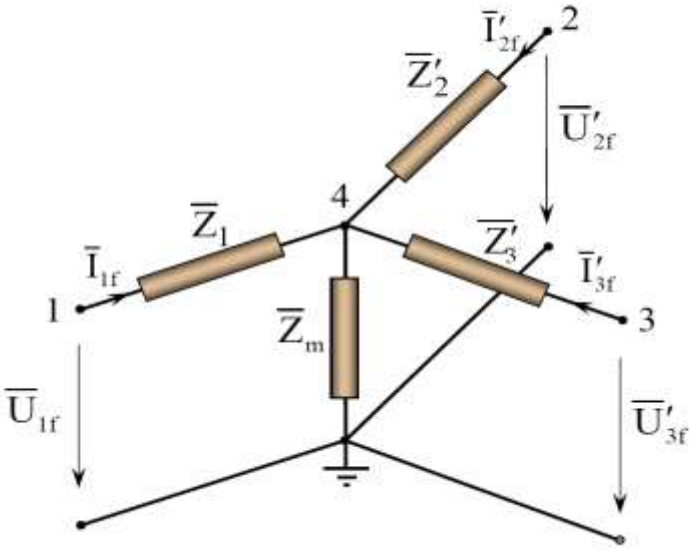
d) Lokalni sustav jednadžbi tronamotnog jednofaznog transformatora

Jednofazni se tronamotni transformator (Slika 99.) može prikazati pomoću nadomjesne sheme (Slika 100.), gdje je $\overline{Z}_1$ impedancija višenaponske strane transformatora, $\overline{Z}'_2$ impedancijama srednjenaponske strane transformatora reducirana na višenaponsku stranu, $\overline{Z}'_3$ impedancijama niženaponske strane transformatora reducirana na višenaponsku stranu dok je $\overline{Z}_m$ poprečna impedancija transformatora. Nadalje je $\overline{U}_{1f}$ fazor napona višenaponske strane transformatora, $\overline{U}_{2f}$ fazor napona srednjenaponske strane transformatora, $\overline{U}_{3f}$ fazor napona niženaponske strane transformatora,

$\overline{U}'_{2f}$ fazor napona srednjenaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu, $\overline{U}'_{3f}$ fazor napona niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu, $\bar{I}_{1f}$ fazor struje višenaponske strane transformatora, $\bar{I}_{2f}$ fazor struje srednjenaponske strane transformatora, $\bar{I}_{3f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora, $\bar{I}'_{2f}$ fazor struje srednjenaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu, dok je $\bar{I}'_{3f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu.



Slika 99. Namoti tronamotnog jednofaznog transformatora



Slika 100. Nadomjesna shema tronamotnog jednofaznog transformatora

Iz nadomjesne sheme prikazane na Slici 100. pomoću metode napona čvorova lako se dobije sustav linearnih jednadžbi za četiri naznačena čvora. Nakon eliminacije jednadžbe unutarnjeg čvora 4, dobije se sljedeći sustav linearnih jednadžbi:

$$\frac{1}{\overline{C}}\cdot\begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{Z}_1}\cdot\left(\overline{C}-\frac{1}{\overline{Z}_1}\right) & -\frac{1}{\overline{Z}_1\cdot\overline{Z}'_2} & -\frac{1}{\overline{Z}_1\cdot\overline{Z}'_3} \\ -\frac{1}{\overline{Z}_1\cdot\overline{Z}'_2} & \frac{1}{\overline{Z}'_2}\cdot\left(\overline{C}-\frac{1}{\overline{Z}'_2}\right) & -\frac{1}{\overline{Z}'_2\cdot\overline{Z}'_3} \\ -\frac{1}{\overline{Z}_1\cdot\overline{Z}'_3} & -\frac{1}{\overline{Z}'_2\cdot\overline{Z}'_3} & \frac{1}{\overline{Z}'_3}\cdot\left(\overline{C}-\frac{1}{\overline{Z}'_3}\right) \end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix} \overline{U}_{1f} \\ \overline{U}'_{2f} \\ \overline{U}'_{3f} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \overline{I}_{1f} \\ \overline{I}'_{2f} \\ \overline{I}'_{3f} \end{Bmatrix} \tag{5.37}$$

gdje je:

$$\overline{C} = \frac{1}{\overline{Z}_1} + \frac{1}{\overline{Z}'_2} + \frac{1}{\overline{Z}'_3} + \frac{1}{\overline{Z}_m} \tag{5.38}$$

dok je prijenosni omjer transformatora $p_{1,2}$ opisan izrazom (5.25), a prijenosni omjer transformatora $p_{1,3}$ izrazom:

$$p_{1,3} = \frac{N_1}{N_3} \approx \frac{U_{1fn}}{U_{3fn}} \tag{5.39}$$

gdje je:

N_1 - ukupan broj zavoja višenaponskog namota transformatora,
N_3 - ukupan broj zavoja niženaponskog namota transformatora,
U_{1fn} - efektivna vrijednost nazivnog napona višenaponske strane transformatora,
U_{3fn} - efektivna vrijednost nazivnog napona niženaponske strane transformatora.

Srednjenaponske veličine reducirane na višenaponsku stranu transformatora opisane su izrazima (5.25) - (5.27). Niženaponske veličine reducirane na višenaponsku stranu transformatora opisane su izrazima:

$$\overline{U}'_{3f} = p_{1,3} \cdot \overline{U}_{3f} \tag{5.40}$$

$$\overline{I}'_{3f} = \frac{\overline{I}_{3f}}{p_{1,3}} \tag{5.41}$$

$$\overline{Z}'_3 = p_{1,3}^2 \cdot \overline{Z}_3 \tag{5.42}$$

Nakon uvrštenja izraza (5.25) – (5.27) i izraza (5.39) – (5.41) u izraz (5.36), dobije se sustav jednadžbi koji u matričnom zapisu glasi:

$$\begin{bmatrix} \overline{Y}^n_{11} & \overline{Y}^n_{12} & \overline{Y}^n_{13} \\ \overline{Y}^n_{21} & \overline{Y}^n_{22} & \overline{Y}^n_{23} \\ \overline{Y}^n_{31} & \overline{Y}^n_{32} & \overline{Y}^n_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{U}_{1f} \\ \overline{U}'_{2f} \\ \overline{U}'_{3f} \end{Bmatrix} = \left[\overline{Y}^n\right] \cdot \begin{Bmatrix} \overline{U}_{1f} \\ \overline{U}'_{2f} \\ \overline{U}'_{3f} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \overline{I}_{1f} \\ \overline{I}'_{2f} \\ \overline{I}'_{3f} \end{Bmatrix} \tag{5.43}$$

gdje je matrica admitancija namota transformatora:

$$\left[\overline{Y}^{n}\right] = \frac{1}{\overline{C}} \cdot \begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{Z}_1} \cdot \left(\overline{C} - \frac{1}{\overline{Z}_1}\right) & -\frac{p_{1,2}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}_2'} & -\frac{p_{1,3}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}_3'} \\ -\frac{p_{1,2}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}_2'} & \frac{p_{1,2}^2}{\overline{Z}_2'} \cdot \left(\overline{C} - \frac{1}{\overline{Z}_2'}\right) & -\frac{p_{1,2} \cdot p_{1,3}}{\overline{Z}_2' \cdot \overline{Z}_3'} \\ -\frac{p_{1,3}}{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}_3'} & -\frac{p_{1,2} \cdot p_{1,3}}{\overline{Z}_2' \cdot \overline{Z}_3'} & \frac{p_{1,3}^2}{\overline{Z}_3'} \cdot \left(\overline{C} - \frac{1}{\overline{Z}_3'}\right) \end{bmatrix} \tag{5.44}$$

Uzme li se da je impedancija poprečne grane beskonačna $\left(\overline{Z}_m \to \infty\right)$, onda slijedi da je:

$$\overline{C} = \frac{1}{\overline{Z}_1} + \frac{1}{\overline{Z}_2'} + \frac{1}{\overline{Z}_3'} \tag{5.45}$$

a ako su zadani postotni naponi kratkog spoja u_{k12}, u_{k13} i u_{k23} tronamotnog jednofaznog transformatora, onda se pripadne reaktancije računaju iz izraza:

$$X_{12} = \frac{u_{k12} \cdot U_{1fn}^2}{S_{fn1,2} \cdot 100} \tag{5. 46}$$

$$X_{13} = \frac{u_{k13} \cdot U_{1fn}^2}{S_{fn1,3} \cdot 100} \tag{5.47}$$

$$X_{23} = \frac{u_{k23} \cdot U_{1fn}^2}{S_{fn2,3} \cdot 100} \tag{5.48}$$

gdje je:
$S_{fn1,2}$ - manja snaga nazivnih višenaponskog i srednjenaponskog namota,
$S_{fn1,3}$ - manja od nazivnih snaga višenaponskog i niženaponskog namota,
$S_{fn2,3}$ - manja od nazivnih snaga srednjenaponskog i niženaponskog namota tronamotnog jednofaznog transformatora.

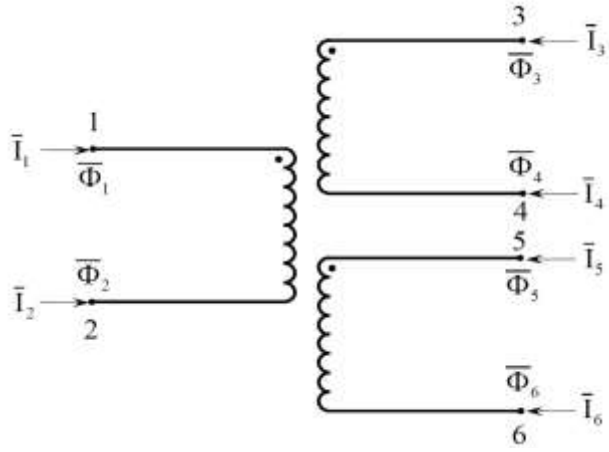
Impedancije pojedinog namota, uz pretpostavku da su faktori snage kratkog spoja jednaki nuli, opisane su izrazima:

$$\overline{Z}_1 = \frac{j}{2} \cdot \left(X_{12} + X_{13} - X_{23}\right) \tag{5.49}$$

$$\overline{Z}_2' = \frac{j}{2} \cdot \left(X_{12} - X_{13} + X_{23}\right) \tag{5.50}$$

$$\overline{Z}_3' = \frac{j}{2} \cdot \left(- X_{12} + X_{13} + X_{23} \right) \tag{5.51}$$

Da bi se dobio potpuni lokalni sustav jednadžbi jednofaznog tronamotnog transformatora, napone i struje namota transformatora treba zamijeniti s potencijalima i strujama lokalnih čvorova transformatora (Slika 101.), gdje lokalni čvorovi 1 i 2 pripadaju višenaponskom namotu, lokalni čvorovi 3 i 4 srednjenaponskom namotu transformatora, a lokalni čvorovi 5 i 6 niženaponskom namotu transformatora.



Slika 101. Potencijali i struje lokalnih čvorova tronamotnog jednofaznog transformatora

Korištenjem matrice veze namot - lokalni čvor, iz sustava jednadžbi (5.41) lako se dobije poptpuni lokalni sustav jednadžbi tronamotnog jednofaznog transformatora koji glasi:

$$\begin{bmatrix} \overline{Y}_{11}^{n} & -\overline{Y}_{11}^{n} & \overline{Y}_{12}^{n} & -\overline{Y}_{12}^{n} & \overline{Y}_{13}^{n} & -\overline{Y}_{13}^{n} \\ -\overline{Y}_{11}^{n} & \overline{Y}_{11}^{n} & -\overline{Y}_{12}^{n} & \overline{Y}_{12}^{n} & -\overline{Y}_{13}^{n} & \overline{Y}_{13}^{n} \\ \overline{Y}_{21}^{n} & -\overline{Y}_{21}^{n} & \overline{Y}_{22}^{n} & -\overline{Y}_{22}^{n} & \overline{Y}_{23}^{n} & -\overline{Y}_{23}^{n} \\ -\overline{Y}_{21}^{n} & \overline{Y}_{21}^{n} & -\overline{Y}_{22}^{n} & \overline{Y}_{22}^{n} & -\overline{Y}_{23}^{n} & \overline{Y}_{23}^{n} \\ \overline{Y}_{31}^{n} & -\overline{Y}_{31}^{n} & \overline{Y}_{32}^{n} & -\overline{Y}_{32}^{n} & \overline{Y}_{33}^{n} & -\overline{Y}_{33}^{n} \\ -\overline{Y}_{31}^{n} & \overline{Y}_{31}^{n} & -\overline{Y}_{32}^{n} & \overline{Y}_{32}^{n} & -\overline{Y}_{33}^{n} & \overline{Y}_{33}^{n} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_{1}^{f} \\ \overline{\Phi}_{2}^{f} \\ \overline{\Phi}_{3}^{f} \\ \overline{\Phi}_{4}^{f} \\ \overline{\Phi}_{5}^{f} \\ \overline{\Phi}_{6}^{f} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \overline{I}_{1}^{fc} \\ \overline{I}_{2}^{fc} \\ \overline{I}_{3}^{fc} \\ \overline{I}_{4}^{fc} \\ \overline{I}_{5}^{fc} \\ \overline{I}_{6}^{fc} \end{Bmatrix} \quad (5.52)$$

ili kraće pisano:

$$\left[\overline{Y}^{f}\right] \cdot \left\{\overline{\Phi}^{f}\right\} = \left\{\overline{I}^{fc}\right\} \quad (5.53)$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{f}\right]$ matrica admitancija lokalnih čvorova transformatora,

$\left\{\overline{\Phi}^{f}\right\}$ vektor potencijala lokalnih čvorova transformatora, a

$\left\{\overline{I}^{fc}\right\}$ vektor struja lokalnih čvorova transformarora.

Prema tehnici konačnih elemenata, iz potpunog lokalnog sustava jednadžbi (5.53) slijedi nepotpuni lokalni sustav jednadžbi tronamotnog jednofaznog transformatora opisan matričnom jednadžbom:

$$\left[\overline{Y}^{f}\right] \cdot \left\{\overline{\Phi}^{f}\right\} = \left\{0\right\} \quad (5.54)$$

e) Lokalni sustav jednadžbi dvonamotnog trofaznog transformatora

Trofazni se dvonamotni transformator u fizikalnom smislu može prikazati kao tri dvonamotna jednofazna transformatora, gdje jednofazni transformator tvore jednofazni namoti na istom stupu trofazne jezgre. U

američkoj izvedbi trofazni transformator tvore tri zasebna jednofazna transformatora, što daje formalno isti numerički model transformatora. U oba slučaja, nepotpuni lokalni sustav jednadžbi trofaznog transformatora dobije se asembliranjem nepotpunih lokalnih sustava jednadžbi (5.35) triju dvonamotnih jednofaznih transformatora. Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi trofaznog dvonamotnog transformatora glasi:

$$\left[\overline{Y}^{tr}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \left\{0\right\} \tag{5.55}$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{tr}\right]$ - matrica admitancija lokalnih čvorova trofaznog dvonamotnog transformatora,

$\left\{\overline{\Phi}\right\}$ - vektor potencijala lokalnih čvorova trofaznog dvonamotnog transformatora.

Potpuni lokalni sustav jednadžbi trofaznog dvonamotnog transformatora glasi:

$$\left[\overline{Y}^{tr}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \left\{\bar{I}^{c}\right\} \tag{5.56}$$

gdje je:

$\left\{\bar{I}^{c}\right\}$ - vektor struja lokalnih čvorova trofaznog dvonamotnog transformatora.

Naravno, sve struje lokalnih čvorova trofaznog dvonamotnog transformatora ulaze u čvorove, pri čemu vrijedi da je:

$$S_{fn} = \frac{S_n}{3} \tag{5.57}$$

gdje je:

S_{fn} - nazivna snaga jedne faze trofaznog dvonamotnog transformatora (zamišljenog jednofaznog transformatora), a

S_n - nazivna snaga trofaznog transformatora.

Na natpisnoj pločici trofaznog dvonamotnog transformator dani su nazivni linijski naponi višenaponskog i niženaponskog namota: U_{1n} i U_{2n}. Prijenosni omjer pripadnih jednofaznih transformatora opisan izrazom (8.11) može se izraziti pomoću nazivnih napona trofaznog transformatora u ovisnosti o vrsti spoja transformatora:

$$p_{1,2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{U_{1fn}}{U_{2fn}} = \frac{U_{1n}}{U_{2n}} \quad \text{za spoj Yy i Dd} \tag{5.58}$$

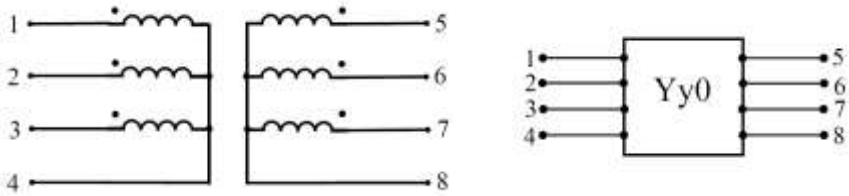
$$p_{1,2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{U_{1fn}}{U_{2fn}} = \frac{U_{1n}}{\sqrt{3} \cdot U_{2n}} \quad \text{za spoj Yd} \tag{5.59}$$

$$p_{1,2} = \frac{N_1}{N_2} \approx \frac{U_{1fn}}{U_{2fn}} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{1n}}{U_{2n}} \quad \text{za spoj Dy} \tag{5.60}$$

Najčešće korištene vrste spoja trofaznih dvonamotnih mrežnih, distribucijskih i generatorskih transformatora su: Yyo, Yd5, Dy5. Ako se uzme u obzir i način uzemljenja neutralne točke transformatora, onda ove vrste spoja mogu biti: YNyno, YNyo, Yyno, Yyo, Dyn5, Dy5, YNd5 i Yd5. Međutim, nepotpuni lokalni sustav jednadžbi dvonamotnog trofaznog transformatora ne ovisi o načinu uzemljenja neutralne točke transformatora.

- Transformator spoja Yyo i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 102.
- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yyo i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 9.
- Transformator spoja Yd5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 103.
- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Ydo i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 10.

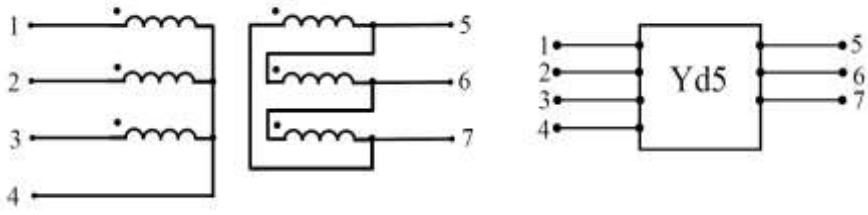
- Transformator spoja Dy5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 104.
- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Dy5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 11.



Slika 102. Spoj transformatora Yy0 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

Namot	Višenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4
1	1	4	5	8
2	2	4	6	8
3	3	4	7	8

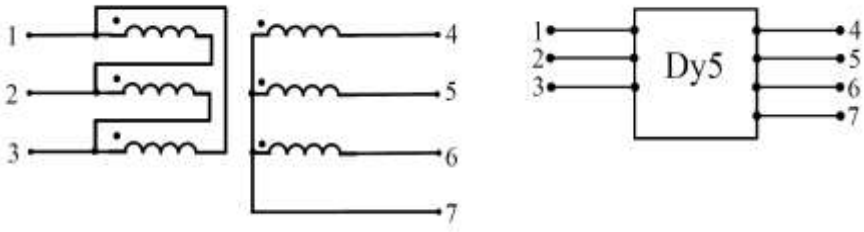
Tablica 9. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yy0 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora



Slika 103. Spoj transformatora Yd5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

Namot	Višenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4
1	1	4	7	5
2	2	4	5	6
3	3	4	6	7

Tablica 10. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora



Slika 104. Spoj transformatora Dy5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

Namot	Višenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4
1	1	2	7	4
2	2	3	7	5
3	3	1	7	6

Tablica 11. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Dy5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora

f) Lokalni sustav jednadžbi tronamotnog trofaznog transformatora

Trofazni se tronamotni transformator u fizikalnom smislu može prikazati kao tri tronamotna jednofazna transformatora, gdje jednofazni transformator tvore jednofazni namoti na istom stupu trofazne jezgre. Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi trofaznog transformatora dobije se asembliranjem nepotpunih lokalnih sustava triju pripadnih jednofaznih

tronamotnih transformatora opisanih matričnom jednadžbom (5.53). Nepotpuni i potpuni lokalni sustavi jednadžbi tronamotnog trofaznog transformatora formalno imaju isti oblik kao i u slučaju trofaznog dvonamotnog transformatora, tj. opisani su izrazima (5.54) i (5.55). Pritom vrijedi da je:

$$\overline{S}_{fn\,1,2} = \frac{\overline{S}_{n1,2}}{3} \quad ; \quad \overline{S}_{fn\,1,3} = \frac{\overline{S}_{n1,3}}{3} \quad ; \quad \overline{S}_{fn\,2,3} = \frac{\overline{S}_{n2,3}}{3} \qquad (5.61)$$

gdje je $\overline{S}_{n1,2}$ manja snaga od nazivnih snaga višenaponskog i srednjenaponskog namota trofaznog tronamotnog transformatora, $\overline{S}_{n1,3}$ manja od nazivnih snaga višenaponskog i niženaponskog namota trofaznog tronamotnog transformatora, a $\overline{S}_{n2,3}$ manja od nazivnih snaga srednjenaponskog i niženaponskog namota trofaznog tronamotnog transformatora.

Na natpisnoj pločici trofaznog tronamotnog transformator dani su nazivni linijski naponi višenaponskog, srednjenaponskog i niženaponskog namota: U_{1n}, U_{2n} i U_{3n}. Prijenosni omjer $p_{1,2}$ pripadnog jednofaznog transformatora opisan je izrazima (5.60) i u ovisnosti je o vrsti spoja trofaznog transformatora, dok se prijenosni omjer $p_{1,3}$ opisan izrazom (5.39) može izraziti pomoću nazivnih linijskih napona trofaznog transformatora u ovisnosti o vrsti spoja transformatora slično kao i prijenosni omjer $p_{1,2}$.

Najčešće korištene vrste spoja trofaznih tronamotnih mrežnih, distribucijskih i generatorskih transformatora su: Yyod5, Yd5yo, Yd5d5. Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi tronamotnog trofaznog transformatora ne ovisi o načinu uzemljenja neutralne točke transformatora.

- Transformator spoja Yyod5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 105.

- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yyod5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 12.

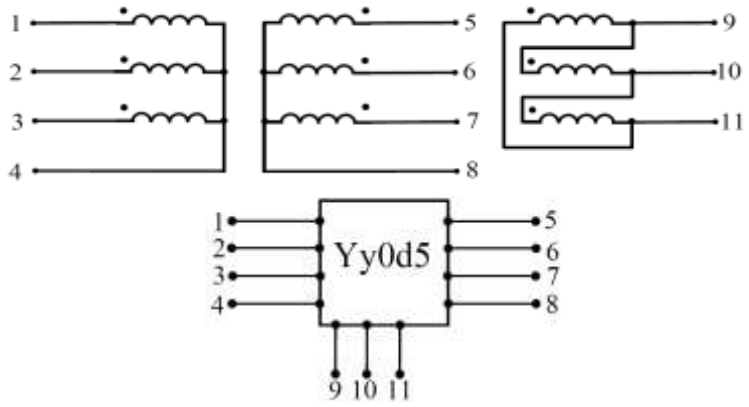
- Transformator spoja Yd5yo i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 106.

- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5yo i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 13.

- Transformator spoja Yd5d5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima prikazani su na Slici 107.

- Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5d5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transforamatora prikazuje Tablica 14.

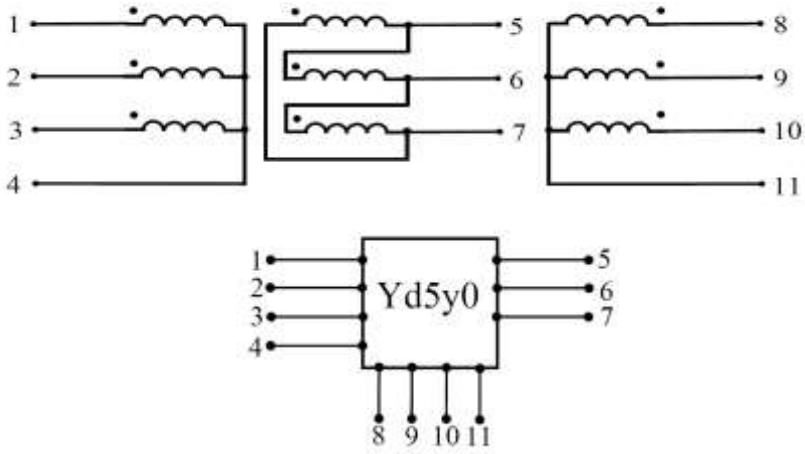
-



Slika 105. Spoj transformatora Yyod5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

Namot	Višenaponski		Srednjenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4	Lokalni čvor 5	Lokalni čvor 6
1	1	4	5	8	11	9
2	2	4	6	8	9	10
3	3	4	7	8	10	11

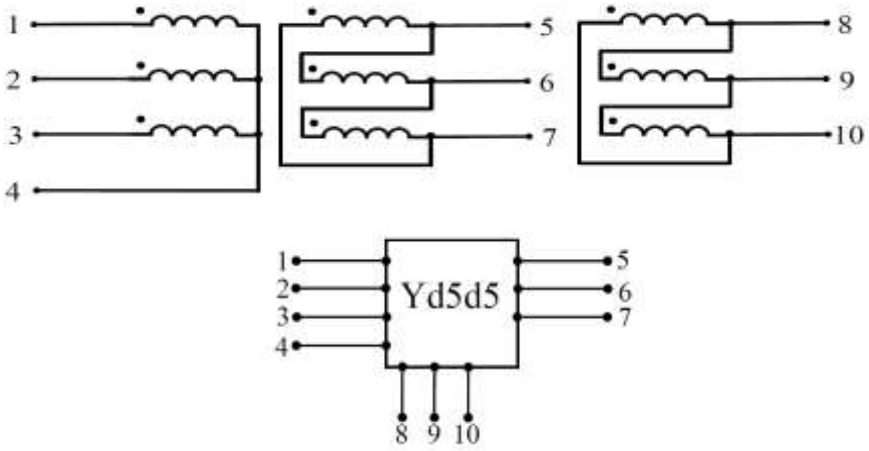
Tablica 12. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yy0d5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora



Slika 106. Spoj transformatora Yd5y0 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

Namot	Višenaponski		Srednjenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4	Lokalni čvor 5	Lokalni čvor 6
1	1	4	7	5	8	11
2	2	4	5	6	9	11
3	3	4	6	7	10	11

Tablica 13. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5y0 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora



Slika 107. Spoj transformatora Yd5d5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima

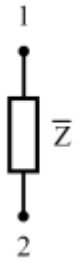
Namot	Višenaponski		Srednjenaponski		Niženaponski	
Faza	Lokalni čvor 1	Lokalni čvor 2	Lokalni čvor 3	Lokalni čvor 4	Lokalni čvor 5	Lokalni čvor 6
1	1	4	7	5	10	8
2	2	4	5	6	8	9
3	3	4	6	7	9	10

Tablica 14. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5d5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora

f) Lokalni sustavi jednadžbi nadomjesne impedancije

Dio sustava, u elektromagnetskom modelu, može biti opisan pomoću nadmomjesne impedancije povezane između dva globalna čvora mreže kojima su pridružena dva lokalna čvora nadomjesne impedancije, Slika 108. Takva impedancija može nadomjestiti npr. impedanciju spojenu između neutralne točke transformatora i uzemljivača transformatorske stanice ili pak metalni stup nadzemnog voda. Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi takve nadomjesne impedancije glasi:

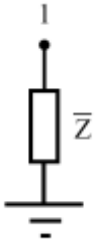
$$\left[\overline{\mathrm{Y}}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{\mathrm{Z}}} & -\frac{1}{\overline{\mathrm{Z}}} \\ -\frac{1}{\overline{\mathrm{Z}}} & \frac{1}{\overline{\mathrm{Z}}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1 \\ \overline{\Phi}_2 \end{Bmatrix} = \{0\} \tag{5.62}$$



Slika 108. Nadomjesna impedancija spojena između svoja dva lokalna čvora

Dio sustava, u elektromagnetskom modelu, može biti opisan pomoću nadomjesne impedancije povezane između globalnog čvora mreže i referentnog potencijala u beskonačnosti (daleke zemlje). Takvoj impedanciji pridružen je samo jedan lokalni čvor, Slika 109. Takva impedancija može nadomjestiti npr. vodljive dijelove povezane na uzemljivač susjedne transformatorske stanice čija elektromagnetska sprega sa sastavnicama elektromagnetskog modela nije uzeta u račun. Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi takve nadomjesne impedancije glasi:

$$\left[\overline{\mathrm{Y}}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \left[\frac{1}{\overline{\mathrm{Z}}}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \{0\} \tag{5.63}$$

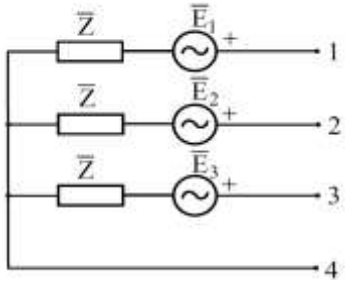


Slika 109. Nadomjesna impedancija spojena između lokalnog čvora i daleke zemlje

Zemljospoj će se u elektromagnetskom modelu ostvariti pomoću dvočvorne impedancije koja je jednaka prijelaznom otporu na mjestu zemljospoja. Naravno, zemljospoj može biti istovremeno i na dva ili više mjesta.

g) Lokalni sustavi jednadžbi trofaznog simetričnog naponskog izvora

Dio elektroenergetskog sustava, u elektromagnetskom modelu, može se nadomjestiti trofaznim četveročvornim simetričnim naponskim izvorom, Slika 110.



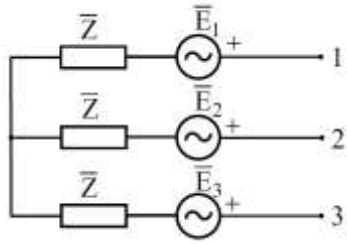
Slika 110. Nadomjesni trofazni simetrični četveročvorni naponski izvor

Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi četveročvornog naponskog izvora prikazanog na Slici 110. opisan je matričnom jednadžbom:

$$\left[\overline{Y}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{Z}} & 0 & 0 & -\frac{1}{\overline{Z}} \\ 0 & \frac{1}{\overline{Z}} & 0 & -\frac{1}{\overline{Z}} \\ 0 & 0 & \frac{1}{\overline{Z}} & -\frac{1}{\overline{Z}} \\ -\frac{1}{\overline{Z}} & -\frac{1}{\overline{Z}} & -\frac{1}{\overline{Z}} & \frac{3}{\overline{Z}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1 \\ \overline{\Phi}_2 \\ \overline{\Phi}_3 \\ \overline{\Phi}_4 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\overline{E}_1}{\overline{Z}} \\ \frac{\overline{E}_2}{\overline{Z}} \\ \frac{\overline{E}_3}{\overline{Z}} \\ 0 \end{Bmatrix} = \left\{\overline{I}^{d}\right\} \tag{5.64}$$

gdje je $\left\{\overline{I}^{d}\right\}$ vektor doprinosa zadanih naponskih izvora.

Može se javiti potreba da se dio elektroenergetskog sustava, u elektromagnetskom modelu, nadomjesti trofaznim tročvornim simetričnim naponskim izvorom, Slika 111.



Slika 111. Nadomjesni trofazni simetrični tročvorni naponski izvor

Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi tročvornog naponskog izvora prikazanog na Slici 111. opisan je matričnom jednadžbom:

$$[\overline{Y}]\cdot\{\overline{\Phi}\} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3\cdot\overline{Z}} & -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} & -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} \\ -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} & \frac{2}{3\cdot\overline{Z}} & -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} \\ -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} & -\frac{1}{3\cdot\overline{Z}} & \frac{2}{3\cdot\overline{Z}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1 \\ \overline{\Phi}_2 \\ \overline{\Phi}_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\overline{E}_1}{\overline{Z}} \\ \frac{\overline{E}_2}{\overline{Z}} \\ \frac{\overline{E}_3}{\overline{Z}} \end{Bmatrix} = \left\{\overline{I}^{d}\right\} \tag{5.65}$$

Za simetrične trofazne izvore može se uzeti da je:

$$\overline{E}_1 = \frac{c\cdot U_n}{\sqrt{3}}\cdot e^{j\cdot\varphi_1} = E\cdot e^{j\cdot\varphi_1} \quad ; \quad \overline{E}_2 = \overline{E}_1\cdot e^{j\cdot 120^0} \quad ; \quad \overline{E}_3 = \overline{E}_1\cdot e^{-j\cdot 120^0} \tag{5.66}$$

gdje je:
U_n - linijski nazivni napon mreže, dok je
c - naponski faktor za kojeg se uzima da je c = 1,1.

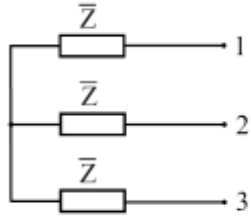
Unutarnja impedancija tročvornih i četvoročvornih naponskih izvora $\overline{Z}$ računa se korištenjem sljedećeg izraza:

$$\overline{Z} = \frac{c\cdot U_n}{\sqrt{3}\cdot\overline{I}''_{k1}} = \frac{E}{\overline{I}''_{k1}} \tag{5. 67}$$

gdje je $\overline{I}''_{k1}$ doprinos dijela elektroenergetskog sustava ukupnoj struji zemljospoja u transformatorskoj stanici na koju se naponski izvor priključuje. Dakle, taj dio elektroenergetskog sustava se nadomješta trofaznim simetričnim naponskim izvorom.

h) Lokalni sustavi jednadžbi nadomjesnog trofaznog simetričnog trošila

Transformatori središnje transformatorske stanice, a po potrebi i transformatori susjednih transformatorskih stanica koji ne napajanju mjesto zemljospoja, u elektromagnetskom modelu, mogu se opteretiti nadomjesnim trofaznim tročvornim simetričnim trošilom, Slika 112.

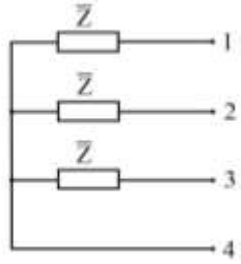


Slika 112. Nadomjesno trofazno simetrično tročvorno trošilo

Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi nadomjesnog trofaznog tročvornog simetričnog trošila prikazanog na Slici 112. opisan je matričnom jednadžbom:

$$\left[\overline{Y}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}\right\} = \begin{bmatrix} \frac{2}{3\overline{Z}} & -\frac{1}{3\overline{Z}} & -\frac{1}{3\overline{Z}} \\ -\frac{1}{3\overline{Z}} & \frac{2}{3\overline{Z}} & -\frac{1}{3\overline{Z}} \\ -\frac{1}{3\overline{Z}} & -\frac{1}{3\overline{Z}} & \frac{2}{3\overline{Z}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1 \\ \overline{\Phi}_2 \\ \overline{\Phi}_3 \end{Bmatrix} = \{0\} \tag{5.68}$$

Transformatori središnje transformatorske stanice, a po potrebi i transformatori susjednih transformatorskih stanica koji ne napajanju mjesto zemljospoja, u elektromagnetskom modelu, mogu se opteretiti i nadomjesnim trofaznim četveročvornim simetričnim trošilom, Slika 113.



Slika 113. Nadomjesno trofazno simetrično četveročvorno trošilo

Nepotpuni lokalni sustav jednadžbi nadomjesnog trofaznog četveročvornog simetričnog trošila prikazanog na Slici 113. opisan je matričnom jednadžbom:

$$[Y]\cdot\{\overline{\Phi}\} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\overline{\overline{Z}}} & 0 & 0 & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}} \\ 0 & \frac{1}{\overline{\overline{Z}}} & 0 & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}} \\ 0 & 0 & \frac{1}{\overline{\overline{Z}}} & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}} \\ -\frac{1}{Z} & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}} & -\frac{1}{\overline{\overline{Z}}} & \frac{3}{\overline{\overline{Z}}} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \overline{\Phi}_1 \\ \overline{\Phi}_2 \\ \overline{\Phi}_3 \\ \overline{\Phi}_4 \end{Bmatrix} = \{0\} \qquad (5.69)$$

i) Nepotpuni i potpuni globalni sustav jednadžbi

Elektromagnetski model za izračun raspodjele struje zemljospoja tvori više konačnih elemenata. Konačni elementi mogu biti:

- konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice el.mag. modela,
- induktivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela,
- trofazni transformatori,
- nadomjesne impedancije,
- trofazni tročvorni i četveročvorni simetrični naponski izvori,
- nadomjesna trofazna tročvorna trošila.

Prije zadavanja ulaznih podataka, definira se koje su sastavnice međusobno spregnute konduktivno i kapacitivno, a koje induktivno. Moguće je imati jedan ili više skupova međusobno spregnutih sastavnica. O tom ovisi i ukupan broj konačnih elemenata. Sve međusobno spregnute sastavnice pripadaju istom konačnom elementu. Naravno, sa stanovišta točnosti proračuna, najbolje je uzeti da sve konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela pripadaju

samo jednom konačnom elementu te da sve induktivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela pripadaju drugom konačnom elementu.

U tehnici konačnih elemenata, u globalnom su sustavu konačni elementi povezani u čvorovima koji se zovu globalni čvorovi. Dakle, globalni čvorovi su čvorovi skupa međusobno povezanih konačnih elemenata, a lokalni čvorovi su čvorovi konačnih elemenata.

Veza između globalnih čvorova i lokalnih čvorova konačnih elemenata definira matrica veze između globalnih čvorova i lokalnih čvorova. Nepotpuni globalni sustav jednadžbi dobiva se asembliranjem (pribrajanjem) nepotpunih lokalnih sustava jednadžbi svih konačnih elemenata. Nepotpuni globalni sustav jednadžbi glasi:

$$\left[\overline{Y}^{g}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}^{g}\right\}=\left\{\bar{I}^{dg}\right\} \tag{5.70}$$

gdje je:

$\left[\overline{Y}^{g}\right]$ - matrica admitancija globalnih čvorova cjelokupnog sustava,

$\left\{\overline{\Phi}^{g}\right\}$ - vektor potencijala globalnih čvorova cjelokupnog sustava,

$\left\{\bar{I}^{dg}\right\}$ - globalni vektor doprinosa zadanih naponskih i strujnih izvora.

Ako su za jedan ili više globalnih čvora zadane u njih izvana narinute struje, odnosno nezavisni strujni izvori, onda se globalni sustav jednadžbi upotpunjuje uključivanjem tih narinutih struja u nepotpuni globalni sustav jednadžbi (5.69) tako da potpuni globalni sustav jednadžbi glasi:

$$\left[\overline{Y}^{g}\right]\cdot\left\{\overline{\Phi}^{g}\right\}=\left\{\bar{I}^{dg}\right\}+\left\{\bar{I}^{ng}\right\} \tag{5.71}$$

gdje je $\left\{\bar{I}^{ng}\right\}$ vektor struja narinutih u globalne čvorove.

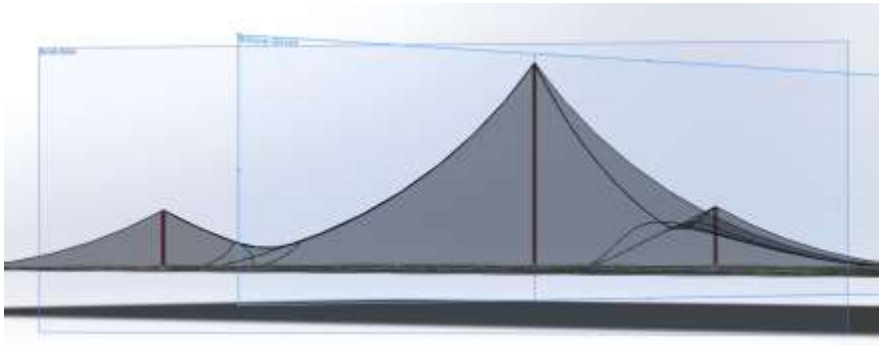
Osim struja narinutih u globalne čvorove, mogu biti propisani i potencijali nekih globalnih čvorova. Budući da je u razvijenom elektromagnetskom modelu potencijal daleke zemlje jednak nuli, onda se mora propisati samo potencijal jednog od čvorova na svakom nadomjesnom trofaznom trošilu spojenom na namot transformatora koji nije izravno povezan na središnju transformatorsku stanicu. Najlakše je uzeti da su propisani potencijali jednaki nuli. Tek kad se u sustav jednadžbi (5.70), prema pravilima tehnike konačnih elemenata, uključe i propisani potencijali globalnih čvorova, dobije se preinačeni potpuni globalni sustav jednadžbi čija su rješenja potencijali globalnih čvorova. Iz potencijala globalnih čvorova, lako je korištenjem matrica veze između lokalnih i globalnih čvorova pojedinog konačnog elementa doći do fazora potencijala lokalnih čvorova.

5. 6. Vizualizacija modeliranih sastavnica

5.6.1. ALGORITMI 3D VIZUALIZACIJE

Algoritmi za vizualizaciju stanja elektroenergetskih objekata, (EEO), zorno prikazuju izračunate i promatrane potencijale uzemljivača (primjer transformatorskih stanica). Opisani su kao vršni potencijali naponskog lijevka kojem je ishodište u centru promatrane trafostanice, (V_{TSi}) aproksimiranog vizualizacijom koja je funkcija doprinosa vlastitog potencijala, (V_{TSmax}), potencijala daleke nule, (V_{TSnoi}) i potencijala konduktivnog utjecaja, ($Vni\text{-}_{konduktivno}$), relacija (6.1.), Slika 114.

$$V_{TSi}=f\,(V_{TSmax},\, V_{TSnoi},\, Vni\text{-}_{konduktivno}) \qquad (6.1)$$



Slika 114. Vizualizirani potencijal promatranog EEO, (primjer 110kV TS, bliskih utjecajnih kabela i dalekovoda)

Slike od 115. do 122. vizualiziraju parametre prema rezultatima elektromagnetskog modeliranja za modele odabranih sastavnica:

- kružna metalna plača uzemljivača same trafostanice,
- udaljeni nulti potencijali,
- doprinos potencijala konduktivnog utjecaja.

Odabrani primjeri dalekovoda, opisanih raspodjelom efektivnih vrijednosti potencijala duž zaštitnog užeta i faznih vodiča, vizualizirani su na istim slikama. Vizualizacija ukazuje na očite doprinose sastavnica pojedinih EEO kao što je npr. dvosustavski dalekovod kao utjecajne funkcije, izraz, (6.2).

$$V_{DVi} = f\,(V_{DVL1},\, V_{DVL2},\, V_{DVL3},\, -\, V_{DVZU,\ldots}\,) \qquad (6.2)$$



Slika 115. Topološki- 3D prikaz potencijalnog lijevka na 110kV TS iz obrađivanog primjera

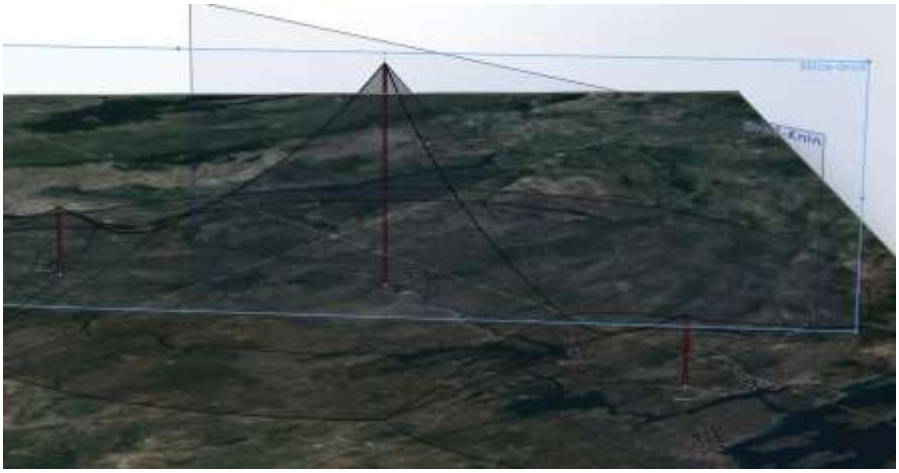


Slika 116. Topološki- 3D prikaz grupe od 6 TS koje su na okupu iz obrađivanog primjera

Na topološkim su prikazima označene „daleke nule“ , (žute elipse su koncentrične u središtu TS 110kV čiji su uzemljivači modelirani kružnim metalnim pločama, (polumjeri od 80, 8 i 2,5m) kao baznom nultom ekvipotencijom. 3D stožac se može aproksimirati s efektivnim vrijednostima potencijala, (stožac odrezan ili sa šiljkom, vizualizacija mora biti prepoznatljiva i ukazati na cilj a to je evidentni konduktivni utjecaj koji je prisutan kada se analizira sustav a ne pojedina komponenta.



Slika 117. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala duž zaštitnog užeta 110 kV nadzemnog dalekovoda



Slika 118. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala duž faznih vodiča 110 kV nadzemnog vod s ishodištem u transformatorskoj stanici

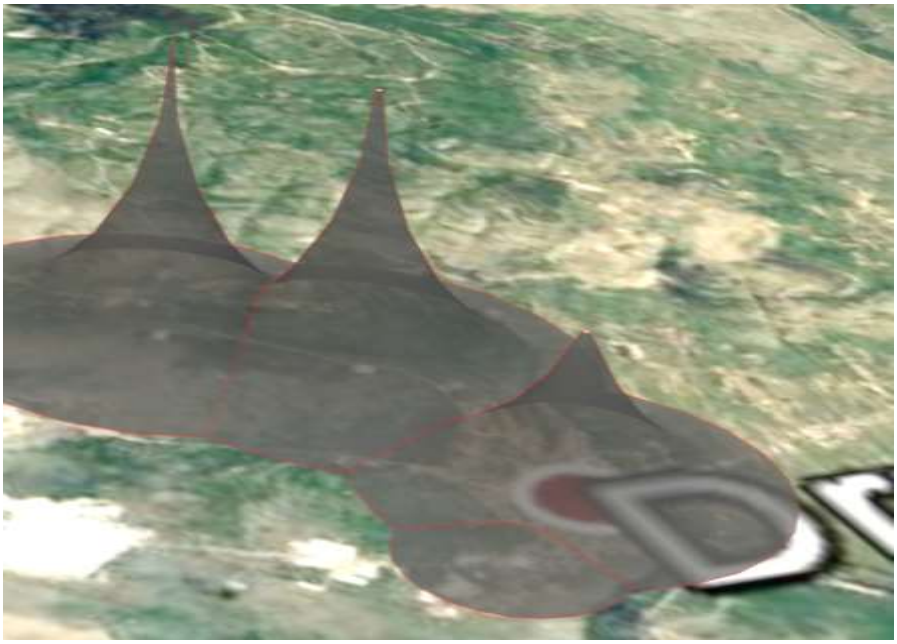
Topološki -3D primjeri kao vizualizacija stanja EEO, oslikavaju parametre struja i potencijala transformatorskih stanica, dalekovoda i kabelskih vodova.



Slika 119. Topološki-3D prikaz potencijala duž faznih vodiča 110 kV dalekovoda i TS



Slika 120. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV EEO



Slika 121. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV TS- optimizacija mjerila



Slika 122. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV TS- ugađanje prikaza

5.6.2. RAČUNALNI PROGRAM

Topološki prikazi su dobiveni prema rezultatima izvorno razvijenog elektromagnetskog modela računalnog programa EMFCD. Dijagram tijeka programa ukratko je opisan njegovim koracima provedbe:

Učitavanje i ispis ulaznih podataka

Na početka računalnog programa učitavaju se i ispisuju ulazni podaci:

- osnovni ulazni podaci: ukupan broj jednadžbi globalnog sustava, otpornost tla, relativna dielektričnost tla, frekvencija napona i struje,
- ulazni podaci za nadomjesne metalne ploče ukopane u tlo,
- ulazni podaci za segmente ukopanih cilindričnih vodiča,
- ulazni podaci za segmente ukopanih pravokutnih vodiča,
- ulazni podaci za segmente ukopanih šupljih cilindričnih vodiča,
- ulazni podaci za segmente jednožilnih kabela,
- ulazni podaci za segmente trožilnih kabela vrste 1 - aktivni fazni vodiči, postoje samo zajednički metalni ekrani,
- ulazni podaci za segmente trožilnih kabela vrste 2 - aktivni fazni vodiči, postoje vlastiti metalni ekrani faznih vodiča, a mogu postojati i zajednički metalni ekrani,
- ulazni podaci za segmente trožilnih kabela vrste 3 - pasivni fazni vodiči, postoje vlastiti metalni ekrani faznih vodiča koji su matematički združeni, a mogu postojati i zajednički metalni ekrani,
- ulazni podaci za segmente induktivno spregnutih jednožilnih i trožilnih kabela,
- ulazni podaci za segmente nadzemnih cilindričnih vodiča,
- ulazni podaci za segmente induktivno spregnutih nadzemnih faznih vodiča,
- ulazni podaci za dvočvorne impedancije,
- ulazni podaci za jednočvorne nadomjesne impedancije,
- ulazni podaci za trofazne četveročvorne naponske izvore,

- ulazni podaci za trofazna simetrična tročvorna i četveročvorna trošila,
- ulazni podaci za trofazne dvonamotne transformatore,
- ulazni podaci za trofazne tronamotne transformatore,
- ulazni podaci za globalne čvorove u kojima su zadani nulti potencijali,
- ulazni podaci za struje narinute u globalnim čvorovima,
- ulazni podaci za točke na površini tla u kojima se računa potencijal.

Formiranje nepotpunih lokalnih sustava jednadžbi elektromagnetski spregnutih sastavnica i njihovo asembliranje

Na temelju razvijene teorijske razrade računalni program EMFCD izvršava radnje:

- izračun vlastitih i međusobnih impedancija svih poprečno (konduktivno i kapacitivno) spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- izračun vlastitih i međusobnih impedancija svih uzdužno (induktivno) spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- invertiranje matrice poprečnih impedancija poprečno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- invertiranje matrice uzdužnih impedancija uzdužno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- formiranje matrice admitancija lokalnih čvorova elektromagnetski spregnutih sastavnica i njeno asembliranje u nepotpuni globalni sustav jednadžbi,
- formiranje vektora desne strane nepotpunog lokalnog sustava jednadžbi elektromagnetski spregnutih sastavnica i njegovo asembliranje u nepotpuni globalni sustav jednadžbi.

Formiranje nepotpunih lokalnih sustava jednadžbi ostalih sastavnica elektromagnetskog modela i njihovo asembliranje

Na temelju teorijske podloge razvijeni računalni program EMFCD formira i asemblira nepotpune lokalne sustave jednadžbi za:

- dvočvorne impedancije,
- jednočvorne nadomjesne impedancije,
- trofazne četveročvorne naponske izvore,
- trofazna simetrična tročvorna i četveročvorna trošila,
- trofazne dvonamotne transformatore,
- trofazne tronamotne transformatore.

Nakon asembliranja ovih nepotpunih lokalnih sustava jednadžbi u nepotpuni globalni sustav jednadžbi, završen je postupak formiranja nepotpunog globalnog sustava jednadžbi.

Zadavanje narinutih globalnih struja i referentnih potencijala globalnih čvorova

Nepotpuni globalni sustav jednadžbi se upotpunjava tako da se u globalni sustav jednadžbi uključe:

- struje narinute u globalne čvorove,
- nulti potencijali globalnih čvorova.

Time je u potpunosti formiran potpuni globalni sustav jednadžbi, odnosno kraće rečeno formiran je globalni sustav jednadžbi.

Rješavanje globalnog sustava jednadžbi

Globalni se sustav linearnih jednadžbi rješava korištenjem fortranskih podprograma iz biblioteke LAPACK - Linear Algebra PACKage koji su razvijeni za izračun inverzne kompleksne matrice i za rješavanje kompleksnog sustava linearnih jednadžbi. Ovaj vrlo učinkoviti algoritam zasnovan je na LU faktorizaciji kompleksne matrice s parcijalnim pivotiranjem. Rješenjem globalnog sustava jednadžbi dobiju se skalarni električni potencijali svih globalnih čvorova.

Izračun uzdužnih i poprečnih struja elektromagnetski spregnutih sastavnica

Na temelju teorijske podloge razvijeni računalni program EMFCD izvršava sljedeće radnje:

- izračun skalarnih električnih potencijala lokalnih čvorova poprečno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- izračun poprečnih struja poprečno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- izračun skalarnih električnih potencijala lokalnih čvorova uzdužno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela,
- izračun uzdužnih struja uzdužno spregnutih sastavnica elektromagnetskog modela.

Izračun struja koje ulaze u čvorove ostalih sastavnica elektromagnetskog modela

Na temelju teorijske podloge računalni program EMFCD računa struje koje ulaze u lokalne čvorove sljedećih sastavnica elektromagnetskog modela:

- dvočvornih impedancija,
- jednočvornih nadomjesnih impedancija,
- trofaznih četveročvornih naponskih izvora,
- trofaznih simetričnih tročvornih i četveročvornih trošila,
- trofaznih dvonamotnih transformatora,
- trofaznih tronamotnih transformatora.

Izračun potencijala u odabranim točkama na površini tla

Ako postoji potreba, mogu se izračunati skalarni električni potencijali u odabranim točkama na površini tla.

Ispis izlaznih podataka

Na kraju računalnog programa EMFCD ispisuju se izlazni podaci za:

- nadomjesne metalne ploče ukopane u tlo,
- segmente ukopanih cilindričnih vodiča,
- segmente ukopanih pravokutnih vodiča,
- segmente ukopanih šupljih cilindričnih vodiča,
- segmente jednožilnih kabela,
- segmente trožilnih kabela vrste 1 - aktivni fazni vodiči, postoje samo zajednički metalni ekrani,
- segmente trožilnih kabela vrste 2 - aktivni fazni vodiči, postoje vlastiti metalni ekrani faznih vodiča, a mogu postojati i zajednički metalni ekrani,
- segmente trožilnih kabela vrste 3 - pasivni fazni vodiči, postoje vlastiti metalni ekrani faznih vodiča koji su matematički združeni, a mogu postojati i zajednički metalni ekrani,
- segmente nadzemnih cilindričnih vodiča,
- dvočvorne impedancije,
- jednočvorne nadomjesne impedancije,
- trofazne četveročvorne naponske izvore,
- trofazna simetrična tročvorna i četveročvorna trošila,
- trofazne dvonamotne transformatore,
- trofazne tronamotne transformatore,
- skalarne električne potencijale u odabranim točkama na površini tla.

5.6.3. PODRUČJE PRIMJENE RAČUNALNOG PROGRAMA

Razvijeni računalni program prvenstveno je namijenjen za izračun raspodjele struje zemljospoja. Međutim, ovaj računalni program može poslužiti i za napredne analize strujnih i naponskih prilika na nadzemnim i kabelskim elektroenergetskim vodovima. Tako je razvijeni računalni program korišten i za rješavanje elektroenergetske problematike povezane s gradnjom hrvatskih autocesta, a korišten je i u studiji za izradu pravila i mjera sigurnosti prilikom rada na elektroenergetskim vodovima za naručitelja HEP, Operator prijenosnog sustava d.o.o., Prijenosno područje Split. U dvadeset sedam poglavlja studije, obrađen je 231 primjer pogonskih stanja, kvarova i radova na 35 kV, 110 kV i 220 kV vodovima, i to na nadzemnim vodovima, kabelskim vodovima i podmorskim kabelima. Posebno je analiziran utjecaj konduktivne sprege.

Osim toga, obradom i razvrstavanjem dobivenih rezultata kreirane su baze znanja i baze podataka korištene za razvoj ekspertnih sustava, prema obradama srodnih ekspertnih sustava.

5.7. Komentar uz peto poglavlje

U ovom poglavlju politehnička komponenta se prepoznaje u Maxwellovim jednadžbama jer ona je i osim ovog teorijskog dijela modeliranja, povezana i s primjerima elektromagnetskih polja i kompatibilnosti u sljedećem poglavlju. Kognitivna kibernetika usmjerava na promišljanje i sustav kroz izravno rješavanje Maxwellovih jednadžbi u vremenskoj domeni. One, kao parcijalne diferencijalne jednadžbe predstavljaju osnovu algoritma konačnih razlika u vremenskoj domeni, FDTD, (engl. *Finite Difference Time Domain).* Takav je postupak još 1966. godine upotrijebio Kane S. Yee, aproksimirajući Maxwellove jednadžbe konačnim razlikama u prostorno vremenskoj domeni. Ako se ilustriraju Maxwellove jednadžbe grafički u takvoj, (x,y,z,t), mreži dobivaju se jednodimenzionalne komponente. Primjer je transverzalni elektromagnetski val koji se širi brzinom ovisnom o mediju u kojem se širi. U točki promatranja, (prostora i vremena), Maxwellove jednadžbe ne daju direktne vrijednosti električnih i magnetskih polja nego daju odnos njihovih promjena. U tome i leži osnova modeliranja koja se veže uz načelo neodređenosti koje je postavio njemački fizičar Warner Heisenberg i za njega dobio 1932. godine Nobelovu nagradu, a koji kaže da bi se predvidio budući položaj i brzina neke čestice, mora se moći točno izmjeriti njezin trenutni položaj i brzina. Ali što se preciznije mjeri položaj te čestice to se istodobno može manje precizno izmjeriti njezina brzina i obratno. Na temelju te konstatacije, diskretiziranjem prostora i vrjemena oko točke promatranja jednadžbe se zadržavaju točnije primjenom središnje razlike promatranjem utjecaja susjednih prostornih točaka u vremenskoj domeni, obično smještenih u čvorovima pravokutne mreže diskretiziranih točaka. Na taj se način ilustracijom dobivaju vrijednosti magnetskog i električnog polja u diskretiziranim točkama vremena i prostora koje su u skladu s Ampere-ovim i Faraday-evim zakonima. Način kako Yee-ov algoritam pozicionira komponente električkog i magnetskog polja u vremenu naziva se "žablji skok", (engl.

Leapfrog Algorithm) Matematičke formulacije uzročno-posljedičnih veza su osnova tehničkih proračuna i na njima se temelje. One su značajne s obzirom na svrhu proračuna i kao skup matematičkih objekata koji apstraktno reproduciraju učinke neke uzročno-posljedične veze mogu se smatrati matematičkim modelom.
Područje valjanosti modela i točnosti modela unutar određenog područja ovisi o ulaznim parametrima, (pretpostavkama i aproksimacijama) prema kojima je model izveden.
Pretpostavke su uvjeti pod kojima matematički model vjerno odražava svojstva modelirane uzročno-posljedične veze, a aproksimacije su pojednostavljenja koja se pri izvođenju modela uvode sa svrhom da model na željenoj razini točnosti bude što jednostavniji i pogodniji za primjene. Aproksimacije su potrebne često i zbog nepotpunog poznavanja pojedinosti modelirane uzročno-posljedične veze.
Prihvaćanjem pretpostavki i aproksimacija tijekom izrade modela fizikalna se realnost u većoj ili manjoj mjeri idealizira. Prihvaćanjem takvih činjenica može se smatrati da izvedeni matematički model točno reproducira uzročno-posljedične veze u idealiziranim apstraktnim uvjetima.
Matematički se model najčešće odnosi na dinamičke sustave za koje vrijedi načelo kauzaliteta. Kauzalnost odnosno uzročno-posljedična veze između uzroka i posljedice unutar sustava pretpostavlja osiguranu pričuvu iz koje se i u nestacionarnim uvjetima mogu odvijati procesi akumulacije. Tom postavljenom teorijom podržani su uvjeti kognitivne kibernetike pa se svako modeliranje može promatrati kao sustav.

S obzirom da matematičko modeliranje obuhvaća odabir pretpostavki i aproksimacija koje će rezultirati što jednostavnijim, ali dovoljno točnim modelom s obzirom na svrhu modeliranja, razlaganje sustava na elementarne komponente u skladu s polaznim pretpostavkama i aproksimacijama pomaže sagledavanju sustava u cjelini. Na taj način matematički formulirani fizikalni zakoni koji određuju uzročne veze između ulaza i izlaza elementarnih komponenata, matematički su formuliranje i interakcija između njih.

Osnovne pretpostavke matematičkog modeliranja polaze od uzročnih veza koje su deterministične. Isti uzroci uvijek izazivaju iste posljedice i uz ispunjenje svojstva kontinuiteta zadržana su fizikalna infinitezimalna svojstva.

Osim osnovnih pretpostavki, (koje se najčešće podrazumijevaju), prilikom matematičkog modeliranja u svakom se pojedinačnom slučaju uvodi i niz drugih pretpostavki i aproksimacija kojima se ostvaruje kompromis između točnosti i složenosti modela. Kako bi postupak modeliranja bio primjeren svrsi potrebno ga je provesti kroz faze, što znači, kada se definira svrha modela potrebno je provesti intuitivnu analizu zbivanja u sustavu i:

1. razlaganje modeliranog sustava na elementarne komponente,
2. definiranje pretpostavki i aproksimacija,
3. izvođenje modela,
4. definiranje modela stacionarnog stanja sustava,
5. provjera modela.

Izloženi model politehničke primjene obuhvaća sve navedene faze na specijalističkom području elektroenergetskih sustava. Na njegovim osnovama bit će prezentirani politehnički primjeri uz pomoć kognitivne kibernetike.

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz peto poglavlje, kad se knjiga koristi kao udžbenik onda se dodatna razrada ovog poglavlja provodi kroz auditorne vježbe sa sljedećim pripremljenim proširenim temama:

1. Doktorski rad autora, (**ZB**), kojem su predhodili mnogi znanstveno-istraživački radovi inspirirani su analizama i sintezama pojava u elektroenergetskim sustavima kao cjelinama. Posebna je pozornost usmjerena na međuutjecaj i modeliranje , što je izazov za kreaciju algoritama nove politehnike u koje je uključena kognitivna kibernetika:

1.1. Kako modeliranje pogonskog stanja i poremećaja u elektroenergetskim sustavima može uz vizualnu pomoć generirati rješenja?

1.2. Koji su modeli rješavanja prezentirani a da osim rješenja mogu ponuditi i učenje

2. Kao dodatak ovom poglavlju na raspolaganju je i Skripta: „Sastavnice elektromagnetskog modela i uporaba u elektroenergetskim ekspertnim i inteligentnim sustavima". Njena je prednost u tome što sadrži integraciju više ekspertnih sustava koji se koriste u elektroenergetici. Na tim primjerima istraživačkim pristupom proraditi i selektirati komponente specijalističkih elektroenergetskih sustava kojima se:

- integriraju politehnička područja, (elektro, strojarsko, građevinsko, geodetsko i informatičko),
- prepoznaju cjeline i postupci politehničkog održavanja,
- motiviraju politehnički stručnjaci u zajedničkim angažmanima,
- razrađuju sveobuhvatni politehnički razvojni planovi i planovi racionalizacije.

2.1. Zašto nova politehnika zahtijeva edukaciju na načelima kognitivne kibernetike i koja su to najvažnija načela?

2.2. Na koji način Yee-ov algoritam pozicionira komponente električkog i magnetskog polja u vremenu?

5.8. Za sam kraj petog poglavlja

„Poduka mladih novaka ili novakinja koji se žele upoznati s Buddhinim učenjem traje tri godine. Poduku individualno provodi stariji monah kojem novak tijekom provedbe edukacije, prvo mora navesti sve poteškoće i problematične posljedice koje bi mogle proisteći iz pridržavanja tih učenja. Nakon svakog odgovora monah pljesne u znak odobravanja i obojica se tom prilikom nasmiješe jedan drugome. Kada iscrpe sve moguće negativne posljedice, krenu na pozitivne. Slijedi isti postupak, sve dok se ne prijeđu sve dobre posljedice, bez obzira koliko sati ili dana to trajalo. I opet nakon svakog odgovora učitelj pljesne rukama učeniku i obojica se tom prilikom nasmiješe jedan drugome. U tibetanskom budizmu ne traži se postizanja konceptualno savršena odgovora, koji potom treba obraniti, nego oko toga da se prizove sretno svjesno ljudsko biće koje ljubi i opaža. Pokretačka sila koja je skrivena u tom svjetonazoru odražava se šire u društvu. Tibet je jedna od vrlo rijetkih na mudrosti utemeljenih kultura koje su preostale u svijetu te usprkos silnim pritiscima nikada nije postao ratnički ili agresivan“.

6. Politehnički primjeri kognitivne kibernetike

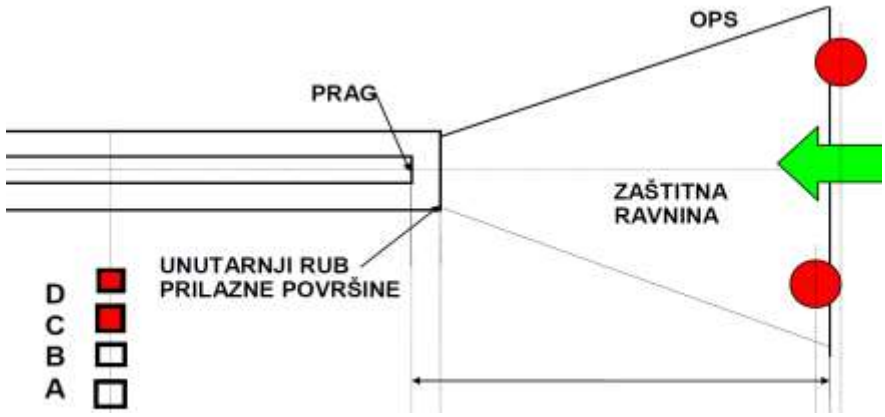
U ovom poglavlju prezentirani su konkretni specijalistički primjeri politehničkih projekata koji su bazirani na:

- rješavanju zadataka sa ciljem prilagodbe koncepata,
- rješavanje zadataka nezavisnim entitetima i
- simulacijama kod kojih se modeliraju pojedini entiteti a cijeli se model temelji na interakciji mnoštva entiteta

6.1. Aerodromski specijalistički sustavi

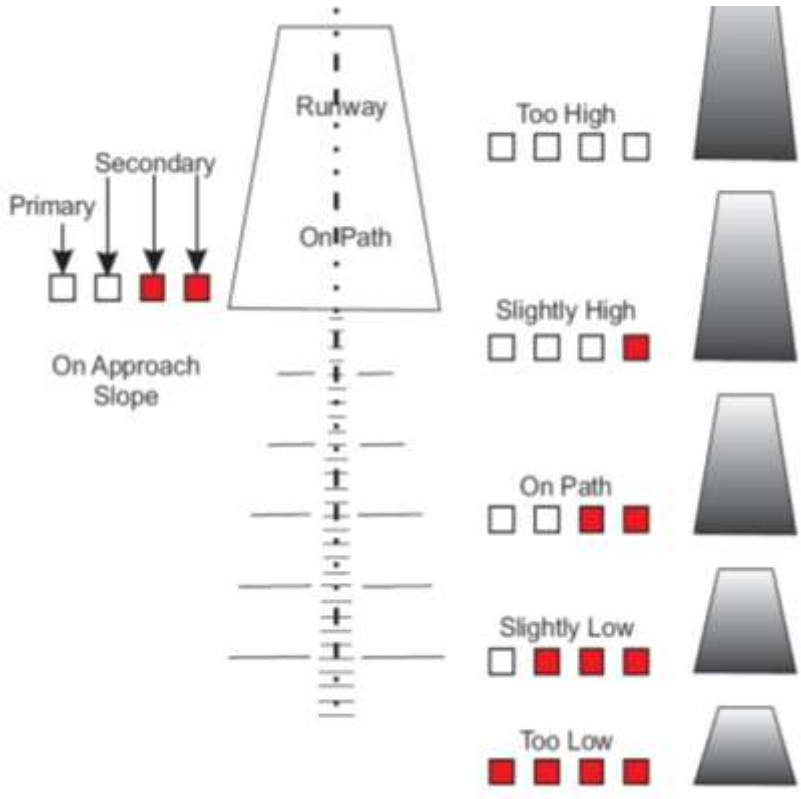
6.1.1. PRVI PRIMJER - AERODROMSKI SUSTAV PRECIZNOG INDIKATORA KUTA PONIRANJA, (PAPI)

Jedinice preciznog indikatora kuta prilaza, (poniranja), (engl. *Precision Approach Path Indicator* -PAPI), kao dio sustava svjetlosne signalizacije svake zračne luke oprema je koje se postavljaju za sve operabilne prilaze. Postavlja se usklađeno s unutarnjim rubom prilazne površine i zaštitne ravnine s lijeve strane uzletno-sletne staze u odnosu na smjer slijetanja, Slika 123.

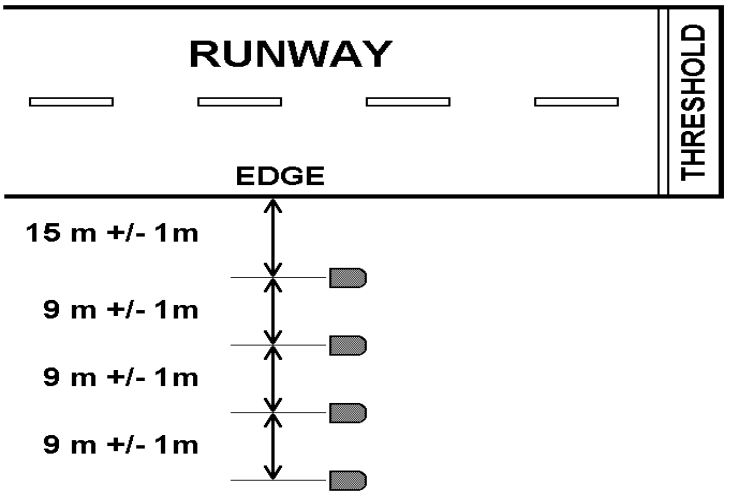


Slika 123. Detalji lokacije pokazivača kuta poniranja

PAPI jedinice osiguravaju pilotima preciznu vizualnu kontrolu kuta poniranja. Za svaki prilaz postavljaju se za jednostrani PAPI sustav po četiri jedinice s lijeve strane USS-a, ili dvostrani sustav koji se postavlja s obadvije strane u skladu sa standardima i preporukama ICAO-a (Annex 14), Slika 124. Prema boji svjetala, (kombinacija bijelih i crvenih) pilotu je omogućeno vizualno navođenje zrakoplova u slijetanju, Slika 125. Tipični izgled jedne jedinice PAPI sustava u zaštitnom kućištu prikazuje Slika 126. Komponente i sastavne dijelove pojedine jedinice prikazuje Slika 127.



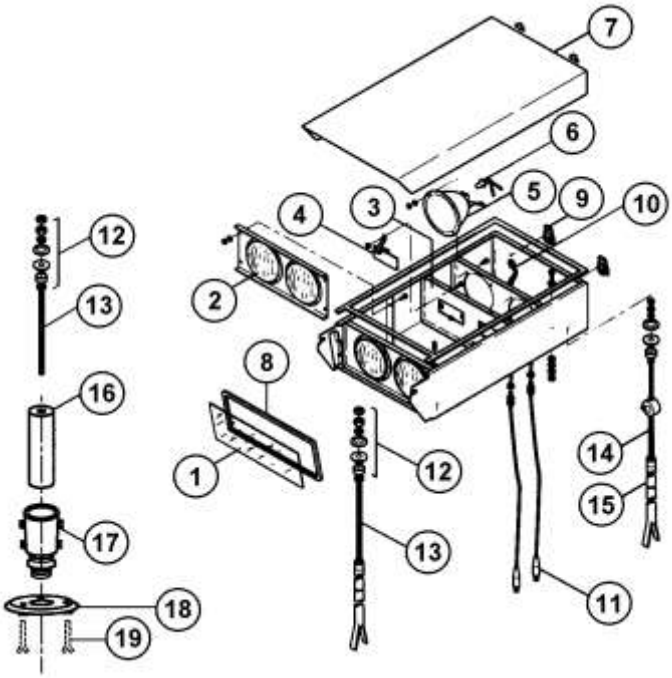
Slika 124. Izmjere za postavljanje pokazivača kuta poniranja



Slika 125. Svjetla pokazivača kuta poniranja po visini prilaza



Slika 126. Izgled jedinice pokazivača kuta poniranja s tri nosača

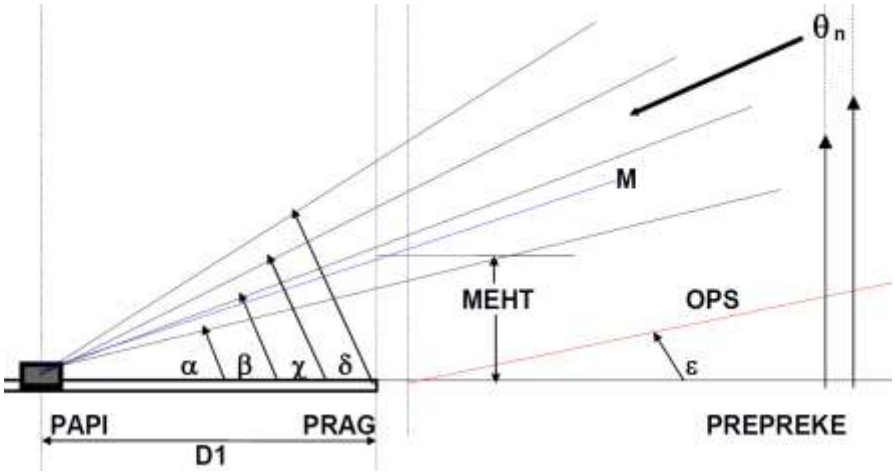


Slika 127. Dijelovi pokazivača kuta poniranja

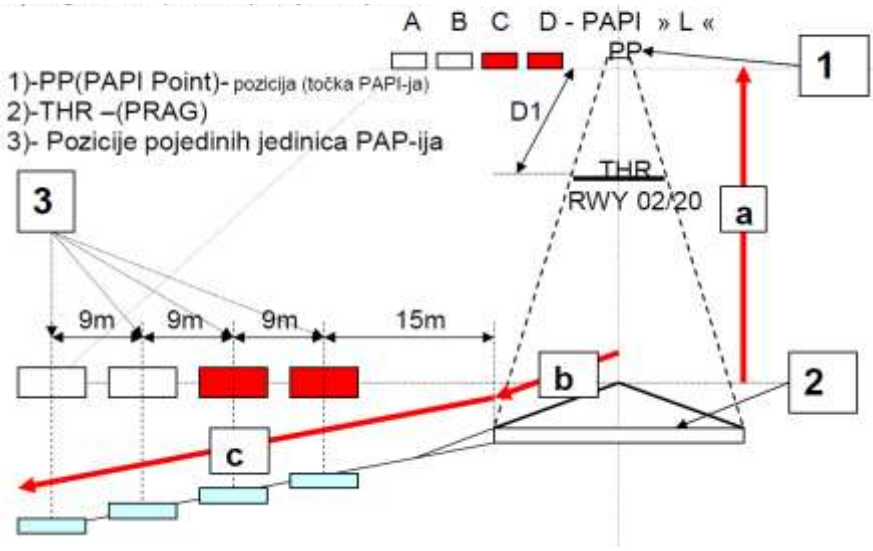
U postupku definiranja mjesta ugradnje PAPI jedinica uzimaju se u obzir svi parametri zračne luke, Slike 128. i 129., zrakoplova i procedura te izračunavaju relevantni pokazatelji za projekt ugradnje:

Parametri zračne luke I procedure:
- kut prilaza (poniranja) zrakoplova - θ_n
- nagib USS-e (uzdužni i poprečni)
- poželjna i minimalna visina kotača iznad praga USS-e, (engl. - *Minimum Wheel Height over Treshold* – MWHT)

Parametri zrakoplova:
- minimalna visina oka pilota iznad praga (engl. - *Minimum Eye Height over the Treshold* - MEHT)
- visina oka pilota od kotača u položaju prilaza (engl. - *Eyes to Wheel Height* - EWH)



Slika 128. Detalji za izračun lokacije pokazivača kuta poniranja



Slika 129. Detalji postavljanja pokazivača kuta poniranja

Definiranje lokacije PAPI jedinica

Nominalna udaljenost PAPI jedinica

Nominalna udaljenost PAPI jedinica od praga izračunava se prema formuli:

$$D_{1=} \text{MEHT} / \text{tg M} \tag{6.3}$$

$$\text{MEHT}=\text{MWHT}+\text{EWH} \tag{6.4}$$

Ako se prema odobrenju zrakoplovnih institucija usvoji minimalna visina kotača zrakoplova iznad praga npr. 6m, onda je gornja granica za grupu zrakoplova u koju ulazi kritični zrakoplov, (odabrani primjer ATR-42)=5m. Za kritični zrakoplov je visina oka pilota od kotača =3,35 m). Izračun tangensa kuta na koji se namješta druga jedinica PAPI sustava, (s vanjske strane USS-e -B(2)) uz umanjenje od 00°02' provodi se prema relaciji:

$$\text{tgM}=\text{tg}(\theta\text{-}00°12')=\text{tg}(3°\text{-}00°12')=\text{tg}2°48' \tag{6.5}$$

Dobivena vrijednost nominalne udaljenosti tada je:

$$D_1= 6 + 5 / 0{,}04891= 11/0{,}04891= 224{,}9 \text{ m} \tag{6.6}$$

Korekcija položaja PAPI obzirom na uzdužni nagib USS-e

Ukoliko USS-a ima negativni nagib od praga prema mjestu PAPI jedinica dobivena vrijednost nominalne udaljenosti D1 se mora korigirati. Vrijednost razlike u visinama dobivenog mjesta i praga izračunava se prema relaciji:

$$\Delta H_1= H_{praga} - H_{D1}= 542{,}15 - 538{,}880= 3{,}27 \tag{6.7}$$

$$\Delta D_1= \Delta H_1 / \text{tg M}= 3{,}27 / 0{,}04891= 66{,}86 \text{ m} \tag{6.8}$$

$$D_2= D_1 + \Delta D_1 \tag{6.9}$$

$$D_2= = 224{,}9 + 66{,}86= 291{,}76 \text{ m} \tag{6.10}$$

Postupak uvećavanja udaljenosti se izvodi toliko puta koliko je potrebno da se razlika u visinama i duljinama smanji na minimum odnosno na veličinu koja se može korigirati visinom nosača PAPI jedinica.

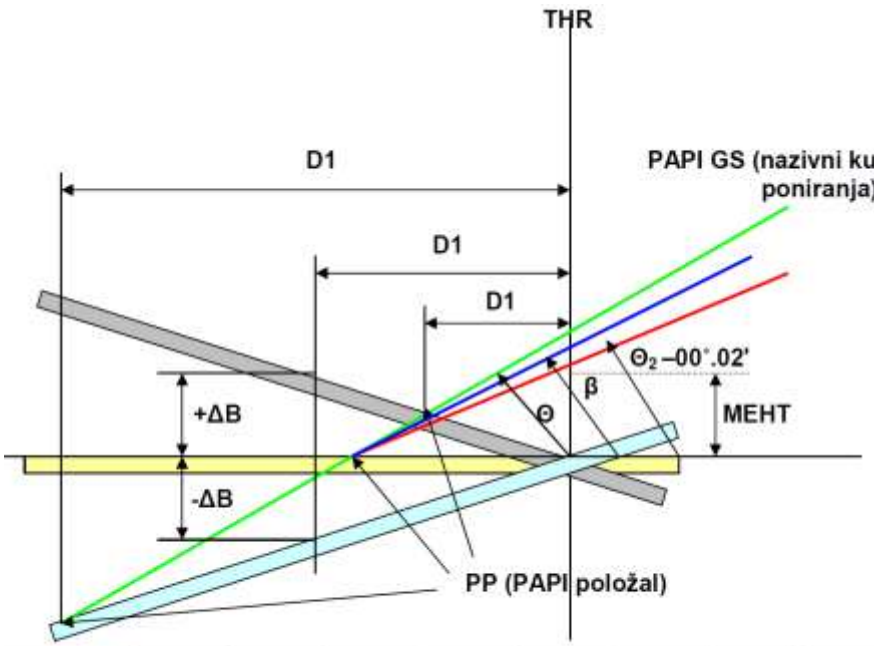
Nakon provedenog postupka korekcije izračuna dobivena je stvarna vrijednost udaljenosti PAPI jedinice od praga i njena visina svjetlosnog signala.

$$D_B=332,3 \text{ m} \tag{6.11}$$

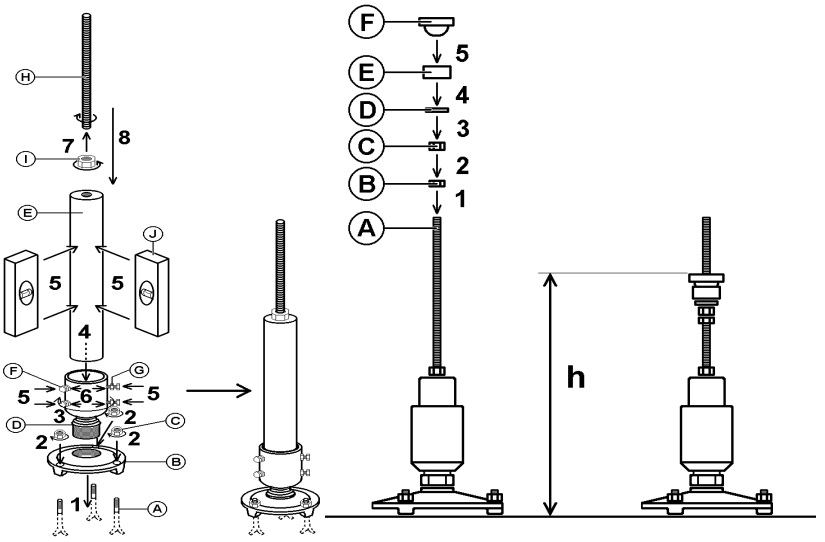
$$H_{DB}=536,893 \text{ m} \tag{6.12}$$

Korekcija položaja PAPI jedinica prema poprečnom nagibu USS-e i osnovne staze (stripa)

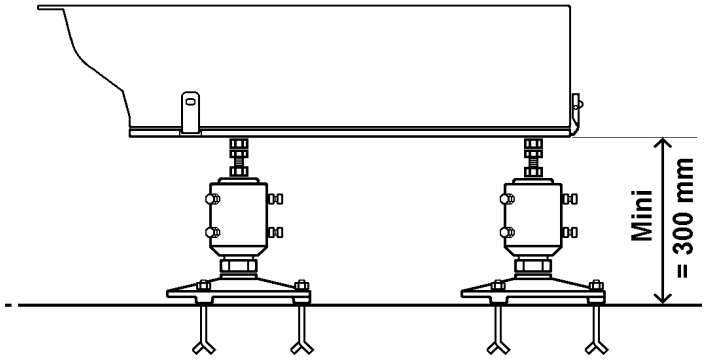
Na primjeru kada je poprečni nagib USS-e i osnovne staze jednostran, (jednostrešan), i ako se PAPI jedinice nalaze na višoj strani, potrebno je izvršiti korekciju uzimajući u obzir razliku visine terena jedinice B i osi USS-e na pravcu okomitom koji spaja PAPI jedinice i prolazi tom točkom, Slika 130.
Također u izračunu treba uzeti u obzir i minimalnu visinu nosača PAPI jedinica koja mora biti raspoloživa za podešavanja kutova svjetlosnih zraka na proračunske i usvojene vrijednosti, Slike 131. i 132.



Slika 130. Parametri za korekciju položaja pokazivača kuta poniranja



Slika 131. Detalji visine nosača pokazivača kuta poniranja



Slika 132. Minimalna moguća visina pokazivača kuta ograničena je konstrukcijskim rješenjem

Ispravka duljine korekcije PAPI jedinica računa se po formuli:

$$\Delta D = (h_n + \Delta h_t) / tg\ M - tg\ \beta \quad (6.13)$$

gdje je:
hn - visina osi lampi od temelja za jedinicu B(2)=0,6 m,
Δht - razlika visina točke u osi USS-e i PAPI jedinice B(2)=0,48 m,
tgM - tg kuta jedinice B(2) umanjen za 00°02'=2°48',
tgβ - tg kuta uzdužnog nagiba USS-e,

$$\Delta D = (h_n + \Delta h_t) / tg\ M - tg\ \beta \quad (6.14)$$

$$\Delta D = 0{,}6 + 0{,}48 / (0{,}04891 - 0{,}01783) \quad (6.15)$$

$$\Delta D = 1{,}08 / 0{,}03108 = 34{,}75\ m \quad (6.16)$$

$$D_9 = D_8 - \Delta D = 323{,}3 - 34{,}75 = 297{,}55 \quad (6.17)$$

Zbog razlike visina točaka D8 i D9 na USS-i iz izračuna i visina iz geodetskih podloga provodi se korekcija nakon koje je dobivena izračunska udaljenost D_{papi}=298,87 m koja je zaokružena za stacionažu D_{10}-0+961 i iznosi:

$$D_{papi}=299 \text{ m} \tag{6.18}$$

$$H_{osipapi}\text{-}537{,}510 \text{ m} \tag{6.19}$$

Provjera visina tragova svjetlosnih signala iznad praga

Provjera visina tragova svjetlosnih signala iznad praga nužna je za potvrdu vizualne identifikacije pilotu u slijetanju prema usvojenim i odabranim parametrima USS-e i kritičnog zrakoplova.

$$H_{PAPI\ pr}= D_{PAPI} \text{ x tg M} + (h_{osi\ PAPI} - h_{osi\ orig.}) + h_{nt} \tag{6.20}$$

$$H_{PAPI\ pr}= 299 \text{ x } 0{,}04891 + (537{,}510 - 536{,}893) + 1.08= 16{,}32 \text{ m} \tag{6.21}$$

$$H_{pr.}= H_{PAPI\ pr.} - (h_{praga} - h_{orig}) \tag{6.22}$$

$$H_{pr.}= 16{,}320 - (542{,}15 - 536{,}893) = 11{,}06 \text{ m} \tag{6.23}$$

Visina zrake PAPI kuta M (2° 48') je jednaka parametru MEHT i za odabrane i usvojene veličine iznosi 11 m. Provjera visine svjetlosnih zraka iznad praga svih PAPI jedinica tada je:

- Visine zrake krajnje jedinice A (1) - (4 crvena svjetla)

$$H_{A\ (1)}= D_{PAPI} \text{ x tg } 2° 30' + \Delta h_{osi} + h_{nt} - \Delta h_{pr\ -\ orig} \tag{6.24}$$

$$H_{A\ (1)}= 299 \text{ x } 0{,}043661 + 0{,}62 + 1{,}08 - 5{,}26=9{,}5 \tag{6.25}$$

- Visina zrake druge jedinice s vanjske strane B (2)- (3 crvena i 1 bijelo)

$$H_{B\,(2)} = D_{PAPI} \times tg\ 3^{o} + 0{,}62 + 1{,}08 - 5{,}26 = 11{,}24\ m \qquad (6.26)$$

- Visina signala kod kuta poniranja θ= 3°- (2 crvena i 2 bijela)

$$H_{C} = D_{PAPI} \times tg\ 3^{o} + 0{,}62 + 1{,}08 - 5{,}26 = 12{,}11\ m \qquad (6.27)$$

- Visina signala druge jedinice s unutarnje strane USS-e D (3) (3 bijela i 1 crveno).

$$H_{D\,(3)} = D_{PAPI} \times tg\ 3^{o}\ 10' + 0{,}62 + 1{,}08 - 5{,}26 = 12{,}98\ m \qquad (6.28)$$

- Visina signala prve jedinice do USS-e (4 bijela svjetla)

$$H_{E\,(4)} = D_{PAPI} \times tg\ 3^{o}\ 30' + 0{,}62 + 1{,}08 - 5{,}26 = 14{,}73\ m \qquad (6.29)$$

Zaštitna ravnina prepreka OPS u prilazu

Zaštitna ravnina prepreka u prilazu (engl. - *Obstacle Protection Surface* - OPS), prema ICAO Aneksu 14 ima definirani kut: θ-30-0,57°=1°56'

Ishodište zaštitne ravnine je 60 m od praga. Ona je potvrdna zaštitna mjera koja uzima u obzir najviše kote terena (npr. +548 m) i stupova s prilaznim svjetlima (npr. najviša kota 548 m) na udaljenosti od 600 m od ishodišta OPS. Provjera se provodi kako bi se utvrdilo da nema prepreke koja probija tu zaštitnu ravninu.
Uvijek se provjerava razlika minimalne visine signala (za proračunsku vrijednost kuta jedinice B(2) umanjene za 00°02'- kut M(2°48') i visine prepreka. To se provodi za slučaj da se u prilazu radi o bujnoj vegetaciji. Naročito prvih 200 m, kao mjera redovitog održavanja preporuča se redovito rezanje grana i višeg žbunja unutar četverostruke širine USS kroz cijeli prilaz kako nikada ne bi došlo do zaklanjanja pojedinih svjetiljki centralne linije prilaznog svjetla i narušavanja "svjetlosne

ravnine" prilaza. Nastoji se da visina zaštitne ravnine prepreka na 66o od praga iznosi bar 20-tak m, kako bi se osiguralo i onemogućilo nadvišenja bilo kakvog raslinja u tom području. U tom je slučaju i razlika minimalne visine signala (za kut M=2°48') i zaštitne ravnine OPS iznad 20m.

Provjera raspoložive udaljenosti za slijetanje

Deklarirana raspoloživa duljina USS-e za slijetanje (engl. - *Landing Distance Available* - LDA) veličina je koju mora potvrditi operator aerodroma kao najvažniji parametar za odluke o slijetanju određenih tipova zrakoplova. Mjerodavna veličina zraka PAPI jedinica sijeku os USS-e na udaljenosti na kojoj su postavljene od praga pa raspoloživa duljina za zaustavljanje za tu je udaljenost manja od deklarirane.

Provjere tih dužina provode se iz dijagrama proizvođača zrakoplova za njegovu maksimalnu težinu pri slijetanju i nadmorsku visinu na kojoj se nalazi zračna luka. Analiza potrebne duljine USS-e za slijetanje provodi se s obzirom na njen uzdužni nagib. Tako dobivena vrijednost se uvećava ili umanjuje za određeni %-tak ovisno radi li se o padu ili uzdizanju nagiba USS-e. Za nepredviđene situacije i tehnička slijetanja prema raspoloživim podacima uz otkaz jednog motora kritičnog zrakoplova potrebna je provjeriti i definirati i tu duljinu za zaustavljanje za svaki konkretan slučaj USS-a.

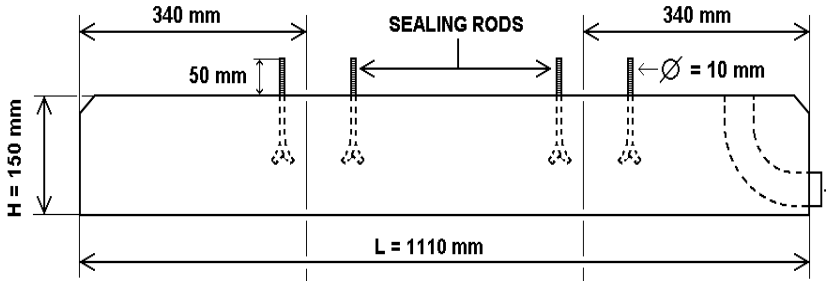
Za operabilnu zračnu luku s obadva slijetna pravca, cjelokupni proračun za definiranje lokacije PAPI sustava provodi se i za drugi pravac slijetanja.
Nominalna udaljenost PAPI jedinica od praga izračunava se po istoj formuli: D_1=MEHT/tg M i za odabrane parametre minimalne visine oka pilota iznad praga, usvojene poželjne visine kotača zrakoplova iznad praga i visine oka pilota od kotača zrakoplova. Usvojeni parametri za jedan sletni pravac ne moraju biti i za drugi jer je presudna geometrija i konfiguracija terena zračne luke. Tako se i korekcija položaja PAPI

jedinica s obzirom na uzdužni nagib USS-a za jedan sletni pravac povećava a za drugi smanjuje. Za USS koja je u usponu od praga potrebno je provesti korekciju nominalne udaljenosti D1 umanjujući je za vrijednost razlike u visinama dobivenog mjesta ugradnje PAPI jedinica i praga.

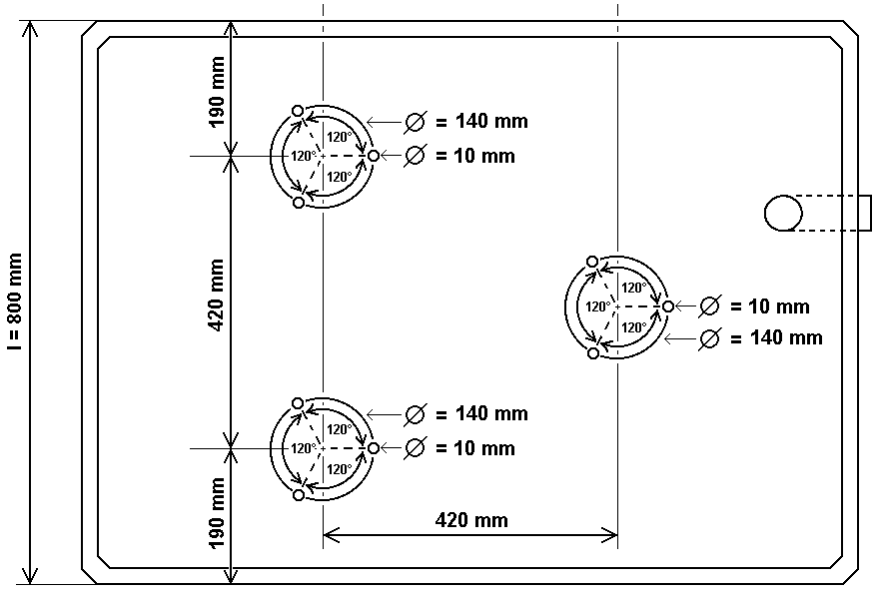
Također se provodi i korekcija položaja PAPI jedinice obzirom na poprečni nagib USS-a i osnovne staze (stripa). Za primjer kada je poprečni nagib USS-e i osnovne staze jednostran a PAPI jedinice locirane s lijeve niže strane USS-e, potrebno je izvršiti korekciju položaja jedinica uzimajući u obzir razliku visine terena osi u USS-e i jedinica PAPI kao i minimalnu visinu nosača jedinica koja mora biti osigurana radi podešavanja kutova tragova svjetlosnih zraka na zadane vrijednosti.

Ugradnja i ugađanje PAPI sustava

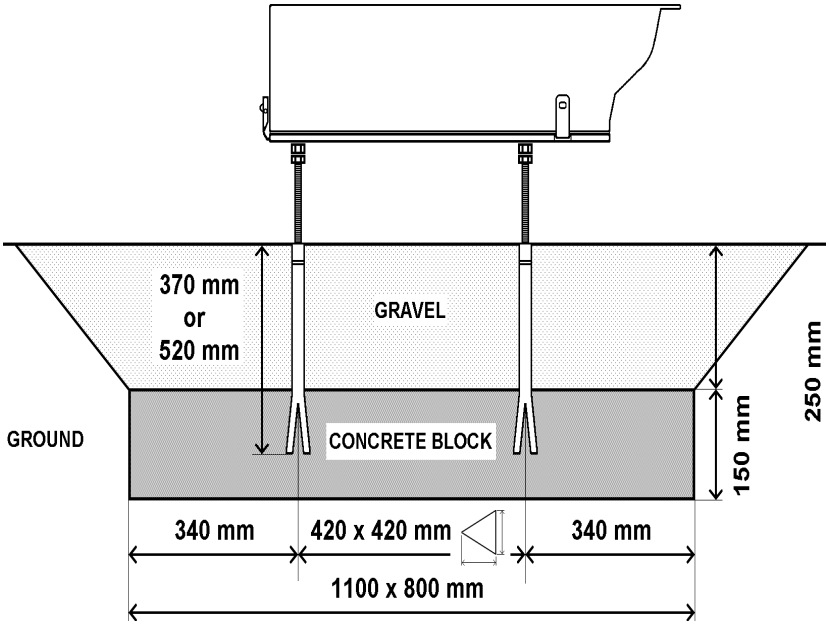
Za ugradnju PAPI sustava nakon proračuna potrebno je prije početka radova ponoviti geodetsku izmjeru na konkretnim mikrolokacijama PAPI jedinica i utvrditi stvarne visine za nacrte za izvedbu. Nakon iskopa rova za temelj jedinice, pristupa se betoniranju. Kod betoniranja se pomoću šablone učvršćuju nosači nogu u beton s preciznim određivanjem smjera i visine, Slika 133 do 134.



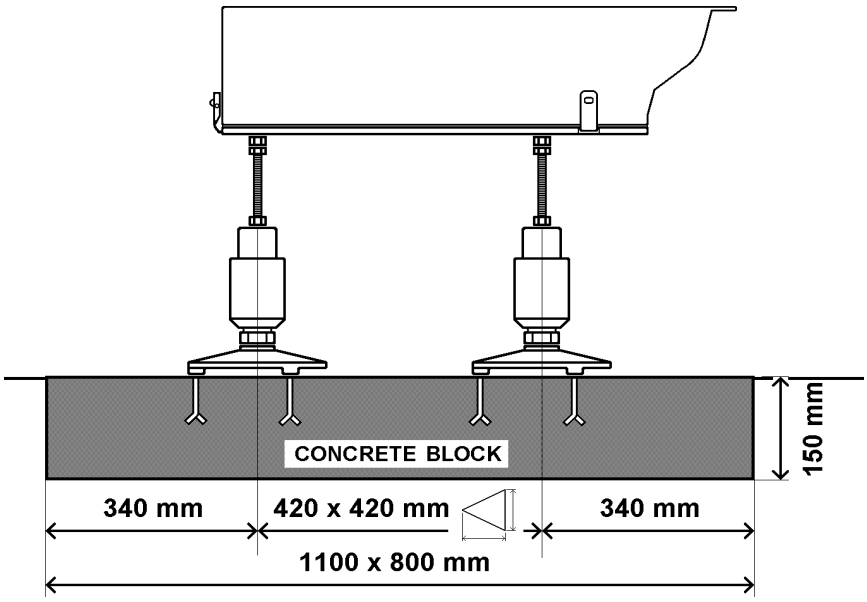
Slika 133. Detalji ugradnje pomoću šablone - presjek



Slika 133. Detalji ugradnje pomoću šablone - tlocrt



Slika 134. Detalji ugradnje i temelj pokazivača kuta poniranja

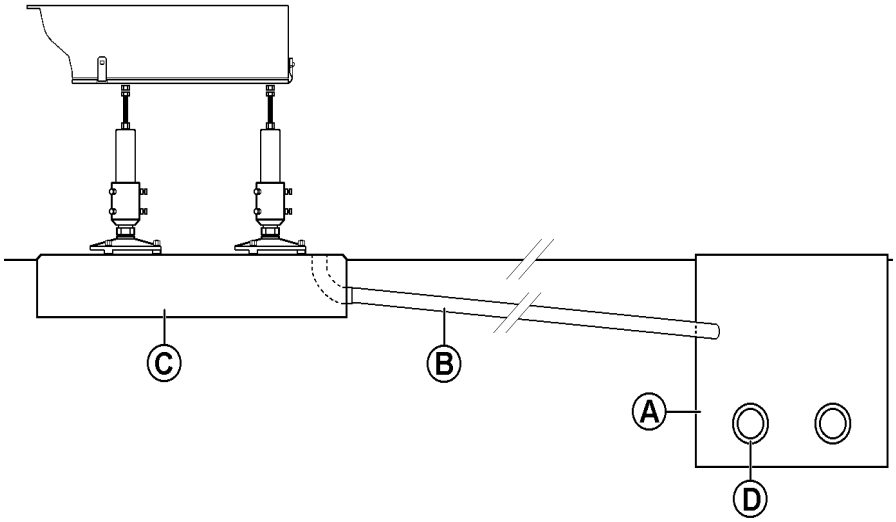


Slika 135. Detalji ugradnje i temelj pokazivača kuta poniranja

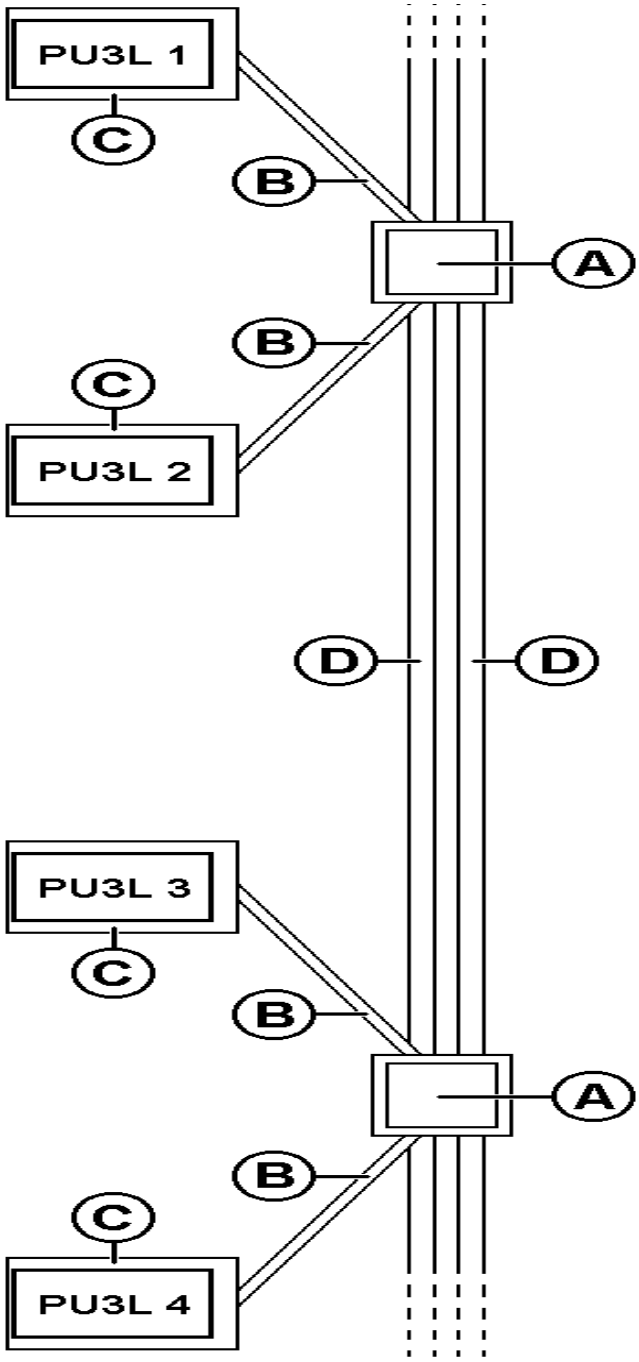
Visina betona mora biti u razini terena i takova, da su nosači učvršćeni u beton. Nakon skrutnjavanja betona može se šablona ukloniti, i pristupiti ugradnji jedinica. Ugradnja se obavlja prema uputama dobavljača koje su u sklopu paketa isporučenog uređaja. Os svake jedinice mora biti paralelna s osi USS.

Kabeli se od jedinica vode u PVC fleksibilnim cijevima do zdenca sa transformatorima. Dio kabela koji se nalazi izvan zemlje mora biti zaštićen aluminijskim fleksibilnim cijevima, kako bi se zaštitili od atmosferskih i drugih utjecaja.
Strujni transformatori se najčešće smještaju u zdence, koji se nalazi u sredini između srednjih jedinica. Za spoj od transformatora do PAPI jedinice koriste se produžni kabeli s ugrađenim konektorima. Sekundarni konektori uz PAPI uređaj mogu se ugraditi, ali ukoliko postoji mogućnost izravnog uvoda produžnih kabela u jedinicu, bilo bi bolje izvesti bez konektora. Detalje za projekt građevinskog dijela temelja i kabelske kanalizacije prikazuje Slika 136. i 137. gdje su: A) prefabricirani betonski zdenac, B) PVC cijev kabelske kanalizacije od

zdenca do temelja PAPI jedinice, C) betonski temelj PAPI jedinice, D) PVC cijev kabelske kanalizacije između dva zdenca i spoj na trasu kabelske kanalizacije.

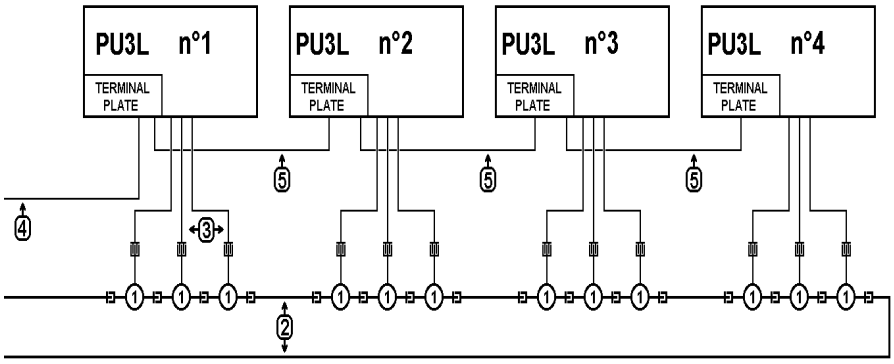


Slika 136. Detalji spoja kabelske kanalizacije od PAPI jedinice do ranžirnog zdenca



Slika 137. Detalji temelja, zdenaca i kabelske kanalizacije za PAPI jedinice

Slika 138. prikazuje 4 PAPI jedinice, (PUL n°1 - n°4), s tri jedinična izvora svjetlosti, (3L), za svaki izvor svjetlosti za svaku jedinicu postavljaju se transformatori, (oznaka 1), u zdence i na primarnoj strani međusobno spajaju konektorima u serijski strujni krug, (oznaka 2). Od zdenca se polažu sekundarni kabeli. Na njih se trebaju izraditi konektori za spoj na sekundar transformatora a kabeli se vode do svake PAPI jedinice i priključuju na redne stezaljke unutar kućišta, (oznaka 3). Svako je metalno kućište međusobno povezano sa zaštitnim vodičem, (oznaka 5) i spaja se na uzemljivački sustav, (oznaka 4).



Slika 138. Detalji lokacije pokazivača kuta poniranja

Ugađanje kuta nagiba na PAPI jedinicama

Nakon dovršene ugradnje svakog uređaja, potrebno je provesti namještanje uređaja tako, da za nominalni kut prilaza od 3° ugađanje svake jedinica bude sljedeće:

Jedinica D- 3° 30'
Jedinica C- 3° 10'
Jedinica B- 2° 50'
Jedinica A- 2° 30'

Namještanje pojedinih jedinica uređaja izvodi licencirani stručnjak preciznom opremom koja sadrži vrlo osjetljive libele, Slika 139.



Slika 139. Oprema za namještanje pokazivača kuta poniranja

Po izvršenom podešavanju uređaj se ne smije uključiti u rad sve dok se ne izvrši ispitivanje i precizno podešavanje pomoću zrakoplova, o čemu se radi poseban zapisnik, na osnovi kojeg se dobije odobrenje za puštanje u rad.

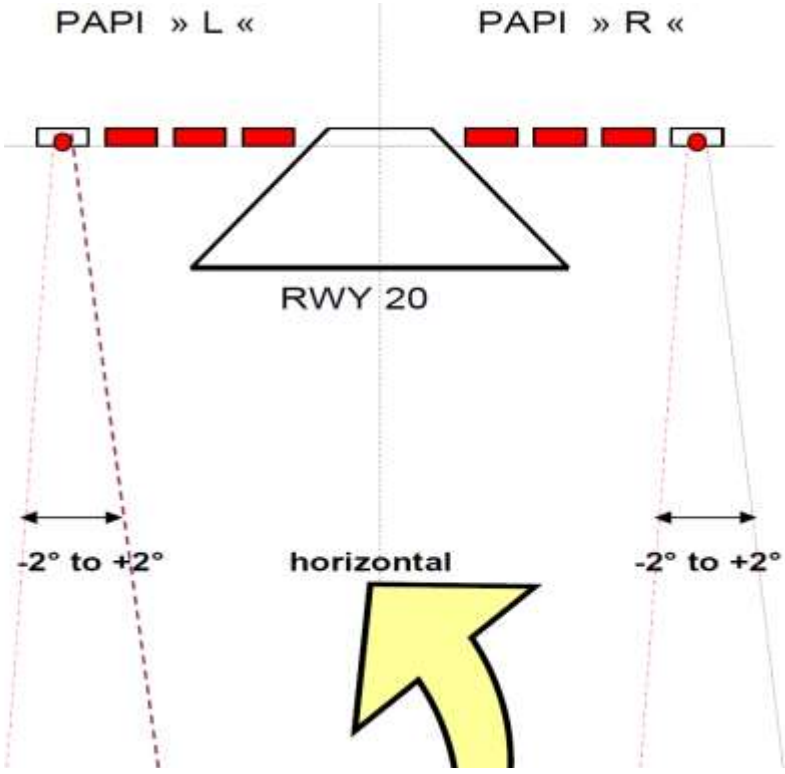
Nakon izvršenog podešavanja pomoću zrakoplova nije dopušten nikakav rad na uređajima osim zamjene žarulja uz potrebnu pozornost, kako ne bi došlo do pomaka uređaja. Potrebno je najmanje dva puta mjesečno izvršiti provjeru ispravnosti kuta nagiba pomoću libele, a zatim barem 2 puta godišnje pomoću zrakoplova. Prije svakog podešavanja uređaja nužno je izvršiti temeljito čišćenje uređaja a posebno optike prema uputama dobavljača.

Uvjeti rada na opremi PAPI jedinica

S obzirom da se PAPI jedinice nalaze neposredno uz USS, radovi se mogu odvijati samo u vremenu dok nema prometa. Ispitivanje i reglažu uređaja treba planirati noću uz adekvatno osvjetljenje radilišta. Nakon prekida radova treba počistiti radilište od otpadnih materijala. Radovi se

moraju izvršiti u skladu s važećim propisima i uputama dobavljača opreme. Nakon ugradnje i podešavanja potrebno je dobiti fotodokumentaciju na osnovi koje se može od Inspekcije civilnog zrakoplovstva dobiti odobrenje za korištenje. Tek nakon te procedure može se objaviti NOTAM o upotrebljivosti sustava PAPI za zračnu luku.

Specifičnost PAPI sustava se odnosi i na poveznice s opremljenošću USS radionavigacijskim uređajima za instrumentalni precizni prilaz (engl. - *Instrument Landing System* -ILS) za što je potrebno provjeriti i harmonizaciju PAPI sustava s ILS-om. Također kod složenijih procedura prilaza i kod uporabe dvostranog PAPI sustava, mora se provesti proračun odabira lokacije svake strane, Slika 140.



Slika 140. Dvostrani sustav pokazivača kuta poniranja

6.1.2. DRUGI PRIMJER - AERODROMSKI SUSTAV ZAŠTITINIH SVJETALA PRILAZU UZLETNO- SLETNOJ STAZI, (RGL)

Zaštitna svjetla uzletno-sletne staze, (engl. *Runway Guard Lights* - RGL): sustav je rasvjete kojim se piloti u zrakoplovu koji se nalazi na operativnim površinama zračne luke ili vozači opslužnih vozila obavještavaju da su pred ulazom na aktivnu uzletno-sletnu stazu, Slika 141.



Slika 141. Zaštitna svjetla uzletno-sletne staze

Primjer obrađuje proces istraživanja, ispitivanja i donošenja odluke o uporabi takvog sustava koji je provela Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo, koja je kao agencija američkog Ministarstva prometa nadležna za reguliranje i nadziranje svih aspekata civilnog zračnog prometa u SAD-u. Podloge su prezentirane u literaturi FAA, (engl. *Federal Aviation Administration*) koja je predložila promjene legislative na račun dobivenih rezultata za aerodromski dio sustava svjetlosne signalizacije koji se pokazao neizostavnim u funkciji sigurnosti zračnog prometa. Provedenim ispitivanjima je utvrđeno koji su najvažniji

parametri, koji utječu na rezultate vidljivosti pojedinih svjetlosnih sustava. Analiziran je vremenski prijelaz vidljivosti od jutarnjih do večernjih sati u danu. Prosjek rezultata koji su dobiveni od 42 nezavisna subjekta izravno involvirana u procedure istraživanja, provedena prvih devet mjeseci 2004. godine, prikazuje Tablica 15.

Svjetlosni sustavi*	**Ukupno 9 ocjenjivač/mjeseci**			
	Svitanje /Jutro (br.)	***Dnevno svjetlo (br.)***	***Sumrak /Večer (br.)***	***Mrkla noć (br.)***
ZNS, ZNNS, RGLN, RGLU, SZO"T", OB	668	451	794	763

*-opis sustava u Tablici 16.

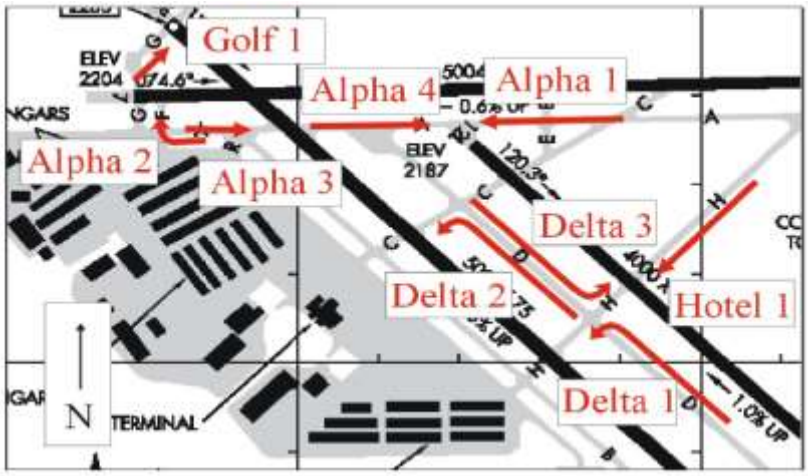
Tablica 15.Rezultati ispitivanja pojedinih svjetlosnih sustava

Rezultati analize parametara prikazani u tablici odnose se na:

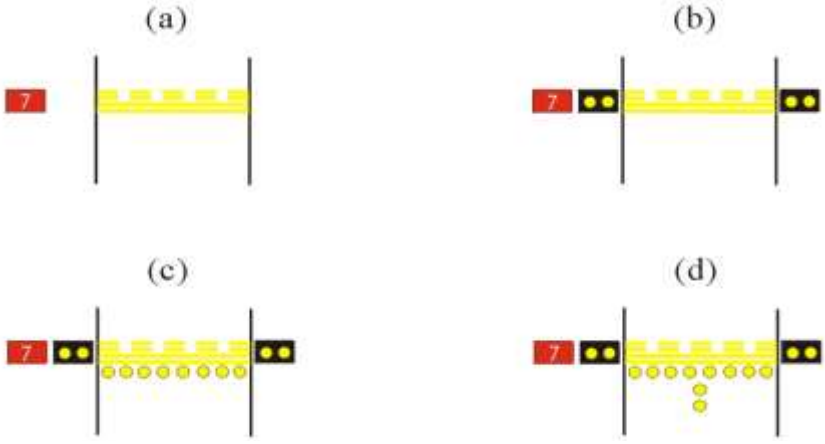
- Svjetlosne znakove naredbi, koji su dio obvezne opreme aerodroma prema ICAO i FAA legislativi. (engl. *Mandatory Instruction Signs*). Ugrađuju se sa svake strane manevarske površine. Znakovi su oblika panela visine ispod jednog metra, bijele su boje na crvenoj podlozi.
- Sustav zaštitnih svjetala uzletno-sletne staze koji su podignuti iznad tla, (engl. *Elevated Runway Guard Lights*). Ugrađuju se sa svake strane manevarske površine. Svaka jedinica ima par svjetala koja naizmjenično svijetle s frekvencijom bljeska nešto kraćeg od jedne sekunde.
- Sustav zaštitnih svjetala uzletno-sletne staze koja su ugrađena u manevarsku površinu, okomito kao zaustavna prečka i sa svake strane, (engl. *In-pavement Runway Guard Lights*). Jedinice sinkronizirano svijetle s frekvencijom bljeska oko jedne sekunde.

Ovaj tip sustava svjetala izveden je u dvije varijante s tim što druga varijanta ima još i par svjetala ispred za „T“ konfiguraciju, (engl. *Alert Zone Lighting*).

Osim svjetlosnih sustava u tablici je naveden i rezultat za oznake na mjestu čekanja, na manevarskim površinama oslikane bojom, (engl. *Runway Hold Position Markings*). Sustav je postavljen na 9 pozicija mreže staza za vožnju, Slika 142. u četiri varijante, Slika 143. na aerodroma u Las Vegasu tijekom 2004. godine,



Slika 142. Odabrane pozicije zaštitnih svjetala na stazama za vožnju



Slika 143. Varijante svjetlosnih sustava koje su ispitivane

Oznake varijanti ugradnje: a), b), c) i d) na lokacijama staza za vožnju prema fotodokumentaciji, Slike od 144. - 152.



Slika 144. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 1 - varijanta d)



Slika 145. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 2 - varijanta d)



Slika 146. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 3 - varijanta b)



Slika 147. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Hotel 1 - varijanta c)



Slika 148. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 1 - varijanta b)



Slika 149. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 2 - varijanta b)



Slika 150. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 3 - varijanta b)



Slika 151. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 4 - varijanta b)



Slika 152. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Golf 1 - varijanta b)

Dobiveni podaci od pilota su obrađeni za četiri karakteristična vremenska trenutka, (ujutro u trenutku svitanja, tijekom dana uz najjače dnevno svjetlo, u sumrak i tijekom noći), Tablica 16.

	Doba dana			
Vizualna sredstva	**Svitanje (m)**	**Dnevna svjetlost (m)**	**Sumrak (m)**	**Noć (m)**
ZNAKOVI NAREDBI SVJETLEĆI, (ZNS)	146	142	123	120
SIGURNOSNA SVJETLA nadgradna - RGLN	237	95	260	255
SIGURNOSNA SVJETLA ugradna –RGLU	146	68	243	214
Svjetla Zona opreza „T“-konf. SZO"T"	76	55	121	127
OZNAKE BOJOM na stazi za vožnju OB	63	91	47	47

Tablica 16. Rezultati ispitivanja odabranih svjetlosnih sustava

Piloti su ocjenjivali kolika je pomoć pojedinog sustava u datom trenutku promatranja. Najveća pomoć pilotima je bila u sumrak i tijekom noći od nadgradnih sigurnosnih svjetala, a najmanja u istim uvjetima od oznaka bojom što je bilo i za očekivati. Na taj je način za svaki od ispitivanih sustava dobivena mjera učinkovitosti, Tablica 17. i ocjena korisnosti, Tablice 18. do 23.

Vizualna sredstva	ZNS	ZNNS	RGLN	RGLU	SZO"T"	OB
Učinkovitost (%)	26	2	60	2	2	8

Tablica 17. Rezultati procjene učinkovitosti ispitivanih svjetlosnih sustava

ZNAKOVI NAREDBI SVJETLEĆI			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
85%	15%	0%	0%

Tablica 18. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava ZNS

ZNAKOVI NAREDBI NE SVJETLEĆI			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
36%	64%	0%	0%

Tablica 19. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava ZNNS

SIGURNOSNA SVJETLA -RGL nadgradna			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
52%	33%	12%	3%

Tablica 20. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava RGL-n

SIGURNOSNA SVJETLA -RGL ugradna			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
27%	43%	30%	0%

Tablica 21. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava RGL-u

Svjetla Zona opreza „T“-konfiguracija			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
27%	39%	30%	3%

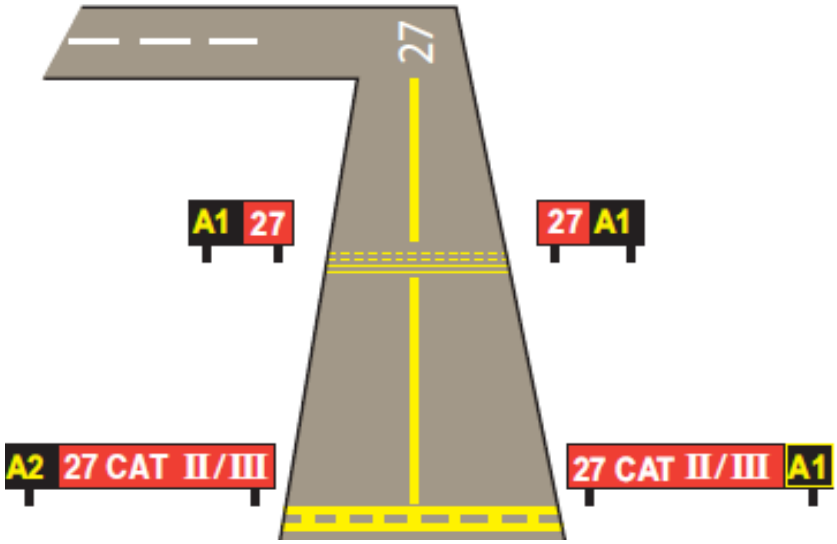
Tablica 22. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava T-conf

OZNAKE BOJOM na stazi za vožnju			
Osnovni - glavni	Vrlo koristan	Prihvatljiv	Nepotreban
82%	6%	9%	3%

Tablica 23. Rezultati ispitivanja sustava znakova OB

Postavljanje RGL

Sustavi zaštitnih svjetala se koriste u kombinaciji s aerodromskim znakovima naredbi. Mjesto njihovog postavljanja mora biti optimirano. Naročito je važno ukoliko se radi o kretanju zrakoplova koji po stazi za vožnju pred zaštitni sustav dolazi iz više smjerova za razliku kada se radi o kretanju zrakoplova samo po jednom pravcu. Postavljanje oznaka kategorije mora biti neovisno od postavljanja sustava zaštitnih svjetala, Slika 153.



Slika 153. Način postavljanja oznaka kategorije

Tehnička rješenja RGL

Tehnička rješenja RGL kao i svih novih aerodromskih rasvjetnih tijela novih generacija uglavnom su u LED tehnologiji, Slika 154.



Slika 154. RGL s rasvjetnim tijelima u LED panelskoj izvedbi

Ovisno o raspoloživosti i infrastrukturi, tehnička rješenja napajanja i upravljanja RGL izvode se za sve aerodromske sustave, (serijski strujni krug ili nezavisni NN izvor. Također se mogu nabaviti tehnička rješenja za najbržu operabilnost, ukoliko se za to pojavi potreba u kombinaciji sa solarnim panelima i radio upravljanjem, Slika 155.



Slika 155. RGL izvedba u kombinaciji sa solarnim panelima i radio upravljanjem

Zavisno od klimatskih uvjeta tehnička rješenja same rasvjete ali i konstrukcije moguće je odabrati po optimizacijskim kriterijima. Najvažniji parametar koji moraju ispuniti proizvođači je svjetlosna

karakteristika i frekvencija treptanja, bez obzira na tehničko rješenje svjetlosnih izvora, Slika 156.

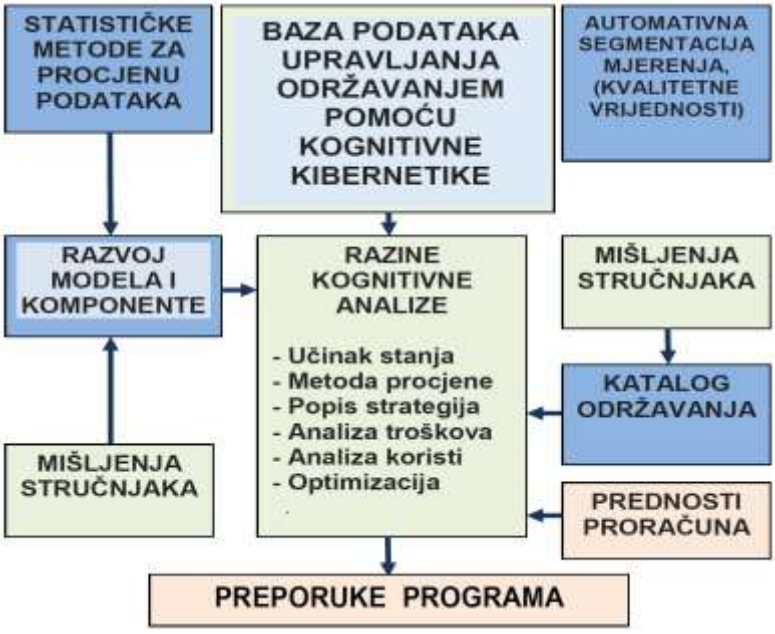


Slika 156. RGL u LED izvedbi, (panel) i sa standardnim rasvjetnim tijelima u pojedinačnom kućištu

Pojedini podsustavi svjetlosne signalizacije, engl. *Airfield Lighting System*, (ALS), kao što je navedeni RGL, a i prethodno obrađeni karakteristični PAPI podsustav, koncipirani su serijskim strujnim krugovima, napajanim iz izvora - regulatora konstantne struje, engl. *Constant Current Regulator*, (CCR). Svaki je takav krug opremljen perceptorskim i aktuatorskim modulima. To su modul napajanja, modul upravljačko procesorske jedinice, komunikacijski modul, modul regulacije CCR-a, modul za nadzor stanja otpora izolacije, modul za kontrolu broja pregorjelih žarulja u serijskom strujnom krugu, i dr. Svi su integrirani operabilnom programskom podrškom u ekspertnom sustavu. Iz baza podataka i baza znanja, procesuiranje ulaznih podataka i modeliranje problema, koristi se za učenje, besprijekornu operabilnost i racionalno održavanje.

Ono što je u politehničkom smislu bitno je održavanje takvih specijalističkih aerodromskih sustava. Održavanje pomoću računala i inteligentnih sustava započelo je još sredinom prošlog stoljeća kao prvotno razvijeno od strane američke vojske za građevinska održavanja manevarskih površina. Na njegovim osnovama, a nakon čitavog niza prilagodbi, u politehničkom smislu provedena je nadogradnja i za praćenje stanja sustava svjetlosne signalizacije koje se koristi za planiranje strategije održavanja. Ono što je politehnički bitno a odnosi se

na uporabu kognitivne kibernetike, njegova je trenutna konceptualna podloga koja može biti uporabljiva u svim sferama održavanja, Slika 157.



Slika 157. Upravljanje održavanjem na osnovama kognitivne kibernetike

Sustav svjetlosne signalizacija za aerodrome i zračne luke u samom početku primjene služio je isključivo za vizualno navođenje zrakoplova u procedurama slijetanja i polijetanja, noću i u ograničenim uvjetima vidljivosti pod maglom. Novi su svjetlosni sustavi danas na zračnim lukama složeni s množinom opreme koja osim signalizacije, obuhvaća podsustave sigurne opskrbe električnom energijom s osnovnim i sekundarnim izvorima, podsustave nadzora kretanja i upravljanja zrakoplovima po manevarskim površinama i podsustave za navođenje zrakoplova na parkirne pozicije. Prema zrakoplovnoj terminologiji ta ukupna razinu tehničke i tehnološke opremljenosti se naziva kategorija zračne luke, (engl. *airport category* - CAT). Uz stroge procedure i osposobljene, (licencirane) djelatnike, jamči pružanje kvalitetne usluga prihvata i otpreme zrakoplova, odnosno sigurnost zračne plovidbe. To područje tehnike i navedeni specijalistički tehnički podsustavi povezani

u inteligentne i ekspertne sustave s bazama podataka, bazama znanja i mehanizmima zaključivanja, politehničko je okruženje aerodromske službe elektroodržavanja, (engl. *Airport Electrical Maintenance* - AEM).

U navedenim primjerima prezentirana su iskustva stečena kroz realizirane projekte aplikativne problematike u kojima kreirani algoritmi ukazuju na karakteristike i učinkovitosti pojedine opreme i podsustava, što se može vrlo kvalitetno primijeniti u poslovanju za unaprijed planirane zadatke. Uporaba informacijsko komunikacijskih tehnologija, (ICT), nameće informatizaciju samog posla pa u politehničkom smislu potencijalno dostupne informacije i parametri raznih tehničkih područja mogu se uporabljivati u realnom vremenu te se s njima može manipulirati u smislu potreba odlučivanja. Prema dijagramu sa slike 157. i u strategiji planiranja održavanja ali i u razvoju i unapređenju bitno je mišljenje stručnjaka. U tom se mišljenju profilira angažman inženjera znanja, mentora i eksperata.

6.1.3. TREĆI PRIMJER - AERODROMSKI SUSTAV RASVJETE PLATFORME, (APROL)

Treći politehnički primjer projekt je odabira, ugradnje, implementacije i mjerenja rasvjete stajanke na zračnoj luci. Platforma, odnosno stajanka, (engl. *Apron),* opremljena je rasvjetom koja je projektirana ekspertnim sustavom koji je učeći, tako da na temelju stečenog znanja može tijekom projektiranja ponuditi u tehničkom smislu kvalitetno parametriranje rasvjete. Takav pristup politehničkog projektiranja za svaki novi projekt koristi kreirane baze podataka koje dovoljno kvalitetno uzimaju u obzir sve utjecajne čimbenike kao najvažnije polazne točke. Ostvarenje predloženog koncepta uključujući i razvoj do konačne faze primjene opreme nove generacije sa svjetiljkama u LED izvedbi. Tako predloženi koncept pridonosi energetskoj učinkovitosti i očuvanju okoliša.
Stvarne potrebe rasvjete platforme planiraju se organizacijom prometa koju definira shema parkirnih pozicija i tipova zrakoplova. To su

najvažniji parametri u projektu rasvjete platforme. U aerodromskim specijalističkim sustavim svjetlosne signalizacije, rasvjeta platforme, sastavni je dio sustava rasvjete operativnih površina aerodroma, Tablica 24.

AERODROMSKI SUSTAVI SVJETLOSNE SIGNALIZACIJE		
SUSTAVI RASVJETE PRILAZNIH SVJETALA	SUSTAVI RASVJETE OPERATIVNIH POVRŠINA AERODROMA	
	SUSTAVI RASVJETE MANEVARISKIH POVRŠINA	SUSTAVI RASVJETE PLATFORME I NAVOĐENJA ZRAKOPLOVA

Tablica 24. Podjela aerodromskih sustava svjetlosne signalizacije

Sustav rasvjete platforme u osnovi je rasvjeta i signalizacija operativne površine povezana na:

- SUSTAV AERODROMSKOG ELEKTROENERGETSKOG NAPAJANJA,
- SUSTAV UPRAVLJANJA

Sustavi su integrirani kao podsustavi koji sadrže veze između:

- INSTALACIJA i
- UREĐAJA,

koji su funkcionalne cjeline sustava svjetlosne signalizacije i pripadaju:

- SUSTAVU RASVJETE OPERATIVNIH POVRŠINA AERODROMA.

Sustav rasvjete platforme, kao podsustav sustava rasvjete operativnih površina koncipiran je transverzalnim parkirnim pozicijama, osvijetljenim s odgovarajućim brojem rasvjetnih mjesta, (stupova), raspoređenih s međusobnom udaljenošću usklađeno s zgradom terminala i aviomostova.

Legislativa za rasvjetu platforme

Promet zrakoplova, (operacije zrakoplova) na aerodromu, (zračnoj luci), odvijaju se na operativnim površinama i završavaju na platformi. Platforma je određena površina na aerodromu na zemlji, namijenjena smještaju zrakoplova u cilju ukrcaja i iskrcaja putnika, utovara i istovara tereta ili pošte, opskrbe gorivom, te parkiranja ili održavanja zrakoplova. Svaki dio kolničke konstrukcije platforme mora biti projektiran i izgrađen na način da sigurno podnese zrakoplov za čije je opsluživanje namijenjen. Površina platforme mora biti dovoljno velika za siguran promet, prihvat i otpremu, parkiranje i održavanje zrakoplova, planirano u prometno najopterećenijem satu reda letenja kojeg je odobrio operator zračne luke. Parkirališna mjesta zrakoplova moraju biti razdvojena na način da udaljenost između najisturenijih dijelova parkiranog zrakoplova i svih drugih zrakoplova odnosno svih drugih objekata, bude u skladu sa strogo definiranim vrijednostima.

Za parkirne pozicije koje su namijenjene za uporabu noću platforma mora biti opremljena rasvjetom. Najčešće se koristi reflektorska rasvjeta. Reflektori platforme postavljaju se tako da na odgovarajući način osvijetle sve servisne površine platforme. Također moraju uzrokovati minimalno zasljepljivanje:

a) pilota zrakoplova u letu ili na zemlji,
b) kontrolora aerodromske kontrole zračnog prometa,
c) kontrolora i koordinatora platforme, te
d) ostalog osoblja na stajanci.

Raspored i usmjerenost reflektora moraju biti takvi da pozicija zrakoplova bude osvijetljena iz dva ili više smjerova, kako bi sjene bile minimalne. Distribucija spektra boja reflektora platforme mora biti takva da se boje mogu lako i točno identificirati, kako za identifikaciju samog zrakoplova, tako i za horizontalne i vertikalne oznaka i oznake prepreka.

Najmanja prosječna osvijetljenost platforme reflektorima je strogo propisana i to za:

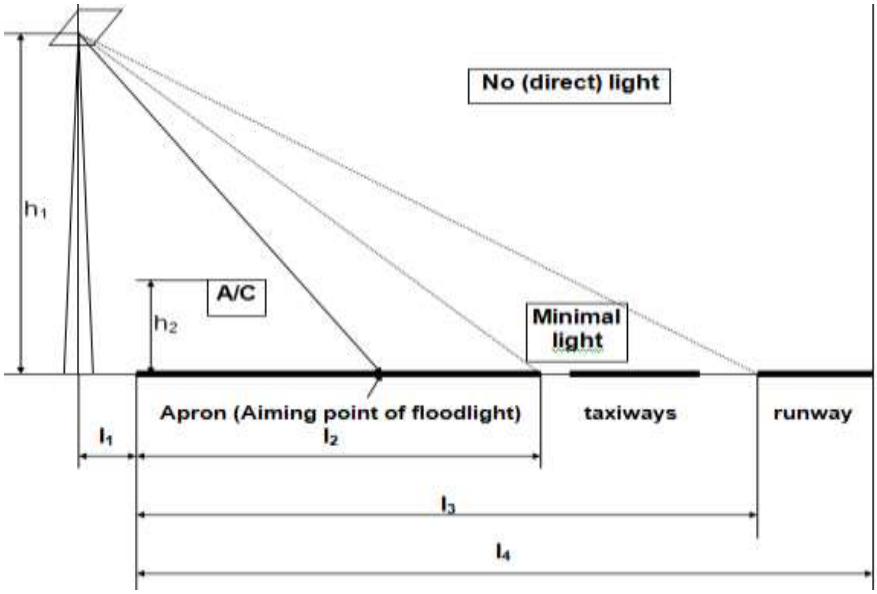
a) parkirališno mjesto zrakoplova:
– horizontalna osvijetljenost od 20 luxa s najvećom neravnomjernošću osvijetljenosti (prosječna u odnosu na najmanju) u odnosu 4 : 1, i
– vertikalna osvijetljenost od 20 luxa na visini 2 m iznad površine platforme u bitnim pravcima,

b) ostale površine platforme:
– horizontalna osvijetljenost 50% prosječne osvijetljenosti na parkirališnim mjestima zrakoplova s najvećom neravnomjernošću osvijetljenosti (prosječna u odnosu na najmanju) u odnosu 4 : 1.

Za utvrđivanja stanja rasvijetljenosti platforme potrebno je periodički provoditi kontrolna ispitivanja. Priprema i provedba mjerenja rasvjete platforme na aerodromima mora biti u skladu s aktualnom legislativom:

a) ICAO – Annex 14
b) Pravilnikom o održavanju i pregledanju aerodroma i
c) Pravilnik o aerodromima

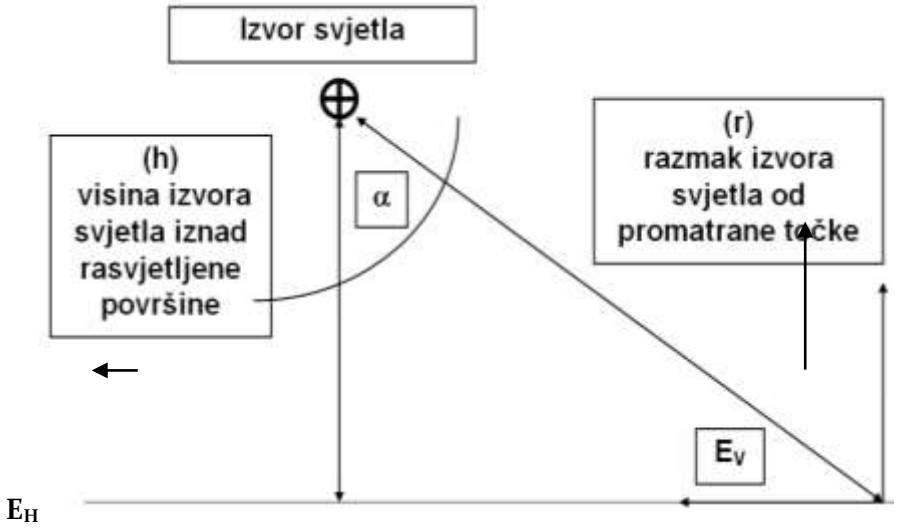
Na legislativne zahtjeve rasvjete platforme upućuje Slika 158.a). i izraz 6.30.



Slika 158. a) Legislativni zahtjevi na rasvjetu platforme – geometrija površina

$$h_1 = 2h_2\,\alpha \qquad (6.30)$$

Gdje su oznake sa slike:
h_1– visina stupa,
h_2– visina oka pilota u kabini zrakoplova,
I_1– udaljenost stupa od ruba platforme,
I_2– udaljenost od ruba do kraja platforme,
I_3– udaljenost stupa od ruba platforme do kraja rulnih staza,
I_4– udaljenost stupa od ruba platforme do kraja ruba USS.



Slika 158. b) Osnovni parametri definiranja rasvjete platforme

Horizontalne i vertikalne rasvijetljenosti platforme

Slika 158.b) prikazuje izvor svjetla i promatranu točka za koju su definirani:

- Svjetlosni tijek (fluks) u lumenima (lm) je ukupno zračenje jednog izvora svjetlosti u sekundi.
- Svjetlosna jakost u kandelama (cd) je zračenje u jednom smjeru tj. srednja gustoća onog dijela svjetlosnog tijeka koji izvor isijava u određenom smjeru (npr. pod kotom α), u prostorni kut ϖ.
- Krivulja raspodjele svjetlosne jakosti je prikaz svjetlosnih jakosti sijalice ili svjetiljke u polarnom dijagramu, tj. sveden na svjetlosni tijek od 1000 lm.
- Luminacija (sjajnost, sjaj) u nitima, (nt) ili stilbima, (sb) je svjetlosna jakost svjetleće površine reducirana na veličinu vidne površine oka , to je u stvari vizualan osjećaj po kojem neka površina izgleda da odaje više ili manje svjetlosti.
- Kut zračenja je prostorni kut kod kojeg je jakost svjetla jednaka polovini maksimalne svjetlosne jakosti.

- Rasvijetljenost je (osvjetljaj) u luxima (lx), tj. srednja gustoća svjetlosnog tijeka koji pada na plohu.
- Stroboskopski efekt je pojava izazvana kolebanjem izvora svjetlosti.
- Treperenje je dojam kolebanja jasnoće ili boje koji nastaje kad frekvencija promatrane pojave leži između frekvencije od nekoliko herca i frekvencije pri kojoj se slika slijeva.
- Sjenovitost je dana omjerom osvijetljenosti neke točke bez zastiranja i osvijetljenosti te točke sa zastiranjem.

Izrazi koji opisuju crtež su:

$$E_H = I\alpha/r^2 \times \cos\alpha \tag{6.31}$$

$$E_V = I\alpha/r^2 \times \cos\alpha \times \operatorname{tg}\alpha = E_H \times \operatorname{tg}\alpha \tag{6.32}$$

$$I = \Phi/\omega \tag{6.33}$$

$$E = \Phi/A = I/r^2 \tag{6.34}$$

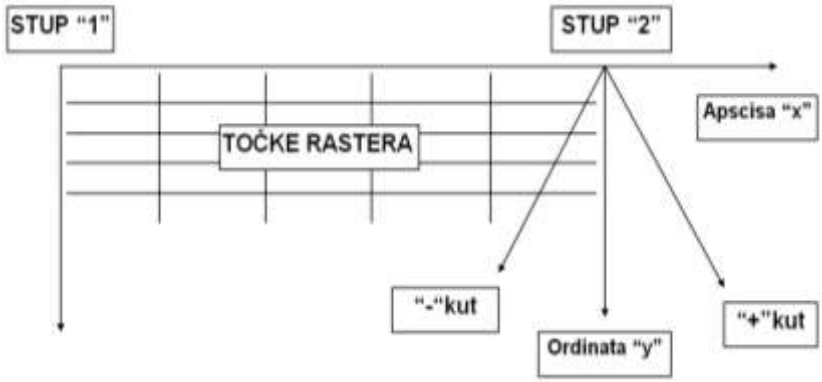
gdje je:
E= rasvijetljenost (lx),
E_H= horizontalna rasvijetljenost (lx),
E_V= vertikalna rasvijetljenost (lx),
I= svjetlosna jakost (cd),
Φ= svjetlosni tijek (lm),
ω= prostorni kut (sr),
h= visina izvora svjetla iznad rasvijetljene površine (m),
r= razmak izvora svjetla od promatrane točke na površini (m).

Glavni ciljevi i parametri rasvjete platforme

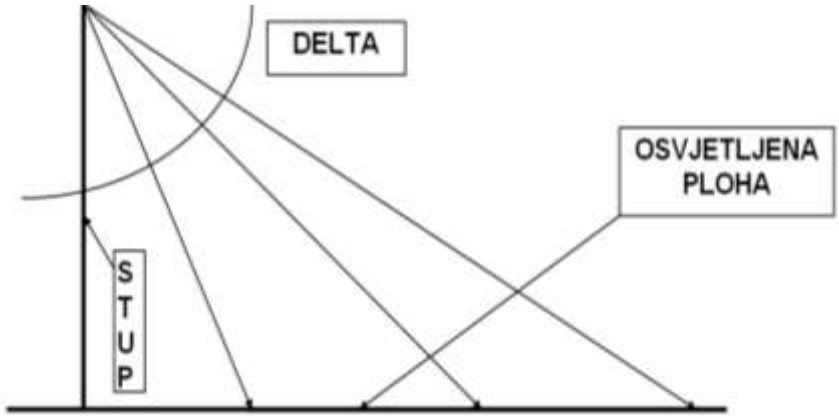
Glavni cilj koji se postavlja pred rasvjetu platforme precizira legislativa, (ICAO). Ukoliko instalirana rasvjeta platforme udovoljava tim

zahtjevima ona mora odgovoriti pozitivno na sljedeća pitanja, a legislativni su zahtjevi projektiranja rasvjete i mjerenja rasvijetljenosti platforme pokriveni prikazom, Slike 159. i 160.

- Neometano **rulanje** zrakoplova na parkirnu poziciju na platformi nakon slijetanja ili priprava za polijetanje?
- Pouzdano **opsluživanje** zrakoplova na platformi (prihvat i otprema)?
- **Sigurnost** zrakoplova i osoblja na platformi?



Slika 159. Definiranje parametara za projektiranje i ispitivanje rasvjete platforme

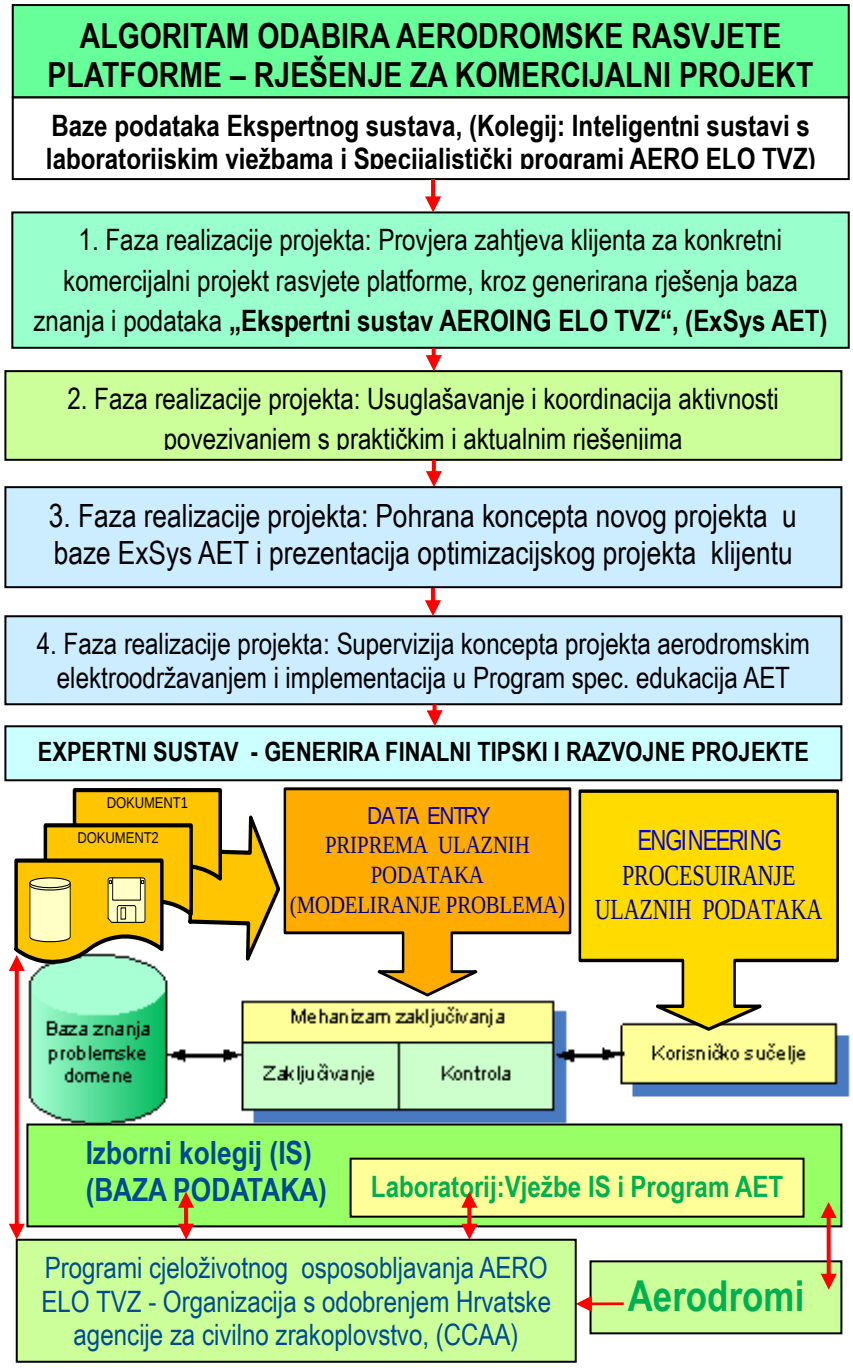


Slika 160. Koncept ispitivanja rasvjete platforme

Politehničko rješavanja specijalističkih aerodromskih projekata ekspertnim sustavom AEROING ELO TVZ prikazano je algoritamskim dijagramom, Slika 143.

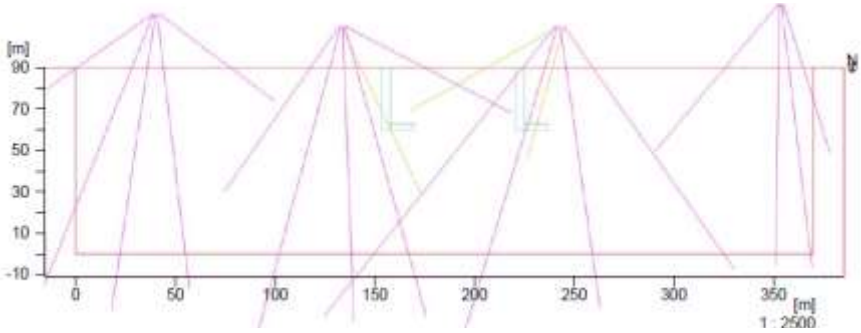
Obrađivano je pet varijanti rekonstrukcije rasvjete s dvije vrste reflektora LED tehnologije s ugrađenim predspojnim napravama. Veliki reflektori sa širokim snopom imaju snagu 1267,87 W a mali reflektori s uskim snopom imaju snagu 549 kW. Broj reflektora po pojedinom stupu za pojedinu varijantu odabran je simulacijom računalnim programom uz ekspertnu obradu. Svi postupci simulacije, računalni rezultati i obrade prikazani su u nastavku, Slike od 162. do 183.

Svaka od varijanti ispunjava postavljene zahtjeve naručitelja koji su 20% višeg kriterija od legislativom propisanih za sve osnovne parkirne pozicije na platformi s tim što je Varijanta 5 simulirana i s dodatna tri manja uskosnopna reflektora koji su promatrani s pozicija najbližih stupova, za minimalizaciju sjena koje stvaraju aviomostovi. No zaključak je da se zbog promjene položaja pokretnog dijela mosta, (zbog različitih tipova zrakoplova koji se parkiraju na te pozicije s aviomostovima), bolje rješenje postiže postavljanjem manjih reflektora na same aviomostove. Za odluku prihvaćanja takve varijante, s dodatnim reflektorima na aviomostovima provedeno je optimizacijsko aplikativno ugađanje potvrđeno mjerenjem.

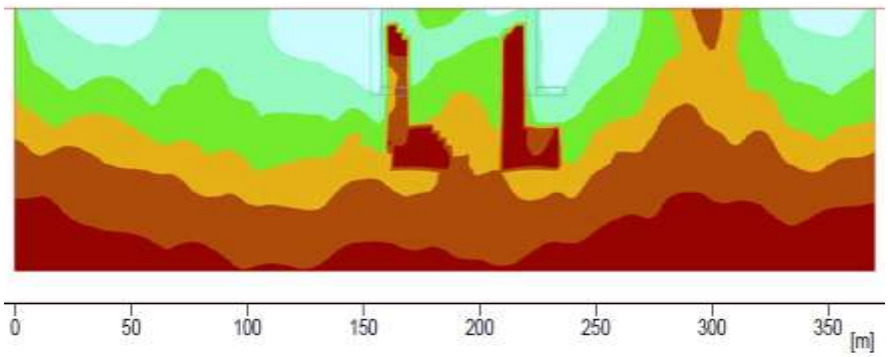


Slika 161. Algoritamski dijagram za politehničko rješavanja specijalističkih aerodromskih projekata ekspertnim sustavom AEROING ELO TVZ

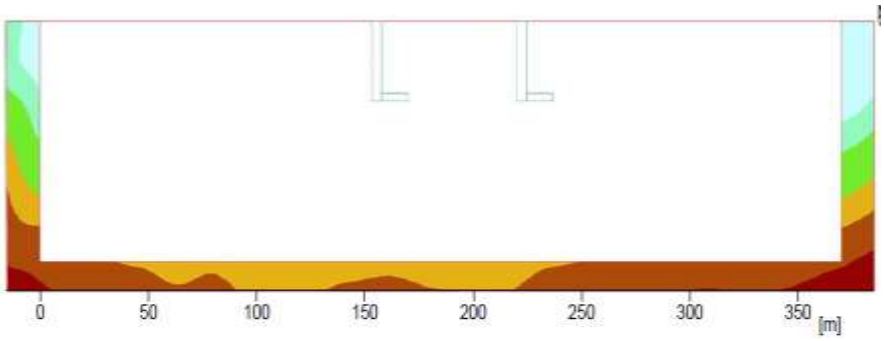
Rezultati postupaka simulacije i računalna obrada, Slike 162.-183.



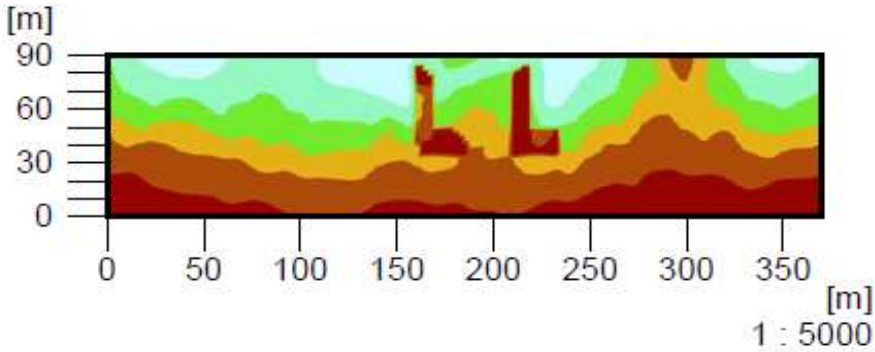
Slika 162. Prikaz usmjerenja reflektora za varijantu V5



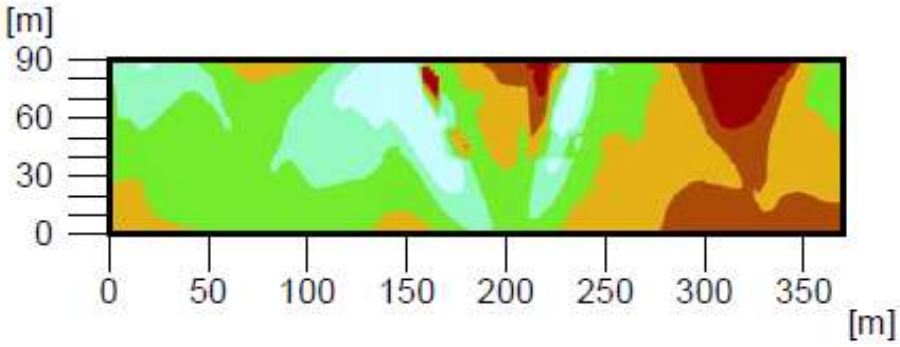
Slika 163. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1



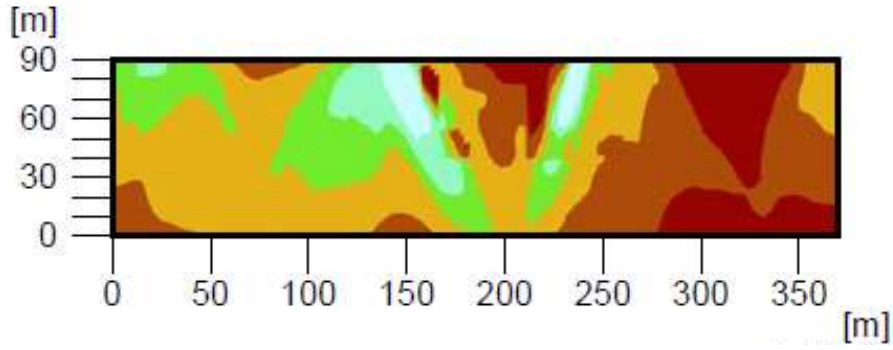
Slika 164. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V4



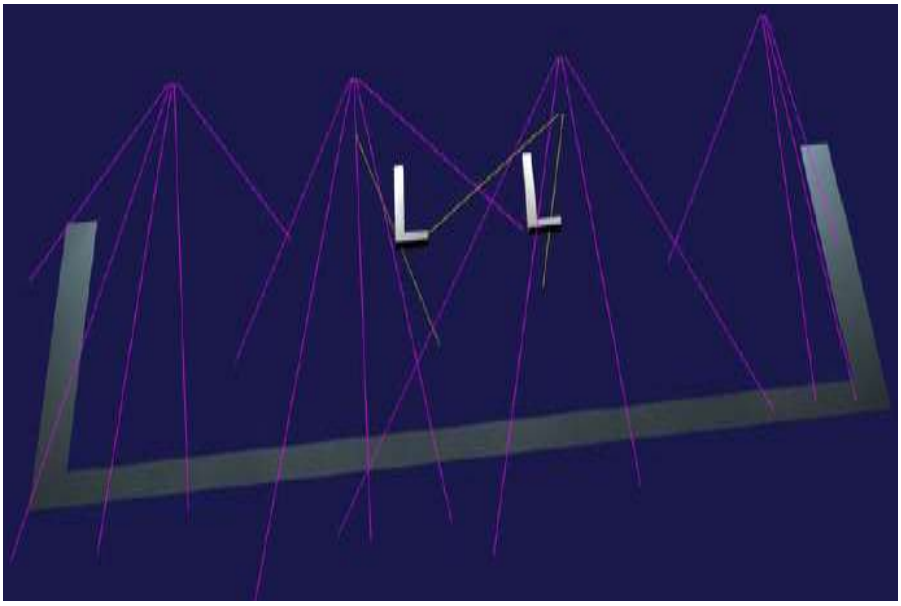
Slika 165. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1



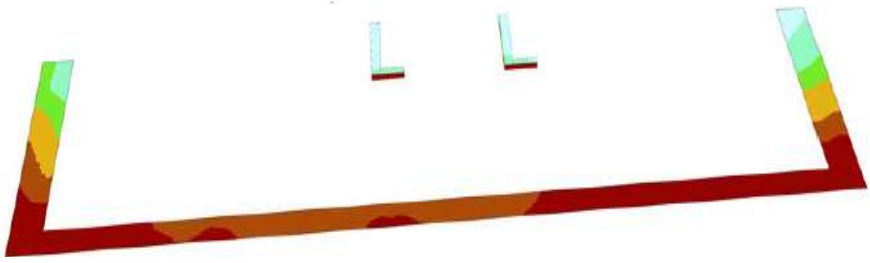
Slika 166. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V5



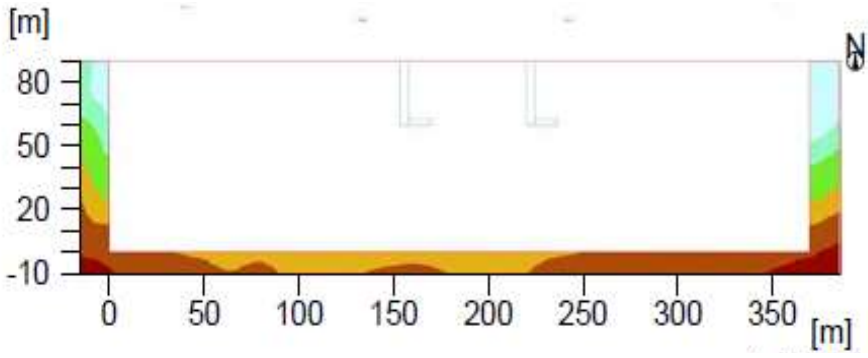
Slika 167. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V3



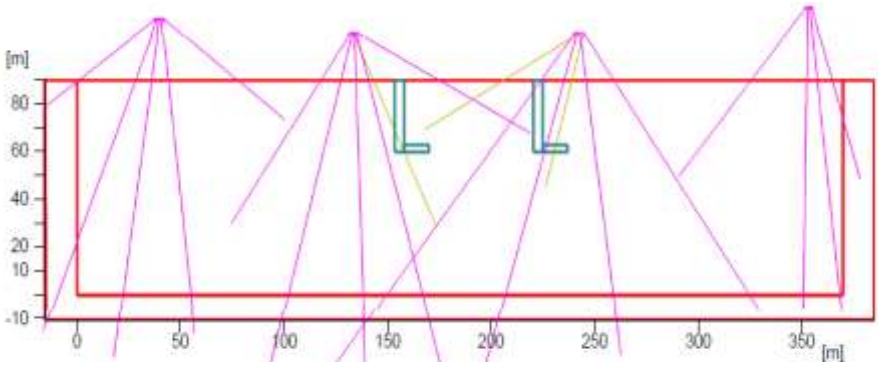
Slika 168. 3D- prikaz usmjerenja reflektora varijanta V5



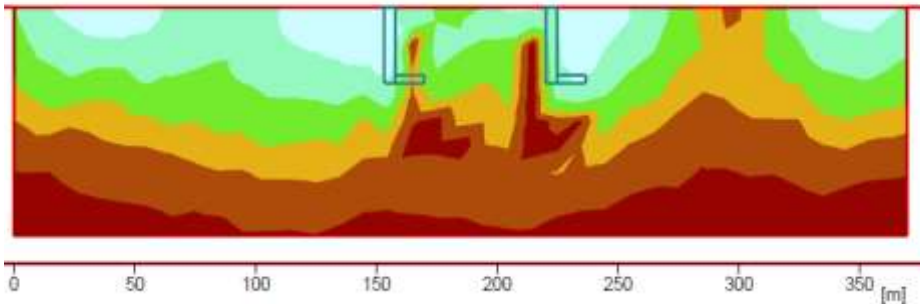
Slika 169. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V4



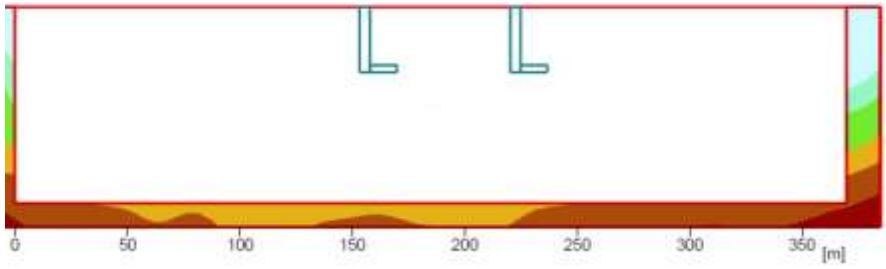
Slika 170. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V5



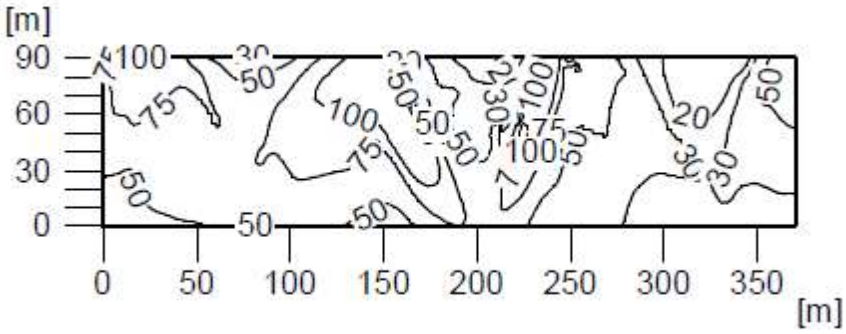
Slika 171. Usmjerenje reflektora varijanta V5



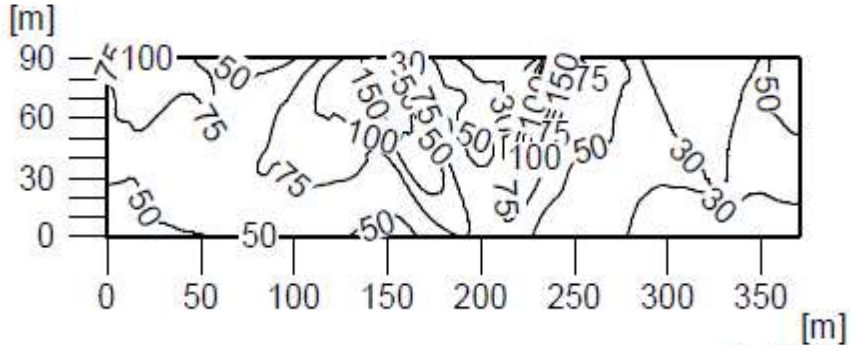
Slika 172. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V4



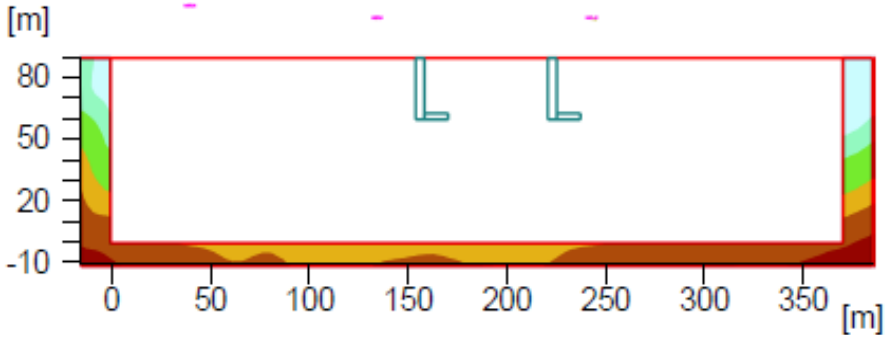
Slika 173. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V5



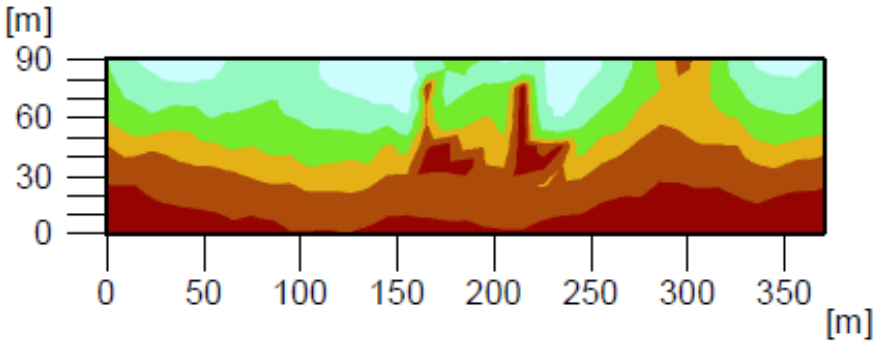
Slika 174. Izoluxi rasvijetljenosti platforme varijanta V4



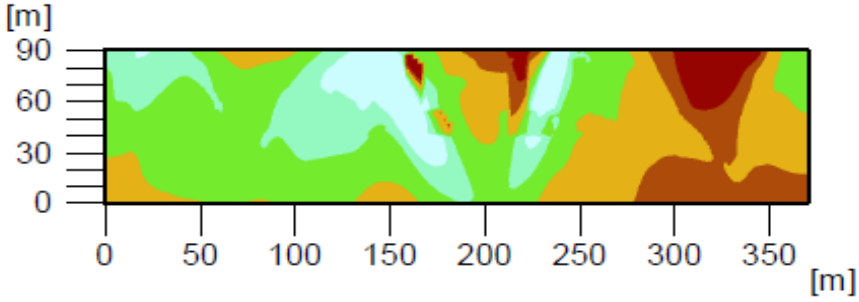
Slika 175. Izoluxi rasvijetljenosti platforme varijanta V5



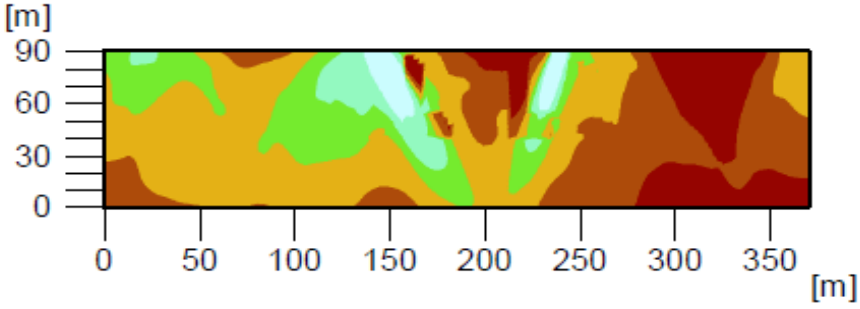
Slika 176. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V2



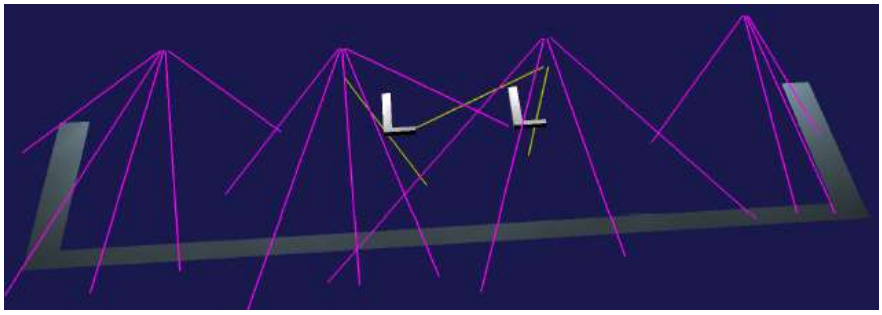
Slika 177. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1



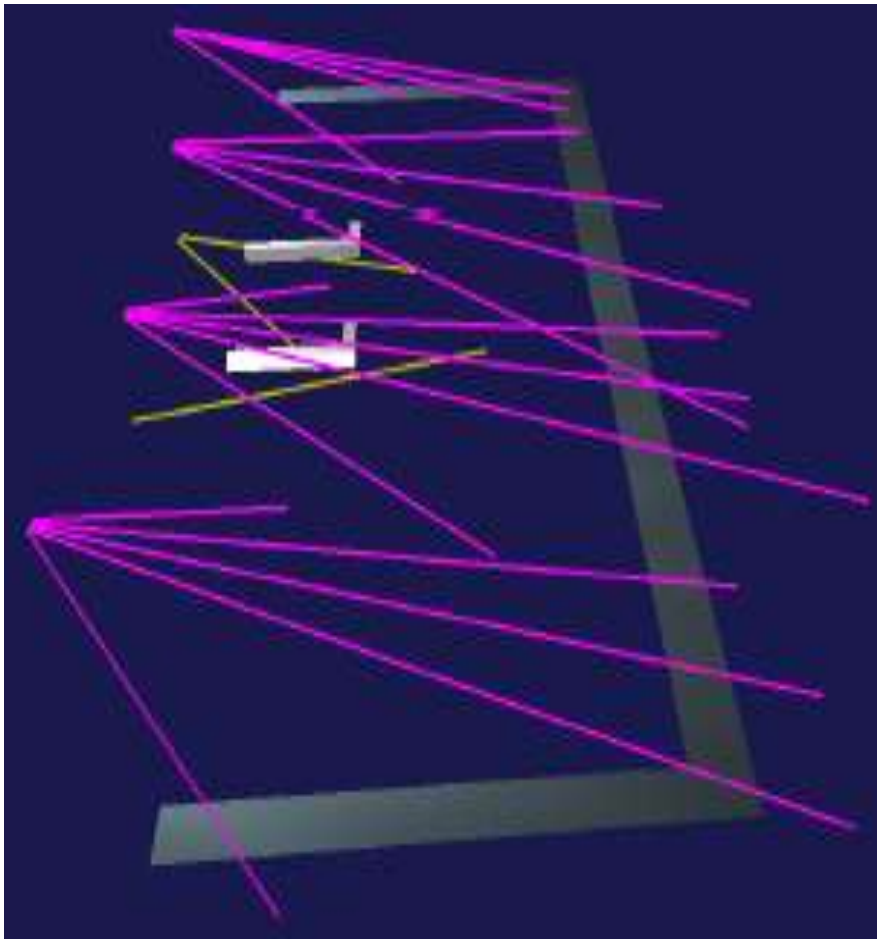
Slika 178. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V5



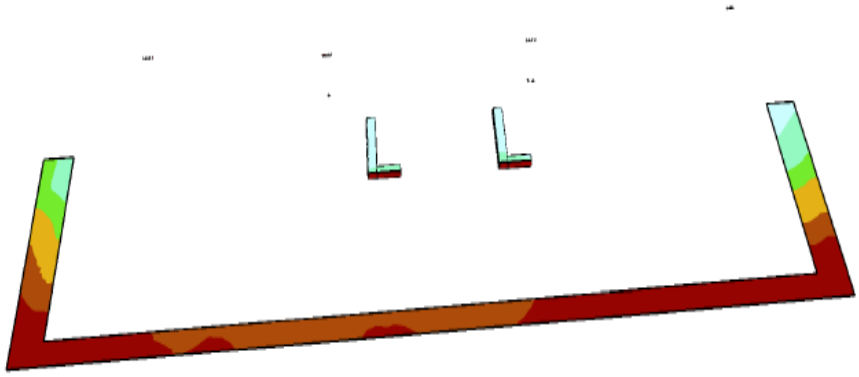
Slika 179. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V3



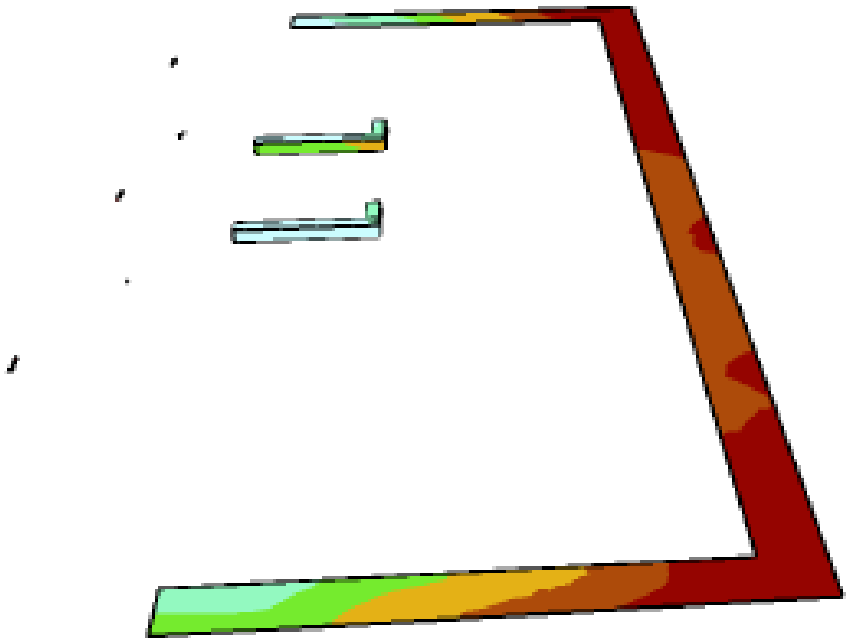
Slika 180. 3D – prikaz usmjerenja reflektora i rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5



Slika 181. Bočni 3D – prikaz usmjerenja reflektora i rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5



Slika 182. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5



Slika 183. Bočni pogled na Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5

6.2. Specijalistički sustavi u prometu

6.2.1. PRVI PRIMJER – INTELIGENTNI TRANSPORTNI SUSTAVI

Inteligentni transportni sustavi - definicije i razmatranja

Tehnološka inovacija i uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologija, (engl. *Information and Communication Technology* - ICT), u prometu budućnosti, nazvanom inteligentni transportni sustavi, (engl. *Intelligent Transport Systems* - ITS), vezana je uz čitav niz postupaka - operacija, sustava, uređaja i naprava koje omogućuju:

a) veću mobilnost ljudi i veću učinkovitost prijevoza putnika i robe, koje su poboljšane zahvaljujući prikupljanju, obradi i distribuciji podataka,

b) dobivanje povratnih informacija o iskustvima i kvantizacija prikupljenih podataka. Referencirat će se procjene utjecaja koje ICT ima na kvalitetu prijevoznih usluga, na potrošnju energije, učinkovitost prijevoza, sigurnost, optimizaciju troškova i smanjenje negativnog utjecaja na okoliš.

ICT koja se primjenjuje na području transporta/prometa, uglavnom je zasnovana na nizu pomoćnih komunikacijskih sustava i podsustava, koji se mogu smatrati temeljem za razvoj bilo kojeg elementa tehnološke opreme ili ITS usluge. Ti sustavi uključuju:

- telekomunikacijske mreže (engl. *Telecommunication Networks* - TLC),
- sustave automatske identifikacije (engl. *Automatic Equipment Identification, Automatic Vehicle Identification* - AEI/AVI),
- sustave za automatsku lokaciju vozila (engl. *Automatic Vehicle Locating System* - AVLS),
- protijekole za elektroničku razmjenu podataka (engl. *Electronic Data Interchange* - EDI),

- kartografsku bazu podataka i sustave informacija koji omogućuju dobivanje zemljopisnih podataka (engl. *Geographic Information System* - GIS),
- sustave za prikupljanje podataka o prometu, uključujući i sustave za vaganje u transportu (engl. *Weigh-In-Motion* - WIM) i sustave za automatsku klasifikaciju vozila,
- sustav za brojanje korisnika javnog prijevoza (engl. *Automatic Passenger Counters* - APC).

Navedeni podaci, protijekoli i sustavi komunikacijske potpore, koji mogu biti povezani jedan s drugim u specifične konfiguracije ovisno o zahtjevima i osobinama različitih načina prijevoza i usluga, primjenjuju se u svrhu povećanja učinkovitosti i konkurentnosti, sprječavanja ljudske pogreške, smanjenja zagađenja i povećanja kvalitete usluge. Za pružanje točno određenih usluga, potrebno je pojedinačne ključne elemente složiti u sustav. Među takvim pomoćnim sustavima telekomunikacijske mreže su najvažniji elementi koji pružaju okosnicu za povezivanje. ITS podrazumijevaju širok raspon bežičnih i fiksnih informacijskih i elektroničkih tehnologija. Kad se integriraju u infrastrukturu i u sama vozila, onda takve tehnologije smanjuju zastoje u prometu, povećavaju sigurnost i produktivnost cjelokupnog prometnog sustava.

Radna skupina Europske komisije za inicijativu „e-sigurnosti" zadužena za „inteligentnu infrastrukturu", sa supredsjednicima iz Europske udruge za autoceste s naplatom cestarine, mostarine i prolaska kroz tunele, (engl. *Association of Tolled Motorway, Bridge and Tunnels* - ASECAP) i Konferencije direktora europskih uprava za ceste (engl. *Conference of European Directors of Roads* - CEDR), po pitanju ITS, predložila je sljedeću definiciju: „Inteligentna infrastruktura je organizacijska struktura cestovnog prometa i tehnologija za kooperativne usluge zasnovane na ICT-u koja služi korisnicima cesta i operaterima cestovnih mreža".

Prema toj definiciji preuzetoj od Uprave za istraživanje i inovacijsku tehnologiju, (engl. *Research and Innovative Technology Administration* - RITA), inteligentni transportni sustavi uključuju 16 tipova podsustava

zasnovanih na toj tehnologiji. Prema podijeli, ti se podsustavi mogu dalje raščlaniti na potkategorije „inteligentna infrastruktura“ i „inteligentna vozila“. Prema RITA-i, svaka definicija ima nekoliko sastavnica.

Inteligentna infrastruktura uključuje:

- Upravljanje osnovnom cestovnom infrastrukturom (nadzor, kontrola prometa, upravljanje prometa cestovnim trakama, nadzor i upravljanje parkiralištima).
- Upravljanje autocestama (nadzor, kontrola rampi, cestovnih traka, reakcija u posebnim prilikama, upravljanje transportom, prijenos informacija i provedba).
- Prevenciju nezgoda i sigurnost (upozorenja vezana uz stanje ceste, sustav upozorenja na mjestima gdje željeznička pruga prelazi cestu, upozorenja na opasnost od sudara na raskrižjima, upozorenja vezana uz sigurnost pješaka, biciklista i životinja).
- Stanje vremenskih prilika na cesti (nadzor, motrenje i predviđanje, prosljeđivanje informacija preporučene strategije, kontrola prometa, strategija kontrole, reakcija i postupanje – strategije postupanja).
- Radove na cesti i održavanje (prosljeđivanje informacija, nadzor, upravljanje zonom radova).
- Upravljanje tranzitom i transportom, (funkcioniranje i održavanje voznog parka, prosljeđivanje informacija, upravljanje potrebama prijevoza, sigurnošću i zaštitom).
- Rješavanje problema u slučaju prometnih nezgoda (njihov nadzor i detektiranje, mobilizacija i reakcija, prosljeđivanje informacija, raščišćavanje i uspostava prometa).
- Elektroničko plaćanje i obračun (prikupljanje cestarina, naplata tranzitnih i parkirnih karata, naplata i određivanje cijene višenamjenskih karata).
- Putničke informacije (informacije prije putovanja, informacije tijekom putovanja, turističke informacije i informacije o različitim priredbama).

- Upravljanje informacijama (arhiviranje podataka).
- Osiguravanje ispravnog funkcioniranja komercijalnih vozila (administracija popratnih dokumenata, kontrola polica osiguranja, tehnički pregled, poslovanje autoprijevoznika i njegovo upravljanje voznim parkom, briga za sigurnost).
- Intermodalni promet teretnim vozilima (uključuje praćenje, nadzor, procese na teretnom terminalu, postupke određivanja vozarine, kontrolu sustava priključnih cesta za teretna vozila, proces prelaska međunarodnih granica).

Inteligentna vozila uključuju:

- Sustav za izbjegavanje sudara (podrazumijeva upozorenje na mogućnost sudara na raskrižja, detekciju prepreka, pomoć pri prelasku na drugi vozni trak, upozorenje o prekidu voznog traka, upozorenje da postoji mogućnost prevrtanja, upozorenje na odvojak na cesti, upozorenje na sudar koji se dogodio ispred nas, upozorenje na to da postoji mogućnost udarca u stražnji dio vozila).
- Pomoć vozaču (uređaj za navigaciju i određivanje rute, komunikacija vozača, poboljšanje vidljivosti, uočavanje predmeta, prilagodljiva kontrola vožnje, inteligentna kontrola brzine, pomoć pri držanju pravca unutar voznog traka, kontrola stabilnosti vozila, sustav za upozoravanje pospanog vozača, precizno parkiranje, vezivanje-odvezivanje i praćenje na komandnoj ploči).
- Bilježenje podataka o sudaru (poziv u pomoć/automatizirana obavijest o sudaru, poboljšana verziju automatizirane obavijesti o sudaru).

Europski projekt, ugodno putovanje, (engl. *Easy Way*) definira primjenu i usluge inteligentnih transportnih sustava na sljedeći način:

- Uslugu putničkih informacija koje putniku omogućuju pristup iscrpnim informacijama o prometu u realnom vremenu u svrhu donošenja promišljenih odluka o putovanju (informacije prije putovanja) kao i pristup informacijama tijekom putovanja (na putu).
- Usluge upravljanja prometom koje pružaju aktualnu informaciju putniku i prijevozniku na način da detektiraju nezgode i hitne situacije omogućujući im sigurno i učinkovito korištenje cestovne mreže. Njihova provedba predstavlja dio upravljanja prometom.
- Usluge namijenjene teretnim vozilima i logistici kojima se postiže cilj optimizacije kapaciteta i učinkovitosti prijevoza robe tako što one omogućuju siguran i jednostavan pristup intermodalnim terminalima (lukama, željezničkim i cestovnim vezama, itd.).
- Povezanu ICT infrastrukturu koja učinkovito funkcionira i predstavlja preduvjet za razvoj ITS-a zato što krajnjem korisniku pruža usluge s informacijama dobivenim od sustava koji nadziru situaciju na cesti u realnom vremenu te raznim operaterima na nacionalnoj i međunarodnoj razini omogućuje zajedničko djelovanje i kontinuitet usluge putem usklađenih podataka dobivenih od povezanih sustava.

Inteligentni transportni sustavi uključuju širok raspon tehnoloških i organizacijskih sustava, aplikacija i usluga. Za tako kompleksnu problematiku nije moguće dati puni pregled involviranosti ITS-a, pa se navode samo neki slučajevi.

Uloga informacijsko komunikacijskih tehnologija u vozilu

Za procjenu razvoja ITS-a u budućnosti korisno je prisjećanje na razvoj koji je oblikovao evoluciju sigurnosti motornih vozila u prošlosti:

a) (od 1960. do 1975.), razvijeni su sigurnosni sustavi i uređaji koji su važni prilikom sudara kako bi spriječili ili smanjili ozbiljnost povreda, (pasivna sigurnost). Prvi su bili sustavi sigurnosnih pojaseva i kasnije zračnih jastuka, kako bi ograničili pomicanje putnika prema naprijed, rastegnuli se kako bi pomogli usporavanje putnika i spriječili da putnik ispadne iz vozila.
b) (od 1975. do 1990.), razvijen je standard zaštite putnika u slučaju sudara, lutkama za testiranje sudara koje su uvedene kao kriterij pomoći pri dizajnu automobila. To su čovjekoliki test uređaji u prirodnoj veličini (engl. *Anthropomorphic Test Devices* ATD) koji simuliraju veličinu, težinu i artikulaciju ljudskog tijela i obično su opremljeni instrumentima koji snimaju podatke o dinamičkom ponašanju u simuliranim sudarima vozila. Bio-mehanički kriterij je uveden kako bi se simulirale ozljede koristeći lutke.
c) (oko 1995. do danas), razvijaju se ostale zaštite vozila koje uzimaju u obzir zaštitu ugroženih sudionika u prometu kao što su biciklisti i pješaci. Također je u dizajn vozila uključena tendencija smanjenja veće štete uzrokovane drugim vozilima („vozilo partner u sudaru"), u scenariju sudara dva automobila kao što su terenci i gradski automobili.
d) (od nedavno), počeo se primjenjivati holistički, (engl. *whole*), pristup koji uključuje cjelovitu, potpunu potrebu za razmatranjem dodatnih faktora u vidu drugih elemenata osim samoga vozila kao što su:

- infrastruktura i upravljanje prometom,
- obuka građana,
- informacije pružene vozačima (preko ITS-a i odgovarajućih tehničkih standarada),
- provjera konzumiranja alkohola i droga,
- društveni trošak nesreća,
- integrirani transportni sustavi, uključujući informacijske i komunikacijske tehnologije.

Današnji kriterij dizajniranja vozila prerastao je jednostavne mjere kao što su sigurnosni pojasevi, nasloni za glavu i zračni jastuci. Moderni sigurnosni koncepti uključuju:

a) ***Aktivnu zaštitu***: pruža vozački pojačanu kontrolu vozila, snižavajući vjerojatnost nesreće. Ova vrsta tehnike omogućava vozilu dinamičku sposobnost prilagodbe na ekstremne uvjete (npr. bolje držanje na cesti, kočioni kapacitet, manevriranje na podlogama smanjenog držanja, protivljenje naginjanju, itd.). Dva primjera aktivnog sigurnosnog sustava su Elektronička kontrola stabilnosti (engl. *Electronic Stability Control* - ESC) za osobna vozila i Elektronski nadzor stabilnosti vozila (engl. *Electronic Vehicle Stability Control* - EVSC) za veća vozila. Implementacija sustava za izbjegavanje sudara je možda sljedeći veliki korak.

b) ***Pasivnu zaštitu*** (npr. sustavi i uređaji koji smanjuju intenzitet sudara): sustavi i uređaji za sprečavanja ili smanjenje ozbiljnosti ozljeda kada je sudar neizbježan ili se događa. Dosta istraživanja je napravljeno koristeći čovjekolike lutke za testiranje sudara. Većina tih sustava su sustavi za obuzdavanje (sigurnosni pojasevi, zračni jastuci, zatezači pojaseva, itd.), iako i zone gužvanja spadaju u ovu kategoriju. Zone koje se stisnu kako bi apsorbirale energiju udarca. Obično se zone gužvanja nalaze u prednjem dijelu vozila kako bi apsorbirale udarac izravnog sudara, iako se mogu naći i na ostalim dijelovima vozila.

Ostali važni sigurnosni aspekti uključuju pokušaj promoviranja koncentracije i udobnosti za vozače i ostale metode koje daju vozačima potporu te ih informiraju o trenutnim uvjetima i potencijalnim opasnostima. Drugi koncept u nastajanju uključuje mogućnost da vozači daju točne i pouzdane informacije interventnim službama na lokaciji kao i o prirodi nesreće da bi poboljšali vrijeme odaziva. Ova funkcija može biti uvedena preko mogućnosti koja komunicira između vozila i sustava

kao i između vozila i infrastrukture, zahvaljujući uređajima za pozicioniranje temeljenim na tehnologiji satelitske navigacije.

Sigurnosni uređaji ili sustavi koji se sada uobičajeno koriste prilikom dizajniranja vozila uključuju:

- sustav protiv blokiranja kočnica, (engl. *Anti-lock Braking System* – ABS),
- elektronička kontrola stabilnosti, (engl. *Electronic Stability Control* – ESC),
- elektronski nadzor stabilnosti vozila, (engl. *Electronic Vehicle Stability Control* - ESVC),
- dinamička kontrola kočenja, (engl. *Dynamic Brake Control* – DBC)
- sustav kontrole proklizavanja, (engl. *Traction Control System* - TCS),
- elektronska raspodjela kočenja, (engl. *Electronic Brake Distribution* – EBD),
- sustav pomoći pri kočenju, (engl. *Brake Assist Systems* – BAS),
- automatski sigurnosni sustav kočenja, (engl. *Automatic Emergency Braking Systems* - AEBS).

Ima i drugih aktivnih sigurnosnih sustava koji su manje poznati ili su još uvijek u fazi testiranja. Oni uključuju:

- sustav za sprječavanje sudara kao što je sustav za upozorenje izravnog sudara (engl. *Forward Collision Warning Systems* - FCWS),
- sustav koji ukazuje na postojanje opasnosti i prepreka,
- sustav upozorenja za izlazak iz vozne trake (engl. *Lane Departure Warning Systems* - LDWS),
- sustav koji prepoznaje stanje vozača ili izvodi korekcije vozačkih grešaka.

Neosporno je da se značajan broj cestovnih nesreća koje uključuju žrtve događaju kod slabe vidljivosti, noću ili nešto manje pri maglovitim uvjetima. Različiti tipovi senzora se koriste ili se mogu koristiti da bi se

dobile informacije o objektima u blizini vozila. Najčešće korištene tehnologije u automobilskoj industriji koje koriste ovoj svrsi su:

- ultrazvučni senzori,
- infracrveni senzori,
- radar,
- detekcija svijetla i udaljenosti – tehnologija optičko daljinskog senzora koji mjeri svojstva raspršene svijetlosti da bi pronašla udaljenost i/ili drugu informaciju o udaljenom predmetu, (engl. *Light Detection And Ranging* - LiDAR),
- senzori umjetnog vida.

Svaki tip senzora radi na različitom frekvencijskom području u elektromagnetskom spektru (nezavisno od ultra zvučnih senzora). Svaki senzor daje informaciju o prostoru oko vozila i kombinacija različitih senzora i tehnologija može dati bolje rezultate nego korištenje pojedine tehnologije samostalno. Da bi bili široko primijenjeni, ti ugradivi uređaji, kao i druge ITS tehnologije, moraju biti korisna ulaganja koja zadovoljavaju potrebe korisnika. Zbog ovog razloga, koncept koji treba uzeti u obzir je analiza troškova i korisnosti (engl. *Cost-Benefit Analysis* - CBA/BCA) da bi se dobila analiza povrata investicije za ugradive sigurnosne sustave za automobilsku industriju. Analiza troškova i korisnosti može definirati i kvantificirati ključne financijske podatke, kao što je povrat investicije i razdoblje otplate.

Analize troškova posljedica sudara mogu ukazati na investiranje navedenih tehnologija. I ostale interesne grupe u industriji, osiguravajuća društva, dobavljači i upravljači rizicima jednako mogu primijeniti izračune vlastitim internim procjenama i programima. Javna tijela mogu izraditi svoj CBA. Ako analiza pokazuje da procijenjena oprema potencijalno povećava razinu sigurnosti ili rezultate u bilo kojoj drugoj javnoj koristi, pravni instrumenti se mogu aktivirati koji nadvisuju rezultate bilo koje sektorske analize troškova i korisnosti.

Analiza troškova i korisnosti može definirati i kvantificirati ključna financijska mjerenja, kao što su povrat uloženog i razdoblja otplate. Za ove analize, potencijalne koristi, u smislu izbjegavanja troškova u odnosu

na sudare, mogu se mjeriti u odnosu na kupnju, instalaciju i operativne troškove tehnologije. Osim što se koristi za procjenu prosječnog godišnjeg broja nesreća koje se mogu spriječiti, podaci o sudarima mogu biti temelj za procjenu troškova različitih vrsta nesreća koje uključuju samo oštećenje imovine (engl. *Property Damage Only* - PDO), ozljede i/ili smrtne slučajeve. Osnovni podaci za izračun korisnosti i troškova sudara mogu se zaraditi iz podataka dobivenih od osiguravajućih društava, auto prijevoznika i pravnih stručnjaka.

Troškovi sudara uključuju:

- troškove radne snage,
- kompenzacijske troškove ,
- operativne troškove,
- troškove oštećenja imovine i auto-odgovornosti,
- troškove zaštite okoliša,
- sudske troškove.

Mjera izbjegavanja troškova sudara, može se izračunati pomoću broja incidenata za koje se procijeni da će pojedina tehnologija spriječiti, godišnje po vozilu (engl. *Vehicle Miles Travelled* - VMT).

Napredni sustavi za pomoć vozačima

Napredni sustavi pomoći vozaču čine vožnju sigurnijom i učinkovitijom. Dizajnirani sa sigurnim Čovjek-Stroj sučeljem, (engl. *Human - Machine Interface* - HMI) i poboljšavaju sigurnost automobila i prometa u cjelini. Primjeri takvih sustava su: adaptivni tempomat, prilagodljiva kontrola svjetala, automatsko parkiranje, otkrivanje mrtvog kuta, sustav za izbjegavanje sudara, otkrivanje pospanosti vozača, inteligentna prilagodba brzine ili inteligentni savjet za brzinu, sustav navigacije u vozilu (obično GPS i TMC za pružanje najnovijih informacija o stanju u prometu), pomoć pri promjeni vozne trake, sustav uzbunjivanja prilikom izlaska iz vozne trake, vidljivost noću, sustavi za zaštitu pješaka, prepoznavanje prometnih znakova i sl. Prva primjena navedenih sustava je automatska kontrola brzine. Korištenjem mjerača udaljenosti, radara

ili lasera, vozilo je u mogućnosti prepoznati prisutnost drugog vozila ispred u istom traku. Ako se drugo vozilo kreće sporije, ugrađeni sustav pomaži pri usporavanju, prilagođavajući se brzini vozila ispred. Ova funkcija je u stvari sofisticirani prilagodljivi tempomat (engl. *Adaptive Cruise Control* - ACC).

U bočnoj kontroli vozila, senzor sustava temeljenog na kamerama može pomoći vozaču da ostane u voznoj traci. Akustični ili taktilni signal (npr. vibracije volana) generira se kada sustav detektira da je vozilo skrenulo iz trake. Istraživanja se provode za sustave koji osiguravaju automatsku kontrolu nad vozilom, (zadržavanje unutar vozne trake). Proizvođači automobila su vrlo oprezni u vezi usavršavanja ITS za ove funkcije jer bi se moglo protumačiti kako sustav podrške može rezultirati neplaniranom nemarnosti vozača.

Drugi primjeri funkcija podrške pri vožnji dostupni na tržištu ili u naprednoj fazi razvoja su:

- Noćna uočljivost - infracrvene kamere omogućuju vozaču da ima bolju percepciju u uvjetima slabe vidljivosti, kao što su noć i magla.
- Detekcija mrtvog kuta - bočni retrovizori su pogođeni mrtvim kutom u bočnom područja koji vozač ne može vidjeti, osim ako ne okrene glavu. Kamera i elektronička jedinica za procesuiranje slike može poslužiti kao vitalni sustav upozorenja da bi upozorio vozača na vozilo koje ga pretječe.
- Podrške pri parkiranju parkirnim senzorima koji su već raširena pojava na mnogim vozilima. Neka vozila su odnedavno opremljena funkcijom koja detektira prostor između dva vozila, pomaže pri manevriranju pomičući volan.

Napredni sustavi za pomoć vozačima, (engl. *Advanced Driver Assistance Systems* –ADAS) služe za upozorenje i kontrolu i imaju važnu ulogu u poboljšanju sigurnosti. Djelotvorna upozorenja kompenziraju ograničenja vozača i time pomažu u sprječavanju nezgode na cesti. Kada je riječ o ljudima, upozorenja i mjere nadzora se trebaju pažljivo ocijeniti u smislu učestalosti i prioriteta. Signali upozorenja od visoke važnosti izravnom komunikacijom preko sustava sučelja utječu na svijest vozača i

pravovremeno predviđaju reakciju vozača u situacijama koje predstavljaju potencijalnu ili neposrednu opasnost.

Raspoznaju se tri razine prioriteta upozorenja:

1. Niska razina - vozač reagira u roku od 10 sekundi do 2 minute, može eskalirati na višu razinu ako se ne reagira na vrijeme.
2. Srednja razina - zahtijeva reakciju u roku od 2 do 10 sekundi, može eskalirati do visoke razine upozorenja ako se na nju ne reagira u tom kratkom intervalu.
3. Visoka razina - traži da vozač trenutno reagira u roku do 2 sekunde kako bi se izbjegao potencijalni sudar.

Ova načela vrijede za sustave "vozač u petlji" koji upozoravaju ili pružaju vozačima podršku pri izbjegavanju sudara. To znači da se ta načela ne primjenjuju u potpunosti na automatizirane sustave (npr. ABS, ESC) ili na sustave informacija i komunikacija u vozilu (npr. navigacijski sustavi). Oni se odnose na sustave koji zahtijevaju od strane vozača, reakciju zbog jednog ili više sljedećih uvjeta:

- naglo kočenje radi izbjegavanja sudara,
- naglo skretanje kako bi se izbjegao sudar,
- nagli prestanak započete reakcije,
- procjena situacije za jednu od navedenih reakcija,
- neposredna odluka za preuzimanje kontrole od strane vozača.

ADAS upozorenja visoke razine su: sustavi upozorenja frontalnog sudara (engl. *Forward Collision Warning* - FCW), sustavi upozorenja napuštanja vozne trake (engl. *Lane Departure Warning* - LDW), sustavi upozorenja za mrtvi kut (engl. *Blind-Spot Warning* - BSW) i podrška sustavima upozorenja.

Inteligentna prilagodba brzine

Drugi primjer ADAS-a je inteligentna prilagodba brzine (engl. *Intelligent Speed Adaptation* - ISA), sustav koji koristi podatke i

komunikacijske tehnologije kako bi osigurao prikaz ograničenja brzine na instrument ploči vozila, (slika 14.). Tipičan način za to je reakcija preko digitalnih cestovnih karata, u kombinaciji s trenutnom informacijom o položaju preko GPS prijemnika. ISA može upozoriti vozača prikazom ograničenja brzine. Ista informacija može biti povezana sa sustavom koji upravlja motorom vozila kako bi vozač intervenirao, (dobrovoljno, znači da vozač može odabrati funkciju ili obavezno, bez mogućnosti izbora od strane vozača). Ovu vrstu sustava je također moguće kombinirati sa sustavom za prepoznavanje prometnih znakova.

Kooperativne tehnologije

Razvoj primjene sustava kooperativnih tehnologija, (engl. *cooperative technologies*) unutar ITS je usmjeren na komunikaciju vozila sa cestovnom infrastrukturom. Za početak na autocestama, a po mogućnosti i na drugim prometnicama. Funkcija im je razmjena podataka i informacija važnih za specifični segment ceste kako bi se povećala ukupna sigurnost te omogućilo kooperativno upravljanje prometom. Osnovna inovacija kooperativnih sustava je da inteligentni transportni alati i unutar infrastrukture i na vozilima budu kooperativno aktivni da bi izvršili zajedničku funkciju. Posljedica toga je da se komunikacija može ostvariti s vozila na vozilo (eng. *Vehicle to Vehicle* - V2V) ili s vozila na infrastrukturu (eng. *Vehicle to Infrastructure* -V2I).

a) Vozilo - Vozilo komunikacija se može definirati kao izmjena podataka između vozila preko bežične tehnologije na udaljenosti od par metara pa do više stotina metara s ciljem poboljšanja sigurnosti na cesti, mobilnosti, efikasnosti i povećanja ukupnog kapaciteta ceste.
b) Vozilo - Infrastruktura komunikacija se može definirati kao izmjena podataka između vozila i infrastrukture, bazirano na sustavima koji su ugrađeni u cestu i mogu poboljšati sigurnost i učinak na njoj.

Komunikacija V2I zahtjeva da vozila budu opremljena tehnologijom potrebnom za odašiljanje važnih podataka u obližnju infrastrukturu gdje se procjenjuju i integriraju s ostalim informacijama, te se zatim šalju natrag u nadolazeća vozila kao korisna i oplemenjena informacija. Uzimajući navedeno u obzir, da se naslutiti da su inteligentna vozila i inteligentna infrastruktura uvjeti da bi se razvijali kooperativni sustavi. Inteligentna infrastruktura je opremljena tehničkim i tehnološkim sustavima te cjelokupna mjerenja omogućuju skupljanje informacija, komunikaciju infrastruktura između sebe te dostavljanje naprednih usluga korisnicima. Kod kooperativnih sustava se očekuje da se iskoristi najbolja moguća postojeća oprema i tehnologije za komunikaciju kako bi omogućili vozaču pristup svim informacijama o cesti i prometu izravno iz instrumentne ploče u njegovom vozilu.

Ciljevi kooperativnih sustava su:

a) ***Udobnost***: kooperativni sustavi poboljšavaju putnikovu udobnost i efikasnost prometa, (raspoloživost informacija o odvijanju prometa, vremenska prognoza te interaktivne opcije kao što je pristup internetu).

b) ***Sigurnost***: sigurnost putnika se poboljšava kroz kooperativne sustave omogućujući vozilima komunikaciju s infrastrukturom i razmjenom istih s ostalim vozilima. Informacija se može prenijeti izravno vozaču ili biti ukomponirana u aktivni sigurnosni sustav automobila. Primjeri sigurnosti su koordinacija raskrižja, upozorenja vozaču pri kršenju zakona na cesti te informacije o stanju na cestama. Neke od aplikacija mogu koristiti direktnu komunikaciju V2V kako bi dobili pravodobnu informaciju s mjesta događanja.

c) ***Efikasnost***: korištenje kooperativnih sustava može pomoći kod proračuna potreba uvođenja zaobilaznica, optimiziranju kapaciteta ceste te promicanja efikasnosti mreže. Kooperativni sustavi također omogućuju elektronička naplata cestarine, (ENC), što smanjuje redove na naplatnim ulazima.

d) ***Kapacitet***: kooperativni sustavi promoviraju bolje korištenje cestovnih kapaciteta odašiljući informacije kroz V2V ili V2I tehnologije i osiguravajući poštivanje minimalnog sigurnosnog razmaka između vozila. V2V aplikacije su do sada samo predlagane i nisu testirane u stvarnim uvjetima. Ostaje još za utvrditi hoće li zaživjeti u budućnosti, trenutačno obećavaju. Da bi radili u stvarnom vremenu, odzivi kašnjenja moraju biti minimalni te komunikacijski sustavi moraju biti visoko pouzdani. Komunikacijski sustavi V2I već postoje.

Neke usluge inteligentnih sustava mogu imati utjecaj na više željenih ciljeva. ENC može imati utjecaj na bolju udobnost, bolje iskorištenje kapaciteta kao i poboljšanu sigurnost. ENC sustavi su jedini kooperativni sustavi s dvosmjernom komunikacijom integrirani u unutrašnjost vozila, (eng. *On-Board Units* - OBU). ENC sustavi iskorištavaju V2I komunikacijski sustav kako bi se naplatila cestarina bez potrebe za zaustavljanjem vozila. U budućnosti, kada govorimo o višefunkcionalnim uređajima za upravljačku ploču ili kokpit automobila, uz plaćanje cestarine, mogao bi kooperativni sustav obavljati i uslugu sigurnosti zbog raspoloživosti informacija.

Primjer V2I komunikacijskog sustava je sustav upozoravajućeg žutog svijetla, (eng. *Yellow Signal Warning System* -YSWS). Sustav utječe na smanjenje nesreća pomažući vozaču izbjeći opasne situacije na raskrižjima na kojima se promet regulira semaforima. Sustav upozorava vozača kada se približava križanju nedopuštenom brzinom, ili kada prekorači dopuštenu brzinu prilikom prolaska kroz tunel.

Sustav automatskog hitnog pozivanja

Kada se dogodi nezgoda, od velike je važnosti slanje informacija na vrijeme koje se odnose na dotični događaj. Zahvaljujući GPS-u i mobilnoj komunikaciji moguće je instalirati određene elektroničke zaštitne sustave u vozila koji će odmah nakon što se dogodi nesreća kontaktirati sustav za hitne slučajeve. Informacija se prenosi u Centar za kontrolu

prometa ili u bilo koji drugi centar, kako bi se osigurala brza reakcija neophodnih javnih servisa kao što su: pomoć na cesti, prometna policija, hitna pomoć, vatrogasci. Čak ako je vozač u nesvijesti, sustav unutar vozila može prenijeti informaciju o točnoj lokaciji vozila smanjujući ukupno potrebno vrijeme da se intervenira. U slučaju opasnosti, jedinica na komandnoj ploči vozila može uspostaviti glasovnu vezu izravno s pozivnim centrom, bilo reakcijom osoba u vozilo, bilo automatski senzorima, recimo sinkronizirano otvaranjem zračnih jastuka. U isto vrijeme, stvarna lokacija, dostupne informacije o događaju, informacije o stanju osoba bit će poslane javnom sigurnosnom centru, preko glasovne veze. Ti su dijelovi inteligentnih sustava integrirani unutar vozila posebno zaštićeni i opremljeni autonomnim izvorom energije. Primjeri ovakvih sustava već postoje kod nekih privatnih službi za spašavanje ili za specifične zahtjeva kao što je transport visokih vrijednosti. Da bi se takvi sustavi proširili, potrebno je potpuno definirati standarde te je potrebna potpuna usuglašenost više nacionalnih agencija i operatera.

Postoje već inicijative u ovome pravcu na EU razini, gdje se svi hitni pozivi usmjeravaju na broj 112 ili 911. U tijeku su istraživanja tehničkih i organizacijskih rješenja koja trebaju tek biti uspostavljena kao standard integriran u postojeće strukture. To znači da su svi sudionici uključeni u hitnu reakciju, trenutno i simultano upozoreni, (hitna pomoć uz operatera zaduženog za taj dio prometnice, prometna policija zadužena za taj dio prometnice, itd.).

Implementacija inteligentnih transportnih sustava

Elektronička naplata cestarine, koja dopušta elektronsko naplaćivanje cestarina na autocestama, bila je jedna od prvih kooperativnih servisa inteligentnih transportnih sustava te se danas smatra zrelom tehnologijom. Ovakva tehnologija smanjuje redove i zastoje na naplatnim postajama te tako smanjuje zagađenje zbog čestog zaustavljanja i kretanja vozila. ENC sustav iskorištava komunikacijsku tehnologiju V2I glede izvođenja novčane transakcije između vozila/korisnika koji prolazi kroz naplatnu postaju. Do sada, najčešće

korištena procedura je namjenska komunikacija kratkog dometa, (NKKD), (eng. *Dedicated Short Range Communication* - DSRC). Od nedavno su prihvaćene u Njemačkoj, GPS/GSM/DSRC tehnologije.

Oprema uz cestu provjerava sva vozila i detektira jesu li vozila koja prolaze opremljena uređajima koji podržavaju dotične tehnologije. Ako vozilo nije opremljeno uređajima, a prošlo je kroz, ENC, podvrgava se kaznenim procedurama. Vozila koja imaju uređaj, plaćaju prolaz te nastavljaju bez zaustavljanja. ENC sustavi zahtijevaju uređaj unutar vozila, na kokpitu ili upravljačkoj ploči koji se oslanja na četiri glavne komponente:

a) automatska identifikacija vozila - postupak utvrđivanja identiteta vozila podvrgnutom ENC naplati. Većina sadašnjih naplatnih sustava detektira i zabilježava prolaz vozila kroz ograničen broj naplatnih ulaza,

b) automatska klasifikacija vozila na većini naplatnih postaja naplaćuju drugačije tarife, vodeći se po klasama vozila, to nameće i zahtjev za detekcijom klase vozila koje prolazi kroz naplatu,

c) procesuiranje transakcije - bavi se održavanjem računa korisnika, procesuiranje naplata i korisničkih naplata na odgovarajuće račune te rješavanje korisničkih upita,

d) kažnjavanje zlouporabe - korisno je u smanjenju broja neplaćenih cestarina, kroz primjenu nekoliko metoda, uređaja za detekciju i akcije cestovnih patrola.

Prednosti elektroničke naplate cestarine su:

- povećani kapacitet naplatne postaje,
- smanjenje vrijeme čekanja,
- smanjenje potrošnje goriva kod stalnog kretanja i stajanja na naplatnim postajama,
- smanjenje cijeni naplate cestarine, zbog manje radne snage,
- mogućnost implementacije koncesijskih cijena, manje infrastrukture, automatsko brojanje vozila i automatiziran računovodstveni sustav,

- digitalno prepoznavanje tablica preciznije i učinkovitije identificira prekršitelje.

Investicije u elektroničku naplatu cestarine su:

- izgradnja instalacija i održavanje V2I komunikacijske tehnologije, uređaji na kokpitu, tehnologije za detekciju, klasifikaciju te tehnologije za kažnjavanje prijestupnika,
- standardizacija i tehnička interoperabilnost sustava naplate,
- posada i resursi za hvatanje prijestupnika,
- marketinški i dioničarski napori.

EU legislativa o ENC-u - Direktiva (2004/52/EC)

Mnoge zemlje imaju ENC sustave, koji su slični ali samo neki od njih su međusobno kompatibilni. Takvo stanje dovodi do neučinkovitosti za vozače koji su često na međunarodnimnim rutama. Europska komisija je već donijela direktivu o ENC-u koja ističe potrebu interoperabilnosti sustava. Direktiva (2004/52/EC) predlaže uvođenje Europske elektroničke naplate cestarina, (eng. *European Electronic Toll Service* - EETS) koja bi donijela obvezno korištenje sljedećih tehnologija za naplaćivanje naknada:

- satelitsko pozicioniranje,
- GSM i GPRS standardi,
- 5,8 GHz mikrovalne tehnologije ili NKKD.

Takvi bi sustavi trebali biti interoperabilni i bazirani na otvorenim i javnim standardima, dostupni bez diskriminacije svim dobavljačima sustava.

Inteligentni transportni sustavi - Hrvatska vizija

Prema usvojenoj legislativi u Republici Hrvatskoj, (RH), arhitektura ITS predstavlja temeljnu organizaciju sustava koja sadrži ključne komponente, njihove odnose i veze prema okolini te načela njihovog dizajniranja i razvoja, promatrajući cijeli životni ciklus sustava. Veliki

sustavi, od kojih se zahtijeva mogućnost budućeg razvoja i proširenja, trebaju imati sljedeće temeljne karakteristike: kompatibilnost, proširivost, interoperabilnost, integrativnost i normiranost. ITS arhitektura daje opći predložak prema kojemu se planiraju, dizajniraju i postavljaju integrirani sustavi prometa i transporta u određenom prostorno-vremenskom obuhvatu. ITS arhitektura važna je iz više razloga:

1. pruža cjelovite informacije o načinu funkcioniranja,
2. osigurava neophodne interoperabilnosti različitih dijelova,
3. osigurava dosljednost informacija prema krajnjim korisnicima,
4. osigurava uvjete neovisnosti primijenjenih i laku integraciju novih tehnologija,
5. osigurava uvjete »slobodnog tržišta« za usluge i opremu,
6. osigurava povećanje proizvodnje, što utječe na smanjenje cijena za usluge i opremu,
7. potiče investicije u ITS, jer su osigurani uvjeti »slobodnog tržišta«.

Legislativno definirana prioritetna područja i aktivnosti

Legislativom se otvaraju prioritetna područja za razvoj i uporabu specifikacija i normi:
I. optimalna uporaba cestovnih, prometnih i putnih podataka,
II. kontinuitet upravljanja prometom i teretom u okviru usluga ITS-a,
III. aplikacije ITS-a u području cestovne sigurnosti i zaštite,
IV. povezivanje vozila s prometnom infrastrukturom.

Unutar prioritetnih područja za prioritetne mjere razvoja i uporabe specifikacija i normi,

primjenjuju se sljedeće definicije:

- 'platforma' znači uređaj u vozilu ili izvan njega koji omogućava uvođenje, pružanje, korištenje i uključivanje aplikacija i usluga ITS-a,

- 'arhitektura' znači idejni projekt u kojemu je definirana struktura, ponašanje i uključivanje danog sustava u njegovu okolinu,
- 'sučelje' znači naprava između sustava koja osigurava medije putem kojih se ti sustavi mogu povezati i komunicirati,
- 'usklađenost' znači opća sposobnost uređaja ili sustava da bez izmjena radi s drugim uređajem ili sustavom.

Države članice poduzimaju potrebne mjere kako bi osigurale da se pri uvođenju aplikacija i usluga ITS-a u skladu s načelima primjenjuju specifikacije koje ne dovode u pitanje pravo svake države članice da sama odluči o uvođenju takvih aplikacija i usluga na svom državnom području. Donošenje specifikacija, davanje mandata za norme te odabir i uvođenje aplikacija i usluga ITS-a temelje se na procjeni potreba koje uključuju sve relevantne dionike, i u skladu su s načelima mjera koje moraju:

(a) biti učinkovite i dati zamjetan doprinos rješavanju ključnih izazova koji utječu na cestovni promet u Europi,
(b) optimizirati omjer troškova i rezultata pri ispunjavanju ciljeva,
(c) biti razmjerne i predvidjeti, gdje je to primjereno, različite razine kvalitete i uvođenja usluga koje se mogu dostići, uzimajući u obzir posebnosti na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i europskoj razini,
(d) podupirati kontinuitet usluga na razini prilagođenoj karakteristikama prometnih mreža koje povezuju države, regije, gradove i ruralna područja,
(e) postići interoperabilnost sustava i s njima povezane poslovne procese koji će omogućiti razmjenu podataka, informacija i znanja kako bi se osiguralo učinkovito pružanje usluga ITS-a,
(f) podupirati usklađenost s prethodnim postojećim sustavima koji imaju istu namjenu, bez ometanja razvoja novih tehnologija,
(g) poštovati postojeću nacionalnu infrastrukturu i karakteristike mreže i uzeti u obzir razlike u karakteristikama svojstvenima prometnim mrežama, posebno u veličini opsega prometa i u vremenskim uvjetima na cestama,
(h) promicati jednakost pristupa aplikacijama i uslugama ITS-a,

(i) podupirati tehničku zrelost i nakon odgovarajuće ocjene rizika dokazati pouzdanost inovativnih sustava ITS-a na temelju zadovoljavajuće razine tehničkog razvoja i operativne uporabe,

(j) postići kvalitetu proračuna vremena i pozicioniranja uporabom satelitske infrastrukture, ili bilo koje tehnologije koja pruža jednaku razinu preciznosti za potrebe aplikacija i usluga ITS-a za koje su potrebne globalne, kontinuirane, točne i zajamčene usluge proračuna vremena i pozicioniranja,

(k) omogućiti intermodalnost pri uvođenju ITS-a za potrebe usklađivanja različitih vrsta prijevoza,

(l) poštovati koherentnost i uzeti u obzir postojeće propise, politike i aktivnosti Unije koje su relevantne u području ITS-a, posebno u području normiranja.

Pregled razvoja

Uvođenje i razvoj inteligentnih prometnih sustava započelo je 1868. godine kada je u Londonu postavljen prvi mehanički semafor, a iza toga 1912. u Salt Lake Cityju prvi električni semafor. Dinamiku stvarnog razvoja nastavila je cestogradnja. Posljednjih desetljeća hrvatska cestogradnja, a to je skup djelatnosti koji obuhvaća planiranje, projektiranje, građenje i održavanje cesta te drugih građevina vezanih uz odvijanje cestovnoga prometa (mostovi, tuneli, propusti, potporni i obložni zidovi, bukobrani, sustavi odvodnje, prateći uslužni objekti, infrastruktura, oprema ceste i dr.), bila je pravi propulzivni poduhvat. Šteta je što je pala u sjenu eskalacije dekadencije poduprte aferama pa je trenutno u sjeni europskih otvorenih mogućnosti implementacije inteligentnih transportnih sustava, koji su joj baš sada mogli pomoći u nastavku razvoja.

Ti sustavi, napredne aplikacije, inkorporirana umjetna inteligencija, imaju za cilj pružiti inovativne usluge različitim vrstama prijevoza i upravljanja prometom. Oni omogućuju različitim korisnicima da budu bolje informirani, sigurniji, koordiniraniji i 'pametniji' u korištenju prometnih mreža. Iako se uvođenje inteligentnih sustava odnosi na sve

oblike prijevoza, akcent je stavljen na područje cestovnog prometa jer sustavi informacijske i komunikacijske tehnologije u području cestovnog prometa, uključuju infrastrukturu ceste, vozila i korisnike, u upravljanju prometom i mobilnosti upravljanja, kao i sučelja s drugim načinima prijevoza.

Gospodarski segmenti u svijetu, na međunarodnoj razini, uključeni u provedbu uvođenja ITS su: AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials, European Commission, ERTICO ITS Europe, Department of Transport - Ireland, Department for Transport - United Kingdom, International Organization for Standardization, International Transport Forum, MLIT - Ministry of Land Infrastructure Transport and Tourism - Japan, United States Department of Transportation.

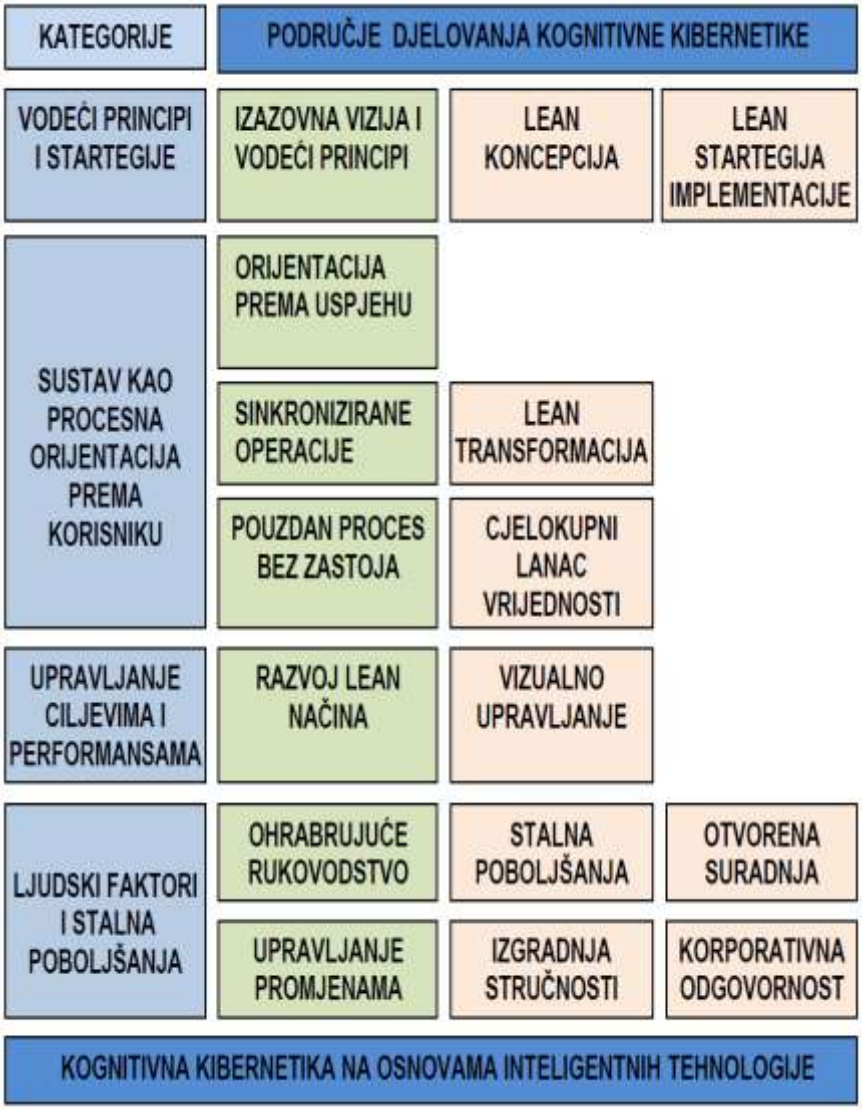
U razvijenim zemljama Europe prepoznati su aranžmani, u sferi znanstveno istraživačkih aktivnosti: The master's program Intelligent Transport Systems, (Czech Technical University in Prague, Linköping University Sweden and University of Applied Sciences Technikum Wien), kao i sferi razvojnih projekata: DAMASCO project - The research activities on Intelligent Transport Systems, (UCLA- University of California at Los Angeles, Universita' di Trento, Universita' di Bologna, ST Microelectronics, Istituto Superiore Mario Boella -Torino).

Ovim politehničkim primjerom, se želi pokazati kako su razvijene zemlje sa svojim institucijama uključene i kako se odnose prema ITS i kako su prepoznale budući globalni perspektivni projekt. Realni problemi u Hrvatskoj, posljedica su ključnih zahtjeva za ostvarenjem integracije različitih ITS aplikacija. Za to je nužno razumjeti i precizno razraditi kriterije za postizanje interoperabilnosti, a oni su sadržani u četiri aspekta, (tehnički, funkcionalni-logički, institucionalni i legislativni). Svakako da je to područje u kojem svoje mjesto nalaze inženjeri znanja kroz politehniku na osnovama kognitivne kibernetike. Uvođenje i praćenje pokazatelja kognitivne kibernetike, kako je već prethodno izloženo najučinkovitije je po Lean modelu, Slika 184.



Slika 184. Uvođenje i praćenje pokazatelja kognitivne kibernetike za ITS Lean Model

Područje djelovanja kognitivne kibernetike za primjenu na osnovama inteligentnih tehnologija obuhvaća načela i strategije upravljanja ciljevima, performansama, ljudskim faktorima i sustavima kao procesima orijentiranim prema korisnicima, Slika 185.



Slika 185. Područje djelovanja kognitivne kibernetike za aplikativnu primjenu u ITS na osnovama inteligentnih tehnologija

Izložena problematika pozivom na obrađenu legislativu otkrila je neke realne potrebe za specijalistima, politehničkim stručnjacima koji moraju biti za te izazove posebno educirani. Konkretno uz problematiku specijalističkih prometnih sustava povezana je množina potrebnih stručnjaka koje navode EU direktive, Tablica 25.

Red. br.	Stručnjak-Stručno tijelo-Tim	Zahtjev
1	Licencirani operater	Licenca/Potvrda
2	Osposobljeni djelatnik	S Licencom/ Potvrdom
3	Certificirani instruktori	Međunarodno tijelo
4	Operativno osoblje	S obukom uz obnavljanje znanje uz Mentore i Instruktore
5	Službenik za sigurnost	Provjera učinkovitosti objekata, opreme, sustava,...
6	Stručnjaci/Eksperti	Da nisu dio stručne grupe predstavnika
7	Vanjski stručni suradnici	Ne revizori - stručnjaci politehničkih područja
8	Stručnjaci/specijalisti	Za potrebe odgovarajućih nevladinih ustanova
9	Stručni timovi	Odgovarajuće iskustvo i kvalifikacija
10	Tijelo - nominirano	Nadležne ustanove
11	Tijelo - funkcionalno	Neovisno od Odgovornog tijela
12	Inspektori	Inspekcijske službe ministarstava i korisnika
13	Auditori	Međunarodno akreditirani
14	Revizori/Eksperti	Međunarodno priznati

Tablica 25. Pregled potreba za stručnjacima angažiranim u ITS

6.2.2. DRUGI PRIMJER - INTELIGENTNI SUSTAVI BUDUĆNOSTI ZA APLIKATIVNU TRIBOLOGIJU

Općenito o zaštiti metala

Zaštita metala od korozije ima velik ekonomski i ekološki značaj. U prvom redu omogućuje dugotrajnost radnih sustava, očuvanje i djelotvornost te njihovu sigurnost pri uporabi. Također omogućuje održivost ograničenih izvora materijala, niže troškove održavanja, ali i zaštitu okoliša zbog smanjenja količine otpadnih tvari. Različiti postupci površinske obradbe metala omogućuju poboljšanje različitih svojstava i šire područje primjene, a time i veću otpornost na koroziju, trošenje, zamor i druga specifična svojstva zavisno od područja primjene.

Metode površinske obradbe

Površinskom obradbom materijala se dobivaju slojevi koji su bitno različiti od jezgre materijala koji prolazi kroz postupke obradbe. Metali koji se dobivaju iz različitih ruda, nakon osnovne obradbe prolaze kroz niz postupaka kojima se njihova svojstva mijenjaju kako bi zadovoljili različite uvjete primjene. Ovako obrađivani metalni materijali imaju bitno bolja svojstva od čistih metala. Površinska obradba materijala može se podijeliti na tri vrste postupaka:

1. priprema površine obrađivanog materijala promjenom sastava ili mikrostrukture,
2. modifikacija površine,
3. prekrivanje površine s različitim materijalima uključujući nastanak međupovršine .

Odabrana problematika odličan je politehnički primjer prezentiran na 41. međunarodnom skupu za informatiku i komunikacijsku tehnologiju, elektroniku i mikroelektroniku – MIPRO, održan u Opatiji 21. – 25. svibnja 2018. godine. Problematika pod nazivom Tribologija, tipični je primjer politehnike jer je prvenstveno interdisciplinarna. Obuhvaća prvenstveno strojarstvo, metalurgiju, kemiju i fiziku.

Tribologija, (grč. *τρίβειν),* što znači trljati, izučava stanja i zbivanja na površinama dvaju tijela, (triboelemenata), koji su u dodiru ili relativnom gibanju. Takvi se elementi međusobno troše trenjem ali i međusobnim podražajem izazivaju različite efekte, (mehanički, toplinski, biološki, kemijski, biokemijski, optički, magnetski, elektro-osmotski, elektrostatički, piezoelektrični,...). Termin tribologije uveo je Peter Jost još 1966. godine i u samom početku, njena je zadaća bila pronaći rješenja za sprječavanje ili smanjenje trenja i trošenje. Danas je područje koje obuhvaća tribologija prošireno i kroz nju se analiziraju ulazni podražaji koji potiču na djelovanje triboelemenata. Nakon primljenog podražaja utvrđuje se odnos među triboelementima odnosno aktivnost ili pasivnost samog materijala te mogućnost promjene unutarnjih svojstava i pretvorbe forme energije primijenjene u ulaznom podražaju. Područje glavne primjene tribologije su mehaničke konstrukcije i materijali čije se ponašanje nastoji objasniti kao predvidivo jer je to uobičajeno u današnjem izotropnom vremenu. Budućnost uvodi primjenu anizotropnih materijala u području tribologije, koji se već danas pojavljuju kao „pametni materijali". Takvi materijali „surađuju" i pridonose poboljšanju stanja na mjestu gdje su ugrađeni. Dobar primjer su objelodanjena idejna rješenja zaštite broda u kojima pametni materijali suradnjom uklanjaju koroziju i druge štetne tvari nataložene na oplatu broad. Nanosenzorima, (komponente novih mikro–elektro-mehaničkih sustava, engl. *Micro Electro Mechanical Systems* – MEMS), uz pomoć kognitivne kibernetike, preuzimaju, pohranjuju i prosljeđuju relevantne podatke. Pomoću njih je moguće trenutno djelovanje, a s obzirom na svojstva anizotropnosti materijala koji se primjenjuju i koncepta „big data" moguće je učenje za budući razvoj.

Komponente i uređaji nanotehnologije nalaze široku primjenu i koriste se danas najviše u mobilnim telefonima, minijaturnim robotima, zupčanicima, pumpama za fluide, generatorima mikrokapljica, inteligentnom streljivu, mikroogledalima, optičkim skenerima, uređajima za analizu i dobivanje slika, mjeračima ubrzanja i tlaka, žiroskopima, magnetometrima, kemijskim analizatorima, sondama za

ispitivanje površine i dr. Prednost su njihove dimenzije. Čip s 32 senzora manji je od dva centimetra. Dodatne prednosti nanotehnologije su mala potrošnja električne energije i dugi životni vijeki. Sve je to podloga za dinamična istraživanja mogućnosti njihove primjene u budućnosti.

Zaštita oplate broda za aplikativnu tribologiju

Kod čeličnih konstrukcija čiji je najvažniji element željezo prisutan je problem korozije pri čemu nastaju željezni oksidi koji uzrokuju gubitak oblika i čvrstoće čelične konstrukcije. U slučaju vlažne i kisele okoline proces korozije opisan je jednadžbama:

$$4H^+ + O_2 + 4e^- \leftrightarrows 2H_2O \quad (6.35)$$

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^- \quad (6.36)$$

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O \quad (6.37)$$

$$2Fe + O_2 + 4H^+ \rightarrow 2Fe^{2+} + 2H_2O \quad (6.38)$$

$$4Fe^{2+} + O_2 + (4 + 2x)H_2O \rightarrow 2Fe_2O_3 \cdot xH_2O + 8H^+ \quad (6.39)$$

Opisanim reakcijama željezo stvara Fe^{2+} ione, a reakcijom vode s ugljičnim dioksidom stvara se ugljična kiselina iz koje nastaje kiseli medij. Takvi korozijski procesi osnova su za analize moguće zaštite materijala u različitim tehnološkim postupcima proizvodnje.

Elektrokemijska reakcija na površinama je podloga za antikorozivnu zaštitu pri čemu se ona smatra elektrodom, (katoda ili anoda). Uz objekte koji se štite, potrebna je i pomoćna elektroda za električni i elektrolitni kontakt. Električni kontakt između katode koju predstavlja određeni objekt i električki pozitivne anode uzrokuje anodnu, odnosno katodnu reakciju.

$$Me \rightarrow Me^{z+} + ze^- \text{ (anodna reakcija)} \quad (6.40)$$

$$Oks + ze^- \rightarrow Red \text{ (katodna reakcija)} \quad (6.41)$$

Potpuno zaustavljanje korozijskih procesa odnosno smanjenje korozije na prihvatljivu razinu moguće je katodnom zaštitom koju opisuje

elektrokemijski ekvivalent predstavljen konstantom proporcionalnosti između količine tvari i količine elektriciteta.

$$E_e = M/z \times F \tag{6.42}$$

gdje je:

Ee - elektrokemijski ekvivalent,

M - molarna ili atomska masa,

z - broj razmijenjenih elektrona u korozijskoj reakciji i

F - Faradayeva konstanta, (26,8 $Ahmol^{-1}$).

Postoje i druge učinkovite zaštite pomoću elektrokemijskih reakcija postupkom galvanizacije, pri čemu se metalni materijal, (Me), na koji se nanosi zaštita spaja katodno, s topljivim ili netopljivim anodnim materijalom. Uronjeni materijali, katoda i anoda u elektrolitne otopine zatvorenim strujnim krugom podložni su redukciji hidratiziranih metalnih iona i redukciji vodika. Na anodi se otapa metal i izlučuje kisik elektrolizom vode.

$$[Me(H_2O)_x]^{n+} + ze^- \rightarrow Me + H_2O \tag{6.43}$$

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \tag{6.44}$$

$$Me + xH_2O \rightarrow [Me(H_2O)_x]^{n+} + ze^- \tag{6.45}$$

$$4OH^- \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e^- \tag{6.46}$$

Galvanizaciju opisanim relacijama karakterizira debljina nanošenog sloja.

$$d = I \times t \times M \times \eta / F \times z \times P \times \rho \tag{6.47}$$

gdje je:

F - Faradayeva konstanta, (96490 C/mol),
P - površina katode, cm^2,
ρ - gustoća prevlake,
z - broj elektrona,
M - molarna masa, g/mol,

I - jakost struje,
t - vrijeme galvanizacije i
η - katodno iskorištenje struje.

U triboloških uvjetima kod brodova, površina uronjena u vodu u elektrokemijskom smislu definira električni otpor. Veličina otpora ovisna je o količini otopljenih soli, (morska voda sadrži 3 do 4% soli, bočata voda 1 do 3%, riječna bočata voda 0,5 do 1,8%, a riječna voda 0,05 %. Elektrokemijske metode zaštite u kombinaciji sa metodama obradbe metala nanošenjem premaza i prevlaka čine najbolju zaštitu protiv korozijskih procesa. Na taj način prvotno stvoreni premazi i prevlake štite metalne materijale od korozivnog medija i reduciraju potrošnju električne energije kao i troškove održavanja. Nadalje elektrokemijske metode zaštite aktivno osiguravaju materijal u slučaju oštećenja zaštitnih prevlaka i premaza, a to je posebno izraženo prilikom transporta, ugradnje i korištenja metalnih konstrukcija i objekata. Elektrokemijski postupci zaštite mogu se podijeliti na katodnu i anodnu zaštitu, ovisno o tome koju elektrodu predstavlja metal koji se zaštićuje. Pri tome razlikujemo katodnu zaštitu s vanjskim izvorom struje i žrtvovanom anodom te anodnu zaštitu s vanjskim izvorom struje i žrtvovanom katodom. U politehničkom smislu za katodnu zaštitu potrebno je analizirati parametre polarizibilnosti metala kako bi se u morskoj vodi kao elektrolitu odredila veličina zaštitne struje u zavisnosti o zaštitnom sloju. Zaštitni sloj mora imati svojstva katodne zaštite pri čemu nije važno koji se sustav zaštite koristi jer utjecaj ima samo veličina potencijala. Za proračun zaštitne struje važno je poznavati površinu podvodnog dijela broda koja se može izračunati na temelju stupnja uronjenosti, a što je u funkciji količine tereta ukrcanog na brod, koja se izračunava pomoću izraza:

$$P_o / m^2 = L_{VL} /m \times (B_{VL}/m + 2 \times T_{VL}/m) \times \delta \qquad (6.48)$$

gdje je:

P_o - površinu podvodnog dijela broda,

L_{VL} - duljina broda na vodenoj liniji,

B_{VL} - širina broda na vodenoj liniji,

T_{VL} - dubina konstrukcije,

δ - stupanj uronjenosti broda.

Iz površine se izračunava zaštitna struja koja se može odrediti sumiranjem.

$$I_z = \Sigma\, j_{zi} \times P_i \qquad (6.49)$$

gdje je:
P_i - površina pojedinačnog elementa,
j_{zi} - gustoća struje pojedinačnih elemenata i
I_z - sumirana ukupna zaštitna struja.

Različite gustoće zaštitne struje su u funkciji pojedine komponente koja se štiti. Zaštitna je struja za uobičajeni premaz veličine od nekoliko mA m^{-2}. Prema broju mehaničkih i kemijskih oštećenja po površini koja se štiti ta se vrijednost struje povećava i do 20 mA m^{-2} u samo godinu dana. Sustavi katodne zaštite s galvanskim anodama dimenzioniraju se na srednju gustoću struje od 15 mA m^{-2}, a sustavi s vanjskim izvorom struje na 30 mA m^{-2}. Oštećenje zaštitnih premaza, problem taloženja algi i školjki, kao i slučajevi oštećenja ledom kod ledolomaca i brodova koji plove u području ledenjaka, gustoće struja su minimalno 60 mA m^{-2}.

Iz navedenih razloga projektiranje i izvedba zaštite složen je politehnički problem podložan analizi niza parametara.

Futuristički prijedlog rješavanja izložene problematike ponudila je obrada uz pomoć inteligentnih sustava kognitivne kibernetike, Slika 186.



Slika 186. Konceptualno rješavanje problema korozije pametnim materijalima i nanotehnologijom uz pomoć inteligentnog sustava kognitivne kibernetike

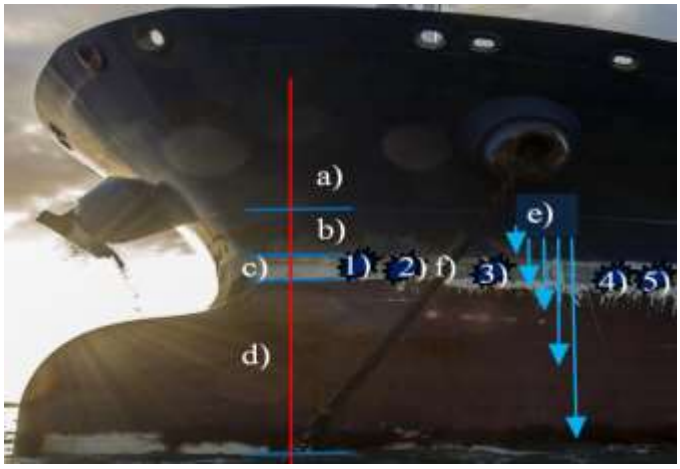
Budućnost će obilježiti uporaba pametnih materijala koji će se proizvoditi s istovremenom pripremom za zaštitu i integraciju s MEMS komponentama pa će biti moguće ostvariti postupke:

- kojim se kemijskim putem nanose slojevi u parnoj fazi, kao tanki i stabilni slojevi prevlake na obrađivanom materijalu, (engl. *Chemical Vapour Deposition* - CVD). Postupak uključuje istodobno stvaranje pare, prijenos, nukleaciju i nastanak zaštitnog sloja na površini osnovnog materijala čime nastaju izuzetno čisti homogeni slojevi, čiju je strukturu moguće kontrolirati na atomskoj ili nanometarskoj razini.
- Nanošenja sloja u parnoj fazi na nižim temperaturama, (engl. *Physical Vapour Deposition* - PVD), pri čemu se materijal koji se nanosi dobiva na fizikalni način a naparivanjem se prenosi u parnu fazu te naknadno taloži u obliku tankog filma. PVD prevlake mogu biti monoslojne ili višeslojne ovisno o njihovoj debljini, (oksidne i neoksidne podskupine). Ove prevlake osim dekorativnih svojstava, otporne su i na trošenje, postojane u agresivnim uvjetima i smanjuju koeficijent trenja.
- Litografske više stupanjske - galvanizacije i polimernog repliciranja X-zrakama, (njem. *Roentgen Litographie*, *Galvanik*, *Abformung* - LIGA). Radi se o tehnikama kojim se debeli slojevi fotootpornog materijala obrađuju X ili UV zrakama kako bi se elektrolitičkom depozicijom dobile matrice za formiranje trodimenzionalnih mikrostruktura s velikim omjerom površine i volumena. Materijali koji se koriste u LIGA procesima su polimetili, epoksidne smole, te neki drugi materijali osjetljivi na UV zračenje

Kao politehnički primjer navodi se razrađena teorijska podloga oslonjena na tribologiju za potrebe čišćenja i zaštite velikih brodova, Slika 187.

Oznake na slici:

- a) najdublji gaz broda,
- b) najplići gaz broda, (najmanja površina podvodnog dijela)
- c) najučestalija dubina broda,
- d) najplići gaz broda prilikom punjenje,
- e) uronjena površina broda prilikom punjenja,
- f) od 1) - 5) kontaminirane površine broda.



Slika 187. Tribološka obrada broda za katodnu zaštitu od korozije pametnim materijalima i nanotehnologijom

Tribološki se brod promatra kao: piezo, (mehanička), kemijska i termo reakcija, pri čemu su dodirne površine triboelemenata budućnost pametnih materijala. U praktičkoj analizi primjera punjenja npr. tankera teretom, potrebno je definirati granična stanja, najplići gaz broda, (najmanja površina podvodnog dijela broda) i najdublji gaz broda, (najveća površina podvodnog dijela broda). Ako se uz ta granična stanja uvede i funkcija vremena može se proračunati optimalna dubina broda, (najučestalija površina podvodnog dijela broda – plovidba s teretom). Rješenje čišćenja kontaminirane površine broda pri najučestalijem gazu je primjena pametnih materijala i MEMS tehnologija koje same čiste, a

inteligentnim sustavom obrađuju i koriste rezultate za učenje odnosno optimiranje sustava.

U navedenom primjeru akcent stavljen na znanje stečeno učenjem iz baza podataka profilira i posebno ističe potrebu za specijalističkim ljudskim resursima uz koje njihov inventivan spoj iskustvenih metoda promatranja, i proračuna inteligentnim sustavima, kognitivnom kibernetikom u koracima od analize koncepta, formalizacije, implementacije, validacije i konkretizacije vodi optimizaciji.

Za rješavanje pitanja antikorozivne zaštite s današnjim raspoloživim metodama i tehnologijom potrebno je u samom početku pripreme projektiranja provesti posebne mjere, ali i predvidjeti odgovarajuća mjerenja te tijekom eksploatacije pripremiti način mjerenja i broj mjernih mjesta. S obzirom na raznovrsnost primjene ne samo na brodovima već i u kemijskoj i energetskoj industriji postoji niz ograničenja i standarda koji za specifične situacije propisuju uporabu određenih elektroda ovisno o njihovoj primjeni. Stoga su sustavi antikorozivne zaštite za ovakve potrebe još složeniji.

Svojstva materijala od kojih su napravljeni nanosenzori MEMS uređaja omogućit će u budućnosti učinkovitu antikorozivnu zaštitu objekata, (npr. brodova). Odgovarajućim izborom materijala i postupaka obrade, optimizirat će se njihove performanse. Dobivanje „super-slojeva“ novih materijala u cilju zaštite, omogućit će razvoj novih polimernih materijala, modifikacijom unutar strukture polimera. Unapređenjem pomoću filozofije kognitivne kibernetike, (objektno orijentiranih sustava), nezaustavljivo se korača u univerzijaciju algoritamskih sustavnih politika koje tehnološkim promjenama ostvaruju sve ciljeve prosperiteta i primjenjivi su u svim grana gospodarstva, znanosti i obrazovanja.

Oštećenja uslijed korozijskih procesa izazivaju značajne ekonomske gubitke. Kako je navedeno u literaturi, procjenjuje se da šteta od korozije uzrokuje gubitke od 100 milijardi US$ godišnje za gospodarstvo SAD-a . Nadalje neke procjene iz 1993. godine daju podatak kako je za sanaciju

mostova u SAD-u koji su oštećeni korozijom potrebno 90,9 milijardi US $. Korozija uzrokuje i usporavanje uslijed oštećenja stjenke broda, pa će tako brod od 100.000 bruto registarskih tona u svome vijeku uštedjeti 10 milijuna US$ na gorivu ukoliko je zaštićen od korozije. Iz prethodno navedenih podataka može se zaključiti o ekonomskom značaju zaštite objekata od korozije. Opisane metode površinske obradbe kojima se čelici i drugi metali primarno zaštićuju te elektrokemijske metode katodne zaštite ili kombinacije ovih metoda pružaju adekvatnu zaštitu čeličnih i ostalih metalnih konstrukcija. Uporaba katodne zaštite je pritom od izuzetne važnosti upravo zbog činjenice da se konstrukcije i objekti štite od korozije dok su u primjeni. Zato je zbog ekonomskih, ekoloških ali i sigurnosnih razloga važno primjenjivati katodnu zaštitu i produljiti trajanje objekata i konstrukcija. Odabir sustava katodne zaštite i njezino projektiranje kako je već navedeno treba prilagoditi uvjetima koji vladaju u neposrednom okolišu, mediju koji se štiti, ali i infrastrukturi. Projektiranje sustava katodne zaštite zahtjeva suradnju velikog broja stručnjaka iz različitih prirodnih i tehničkih znanstvenih disciplina i zato je uistinu pravi politehnički izazov.

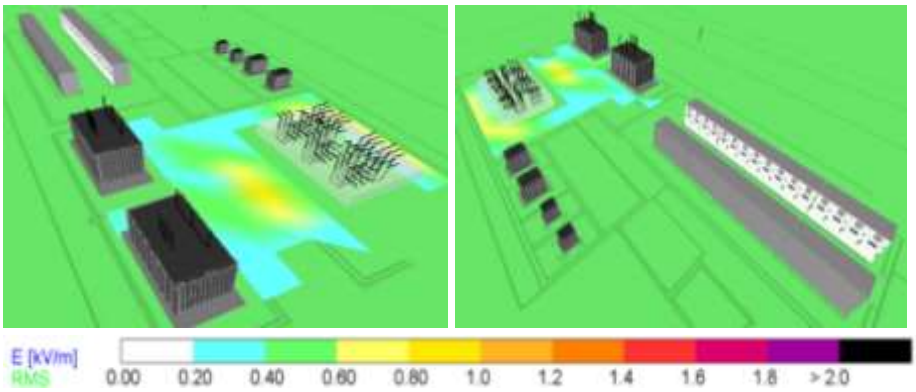
6.3. Specijalistički sustavi u elektroenergetici

6.3.1. PRVI PRIMJER - PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMATIKE ELEKTROMAGNETSKOG ZRAČENJA

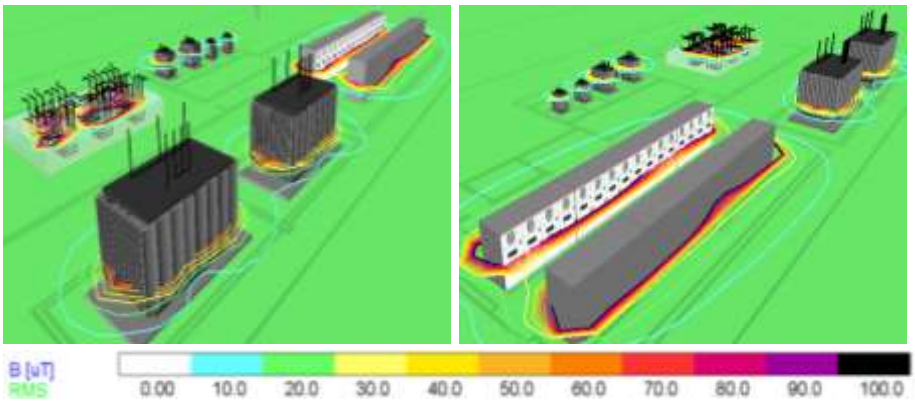
Primjer specijalističkih sustava u elektroenergetici je odabran s prezentacije rada 2-C1 na 11. savjetovanju HROCIGRÉ, (Hrvatski ogranak Međunarodnog vijeća za velike elektroenergetske sustave), u Cavtatu, 10. – 13. studenoga 2013. godine. Rad je obuhvatio problematiku troškova mjerenja niskofrekventnih (NF) elektromagnetskih polja u elektroenergetskim sustavima. Slijedom aktualne legislative, (Pravilnikom o zaštiti od EMP), propisane su granične razine NF elektromagnetskih polja, kojima su izvori svi elementi elektroenergetskog sustava, (EES), nazivnog napona većeg od 1 kV, (transformatorske stanice, elektroenergetski vodovi, rasklopna postrojenja,...). Iz tako propisanih obveza ekonomija EES u cjelini, ili nekog njegovog aplikacijskog dijela, našla se pod udarom troškova koji proizlaze iz uvjeta, gdje se svaki element, uređaj, sklop, sustav ili bilo koji elektroenergetski objekt, (EEO), promatra kao pojedinačni izvor zračenja za koji je potrebno utvrditi razinu zračenja. Formalnim inzistiranjem na udovoljavanju legislativnih zahtjeva nije uzeta u obzir činjenica kako je svaka od komponenti dio EES koji se mora promatrati u cjelini.

Stanje razdiobe električnog i magnetskog polja prilikom projektiranja EEO, npr. za kabelske i zračne vodove, (pojedinačne ili rasplete), kao i za trafostanice, utvrđuje se „Elaboratom o zaštiti od električnih i magnetskih polja". U elaboratima se proračunavaju maksimalne vrijednosti jakosti električnih i magnetskih polja. Svi proračuni se izvode s maksimalnim vrijednostima strujnog opterećenja, kako za vodove tako i za transformatorske stanice. Maksimalni napon s kojim se radi proračun za 20kV postrojenje iznosi 24 kV. Cjelokupni se proračuni provode modeliranjem i parametrima koji su na strani sigurnosti jer se uzimaju u proračun maksimalne struje koje mogu podnijeti uređaji i oprema.

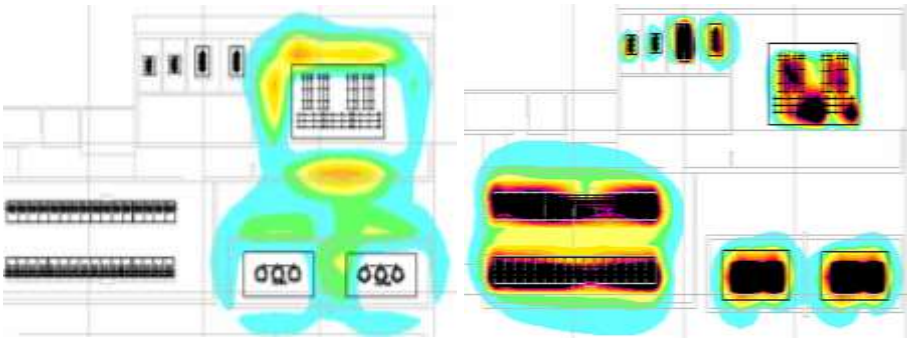
Modeliranje se provodi bez modela zidova i ostalih prepreka a rezultat su dijagrami koji opisuju trodimenzionalnu ili dvodimenzionalnu raspodjelu gustoće magnetskog tijeka i jakosti električnog polja u kontinuiranoj raspodjeli pomoću izolinija, , grafički prezentira, u blizini promatranih jediničnih izvora zračenja, Slike 188.- 190.



Slika 188. 3D prikaz razdiobe električnih polja u postrojenju i objektima trafostanice



Slika 189. 3D prikaz magnetskih polja u postrojenju i objektima transformatorske stanice



Slika 190. Razdioba el. i magnetskih polja na visini 1m u postrojenju i objektima trafostanice

Proračun elektromagnetskih polja, modeliranjem, za nove EEO, u obliku elaborata, sastavni je dio glavnog projekta i u upravnom postupku ima svoje mjesto. Uvidom u glavni projekt može biti od koristi svim zainteresiranim i u okviru ishođenja dozvola to je prva razina potvrde. Nakon izgradnje EEO, tijekom probnog pogona provode se prva mjerenja prije puštanja u pogon. Mjerenja se provode po mogućnosti sa stvarnom snagom koja je manja od maksimalno moguće. Procjene elektromagnetskih polja u proračunu i modeliranju provode se s maksimalno mogućom snagom koja je mjerodavna za potvrdu zadovoljavajućeg stanja po pitanju potrebnog provođenja mjera zaštite.

Navedena problematika u politehničkom smislu dobiva epilog kada se problematika elektromagnetskih polja u EES analizira korištenjem elektromagnetskog modela, utemeljenog na primjeni tehnike konačnih elemenata, kako je pojašnjeno u pod poglavljima od 5.2. do 5.5. Ako se promotre sastavnice elektromagnetskog modela koji je korišten za izračun raspodjele struje zemljospoja, onda iste one mogu biti i u analizi utvrđivanja elektromagnetskih polja, a to su:

- uzemljivač promatrane transformatorske stanice (TS),
- uzemljivači susjednih TS,
- uzemljivači stupova nadzemnih vodova,
- segmenti zaštitnih užadi nadzemnih vodova,
- segmenti faznih vodiča nadzemnih vodova,
- segmenti metalnih ekrana energetskih kabela,

- segmenti faznih vodiča energetskih kabela,
- segmenti vanjskih metalnih plašteva i armatura energetskih kabela,
- segmenti golih vodiča ukopanih iznad kabelskih vodova,
- segmenti golih vodiča ukopanih između uzemljivača stupova nadzemnih vodova,
- stupovi nadzemnih vodova,
- transformatori,
- naponski izvori,
- strujni izvori,
- nadomjesne impedancije povezane na uzemljivače TS,
- induktivno spregnuti fazni vodiči nadzemnih vodova sa zadanim strujama i
- induktivno spregnuti fazni vodiči kabelskih vodova sa zadanim strujama.

U elektromagnetskom modelu bilo kojeg pojedinačnog izvora tehnički je korektno uzeti u obzir sve sastavnice koje mogu biti međusobno kapacitivno i konduktivno spregute i kao takove tvore zasebni konačni element. Slično je i sa sastavnicama koje su međusobno induktivno spregnute, jer one također tvore zasebni konačni element. Osnovne značajke razvijenog elektromagnetskog modela su sljedeće:

- uzemljivači transformatorskih stanica i stupova dalekovoda nadomještaju se ekvipotencijalnim metalnim pločama na površini homogenog tla,
- pojedini uzemljivači se po potrebi mogu modelirati i detaljno, tj. kao skup vodiča ukopanih u tlo,
- svi ili samo izabrani vodljivi dijelovi u tlu i zraku mogu biti međusobno elektromagnetski spregnuti, ovisno od realnih pogonskih uvjeta u EES,
- fazni vodiči nadzemnih i kabelskih dalekovoda uključuju se u elektromagnetski model, prema stvarnim pogonskim uvjetima u EES,
- u elektromagnetski model mogu se uključiti i transformatori, uz uvažavanje vrste spoja transformatora,
- svi vodovi koji nisu izravno uzeti u račun, a iste su naponske razine kao i razmatrani vod i spojeni su na iste sabirnice, mogu se

nadomjestiti trofaznim simetričnim naponskim izvorom uzemljenim u dalekoj točki,

- svi vodovi koji nisu izravno uzeti u račun, a nisu iste naponske razine kao i razmatrani vod te su spojeni na sabirnice razmatranog voda preko transformatora kojem je uzemljena neutralna točka, mogu se nadomjestiti trofaznim simetričnim naponskim izvorom uzemljenim u razmatranoj transformatorskoj stanici.

Ovaj pristup bitno odstupa od uobičajenih u praksi reproduciranih dokumenata baziranih na modeliranju komercijalnim programima kao što su navedeni primjeri jer obradi problematike pristupa puno kompleksnije, a što je nužno za donošenje zaključaka.

Legislativno je propisano tko mora voditi računa o razinama elektromagnetskog zračenja a tko i kada može raditi proračune, procjene i mjerenja. Komercijalno je to prepušteno tržišnom nadmetanju. U svakom slučaju što se tiče niskofrekvencijskih elektromagnetskih polja, kojima su izvori svi elementi elektroenergetskog sustava, nazivnog napona većeg od 1 kV, veliki je broj, što izgrađenih što rekonstruiranih transformatorskih stanica, elektroenergetskih vodova, kabela i sklopnih postrojenja. Iako način na koji se može racionalizirati trošak odabire u prvom redu investitor, zbog različitih tumačenja ili nepoznavanja same svrhe provedbe zaštite i mjerenja elektromagnetskih polja, moguće je da struka izgubi bitku u birokratskim pristupima.

U konkretnim primjerima iz prakse u Hrvatskoj za Operatora distribucijskog sustava (ODS), akceptirana je realnost da se za tipske objekte može konstatirati oslobađanje obavljanja prvih i periodičkih mjerenja u EEO kao što su u konkretnom slučaju tipske transformatorske stanice snage do 1000 kVA i podzemni kabelski vodovi do 35 kV. No određeni nesporazumi i nelogičnosti su nastupili kada se pokušala povući analogija za slične tipske objekte koji se u konačnici predaju ODS, iako su privremeno vezani uz drugog vlasnika koa što je primjer prilikom izgradnje autocesta.

Zaključak bi trebao ići u smjeru kako je za svaki EES bitno, uvijek prilikom obrade elektromagnetskih polja u obzir uzimati sve

komponente koje su tretirane kao jedinični izvori zračenja. Među razvijenijim zemljama članicama EU može se prepoznati bazni smisao brige o zaštiti od elektromagnetskog zračenja. Izloženi pristup baziran na elektromagnetskom modelu izazov je za politehniku kao i reakciju stručne javnosti koja je nakon održanog predavanja izravnoo bila izvršila pritisak na meritorne institucije involvirane u provedbu i uspjela riješiti problem nametanja tipskih mjerenja.

Polemike svih aktivnih država EU, izazvane jedinstvenom direktivom, koja se gotovo 30 godina usuglašava, izgubile su smisao. Pojedine zemlje, članice EU uključene u rješavanje te problematike akcent su stavile na zaštitu zdravlja ne samo kad je u pitanju profesionalna izloženost zračenju, i svoje djelovanje su prezentirale europskoj javnosti kroz EUSTAT - najveću bazu podataka. Kao zaključak o rješavanju problematike utvrđivanja elektromagnetskih polja korisno je prenijeti onaj s navedenog simpozija: „Za Hrvatsku su propisane granične razine NF elektromagnetskih polja, koja emitiraju svi izvori, komponente elektroenergetskog sustava, strože nego u većini zemalja EU. Granične razine manje uzrokuju bespotrebne troškove od formalnog nerazumijevanja ili slobodnog tumačenja propisanih obveza uvjetovanih Pravilnikom o zaštiti od EMP, gdje se element, uređaj, sklop, sustav ili bilo koji elektroenergetski objekt, promatra kao pojedinačni izvor. Formalnim inzistiranjem na udovoljavanju legislativnih zahtjeva zanemarena je činjenica i svojstvo EES koji je nužno promatrati u cjelini. Iskustva pokazuju da je problematiku elektromagnetskih polja u EES korisnije analizirati korištenjem elektromagnetskog modela, utemeljenog na primjeni tehnike konačnih elemenata, nego na komercijalnim programima.

Eksperimentalno dobiveni rezultati mjerenja na EES uspoređivani su s rezultatima izračunatim pomoću elektromagnetskog modela i rezultatima dobivenim komercijalnim programima. Granične razine referentnih veličina na području profesionalne izloženosti i na području povećane osjetljivosti, ukazuju na potrebu preispitivanja zahtjeva vezanih na prva i periodička mjerenja, izradu elaborata zaštite i izradu

studija. To posebno dolazi do izražaje za niz tipskih objekata i statističkih obrada dobivenih rezultata".

Već kad se govori o elektromagnetskim valovima, odnosno ionizirajućim zračenjima korisno je s naslova politehnike razlučiti NF i VF elektromagnetska polja. U tehničkom smislu, odnosno s naslova struke teorijske su spoznaje na čvrstim osnovama Maxwellovih jednadžbi, o čemu je dio izložen u petom poglavlju. No nova politehnika mora proširiti pristup o tom području pa se mora usmjeriti na interdisciplinarnost. Uz to su dobre poveznice sva javna predavanja obilježavanja Tjedna mozga na ELO TVZ iz kojih se navode dva područja. Jedno je područje, javnosti poznate informacije o briljantnom biokemičaru, (Dr. Strangelove), koji je kao Dr. Gottlieb osmislio i predvodio Program MK-ULTRA. Najdalekosežniji, supertajni program kontrole uma. Kritiziran i osporavan program je trebao biti okončan 1964. godine ali je usavršena verzija pod imenom MK-SEARCH unutar Američke uprave za znanost i tehnologiju, nastavljen sve do 1972. Na osnovama izvješća o programu MKULTRA, objavljen je dokument o spoznajama o mogućnošću fizikalne regulacije bioloških procesa korištenjem elektromagnetskih polja. Početkom 21. stoljeća došlo je do doslovne eksplozije znanja na području neuroznanosti koja precizno dokazuje koji ljudski mozak radi, ali i razumije načine kako mozak, odnosno um zaista kontrolira razne tjelesne funkcije, kako se njime može manipulirati i u pozitivnom i u negativnom smislu, a što su opet poveznice s persuazivnim tehnologijama.

Drugo je područje zdravstva, medicinskih znanosti i dijagnostike, također široko rasprostranjeno i svakom poznato kroz preglede koji se provode uz pomoć uređaja, (UZ, MR, MSCT,...), Slike 191.-1193.



Slika 191. Pregled abdomena ultrzvukom i snimak



Slika 192. Pregled kompjutoriziranom tomografijom, (CT) i snimak



Slika 193. Pregled magnetskom rezonancijom, (MR) i snimak

Zdravstvene obrade pacijenata, od postavljanja dijagnoze do obrade inteligentnim i ekspertnim sustavima, pokazuju savršenu pomoć moderne medicinske dijagnostike ali i neophodnost inženjera znanja u održavanju uređaja i obradi potrebnoj za edukaciju. Na žalost još uvijek nisu adekvatno valorizirane raspoložive baze podataka koje se mogu koristiti u kreacijama baza znanja. Ekspertnost inteligentnih tehnologija kao i znanja liječnika, medicinskih eksperata koji se njima služe, u novije vrijeme pokazuju da je njihova uspješnost u primjeni ovisna i o nizu drugih čimbenika. U suradnji s inteligentnim tehnologijama čovjek profitira spoznajnom razinom integriranog razvoja svog uma doprinosom umjetne inteligencije.

U novom Pravilniku o zdravstvenim uvjetima kojima moraju udovoljavati radnici koji obavljaju poslove s izvorima neionizirajućeg zračenja, NN 59/2016, u Prilogu II. nalaze se vrijednosti s netoplinskim učincima, graničnim vrijednostima izloženosti i vrijednostima upozorenja u rasponu frekvencija od 0 Hz do 10 Mhz, Tablica 26.

	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila
Uobičajeni radni uvjeti	2T
Lokalizirana izloženost ekstremiteta	8T
	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje
Kontrolirani radni uvjeti	8T

Tablica 26. A1. Granična vrijednost izloženosti za gustoću magnetskog tijeka (B0) od 0 do 1 Hz

Raspon frekvencije	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje
1 Hz ≤ f < 3 kHz	1,1 Vm^{-1} (vršna vrijednost)
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	3,8 × 10^{-4} f Vm^{-1} (vršna vrijednost)

Tablica 26. A2. Granične vrijednosti izloženosti za učinke na zdravlje za unutarnju jakost el. polja od 1 Hz do 10 MHz

Raspon frekvencije	Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila
1 ≤ f < 10 Hz	0,7/f Vm^{-1} (vršna vrijednost)
10 ≤ f <25 Hz	0,07 Vm^{-1} (vršna vrijednost)
25 ≤ f ≤ 400 Hz	0,0028 f Vm^{-1} (vršna vrijednost)

Tablica 26. A3. Granične vrijednosti izloženosti za učinke na osjetila za unutarnju jakost el. polja od 1 do 400 Hz

Raspon frekvencije	Niske vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm^{-1}] (RMS)	Visoke vrijednosti upozorenja (ALs(E)) za jakost električnog polja (E) [Vm^{-1}] (RMS)
1 ≤ f < 25 Hz	2,0 ×10^4	2,0 × 10^4
25 ≤ f < 50 Hz	5,0 × 10^5/f	2,0 × 10^4
50 Hz ≤ f < 1,64 kHz	5,0 × 10^5/f	1,0 × 10^6/f
1,64 ≤ f <3 kHz	5,0 × 10^5/f	6,1 × 10^2
3 kHz ≤ f ≤ 10MHz	1,7 × 10^2	6,1 × 10^2

Tablica 26. B1. Vrijednosti upozorenja za izloženost električnim poljima od 1 Hz do 10 MHz

Raspon frekvencije	Niske vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog tijeka (B)[μT] (RMS)	Visoke vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog tijeka (B)[μT] (RMS)	Vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog tijeka za izloženost ekstremiteta lokaliziranom magnetskom polju [μT] (RMS)
1 ≤ f < 8 Hz	$2{,}0 \times 10^5/f^2$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
8 ≤ f < 25 Hz	$2{,}5 \times 10^4/f$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
25 ≤ f < 300 Hz	$1{,}0 \times 10^3$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
300 Hz ≤ f < 3 kHz	$3{,}0 \times 10^5/f$	$3{,}0 \times 10^5/f$	$9{,}0 \times 10^5/f$
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	$1{,}0 \times 10^2$	$1{,}0 \times 10^2$	$3{,}0 \times 10^2$

Tablica 26. B2. Vrijednosti upozorenja izloženosti magnetskim poljima od 1 Hz do 10 MHz

Frekvencija	Vrijednosti upozorenja za stalnu dodirnu struju (IC) [mA] (RMS)
do 2,5 kHz	1,0
2,5 ≤ f < 100 kHz	0,4 f
100 ≤ f ≤ 10 000 kHz	40

Tablica 26. B3. Vrijednosti upozorenja za dodirnu struju (Ic)

Opasnosti	Vrijednosti upozorenja (B_o)
Interferencija s aktivnim ugrađenim pomagalima, npr. elektroničkim srčanim stimulatorima (pacemakerima)	0,5 mT
Privlačenje i rizik od projektila u graničnom polju izvora polja visoke jakosti (> 100 mT)	3 mT

Tablica 26. B4. Vrijednosti upozorenja za gustoću magnetskog tijeka statičkih magnetskih polja

6.3.2. DRUGI PRIMJER - PRISTUP RJEŠAVANJU PROBLEMATIKE ELEKTROMAGNETSKE KOMPATIBILNOSTI

Ovaj primjer obrađuje problematiku elektromagnetskih smetnji, odnosno elektromagnetske kompatibilnosti u visokonaponskim elektroenergetskim postrojenjima. Elektroenergetska postrojenja su sustavi u čijoj se elektromagnetskoj okolini strujni krugovi po snazi i razini signala koje obrađuju razlikuju i za deset redova veličine.

Postoji veliki broj izvora smetnji, jer je broj električnih aparata i opreme velik, međutim glavni izvori smetnji u elektroenergetskim postrojenjima su sklopne operacije u primarnim visokonaponskim krugovima (110, 220 kV). Nove tehnike prekidanja u vakuumu i plinu SF_6 u određenim pogonskim prilikama generiraju prenapone uz pojavu višestrukih ponovnih paljenja električnog luka što ima za posljedicu konduktivne i zračene visokofrekvencijske smetnje. Nastale smetnje se prenose putem mjernih transformatora, metalnih plašteva kabela, uzemljivačkog sustava te zračenjem do osjetljive elektroničke opreme upravljanja, signalizacije, zaštite, mjerenja i regulacije (USZMR) koja je smještena na mnogim mjestima i u kontejner kućicama unutar visokonaponskih rasklopnih postrojenja.

U svrhu postavljanja zahtjeva na otpornost opreme USZMR-a na elektromagnetske smetnje potrebno je obaviti mjerenja i analizu primarnih i sekundarnih tranzijentnih pojava pri sklopnim operacijama u cilju postizanja elektromagnetske kompatibilnosti.

Na sekundarnoj strani potrebno je obaviti mjerenja prenapona na sekundarnim namotima mjernih transformatora i na mjestima ugradnje sekundarne opreme.

Model elektromagnetske kompatibilnosti

Primjenom modernih elektroničkih uređaja u elektroenergetskim postrojenjima dolazi do povećanja radnih poteškoća tih uređaja

uzrokovanih smetnjama. Zbog toga, teži se postignuti skladan rad jednog uređaja pored drugog, odnosno da se postigne elektromagnetska kompatibilnost u okolini u kojoj uređaji rade.

Elektromagnetska kompatibilnost (EMC) je sposobnost elektroničkog, električnog ili elektromehaničkog uređaja ili sustava da radi u svojoj elektromagnetskoj okolini tako da ne izazove nedopušteno smanjenje funkcije drugih uređaja ili sustava, ili da sam ne bude ometan do te mjere da se poremeti njegova osnovna funkcija.

Sve elektromagnetske pojave koje mogu smanjiti radne karakteristike uređaja, opreme ili sustava možemo označiti kao elektromagnetske smetnje.

Pravilan put kojim se osigurava veliki stupanj elektromagnetske kompatibilnosti je da se razrade prikladni postupci predviđanja situacija koje mogu nastupiti u zadanim elektromagnetskim okolinama. To zahtjeva proučavanje i poznavanje izvora elektromagnetskih smetnji, prijenosnog puta i osjetljivosti ometanog uređaja.

Svi problemi iz područja elektromagnetske kompatibilnosti svode se na prikaz na Slici 194. Potrebno je naglasiti da može postojati više izvora, prijenosnih puteva i prijemnika smetnji.



Slika 194. Opći prikaz modela elektromagnetske kompatibilnosti

Izvori smetnji

Izvori smetnji mogu biti bilo koji elektronički, električni ili elektromehanički uređaji ili sustavi, a možemo ih svrstati u dvije kategorije. Jednima je osnovna funkcija da pretvaraju i/ili zrače elektromagnetsku energiju, dok se kod drugih uređaja elektromagnetska smetnja stvara kao usputna funkcija za vrijeme izvođenja osnovnih operacija uređaja.

U ovom će se poglavlju staviti akcent i obratiti pozornost na izvore smetnji koji se pojavljuju u VN postrojenjima a djeluju na rad osjetljive elektroničke opreme smještene u postrojenja.

Izvori smetnji u VN postrojenjima su sklopne operacije u primarnim krugovima koje stvaraju rastavljači, prekidači a među izvore smetnji ubrajamo također udare groma i dozemne spojeve. Isto tako, ne smiju se zaboraviti "vanjski" izvori smetnji kao što su lokalne odašiljačke stanice i pokretni ručni radio uređaji.

Sklopne operacije u VN postrojenjima predstavljaju frekvencijski ovisne izvore smetnji. Sklapanje rastavljača je normalno pogonsko stanje. Prilikom sklapanja, zbog male brzine kontakata dolazi između njih do uzastopnih ponovnih paljenja električnog luka. Uzastopna ponovna paljenja luka uzrokuju pojavu naponskih putnih valova vrlo strmog čela. Na mjestima diskontinuiteta dolazi do refleksije putnih valova i kao posljedice tada mogu nastati vrlo brze prenaponske pojave, engl. (*Very Fast Transients Overvoltages* - VFTO). VFTO su karakterizirane kratkim trajanjem i velikim frekvencijskim spektrom. Ukoliko uzemljenje nije korektno izvedeno, tijek struje preko oklopa kabela, nastao strujama u uzemljivačkom sustavu, stvara uzdužne napone koji predstavljaju napone smetnji u sekundarnim vodovima.

Udari munje u vodove, uzemljene plašteve kabela ili u nosače stvaraju napone čiji valni oblik ovisi o amplitudi i obliku struje udara. Posljedice udara munje su preskoci/proboji izolacije i prorada odvodnika prenapona. Od točke proboja izolacije šire se elektromagnetski valovi koji stvaraju smetnje u sekundarnim krugovima. Kao posljedica udara

munje nastaju vrlo velike tranzijentne struje koje se injektiraju u uzemljivački sustav. U tom slučaju, potencijalna razlika u uzemljivačkom sustavu stvara tranzijentne struje u oklopima kabela koje se prenose do sekundarne opreme.

Dozemni spojevi nastali u rasklopištu mogu uzrokovati pojavu velikih struja u postrojenju. Nastale struje stvaraju jaka magnetska polja koja mogu djelovati na sekundarnu opremu.

Isklapanje induktivnih tereta (namoti, motori,...) koje se obavlja relejima uzrokuje tranzijentne visokofrekvencijske prenapone u sekundarnim krugovima. Prenaponi nastali pri otvaranju kruga su pilastog valnog oblika praćeni nisko frekvencijskim prigušenim titrajima.

Putevi prijenosa smetnji

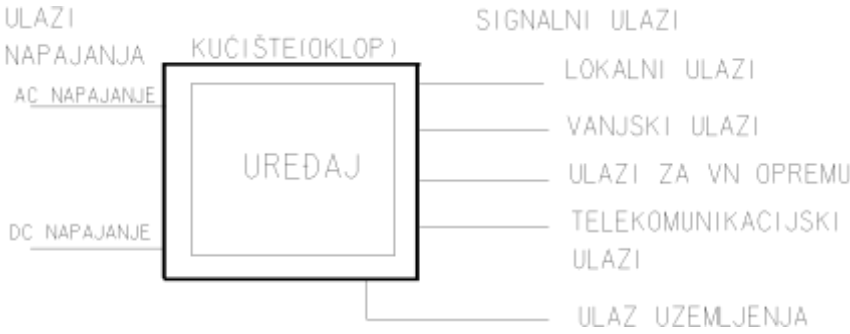
Sprega tranzijentnih prenapona prema sekundarnim krugovima može biti kapacitivna, induktivna, galvanska ili putem elektromagnetskog polja. Prijenos smetnji u VN postrojenju može se ostvariti kroz mjerne transformatore, putem plašteva kabela te oklopa kabela. Djelovanjem kapacitivnih i induktivnih sprega, galvanske veze i veze putem zračenja javljaju se smetnje u obliku uzdužnih i poprečnih napona.

Posljedica nastanka uzdužnog napona je proboj izolacije dok se poprečni napon predstavlja kao smetnja pri radu kruga. Također, kao sekundarni efekt može se dogoditi da se jedan dio uzdužnih napona promjeni u poprečni i također djeluje kao smetnja.

Uređaji osjetljivi na smetnje

Elektronička oprema upravljanja, signalizacije, zaštite i mjerenja u VN postrojenjima temelji se na distribuiranim mikroprocesorskim sustavima, modularne i industrijske izvedbe. Oprema se priključuje izravno na strujne i naponske transformatore bez potrebe ugradnje posebnih pretvarača i međutransformatora tako da je osjetljiva elektronička oprema izravno izložena utjecaju smetnji. Međutim, kod opreme koja sadrži poluvodičke komponente postoji mogućnost

pojavljivanja različitih oblika utjecaja smetnji uključujući opasna oštećenja i privremeno otkazivanje rada.
Slika 195. daje opći prikaz uređaja sa stajališta njegove otpornosti na elektromagnetske smetnje.



Slika 195. Opći prikaz uređaja sa stajališta otpornosti na elektromagnetske smetnje

Kućište predstavlja vanjsku zaštitu uređaja od djelovanja vanjskih elektromagnetskih polja te ujedno sprječava zračenje elektromagnetskih smetnji iz uređaja u okolinu. Izmjenično i istosmjerno napajanje predstavlja vezu uređaja sa vanjskom elektromagnetskom okolinom, odnosno ulaz i izlaz elektromagnetskih smetnji putem vodova napajanja.

Signalne ulaze može se razvrstati na sljedeći način:

- lokalni ulazi : predstavljaju vezu uređaja koja nije izravno uključena u proces i uglavnom služi za komunikaciju unutar istog objekta (npr. veze među pojedinim uređajima u istoj kontejner kućici),
- vanjski ulazi : predstavljaju vezu uređaja namijenjenu za njegov priključak s drugom opremom u postrojenju koja sudjeluje u procesu (npr. veza između kontejner kućice i priključnih ormarića u postrojenju),
- ulazi za visokonaponsku opremu : predstavljaju vezu uređaja na VN opremu postrojenja npr. od opreme USZMR-a do strujnih i naponskih transformatora),
- telekomunikacijski ulazi : predstavljaju vezu uređaja sa telekomunikacijskom mrežom postrojenja.

Ulaz uzemljenja predstavlja vezu uređaja s vanjskom elektromagnetskom okolinom, a odnosi se na priključak uzemljenja uređaja koji nije u funkciji električke sigurnosti, nego stvaranja ekvipotencijalne veze.

Fenomeni koji uzrokuju tranzijentne prenapone kod sklapanja

- **Prekidanje izmjenične struje**

Jedna od osnovnih zadaća prekidača je odvajanje dijela mreže u kvaru, kao na primjer voda. Sustav zaštite aktivira prekidač. Kontakti se otvaraju i stvara se električni luk. Kod prikladnih uvjeta prekidač prekida u nultočki struje. Mreža reagira na prekidanje struje pojavom prijelaznih oscilacija tzv. **prijelaznim povratnim naponom** na stezaljkama prekidača. Ako je prijelazni povratni napon koji se pojavi na prekidaču nakon prekidanja struje previsok, prekidač ne uspijeva prekinuti struju.

Kod modernih visokonaponskih prekidača razlikujemo dva tipa kvarova različitih svojstava. Ako je odmah nakon nultočke struje strmina prijelaznog povratnog napona, (du/dt, tzv. početni dio prijelaznog povratnog napona), veća od neke kritične vrijednosti, kanal luka koji je gotovo nestao ponovo se uspostavlja Jouleovim gubicima. Ovo vrijeme kontrolirano energetskom ravnotežom naziva se **režim termičkog proboja.** Nakon uspješnog termičkog prekidanja prijelazni povratni napon može doseći takvu tjemenu vrijednost U_c da nastupi proboj između kontakata prekidača. Ta pojava naziva se **dielektrički proboj** između kontakata prekidača. Postojanje ova dva osnovna režima kvara, svakog sa svojim svojstvima, ima važne posljedice na područje primjene prekidača. Od raznih vrsta mogućih mjesta kvarova i stanja u mreži, od interesa su samo oni kvarovi koji uzrokuju najveća naprezanja s obzirom na strminu prijelaznog povratnog napona (du/dt) i visinu povratnog napona (U_c) te na veličinu struje kratkog spoja I.

Iskustvo pokazuje da je za veličinu tjemene vrijednosti povratnog napona, tj. za režim dielektričkog proboja, kritičan kvar na stezaljkama prekidača. Za režim termičkog proboja kritičan je kvar koji se javlja na vodu na nekoj udaljenosti od prekidača. Najveća naprezanja javljaju se u slučaju relativno kratkih vodova dužine nekoliko kilometara. Stoga se ovaj kvar naziva **kilometrički kvar** ili češće **bliski kratki spoj**.

- **Prekidanje struje kratkog spoja**

Kratki spojevi u elektroenergetskom sustavu nastaju zbog proboja izolacije ili zbog slučajnog dodira faznih vodiča međusobno i/ili sa zemljom. Pri tome se javljaju obično vrlo velike struje kratkog spoja koje mogu izazvati prekomjerno zagrijavanje vodiča, povećana elektromagnetska naprezanja te moguće kvarove na prekidačima ukoliko je prekidna snaga na mjestu kvara veća od nazivne.

- **Kratki spoj na stezaljkama (sabirnički kratki spoj, kratki spoj u neposrednoj blizini prekidača)**

Pod pojmom sabirnički kratki spoj podrazumijeva se kratki spoj nastao u neposrednoj blizini prekidača, odnosno u neposrednoj blizini sinkronog generatora (npr. na sabirnicama rasklopnog postrojenja u elektrani). Zbog male udaljenosti od sinkronog generatora do mjesta kvara, odnosno male impedancije u strujnom krugu javlja se vrlo velika struja kratkog spoja. Upravo zbog velike struje koju prekidač mora prekinuti, ali i zbog velike amplitude povratnog napona, ova vrsta kvara predstavlja jedno od najtežih pogonskih stanja za prekidač.

Ukoliko na sabirnicama nastane kratki spoj reagira nadstrujna zaštita i prekidač dobije nalog za isklop. Dolazi do automatskog otvaranja kontakata prekidača i između njih se aktivira električni luk, odnosno struja i dalje teče. Pošto se u visokonaponskim mrežama radi o pretežno induktivnom strujnom krugu, struja kasni za naponom približno četvrtinu periode. Prilikom svakog prirodnog prolaza struje kroz nulu električni luk se gasi, a napon na stezaljkama prekidača (povratni napon) mora naglo promijeniti vrijednost od napona gašenja luka, do tjemene vrijednosti napona izvora. Ta se promjena očituje kao prijelazna pojava, koja ovisno o konstantama kruga može biti periodična ili aperiodična. Ukoliko krivulja povratnog napona dostigne krivulju uspostavljanja dielektrične čvrstoće između kontakata električni luk će se ponovo upaliti, i struja nastavlja teći sve do sljedeće nul - točke.

Na uspješno prekidanje izmjenične struje uvijek utječu **visina i strmina povratnog napona**. Pri tome je važno naglasiti da je kod sabirničkog kratkog spoja presudan utjecaj visine prve amplitude povratnog napona, koja teoretski može poprimiti dvostruku vrijednost

napona izvora.

- **Kratki spoj na udaljenosti nekoliko kilometara od prekidača (bliski kratki spoj, kilometrički kvar)**

Pod pojmom bliski kratki spoj podrazumijeva se kratki spoj nastao na određenoj udaljenosti (obično nekoliko kilometara) od prekidača. Iako se radi o manjem iznosu struje, u odnosu na struju koju prekidač prekida u slučaju sabirničkog kratkog spoja, može se dogoditi da prekidač ne uspije prekinuti tu struju. Razlog tome leži prvenstveno u velikoj strmini povratnog napona.

U trenutku prekidanja struje, raspada se sustav na dva dijela koji, za vrijeme tako nastale prijelazne pojave, titraju različitim frekvencijama. Napon stezaljke prekidača na strani izvora raste prema vrijednosti napona izvora titrajući pri tome frekvencijom izvora, dakle frekvencijom 50 Hz.. Napon stezaljke prekidača na strani voda pada na nulu titrajući pri tome puno višom frekvencijom koju diktiraju parametri voda R_v, L_v,i C_v. Na otvorenom prekidaču javlja se povratni napon.

Napon na strani voda, ima pilasti oblik, a posljedica je refeleksije naponskih putnih valova na vodu. Naponski putni valovi nastaju tako da se u trenutku prekidanja struje oslobođeni naboj voda raspada na dva jednaka dijela (s pilastom razdiobom potencijala duž voda) koji se kreću po vodu u suprotnim smjerovima brzinom $\mathbf{v = 3\ 10^{8}\ m/s.}$ Na otvorenom kraju voda putni val se reflektira s istim predznakom, a na kratkospojenom kraju voda s obrnutim predznakom. Trajanje periode pilastog napona iznosi $\mathbf{T_v = (4l) / v}$, a njegova frekvencija $\mathbf{f_v = v / (4l).}$

Što se tiče naprezanja prekidača kod prekidanja bliskog kratkog spoja presudnu ulogu ima upravo strmina napona na strani voda. Prva amplituda povratnog napona U_A podudara se vremenski s prvim maksimumom napona na strani voda, koji se pojavljuje u trenutku

$\mathbf{T_A = (2l) / v.}$

- **Prekidanje pogonskih struja**

Već je u uvodnom razmatranju o načinu prekidanja izmjenične struje ukazano na povratni napon kao jedan od ključnih čimbenika za uspješno prekidanje. Ovdje treba naglasiti da postoje još i neki specijalni slučajevi sklapanja pogonskih struja, pri kojima se javljaju naponska naprezanja daleko teža nego kod prekidanja struje kratkog spoja, pa se može dogoditi da prekidač ne uspije prekinuti struju unatoč tome što je njen iznos desetak pa i stotinjak puta niži od njegove nazivne prekidne moći. U te specijalne slučajeve spadaju opozicija faza, isklapanje neopterećenih transformatora, sklapanje dugih vodova i sklapanje kondenzatorskih baterija. Faktor snage, strujnog kruga koji se prekida, izravno utječe na prijelaznu komponentu povratnog napona. U slučaju prekidanja struja kratkog spoja, malih induktivnih ili kapacitivnih struja faktor snage vrlo rijetko premašuje vrijednost *0.1*, za razliku od prekidanja nazivnih struja tereta kada je vrlo blizu vrijednosti *1*.

- **Sklapanje dva sustava izvan sinkronizma (opozicija faza)**

U trofaznom elektroenergetskom sustavu može se dogoditi da prekidač mora razdvojiti dva generatora ili dva energetska sustava čiji naponi međusobno nisu u fazi (npr. kod gubitka sinkronizma jednog generatora). Na kontaktima pola prekidača koji prvi prekida struju javlja se povratni napon čiji iznos ovisi o kutu između dva sustava (u trenutku otvaranja) i o načinu uzemljenja nul točke. Opozicija faza predstavlja granični slučaj pri kojem su u trenutku prekidanja elektromotorne sile dva sustava s jedne i druge strane prekidača međusobno pomaknute za π električnih stupnjeva.

U slučaju kada je nul točka mreže uzemljena javlja se maksimalni iznos povratnog napona *2E*, a u slučaju izolirane nul točke mreže *3E* što je praktički dvostruko veći iznos nego pri prekidanju kratkog spoja. Najteži slučaj nastupa ukoliko je nul točka mreže uzemljena preko Petersonove zavojnice, a nastane dvostruki zemni spoj, npr. u fazama *A* i

B. Povratni napon na prekidaču u fazi C tada iznosi *3.4E*.

- **Sklapanje malih induktivnih struja**

Pod pojmom sklapanja malih induktivnih struja misli se na struje neopterećenih energetskih transformatora, prigušnica, harmoničkih filtera i ostalih induktivno opterećenih trošila. Struja koja se prekida je vrlo mala i iznosi samo nekoliko postotaka nazivne prekidne struje, a fazni pomak između struje i napona približno je jednak **π/2.**

Pošto se radi o malim iznosima struje odnosno malim energijama luka, može se dogoditi da proces deionizacije toliko prevlada da se luk ugasi prije prirodne nule struje. Pojava prekidanja struje prije njenog prirodnog dolaska u nulu naziva se **rezanje struje.**

U trenutku prekidanja, odnosno rezanja struje, magnetska energija akumulirana u induktivitetu transformatora, pretvara se u elektrostatsku energiju koja se mora akumulirati u kapacitetu na stezaljkama transformatora.

Veličina prenapona koji nastaju zbog rezanja struje ovisi o:

- tipu prekidača i njegovoj prekidnoj snazi (tip prekidača određuje visinu struje rezanja i brzinu uspostavljanja dielektrične čvrstoće),
- induktivitetu objekta koji se isklapa (induktivitet određuje visinu struje, a time i iznos magnetske energije),
- kapacitetu objekta koji se isklapa (kapacitet određuje visinu i frekvenciju prijelaznog povratnog napona).

Maksimalni povratni napon javlja se u slučaju rezanja struje u njenom maksimumu. Ukoliko je povratni napon veći od podnosivog napona na sklopnom aparatu, dolazi do ponovnog paljenja električkog luka. Razlika napona izvora i napona tereta protjera kroz sklopni aparat visokofrekventnu struju. Neki tipovi sklopnih aparata (npr. vakuumski) imaju sposobnost prekidanja struja čija je frekvencija daleko veća od industrijske. Dakle, prilikom prolaza ove visokofrekventne struje kroz nulu, sklopni aparat prekida tu struju, i strujni krug se ponovo raspada na dva dijela i ponovo dolazi do titranja svake strane za sebe. Ako pri tome na kapacitetu tereta ostane velika razlika napona u odnosu na stranu

izvora, može se javiti visoki prijelazni povratni napon koji može izazvati ponovna paljenja, pri čemu se napon postupno povećava pri svakom ponovnom paljenju zbog povećanja akumulirane energije na strani tereta. Ova pojava naziva se *eskalacija napona*.

- **Sklapanje kapacitivnih struja**

Sklapanje kapacitivnih struja je normalni pogonski zadatak za mnoge srednjenaponske i visokonaponske prekidače i sklopke. Tipični primjeri su sklapanje kondenzatorskih baterija te neopterećenih vodova ili kabela. U mnogim slučajevima radi se o velikom broju sklopnih ciklusa, npr. ukoliko se kondenzatorska baterija koristi za dinamičku kompenzaciju jalove snage. Za vrijeme sklapanja kapacitivnih struja električna naprezanja sklopnog aparata su normalno vrlo blizu nazivnim veličinama, pa to, zajedno sa velikim brojem sklopnih ciklusa, iziskuje vrlo dobro poznavanje karakteristika sklopnog aparata kako bi se postigla visoka pouzdanost rada.

- **Sklapanje kondenzatorskih baterija**

  - **Isklapanje**

Povratni napon na otvorenom prekidaču ima u načelu "**1-cos** " oblik i napreže sklopni aparat s maksimalnim naponom od približno 2 p.u. (1p.u. = E). Tako velika naprezanja vrlo lako uzrokuju ponovni **dielektrički preskok** između kontakata.

Budući da je u trenutku prekidanja struje povratni napon jednak nuli, do ponovnog paljenja luka dolazi tek nakon približno jedne poluperiode, kada se povratni napon približi tjemenoj vrijednosti 2 p.u. Zbog preskoka između kontakata dolazi do izbijanja kondenzatora, pri čemu kroz njega poteče visokofrekventna struja, a napon na njemu zatitra oko napona izvora. Visokofrekventna struja je pretežno kapacitivnog karaktera (prethodi naponu za $\pi/2$) i gasi se obično u prvoj ili drugoj nultočki. U trenutku gašenja visokofrekventne struje kapacitet ostaje nabijen na napon $U_1 >$ E. Frekvencija i amplituda ove struje ovise o vrijednosti C i

L_S . Ako preskok nastupi u blizini ili u trenutku maksimuma napona izvora, a visokofrekventna struja se prekine nakon prve poluperiode, kondenzatorska baterija može ostati nabijena na 3 p.u. Teoretski gledano naponsko naprezanje sklopnog aparata i dalje raste, pa nakon sljedeće poluperiode napona izvora povratni napon poprima vrijednost 4 p.u. što će sasvim sigurno izazvati ponovni preskok, i dovesti do pojave koja se naziva **eskalacija napona**, odnosno nakon svakog preskoka napon na kondenzatorskoj bateriji ima sve veću vrijednost.

U praksi do preskoka gotovo uvijek dolazi prije nego što se postigne maksimum povratnog napona. Osim toga i visokofrekventna struja se obično ne prekida nakon prvog, nego obično nakon drugog ili čak i trećeg prolaza kroz nulu. Upravo zbog toga napon na koji ostaje nabijena kondenzatorska baterija je obično značajno niži.

Ukoliko pak do otvaranja kontakata dođe u neposrednoj blizini nul točke struje industrijske frekvencije, međukontaktni razmak je mali, te može doći upravo zbog početnog naponskog skoka do ponovnog *termičkog proboja*, čime se gorenje luka produžuje još jednu poluperiodu. Sa stajališta sklopnog aparata ovo je povoljna pojava jer se na taj način osigurava dovoljno vremena za potpuno razdvajanje kontakata, pa se u trenutku gašenja luka povratni napon sada uspostavlja na punom međukontaktnom razmaku čime se i osigurava uspješno prekidanje.

- **Uklapanje**

Prilikom uklapanja, u trenutku kada se kontakti dovoljno približe jedan drugom, dolazi do pojave *pretpaljenja luka*. Maksimum ove pojave nastupa ukoliko je u trenutku uklapanja napon izvora maksimalan. U tom trenutku na kondenzatorskoj bateriji može još uvijek biti zaostalog naboja u iznosu $U_C = (0 - 1.5)\ E$ suprotnog polariteta, što naravno ovisi o prethodnoj sklopnoj operaciji. Pretpaljenje luka uzrokuje veliku *poteznu struju* i prijelazni pad napona na sabirnici.

Ako umjesto jedne kondenzatorske baterije imamo više baterija u režimu "*back-to-back*" (uklapanje kondenzatorske baterije na sabirnicu na koju su već spojene druge baterije) javlja se potezna struja daleko većeg iznosa. Amplituda potezne struje može iznositi i desetak *kA*, a

frekvencija nekoliko *kHz*. Strmina potezne struje može biti opasna za sklopni aparat i za samu kondenzatorsku bateriju, pa se obično u seriju sa kondenzatorskom baterijom postavljaju male prigušnice (nekoliko stotina μH).

- **Sklapanje neopterećenih vodova**

  - **Isklapanje**

Nakon prekidanja struje strana izvora se ponaša na isti način kao i kod sklapanja kondenzatorskih baterija. U osnovi, povratni napon na prekidaču odgovara "*1-cos*" obliku na koji se superponira oscilacija uslijed Ferrantievog efekta. Analizirajući sklapanje trofaznih vodova mora se uzeti u obzir i kapacitivno međudjelovanje susjednih vodiča koje povećava iznos povratnog napona za 0.2 do 0.4 p.u. Kada se isklapa vrlo dugi vod povratni napon na prvom polu koji isklapa može doseći vrijednost 2.8 p.u.

U slučaju da se dogodi ponovni dielektrički preskok između kontakata prekidača u trenutku (ili blizu) maksimuma napona izvora, i ukoliko prekidač prekine visokofrekventnu struju u prvoj nul-točki, vod može ostati nabijen na napon od 3 p.u. Refleksijom naponskih putnih valova na otvorenom kraju voda taj se napon može povećati i do 3.5 p.u. Teoretski povratni napon na prekidaču postiže nakon pola periode iznos od 4.5 p.u., što sasvim sigurno dovodi do novog preskoka između kontakata, ili do preskoka po vanjskoj izolaciji.

U praksi do preskoka gotovo uvijek dolazi prije nego što se postigne maksimum povratnog napona. Osim toga i visokofrekventna struja se obično ne prekida nakon prvog, nego obično nakon drugog ili čak i trećeg prolaza kroz nulu. Upravo zbog toga napon na koji ostaje nabijena kondenzatorska baterija je obično značajno niži.

  - **Uklapanje**

Najteže prilike tijekom uklapanja odnose se na pretpaljenje luka u trenutku kada je vod nabijen na napon 1 p.u., a momentalna vrijednost napona izvora iznosi 1 p.u. Pri tome je važno naglasiti da u normalnim

prilikama na vodu ne postoji značajni iznos naboja neposredno prije uklapanja. Međutim u slučaju automatskog ponovnog uklopa (APU) nakon jednofaznog kratkog spoja, zdrave faze još uvijek mogu imati na sebi zaostali naboj iznosa 1 p.u.

Frekvencija potezne struje ovisi o dužini voda, a njen oblik je skoro pravokutan. Amplituda potezne struje ograničena je valnom impedancijom voda, i iznosi 1000 do 2000 A. Iako se mogu javiti velike strmine potezne struje di/dt, ipak se uklapanje voda u praznom hodu ne smatra opasnim naprezanjem za sklopni aparat. Naravno, u slučaju da se uklapa vod za zaostalim nabojem, situacija je potpuno drukčija, jer se sada zbog naponskih putnih valova mogu javiti prenaponi i do 3.7 p.u.

- **Sklapanje kabela**

  - **Isklapanje**

Kod isklapanja neopterećenih kabela, sklopni aparat prekida samo kapacitivnu struju kabela. Ove struje su puno manje u odnosu na struje koje se prekidaju kod kondenzatorskih baterija, ali i značajno više u odnosu na struje nadzemnih vodova iste dužine.

Povratni napon koji se javlja na prekidaču ovisi isključivo o tipu i konstrukciji kabela. Za kabele bez zaslona povratni napon je sličan povratnom naponu neopterećenih vodova upravo zbog sličnog kapacitivnog međudjelovanja između faza. Kod kabela sa zaslonom ne postoji kapacitivno međudjelovanje između faza nego samo kapacitet prema zemlji. Povratni napon u tom slučaju je praktički jednak povratnom naponu koji se javlja kod isklapanja uzemljenih kondenzatorskih baterija u kruto uzemljenim mrežama. Maksimalni iznos povratnog napona kod jednofaznog ili kod trofaznog isklapanja biti će *2 p.u*.

  - **Uklapanje**

Slično kao i kod nadzemnih vodova i kod kabela valna impedancija ograničava amplitudu potezne struje. Naravno zbog puno manje valne impedancije kabela (30 - 50 Ω) , i normalno manjih dužina u odnosu na

nadzemne vodove, javlja se veća amplituda i frekvencija potezne struje. Zbog toga ipak postoji stanoviti rizik za sklopni aparat uzrokovan prvenstveno visokom strminom potezne struje *di*/*dt*, koja uzrokuje velika kratkotrajna mehanička naprezanja.

- **Evolutivni kvar**

Evolutivni kvar predstavlja poseban slučaj prekidanja struje kratkog spoja u mrežama s izravno uzemljenim zvjezdištem. Obično se javlja tijekom prekidanja malih induktivnih ili kapacitivnih struja, kada nastali povratni prenaponi izazovu preskok prema zemlji negdje u postrojenju ili na vodu. Prilikom prekidanja npr. male induktivne struje neopterećenog transformatora može se javiti visoki prenapon koji obično dovodi do proboja zaštitnog iskrišta, ili preskoka na provodnom izolatoru transformatora. U velikom broju slučajeva ovaj preskok se ograničava na jednostavno pražnjenje u kapacitetu transformatora, ali isto tako se može dogoditi da povećani napon na kontaktima prekidača istovremeno izazove ponovni preskok i između kontakata. U tom slučaju ovaj dvostruki preskok dovodi do zemnog spoja pri čemu kroz prekidač može poteći značajna struja, naročito ukoliko se radi o mrežama s izravno uzemljenim zvjezdištem. Pošto obično u tom trenutku više nema prisilnog strujanja plina za gašenje, prekidač ne može prekinuti tu struju i u najvećem broju slučajeva dolazi do njegove eksplozije.

Prema tome vidimo da je evolutivni kvar moguć pri isklapanju neopterećenih vodova ili neopterećenih transformatora, i to ako se pri tome javljaju opasni prenaponi (uslijed ponovnih preskoka na prekidaču). Upravo zbog toga od suvremenih prekidača, koji su namijenjeni za sklapanje kapacitivnog tereta, zahtijeva se da budu bez ponovnih preskoka (engl. restrike free). Pojava evolutivnog kvara karakteristična je za mreže visokog napona, dok je u mrežama nižih nazivnih napona malo vjerojatan zbog većih faktora sigurnosti (odnosno većeg odnosa podnosivog i nazivnog napona).

- **Sklapanje rastavljača**

Sklapanje rastavljača u rasklopnom postrojenju je normalno pogonsko stanje. Prilikom sklapanja, zbog male brzine kontakata dolazi između njih do uzastopnih ponovnih paljenja električnog luka. Uzastopna ponovna paljenja luka uzrokuju pojavu naponskih putnih valova vrlo strmog čela. Na mjestima diskontinuiteta dolazi do refleksije putnih valova i kao posljedica toga mogu nastati vrlo brze prenaponaponske pojave VFTO, (engl. *very fast transient overvoltages*). VFTO su karakterizirani kratkim trajanjem i velikim frekvencijskim spektrom. Sa stajališta koordinacije izolacije ova pojava nije opasna, osim u slučaju prisustva tvorničkih grešaka, odnosno konstrukcijskih nepravilnosti. Međutim za ograničavanje prijelaznih prenapona uzrokovanih komutacijama u postrojenju, moraju se, glede uzemljenja, poduzimati dodatne mjere. U protivnom, ako uzemljenje nije korektno riješeno visokofrekventni prijelazni prenaponi, koji mogu dosegnuti amplitude od nekoliko desetaka kV, mogu uništiti sekundarnu opremu.

- **Provedba mjerenja u dinamičkim stanjima - Mjerni sustav za mjerenje tranzijentnih prenapona na VN i NN strani**

Mjerenje prenapona u visokonaponskom postrojenje prilikom sklopnih manipulacija spada u grupu vrlo složenih mjerenja. Sklapanja rastavljača su pojave koja traju u sekundama, a pojave uzrokovane paljenjem i gašenjem luka su po svom karakteru brze (nanosekundno područje).

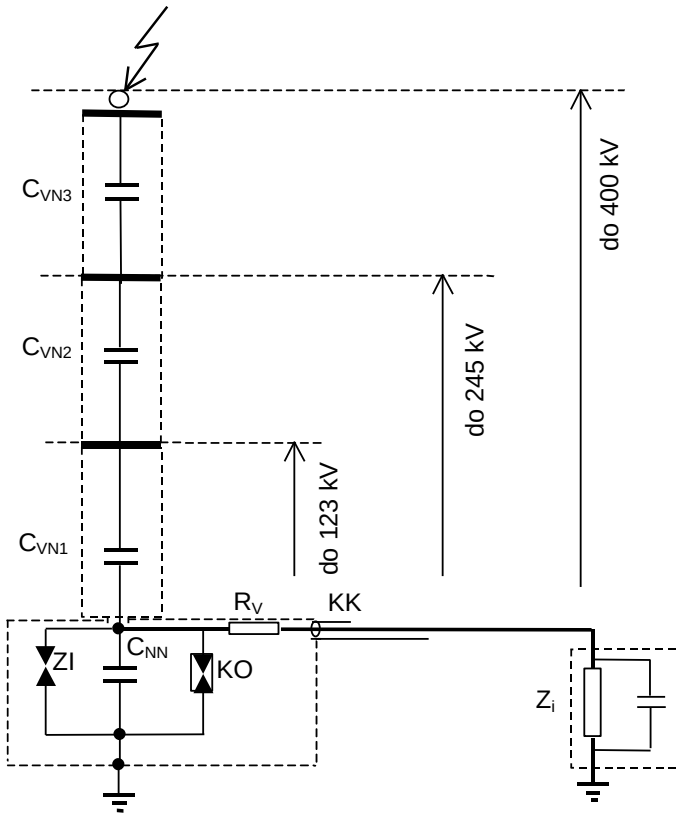
Djelitelji koji se fizički nalaze vrlo blizu otvorenog luka moraju biti "otporni" na smetnje, odnosno sustav prijenosa mjernog signala mora se koncipirati tako da se navedene smetnje reduciraju na najmanju moguću mjeru.

Kod određivanja karakteristika visokonaponskih djelitelja napona mora se obratiti pozornost na iznose napona koji se mogu pojaviti na visokonaponskoj strani djelitelja u stacionarnom stanju kao i iznos napona koji se javlja za vrijeme prelaznih pojava.

Za mjerenje sklopnih prenapona u visokonaponskom rasklopnom postrojenju, visokonaponski djelitelji su koncipirani za dvije naponske razine. Budući da se radilo o mjerenju u realnom postrojenju sa specifičnim rasporedom sabirničkih sustava i ograničenim prostorom za lociranje djelala u postrojenju i malim razmakom prema ostalim dijelovima pod naponom, osnovni uvjet koji je trebalo ispuniti je zaštita od slučajne pojave previsokog napona na niskonaponskoj strani djelila, odnosno na mjernim uređajima.

- **Visokonaponski djelitelji napona - Visokonaponski dio**
-

Visokonaponski djelitelji napona koncipirani su kao modularni djelitelji napona sa mogućnošću proširenja područja primjene od U_n = 123 kV do U_n = 400 kV na način da se dodaje visokonaponski kondenzator u seriju na osnovni djelitelj napona. U svim varijantama napon na niskonaponskoj strani za stacionarno stanje mreže ostaje isti.
Budući da su se visokonaponska djelila konstruirala specijalno za mjerenja u visokonaponskom rasklopnom postrojenju (110 i 220 kV), izrađeno je ukupno 6 djelila za mjerenje u 110 kV postrojenju, odnosno 3 djelitelja za mjerenje u 220 kV postrojenju. Visokonaponski kondenzator smješten je u porculanskom kućištu i predviđen je za vanjsku montažu, Slika 196.



Slika 196. Načelna shema visokonaponskog djelitelja napona

C_{VN*} - visokonaponski kondenzator,
C_{NN} - niskonaponski kondenzator,
ZI - zaštitno iskrište,
KO - odvodnik prenapona,
R_V - prilagodni otpornik,
KK - koaksijalni kabel (C_K),
Z_{in} - unutarnji otpor mjerne impendancije.

Vrijednosti kapaciteta pojedinih kondenzatora dani su u tablici 27. Vrijednosti iz tablice mjerene su pri 140 kV. Ispitivanjem je određena rezonantna frekvencija visokonaponskih djelitelja i nalazi se iznad 10 MHz.

U_n (kV)	123	123	123	123	123	123
C (pF)	193.2	194.3	193.4	193.2	196.3	192.4
tgδ (%)	0.056	0.059	0.054	0.058	0.052	0.057

Tablica 27. Vrijednosti kapaciteta kondenzatora

- **Niskonaponski dio kapacitivnog djelitelja**

Niskonaponski dio kapacitivnog djelitelja, kao što se vidi na slici 178., sastoji se od grupe niskonaponskih kondenzatora, odvodnika prenapona kao prvog stupnja zaštite, zaštitnog iskrišta kao drugog stupnja zaštite. Na izlazu iz niskonapaonskog djela kapacitivnog djelila a prije priključka za koaksijalni kabel nalazi se prilagodni omski otpor, koji po svom iznosu odgovara valnom otporu koaksijalnog kabla.

Iznos niskonaponskog kapaciteta je ≈ 600 nF.

Prijenosni omjer

Prijenosni omjer kapacitivnog djelitelja napona računa se preko izraza:

$$p = \frac{C_{NN} + C_{VN} + C_K}{C_{Vn}} = \frac{C_{NN} + C_K}{C_{Vn}} + 1$$

Prijenosni omjeri djelitelja napona za 123 kV dani su u Tablici 28.

Djelitelj br.	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Prijenosni omjer	3167	3164	3182	3171	3132	3184

Tablica 28. Prijenosni omjeri djelitelja napona za 123 kV

Prijenosni omjeri djelitelja napona za 245 kV dani su u Tablici 29.

Djeltelj br.	D1	D2	D3
Prijenosni omjer	6347	6287	6353

Tablica 29. Prijenosni omjeri djelitelja napona za 245 kV

Gornji prijenosni omjeri određeni su za mjerni kabel od 100 metara.

- **Mjerni priključak i mjerni kabeli**

Mjerni priključak na niskonaponskom djelu kapacitivnog djelitelja tipa BNC, valnog otpora Z_V=75 Ω.

Za prijenos mjernog signala od djelitelja napona do mjernih uređaja za mjerenje i registraciju korišteni su koaksijalni kabeli također valne impendancije Z_V=75 Ω. (C_o=60 pF/m)

Zbog konfiguracije rasklopnog postrojenja i zahtjeva zaštite na radu u visokonaponskim postrojenjima, korišteni su kabeli različitih dužina od 10 do 200 metara, ovisno o mjestu mjerenja. U lokalnim ormarima polja mjereno je izravno s visokonaponskim sondama.

- **Uređaji za mjerenje i registraciju**

Za mjerenje i registraciju na niskonaponskoj strani visokonaponske mjerne opreme korišteni su sljedeći mjerni uređaji:

- digitalni osciloskopi Tektonix, tip TDS 540 i TDS 754 D
- tranzient rekorder BBC – GOERZ METRAWAT, tip SE 560

Karakteristike mjernih uređaja:

Osciloskop TDS 540

- digitalni osciloskop, četverokanalni, 500 MHz, 1GS/s, 50 K, vertikalna točnost 1%, 8 bita

Osciloskop TDS 754 D

- digitalni osciloskop, četverokanalni, 500 MHz, 2GS/s, 130 K, vertikalna točnost 1%, 8 bita

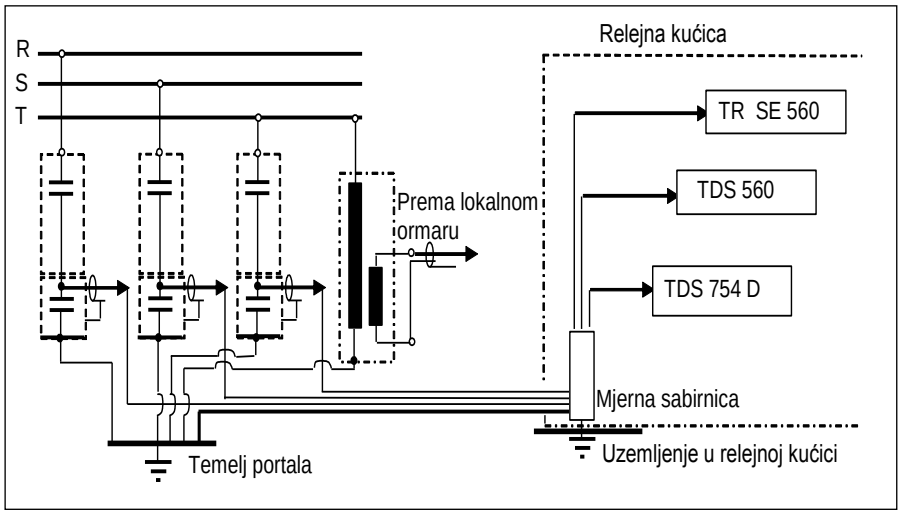
Tranzient rekorder SE 560

- digitalni tranzient rekorder, 11 kanalni, 250 kHz, 1MS/s, 16 K, vertikalna točnost 1%, 8 bita.

Svi mjerni uređaji imali su mjerni ulaz (unutarnja mjerna impendancija) 1 MΩ II 20 pF. Mjerni uređaji za registraciju priključivani su na mrežu preko transformatora za potiskivanje smetnji.

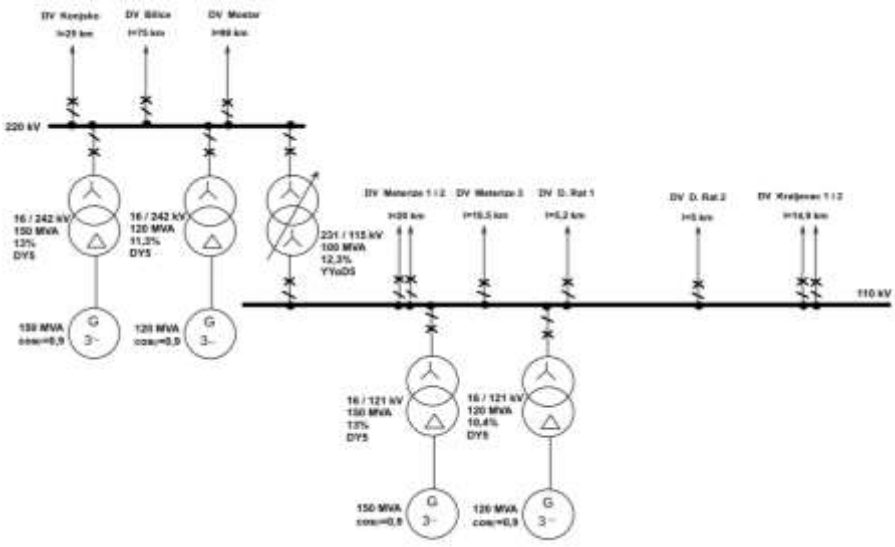
- **Uzemljenja**

Visokonaponska djelila uzemljena se u na način prikazan na slici 179. tj. kućište kapacitivnih djelila zajedno sa oklopom koaksijalnog kabla uzemljena su zajedno u jednoj točci u ispitivanom polju, najčešće na najbliži portal. Mjerni kabeli su najkraćom vezom grupirani u snop zajedno s dodatnim vodičem za uzemljenje i povučeni do relejne kućice. Dodatno uzemljenje je izolirano od ostalih metalnih dijelova u postrojenju da bi se spriječila iskrenja tijekom tranzijetnih stanja.



Slika 197. Način uzemljenja ispitne i mjerne opreme u VN postrojenju

Jednopolna shema spoja rasklopnih postrojenja 220 kV i 110 kV, u kojima je izvršeno mjerenje, prikazana je na Slici 198.



Slika 198. Jednopolna shema spoja rasklopnih postrojenja 220 kV i 110 kV

Obrada i analiza mjerenja s prikazom mjernih rezultata

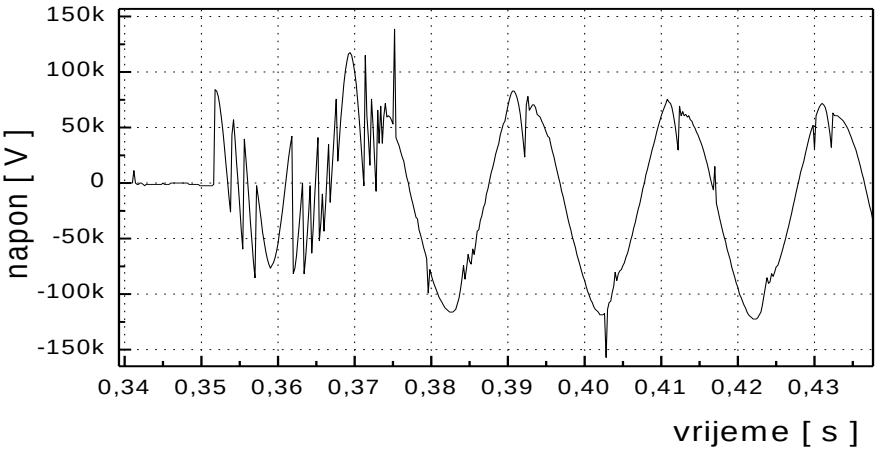
Obrada i analiza rezultata mjerenja u dinamičkim stanjima

1. Mjerenje sklopnih prenapona kod sklapanja rastavljača u RP 110 kV
2. Sklapanje sabirničkog rastavljača u mjernom polju
3. Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom

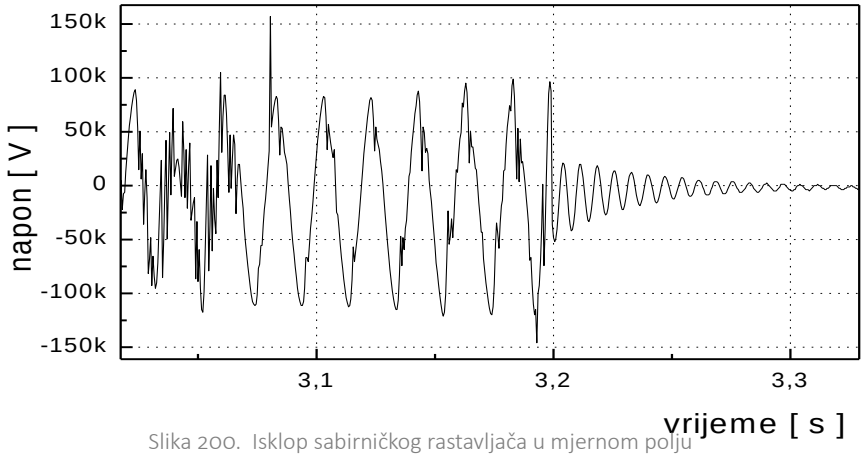
Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt. Uspješno je registrirano tri uklopa i dva isklopa rastavljača u sve tri faze sustava, tako da je za analizu dostupno devet pojava uklopa i šest pojava isklopa rastavljača. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 30., a tipični oscilogrami na slikama 199. i 200.

Manipulacija	Najniža vrijednost kV	Najviša vrijednost kV	Srednja vrijednost kV
Uklop	71.07	15.06	120.85
Isklop	118.72	15.06	145.93

Tablica 30. Sklopni prenaponi na VN strani- sklapanju sabirničkog rastavljača u mjernom polju



Slika 199. Uklop sabirničkog rastavljača u mjernom polju



Slika 200. Isklop sabirničkog rastavljača u mjernom polju

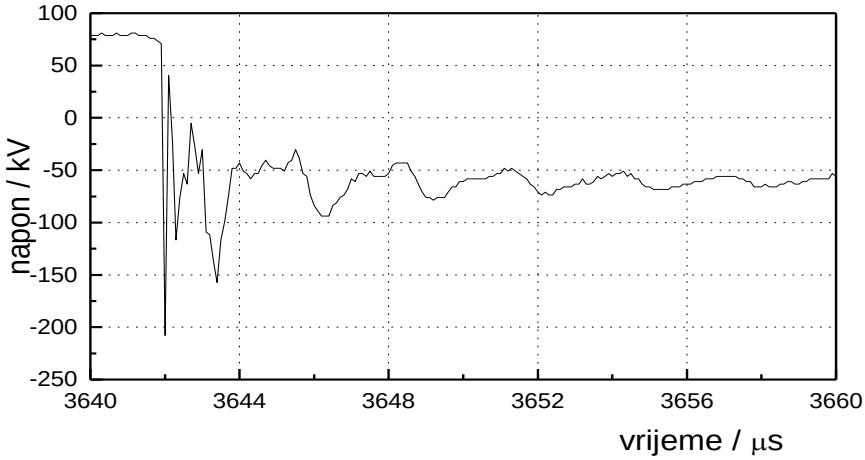
Mjerenja na VN strani osciloskopom

Naponi na primarnoj strani oscilografirani su pomoću kapacitivnog djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540.

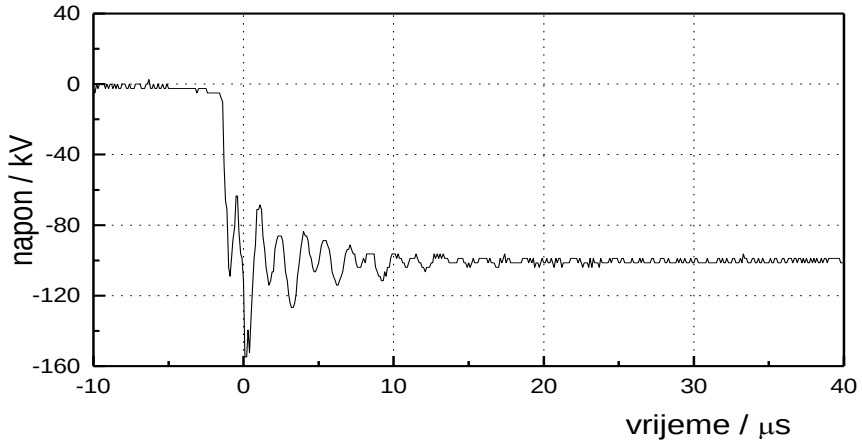
Na primarnoj strani uspješno je registrirano deset uklopa i devet isklopa rastavljača i to u različitim fazama sustava a za analizu dostupno 23 pojave uklopa i 15 pojava isklopa rastavljača. Sažetak rezultata dan je u Tablici 31., a tipični oscilogrami na slikama 201. i 202.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Uklop	96,4	207,9	131,4
Isklop	104,0	192,7	139,6

Tablica 31. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača u mjernom polju



Slika 201. Napon mreže pri uklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju



Slika 202. Napon mreže pri isklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju

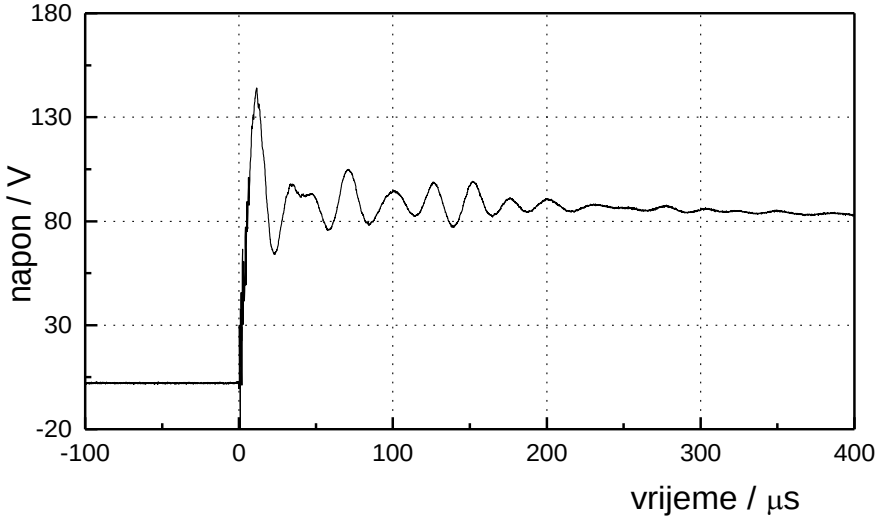
Mjerenja na NN strani

Naponi u sekundarnim krugovima mjernih transformatora tipa 6VPU-123, pri sklapanju sabirničkog rastavljača u mjernom polju, oscilografirani su u ormaru polja na priključnim mjestima koja odgovaraju R, S i T fazama sekundarnog ožičenja namota 1a-1n naponskog transformatora.

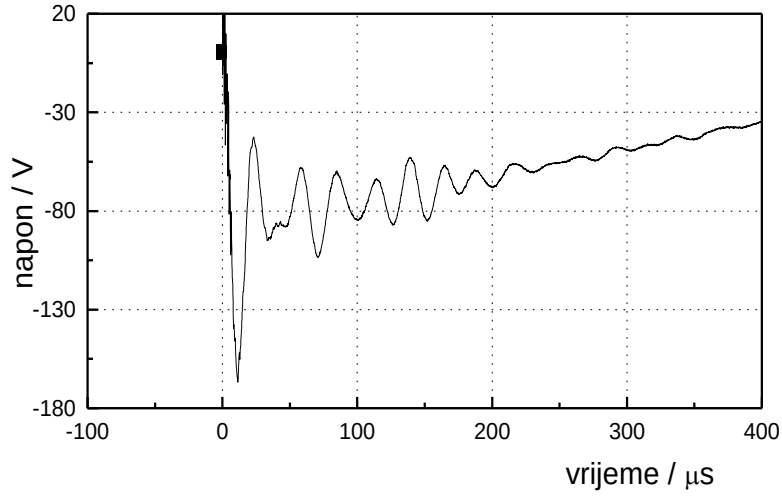
Kao referentna zemlja koristio se priključak iz istog ormara polja. Ožičenje od naponskog transformatora do ormara polja izvedeno je s kabelom NYCY 6x4. Naponi su oscilografirani četverokanalnim digitalnim memorijskim osciloskopom tipa TDS 754. Na niskonaponskoj strani uspješno je registrirano osam uklopa i isklopa rastavljača i to u različitim fazama sustava a za analizu dostupno 16 pojava uklopa i 15 pojava isklopa rastavljača. Sažetak rezultata dan je u Tablici 32., a tipični oscilogrami na slikama 203. i 204.

Manipulacija	Najniža vrijednost (V)	Najviša vrijednost (V)	Srednja vrijednost (V)
Uklop	94,9	154,7	127,8
Isklop	106,9	208,0	145,1

Tablica 32. Preneseni naponi na sekundarnom namotu naponskog transformatora 6 VPU-123 pri sklapanju rastavljača u mjernom polju



Slika 203. Preneseni napon na naponskom transformatoru pri uklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju



Slika 204. Preneseni napon na naponskom transformatoru pri isklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju

- **Sklapanje sabirničkih rastavljača u spojnom polju**

Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom

Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt. Uspješno nije registriran niti jedan uklop, odnosno isklop rastavljača, tako da nije izvršena analiza ovih prenapona na VN strani.

Mjerenja na VN strani osciloskopom

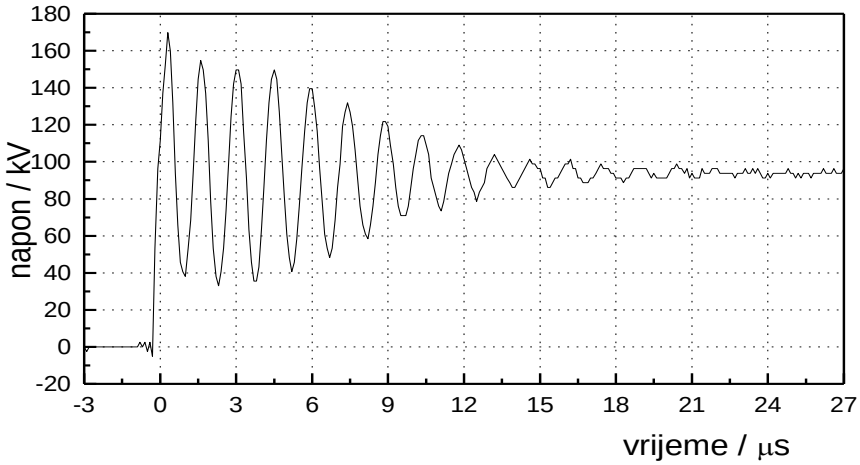
Naponi na primarnoj strani oscilografirani su pomoću kapacitivnog djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540. Na primarnoj strani uspješno su registrirane sljedeće manipulacije:

- uklop rastavljača - sustav I - 9 uklopa
- isklop rastavljača - sustav I - 9 isklopa
- uklop rastavljača - sustav II - 2 uklopa
- isklop rastavljača - sustav II - 1 isklop
- uklop prekidača - 1 uklop

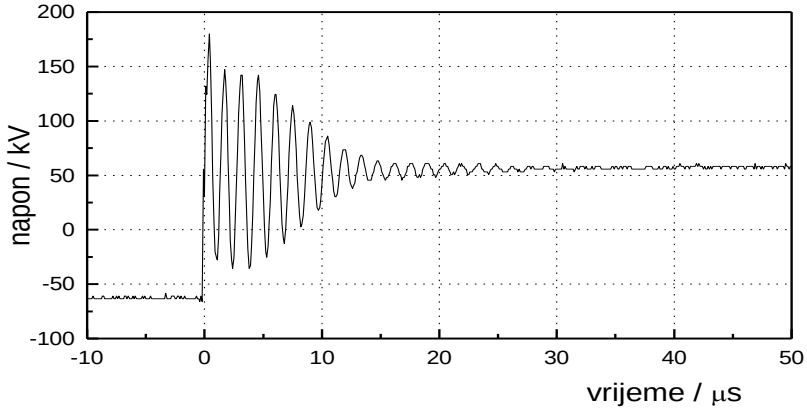
Sažetak rezultata dan je u Tablici 33., a tipični oscilogrami na slikama 205., 206. i 207.

Manipulacija	**Najniža vrijednost / kV**	**Najviša vrijednost / kV**	**Srednja vrijednost / kV**
Uklop rastavljača - sustav I	114,1	169,9	139,5
Isklop rastavljača - sustav I	114,1	180,1	142,3
Manipulacija	**Maksimalna vrijednost napona / kV**		
Uklop rastavljača - sustav II	136,9		
Isklop rastavljača - sustav II	157,2		
Uklop prekidača	195,3		

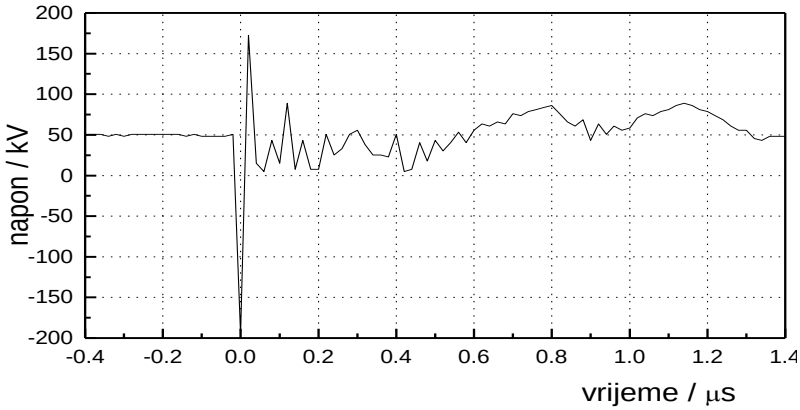
Tablica 33. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u spojnom polju 110 kV



Slika 205. Napon mreže pri uklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV



Slika 206. Napon mreže pri isklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV



Slika 207. Napon mreže pri uklapanju prekidača u spojnom polju 110kV

Mjerenja na NN strani

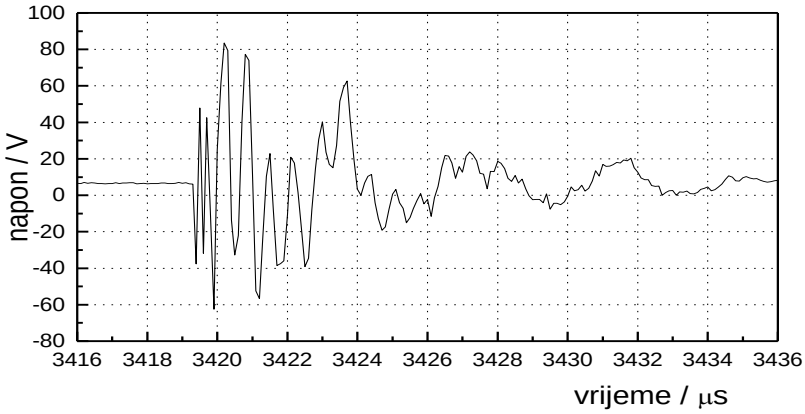
Naponi u sekundarnim krugovima oscilografirani su u ormaru polja na priključnim mjestima koja odgovaraju R, S i T fazama sekundarnog namota 3s1-3s2 strujnih transformatora AGU-123. Kao referentna zemlja koristio se priključak iz istog ormara polja. Ožičenje od strujnih transformatora do ormara polja izvedeno je s kabelom NYCY 6x4. Naponi su oscilografirani četverokanalnim digitalnim memorijskim osciloskopom tipa TDS 754. Na zaštitnoj jezgri strujnog transformatora uspješno su registrirani naponi pri sljedećim manipulacijama:

- uklop rastavljača - sustav I - 4 uklopa
- isklop rastavljača - sustav I - 4 isklopa
- uklop rastavljača - sustav II - 1 uklop
- isklop rastavljača - sustav II - 3 isklopa
- uklop prekidača - 3 uklopa

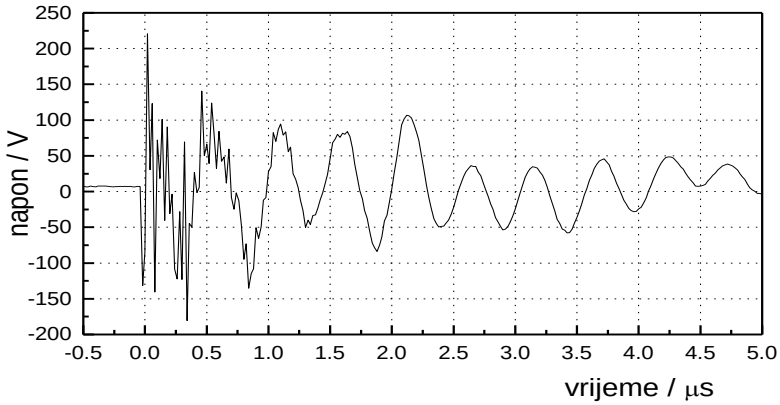
Sažetak rezultata dan je u Tablici 34., a tipični oscilogrami na slikama 208. i 209.

Manipulacija	Najniža vrijednost / V	Najviša vrijednost / V	Srednja vrijednost / V
Uklop rastavljača - sustav I	54,2	83,5	73,3
Isklop rastavljača - sustav I	36,3	85,4	62,9
Isklop rastavljača - sustav II	63,5	104,7	88,7
Uklop prekidača	64,2	220,8	143,2
Manipulacija	**Maksimalna vrijednost napona / V**		
Uklop rastavljača - sustav II	63,0		

Tablica 34. Preneseni naponi na sekundarnom namotu strujnog transformatora pri sklapanju rastavljača i prekidača u spojnom polju 110 kV



Slika 208. Preneseni napon na strujnom transformatoru pri isklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV



Slika 209. Preneseni napon na strujnom transformatoru pri uklapanju prekidača u spojnom polju 110 kV

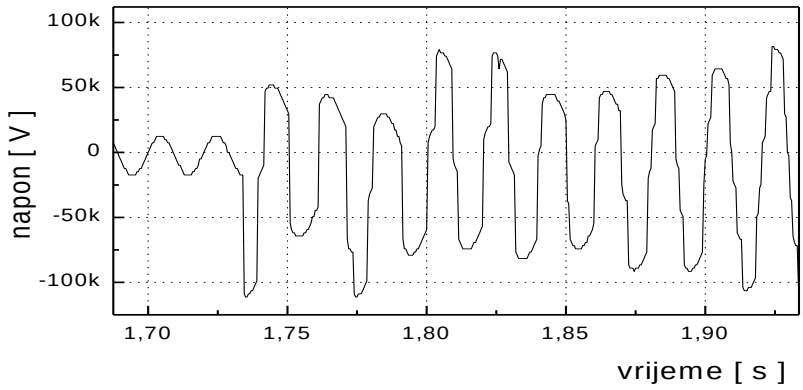
- **Sklapanje linijskog rastavljača u dalekovodnom polju Meterize 3 - Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom**

Provedeno je mjerenje sklopnih prenapona prilikom sklapanja sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju (DV Meterize 3). Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

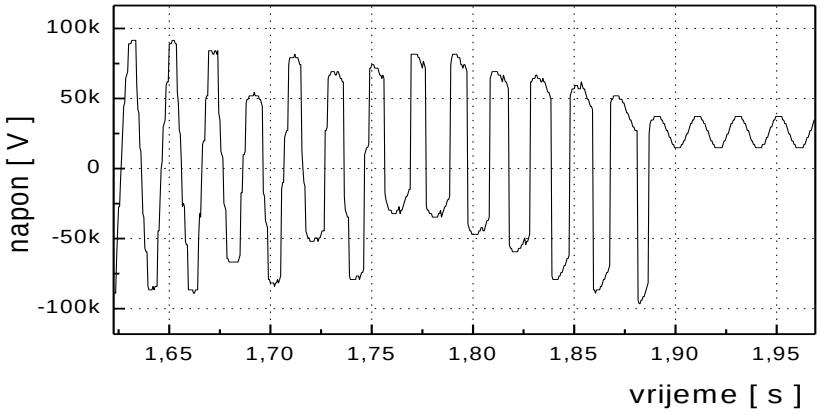
Uspješno je registrirano tri uklopa i jedan isklop rastavljača u sve tri faze sustava, tako da je za analizu dostupno sedam pojava uklopa i tri pojave isklopa rastavljača. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 35., a tipični oscilogrami na slikama 210. i 211.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Uklop	93.99	111.30	101.05
Isklop	96.46	98.93	98.10

Tablica 35. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju

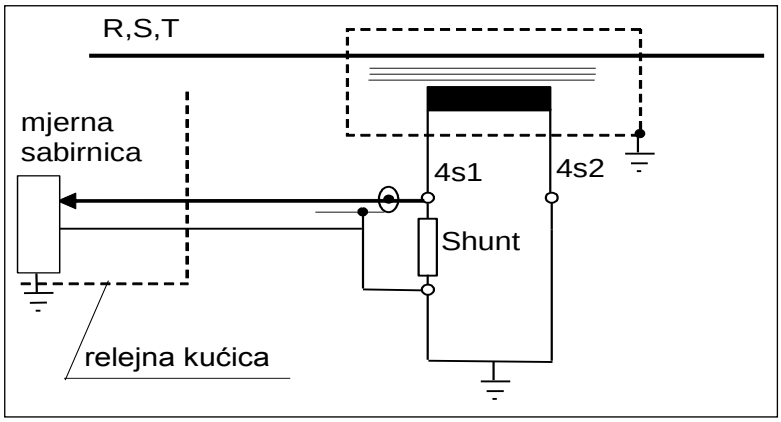


Slika 210. Uklop sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju



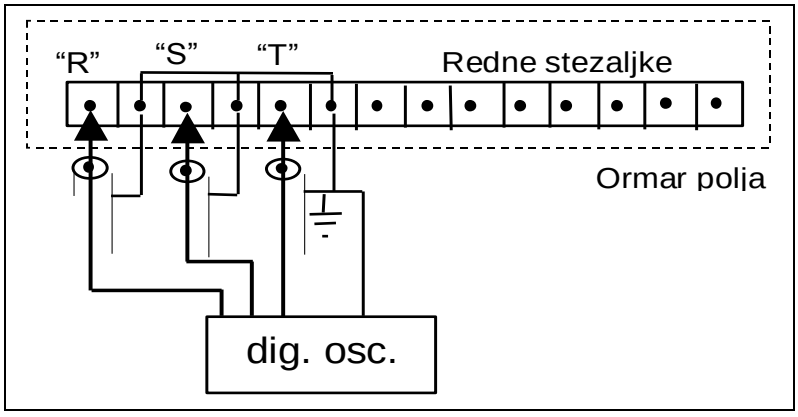
Slika 211. Isklop sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju

Kod mjerenja kapacitivno prenesenih napona na sekundarne krugove mjernih transformatora korišteno je uzemljenje ormara polja. Kod mjerenja struje kratkog spoja, sekundarni krug strujnog transformatora (sa shuntom u krugu) uzemljen je prema Slici 212.



Slika 212. Shema spajanja shunta u sekundarni krug strujnog transformatora

Naponi na sekundaru naponskih transformatora mjereni su u ormarima polja prema Slici 213.

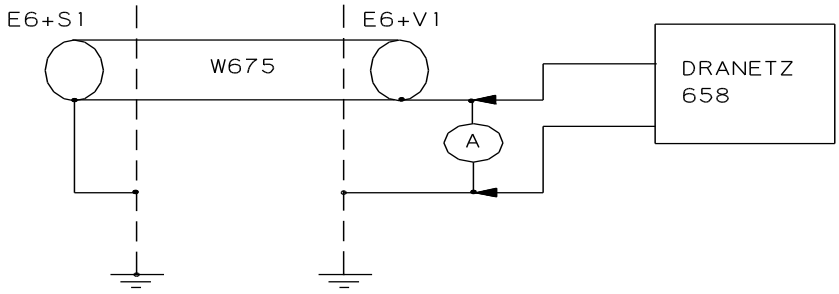


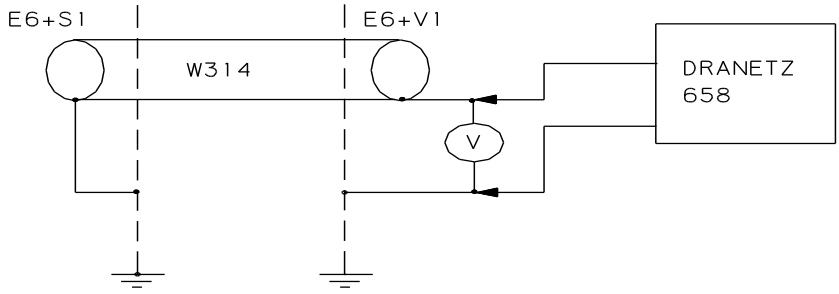
Slika 213. Shema spajanja za mjerenje prenesenih napona naponskih transformatora u ormarima polja

Mjerni sustav za mjerenja na sekundarnim krugovima

Za vrijeme mjerenja tranzijentnih prenapona uzrokovanih sklopnim manipulacijama obavljena su mjerenja na sekundarnim krugovima. Obavljena su mjerenja linijskih i faznih napona na voltmetrima, te struja na ampermetrima u upravljačnici, strojarnici, zatim na priključnim stezaljkama u ormarima opreme USZMR-a u kontejner kućici RP 110 kV, te u mjernim poljima RP 35 kV. Također, obavljena su mjerenja napona i struja između odspojenih plašteva kabela i uzemljivačkih traka na raznim pozicijama u elektrani. Mjerenja su obavljena analizatorom DRANETZ 658. Na Slici 214. prikazane su sheme mjerenja struja kroz plašteve kabela i napona između odspojenih plašteva kabela i uzemljenja.

Slika 214. Sheme mjerenja struja i napona kroz plašteve kabela između odspojenih plašteva kabela i uzemljenja





- **Sklapanje sabirničkih rastavljača u spojnom polju**

Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom

Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt. Uspješno nije registriran niti jedan uklop, odnosno isklop rastavljača, tako da nije izvršena analiza ovih prenapona na VN strani.

Mjerenja na VN strani osciloskopom

Naponi na primarnoj strani oscilografirani su pomoću kapacitivnog djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540. Na primarnoj strani uspješno su registrirane sljedeće manipulacije:

- uklop rastavljača - sustav I - 9 uklopa
- isklop rastavljača - sustav I - 9 isklopa
- uklop rastavljača - sustav II - 2 uklopa
- isklop rastavljača - sustav II - 1 isklop
- uklop prekidača - 1 uklop

Mjerenja na VN strani osciloskopom

Naponi ispred prekidača (gledano od strane sabirnica) snimani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a naponi iza prekidača oscilografirani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754.

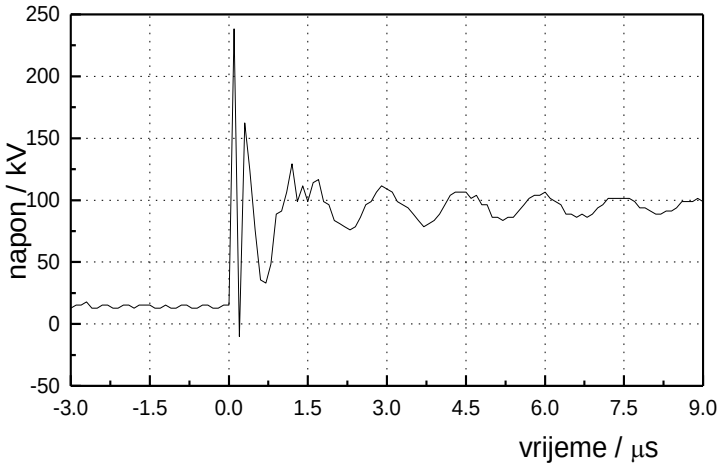
Uspješno su registrirane sljedeće manipulacije:

- uklop rastavljača R-1 - 2 uklopa
- isklop rastavljača - 2 isklopa
- uklop prekidača - 6 uklopa ispred prekidača i 8 uklopa iza prekidača

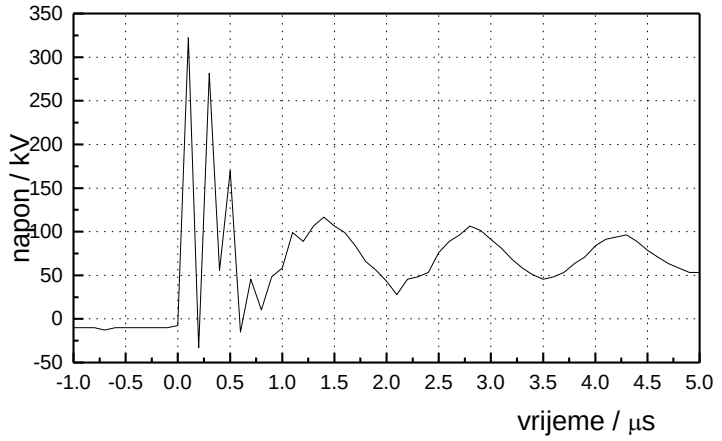
Sažetak rezultata dan je u Tablici 36., a tipični oscilogrami na slikama 215., 216. i 217.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Uklop rastavljača R-1	208,0	238,4	223,2
Isklop rastavljača R-1	171,5	317,0	244,3
Uklop prekidača (naponi ispred prekidača, gledano od strane sabirnica)	103,3	318,9	171,8
Uklop prekidača (naponi iza prekidača, gledano od strane sabirnica)	100,2	145,2	114,0

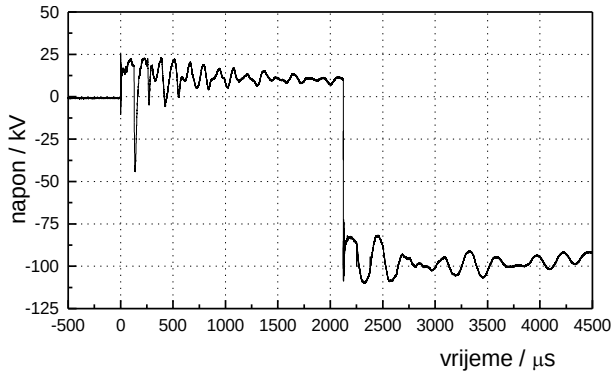
Tablica 35. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u dalekovodnom polju



Slika 215. Napon mreže pri uklapanju rastavljača u dalekovodnom polju



Slika 216. Napon mreže pri isklapanju rastavljača u dalekovodnom polju



Slika 217. Napon mreže pri uklapanju prekidača u dalekovodnom polju

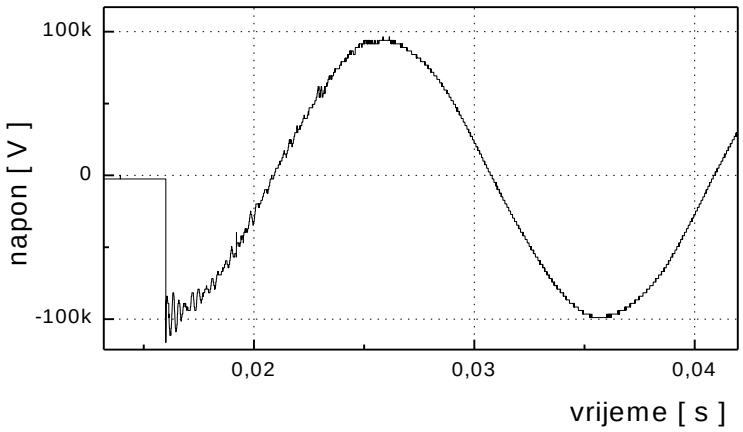
Mjerenje je obuhvatilo operacije isklapanja prekidača neopterećenog dalekovoda, a provedeno je na VN strani tranzijent rekorderom. Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

Uspješno je registrirano pet uklopa i četiri isklopa prekidača u sve tri faze sustava, i to na VN djelilima postavljenim s obje strane prekidača, tako da je za analizu dostupno petnaest pojava uklopa i dvanaest pojava isklopa prekidača snimljenih na strani sabirnica i na strani voda.

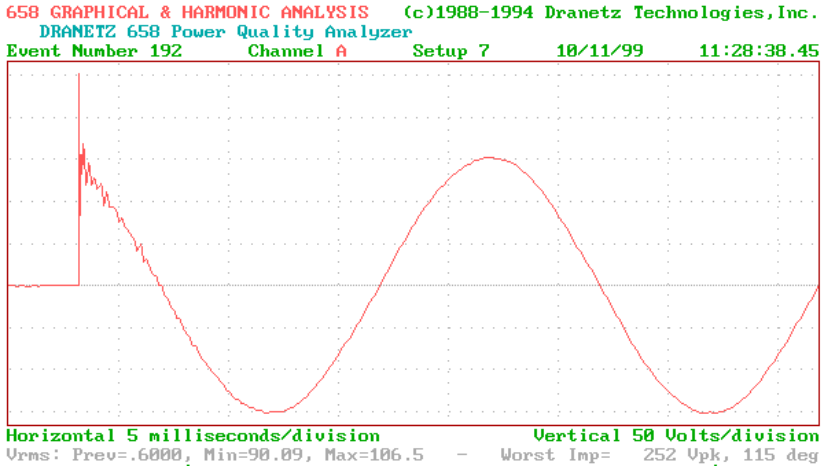
Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 37., a tipični oscilogrami na Slikama 218. i 219.

Manipulacija	Najniža vrijednost/ kV	Najviša vrijednost/ kV	Srednja vrijednost/ kV
Uklop (sabir.)	91.51	111.30	99.09
Uklop (vod)	96.46	116.25	104.37
Isklop (sabir.)	96.46	106.35	99.96
Isklop (vod)	93.99	106.35	99.34

Tablica 37. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem



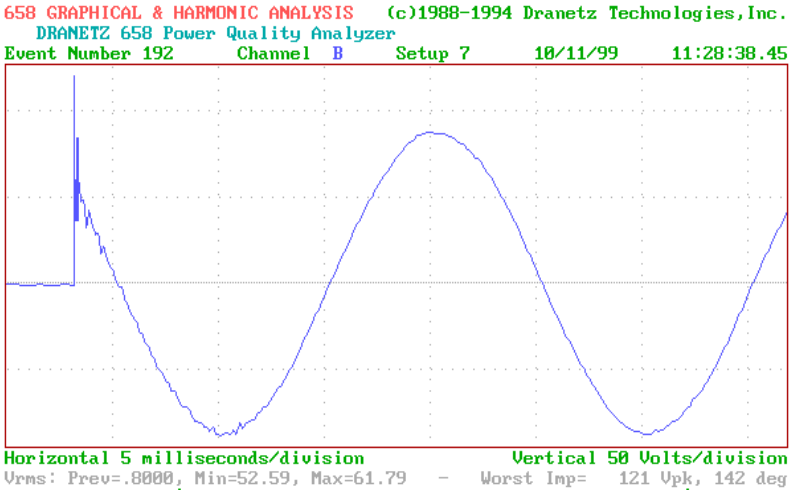
Slika 218. Uklop neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem



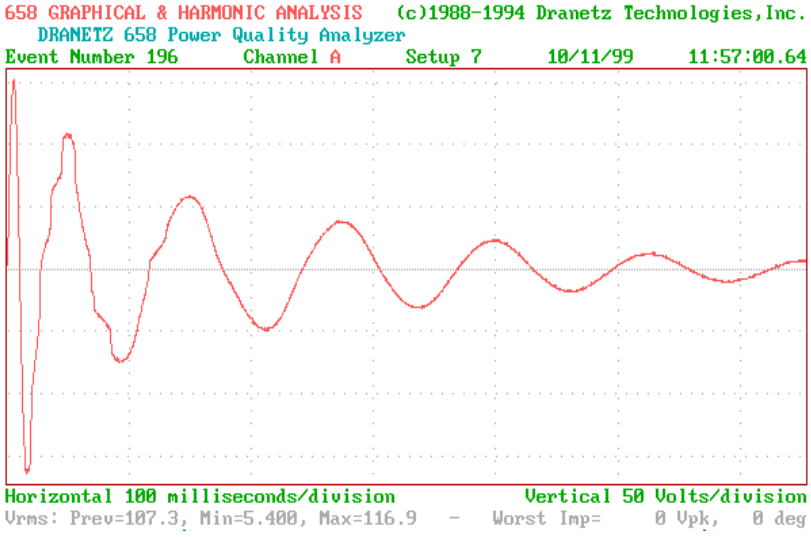
Slika 219. Isklop neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem

- **Mjerenja na sekundarnim krugovima**

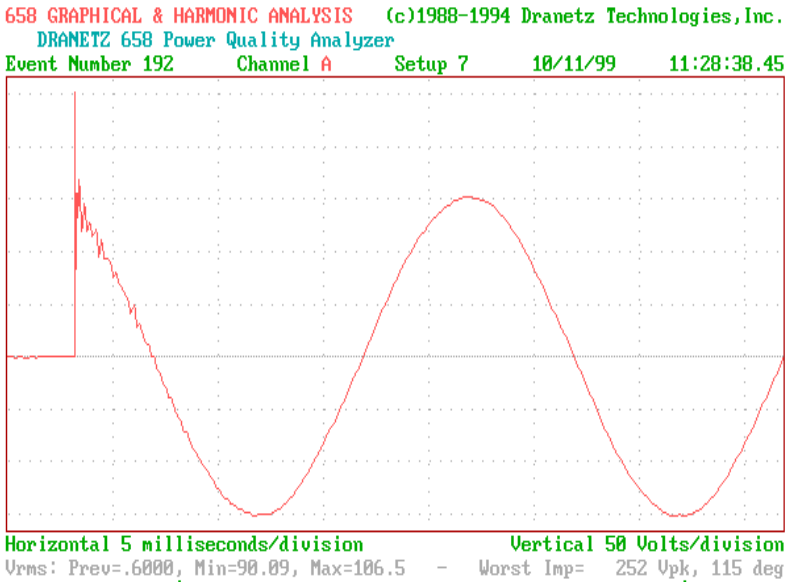
U okviru mjerenja sklopnih prenapona prilikom isklapanja neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem obavljeno je i mjerenje napona na voltmetru na komandnom pultu u upravljačnici. Mjerenja su obavljena analizatorom DRANTETZ 658. Tipični oscilogrami prikazani su na slikama 220. do 223.



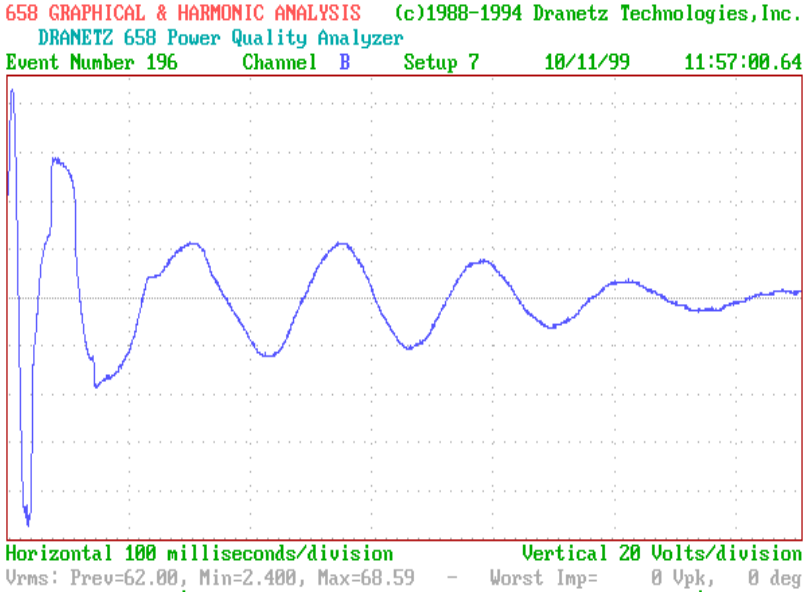
Slika 220. Linijski napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri uklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem



Slika 221. Fazni napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri uklopu neopterećenog dalekovoda Meteruze 3 prekidačem



Slika 222. Linijski napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri isklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem



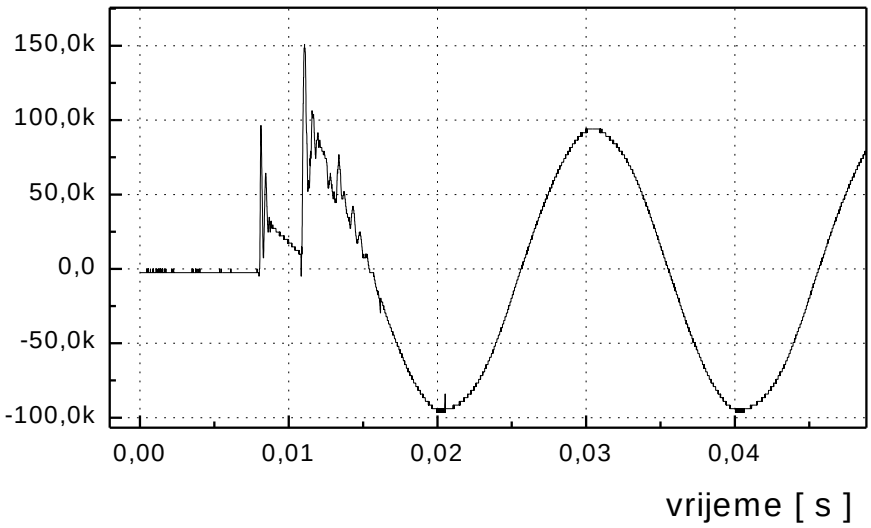
Slika 223. Fazni napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri isklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem

Sklapanje prekidača u polju mrežnog transformatora
Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom

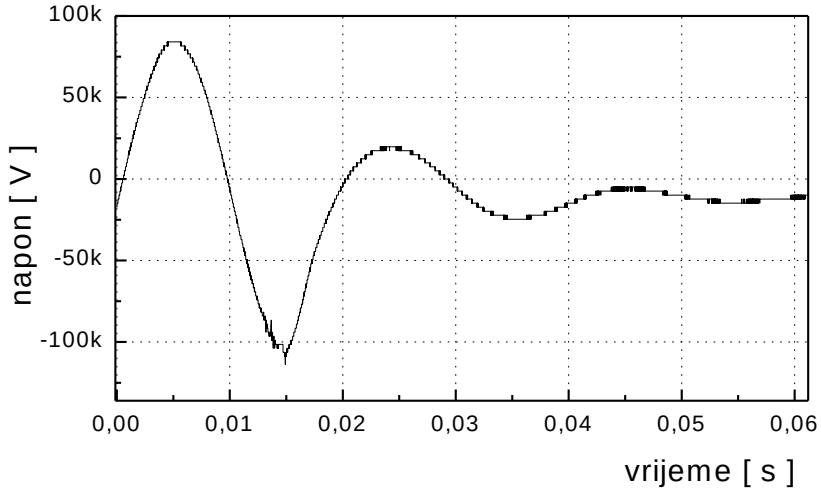
Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.
Uspješno je registrirano četiri uklopa i tri isklopa prekidača u sve tri faze sustava, i to na VN djelilima postavljenim s obje strane prekidača. Za analizu je dostupno devet pojava uklopa prekidača snimljenih na strani sabirnica, deset pojava uklopa snimljenih na strani voda, devet pojava isklopa snimljenih na strani sabirnica i devet pojava isklopa snimljenih na strani voda. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 38., a tipični oscilogrami na slikama 224. i 225.

Manipulacija	Najniža vrijednost kV	Najviša vrijednost kV	Srednja vrijednost kV
Uklop (sabir.)	96.46	98.93	98.10
Uklop (vod)	93.99	150.88	109.07
Isklop (sabir.)	93.99	98.93	9.83
Isklop (vod)	93.99	113.77	98.66

Tablica 38. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju prekidača u polju mrežnog transformatora



Slika 224. Uklop prekidača u polju mrežnog transformatora



Slika 225. Isklop prekidača u polju mrežnog transformatora

- **Mjerenja na VN strani osciloskopom**

Naponi ispred prekidača (gledano od strane sabirnica) snimani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a naponi iza prekidača oscilografirani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754.

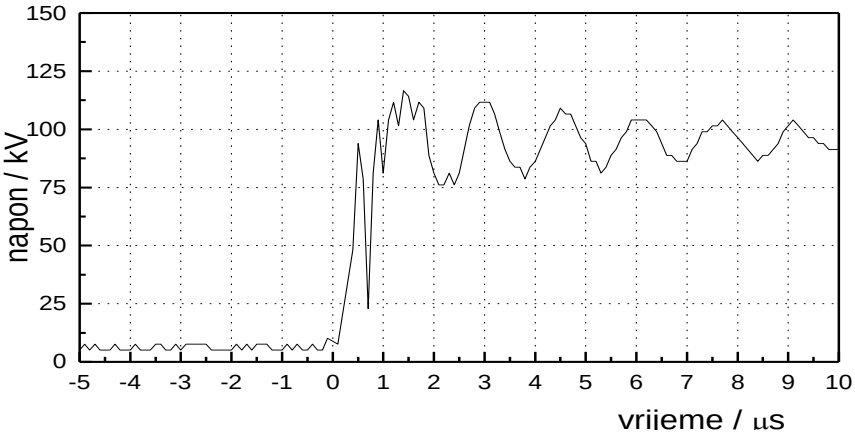
Uspješno su registrirane sljedeće manipulacije:

- uklop rastavljača - 2 uklopa
- isklop rastavljača - 1 isklop
- uklop prekidača - 7 uklopa
- isklop prekidača - 4 isklopa

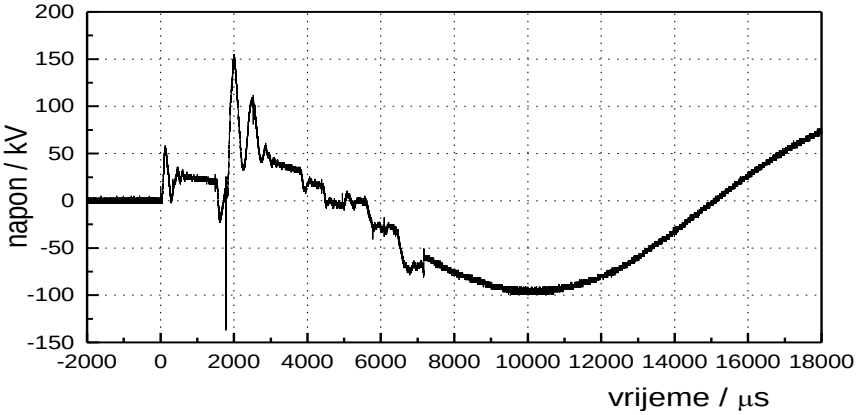
Sažetak rezultata dan je u Tablici 39., a tipični oscilogrami na slikama 226., 227., 228. i 229.

Manipulacija	**Najniža vrijednost / kV**	**Najviša vrijednost / kV**	**Srednja vrijednost / kV**
Uklop rastavljača	114,1	115,7	114,9
Uklop prekidača	100,8	186,1	133,7
Isklop prekidača	98,3	114,8	107,0
Manipulacija	**Maksimalna vrijednost napona / kV**		
Isklop rastavljača	144,8		

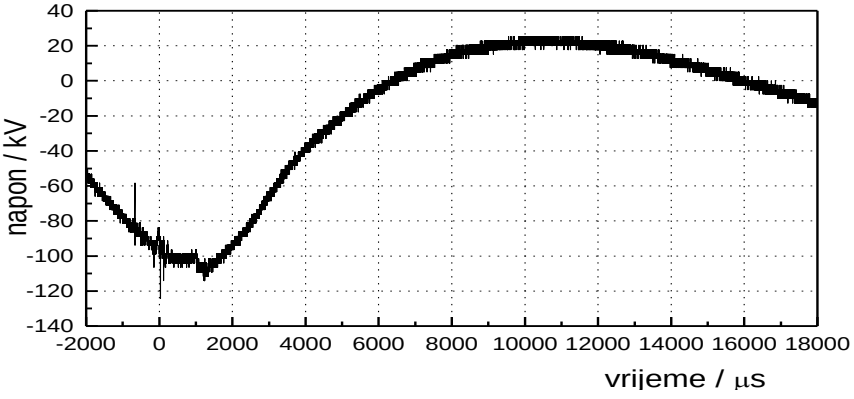
Tablica 39. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u polju mrežnog transformatora



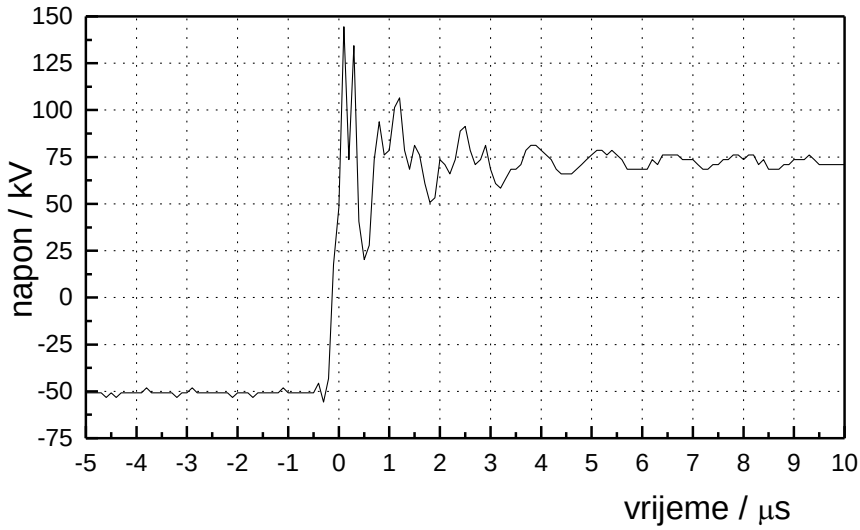
Slika 226. Napon mreže pri uklapanju rastavljača u polju mrežni transformator 110 kV



Slika 227. Napon mreže pri uklapanju prekidača u polju mrežni transformator 110 kV



Slika 228. Napon mreže pri isklapanju prekidača u polju mrežni transformator 110 kV



Slika 229. Napon mreže pri isklapanju rastavljača u polju mrežni transformator 110 kV

- **Mjerenja na sekundarnim krugovima**

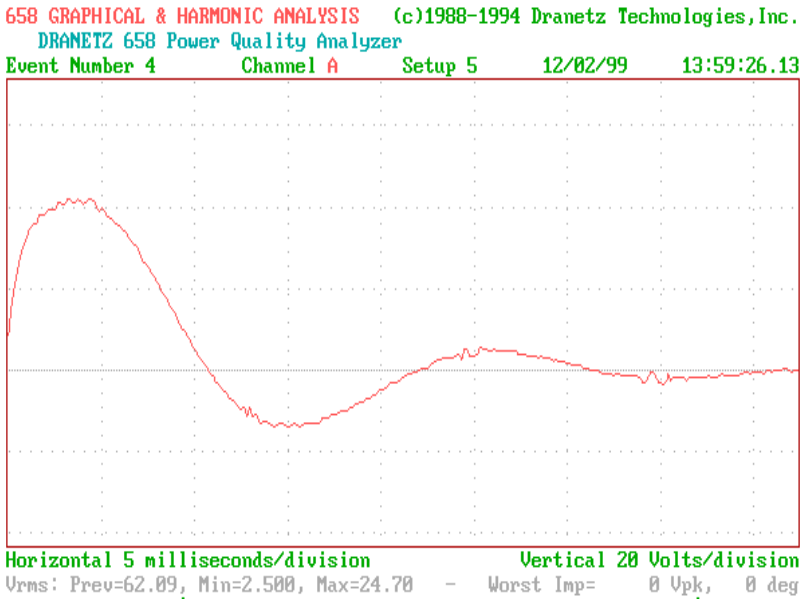
U okviru mjerenja sklopnih prenapona uklapanjem i isklapanjem rastavljača i prekidača u polju mrežnog transformatora 110/30 kV obavljeno je i mjerenje napona i struja na mjernim vodovima i uzemljenjima unutar kontejner kućice smještene u polju, zatim u komandnoj zgradi RP 35 kV i na kraju u kaverni.
Manipulacije su obavljene prema sljedećem redoslijedu :

- uklop rastavljača
- uklop i isklop prekidača

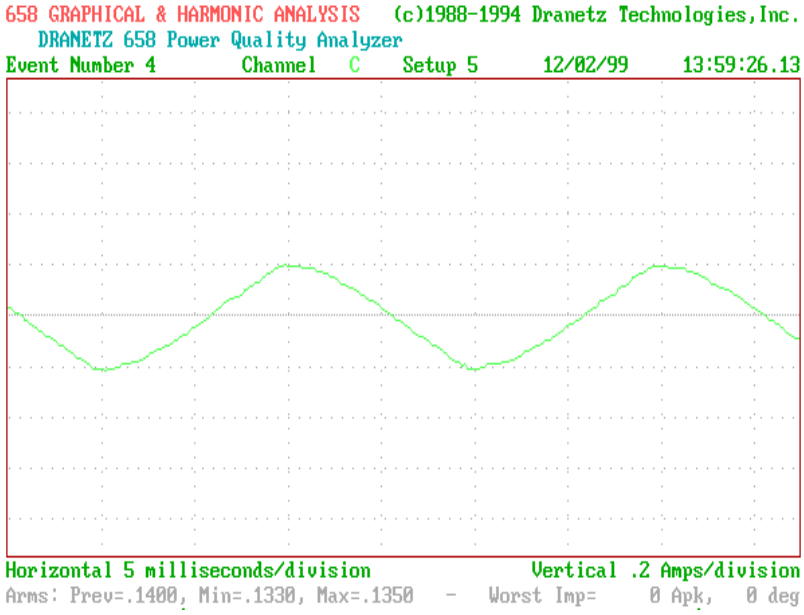
Mjerenja su obavljena analizatorom DRANTETZ 658.

a) Mjerenja u kontejner kućici polja

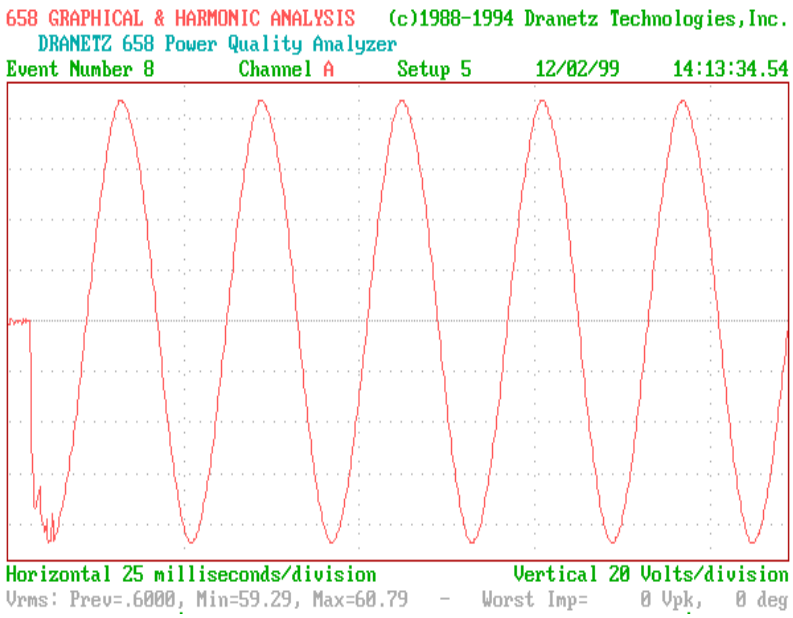
Na slikama 230. do 234. prikazani su tipični oscilogrami.



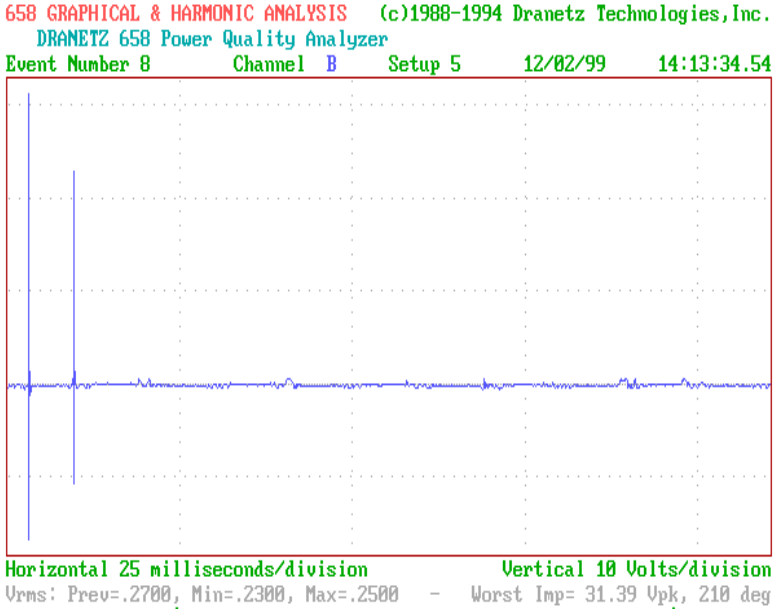
Slika 230. Napon na naponskom mjernom transformatoru pri isklopu prekidača



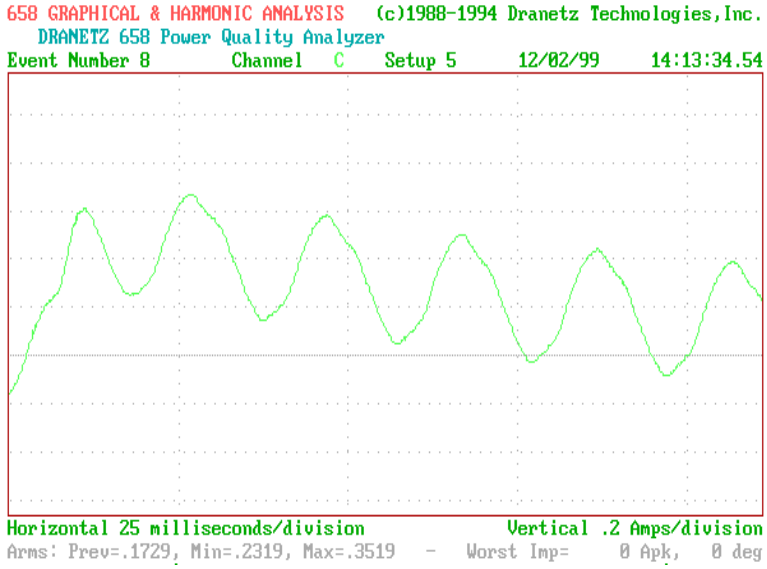
Slika 231. Struja kroz plašt kabela pri isklopu prekidača



Slika 232. Napon na naponskom mjernom transformatoru pri uklopu prekidača



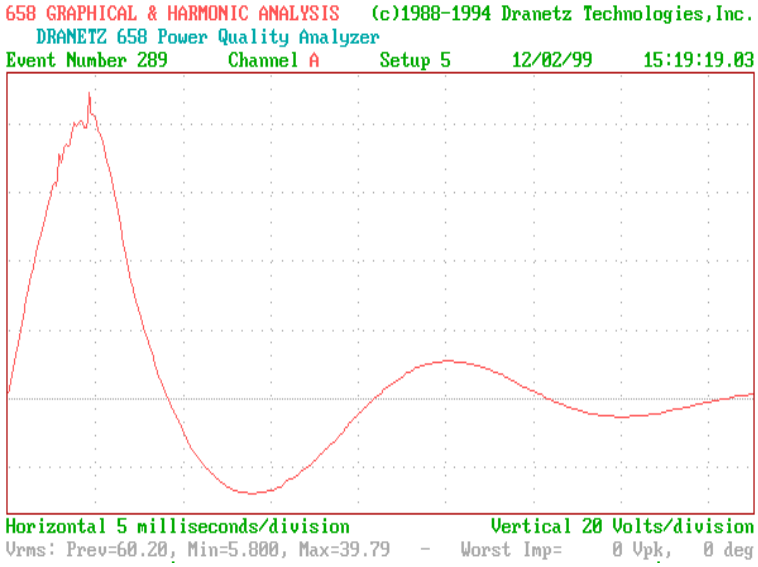
Slika 233. Napon između plašta kabela i uzemljenja kontejnera pri uklopu prekidača



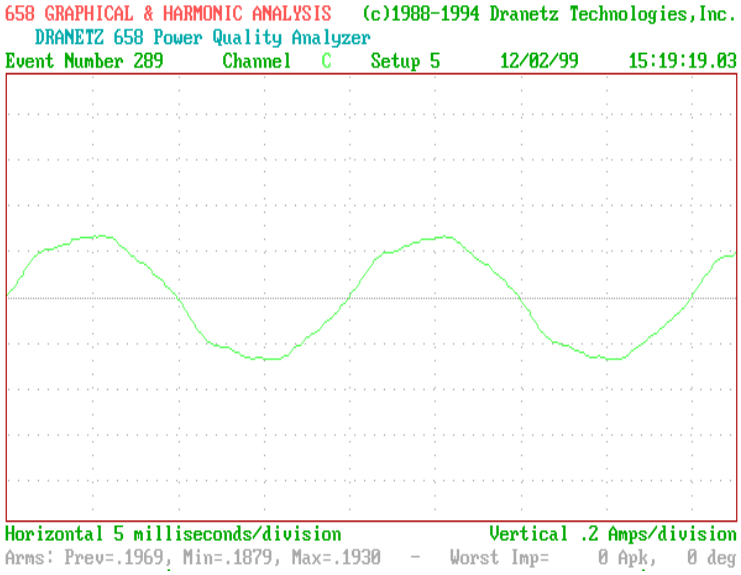
Slika 234. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača

b) Mjerenja u komandnoj zgradi RP 35 kV

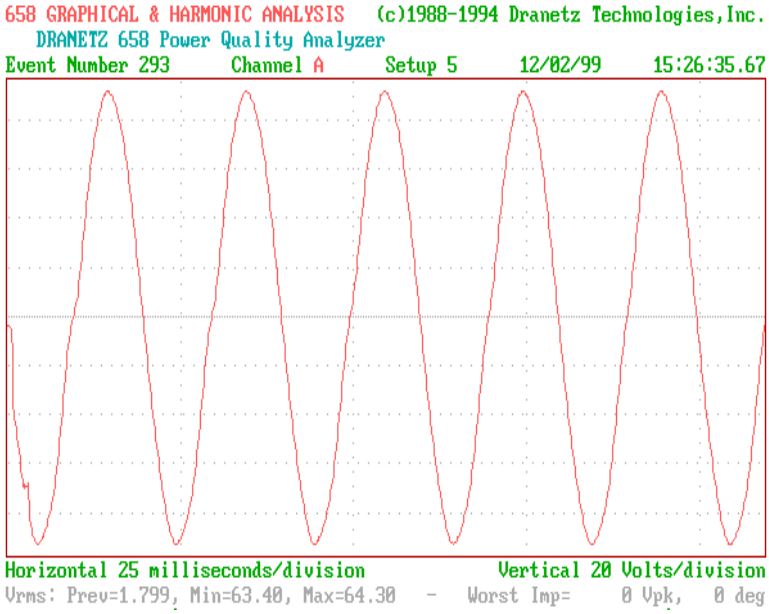
Na slikama 236. do 239. prikazani su tipični oscilogrami.



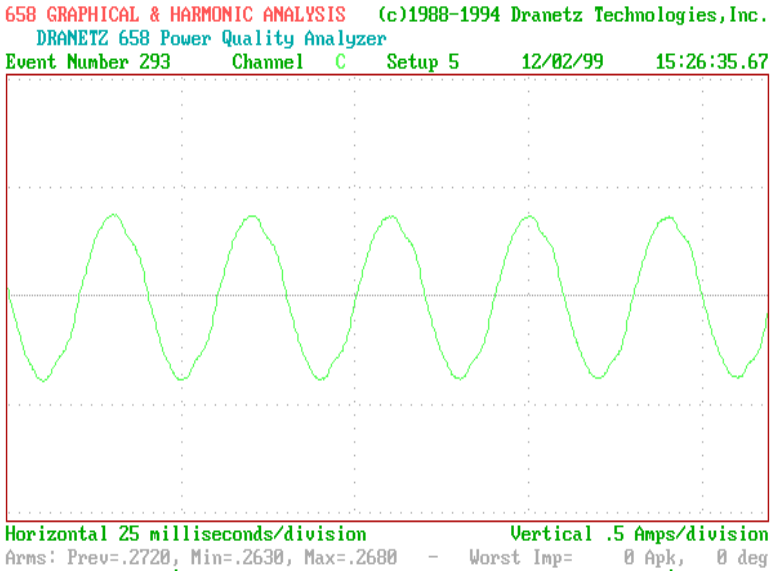
Slika 235. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri isklopu prekidača



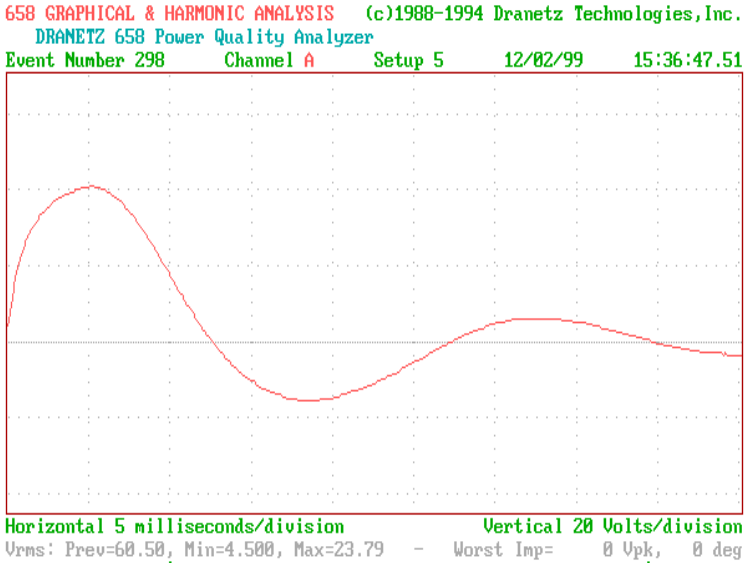
Slika 236. Struja kroz plašt kabela pri isklopu prekidača



Slika 237. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri uklopu prekidača



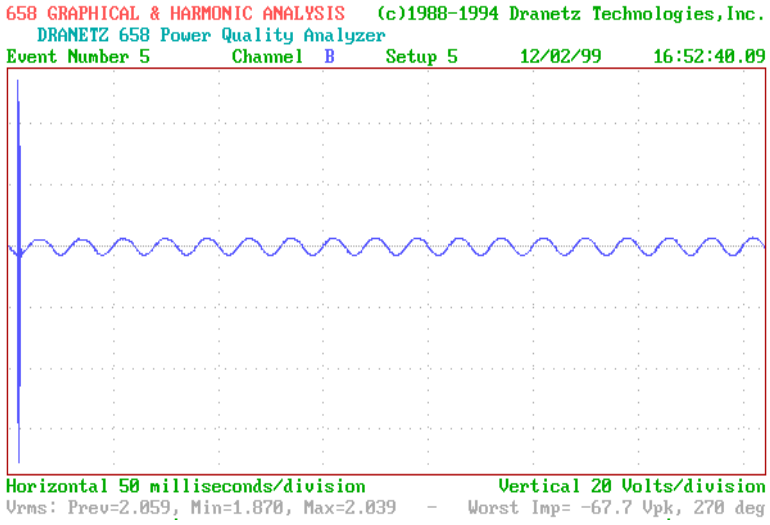
Slika 238. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača



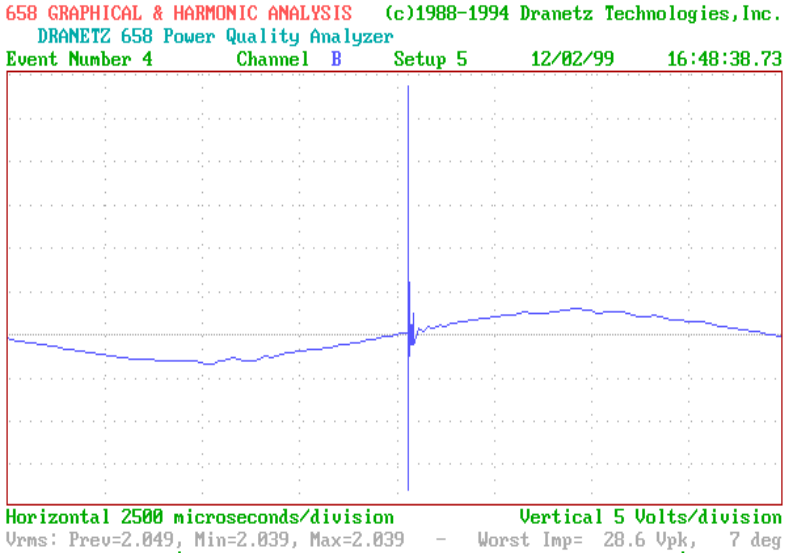
Slika 239. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri isklopu prekidača

c) Mjerenja u kaverni

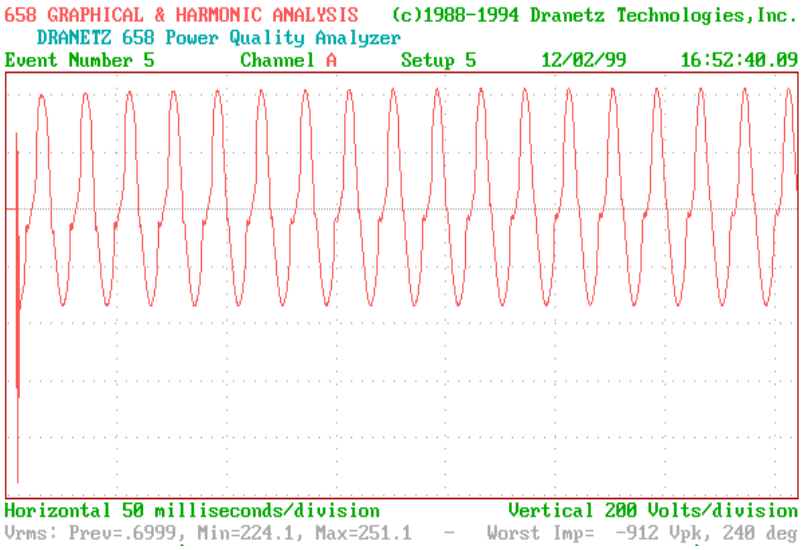
Na slikama 240. do 245. prikazani su tipični oscilogrami.



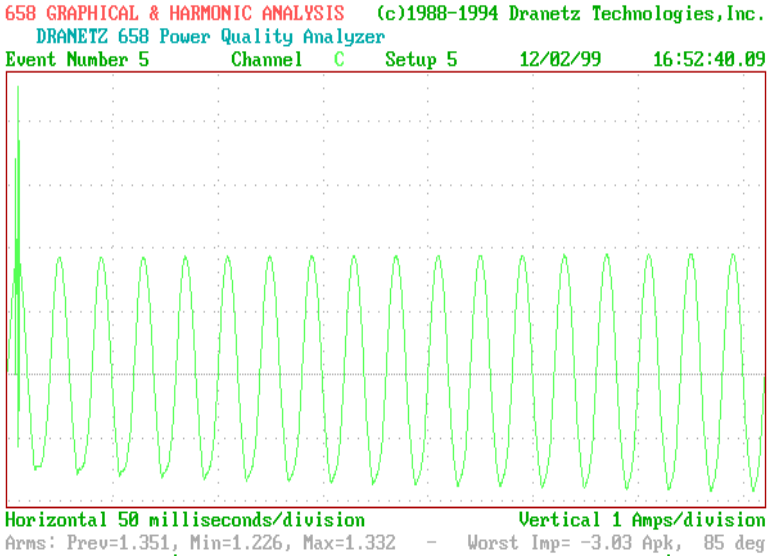
Slika 240. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri uklopu prekidača



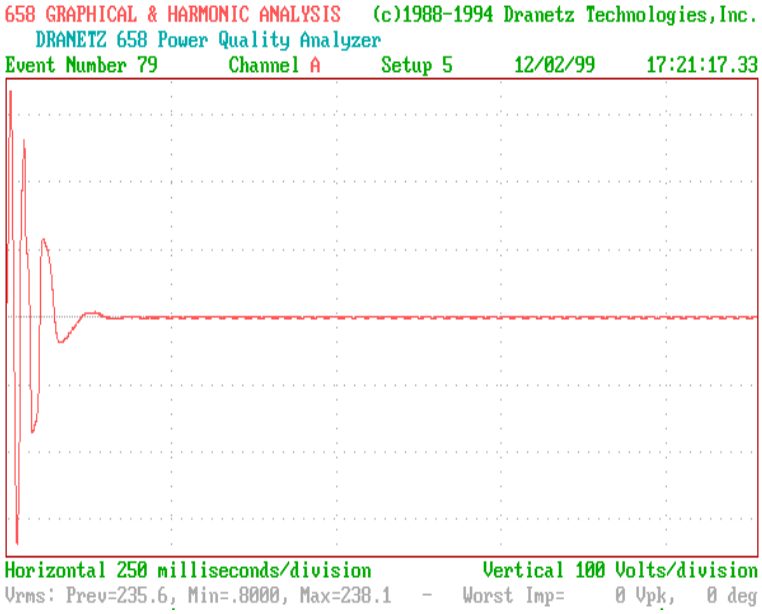
Slika 241. Napon sa osigurača u polju 0.4 kV pri uklopu prekidača



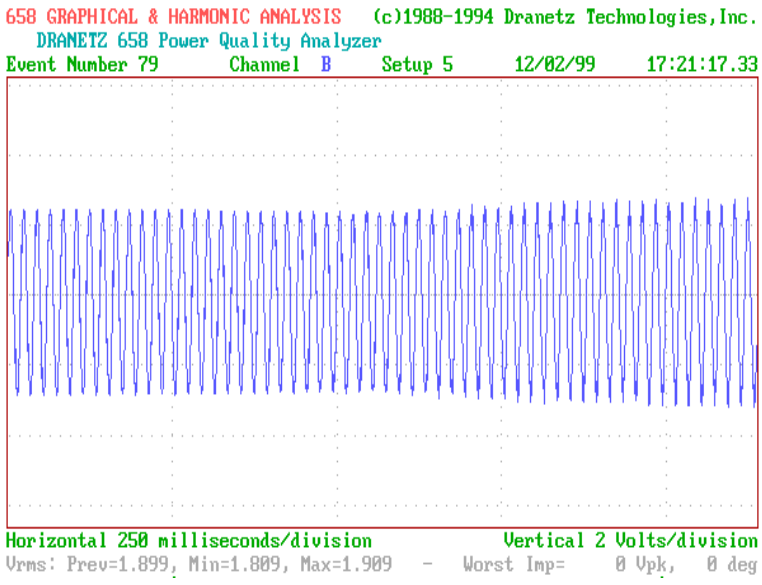
Slika 242. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri uklopu prekidača



Slika 243. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača



Slika 244. Napon na razvodnoj ploči u polju 0.4 kV pri isklopu prekidača



Slika 245. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri isklopu prekidača

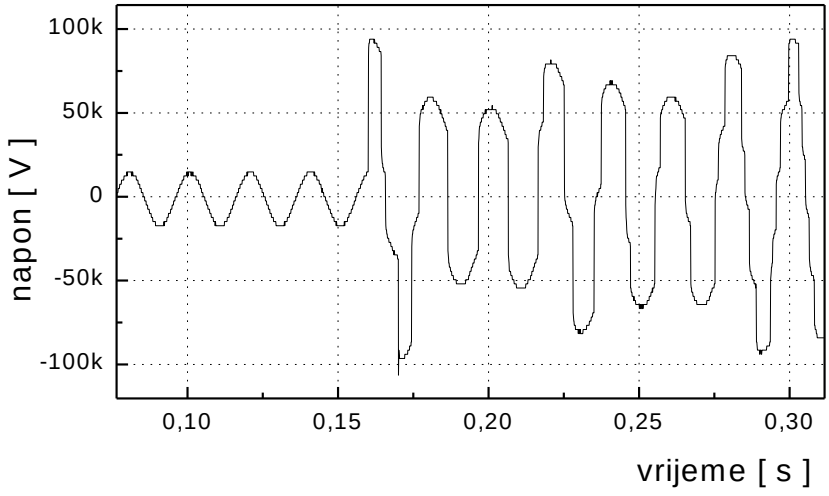
- **Sklapanje rastavljača i prekidača u generatorskom polju G4 - Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom**

Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

Uspješno je registrirano jedan uklop rastavljača u sve tri faze sustava. Napon je sniman na VN djelilima postavljenim s obje strane prekidača, tako da je za analizu dostupno šest pojava uklopa rastavljača. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 40., a tipični oscilogram na slici 246.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Uklop	91.51	106.35	98.10

Tablica 40. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju sabirničkog rastavljača u generatorskom polju



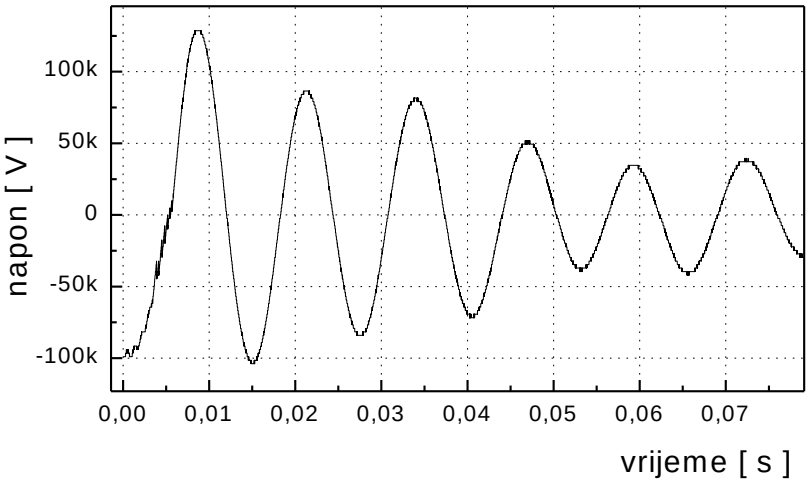
Slika 246. Uklop sabirničkog rastavljača u generatorskom polju

Uspješno je registrirano jedan uklop i jedan isklop prekidača u sve tri faze sustava. Napon je sniman na VN djelilima postavljenim s obje

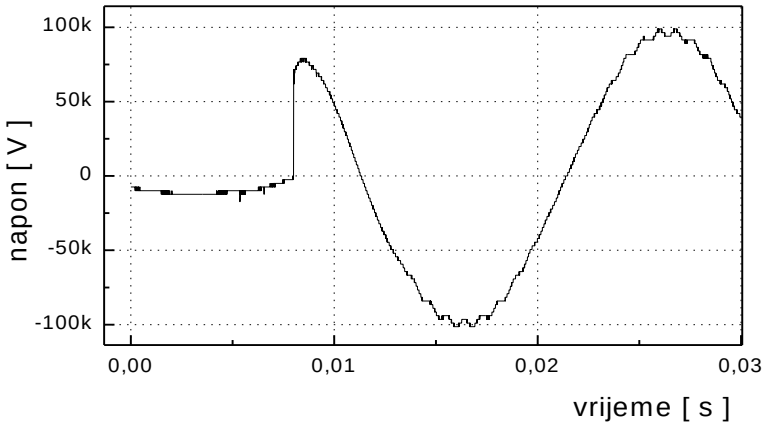
strane prekidača, tako da je za analizu dostupno pet pojave uklopa i šest pojava isklopa prekidača. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 41., a tipični oscilogram na slici 247. i 248.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Uklop	98.93	101.41	100.91
Isklop	98.93	128.61	109.65

Tablica 41. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju prekidača u generatorskom polju



Slika 247. Uklop prekidača u generatorskom polju



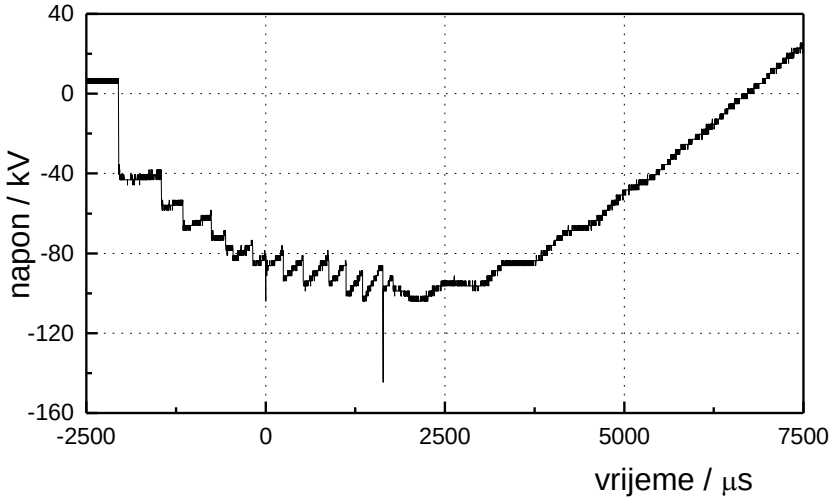
Slika 248. Isklop prekidača u generatorskom polju

- **Mjerenja na VN strani osciloskopom**

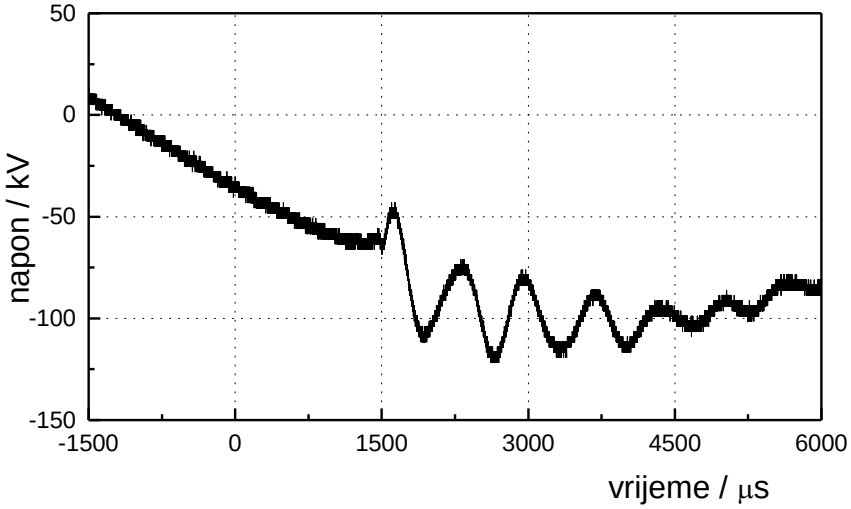
Naponi iza prekidača (gledano od strane sabirnica 110 kV) snimani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a naponi ispred prekidača oscilografirani su pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754. Na slikama 249 do 252. prikazani su oscilogrami napona koji su snimljeni prilikom sklapanja rastavljača i prekidača, a rezultati u Tablici 42.

Manipulacija	Maksimalna vrijednost napona / kV
Uklop prekidača sustava 2	145,2
Isklop prekidača sustava 2	122,7
Uklop rastavljača sustava 2	133,8
Isklop rastavljača sustava 2	110,0

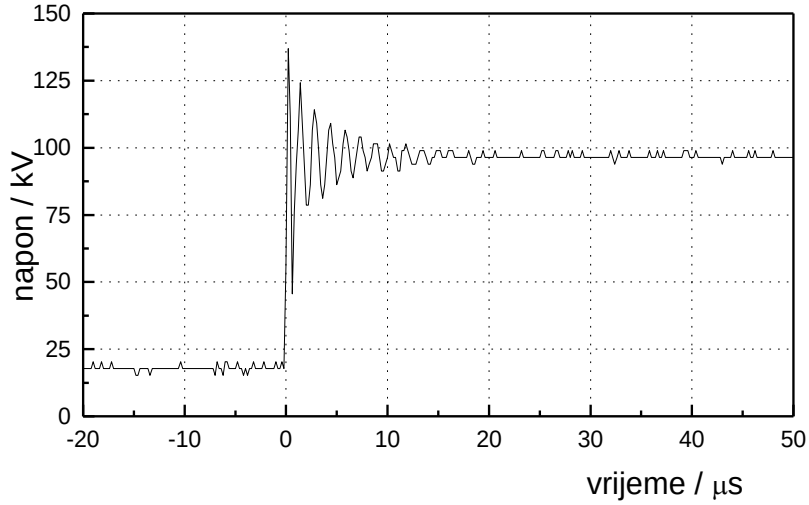
Tablica 42. Naponi mreže pri sklapanju prekidača i rastavljača sustava 2 u generatorskom polju



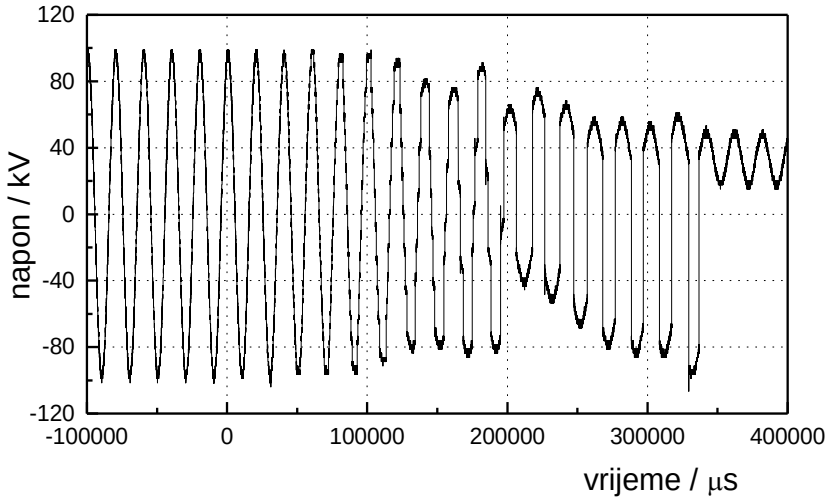
Slika 249. Napon mreže pri uklopu prekidača sustava 2 u generatorskom polju



Slika 250. Napon mreže pri isklapanju prekidača sustava 2 u generatorskom polju



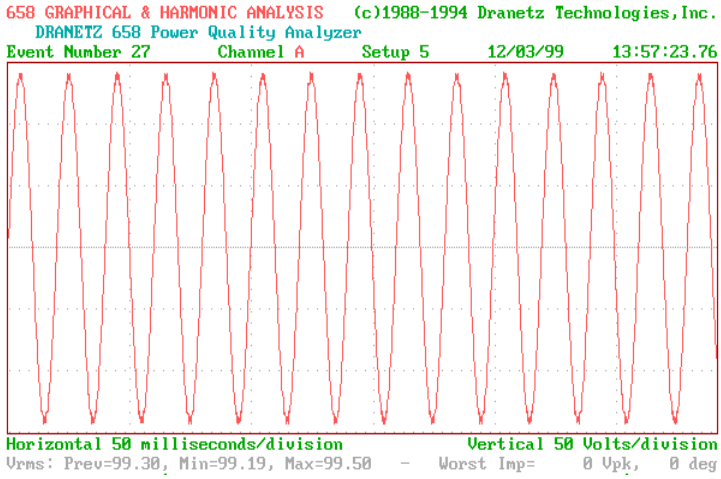
Slika 251. Napon mreže pri uklopu rastavljača sustava 2 u generatorskom polju



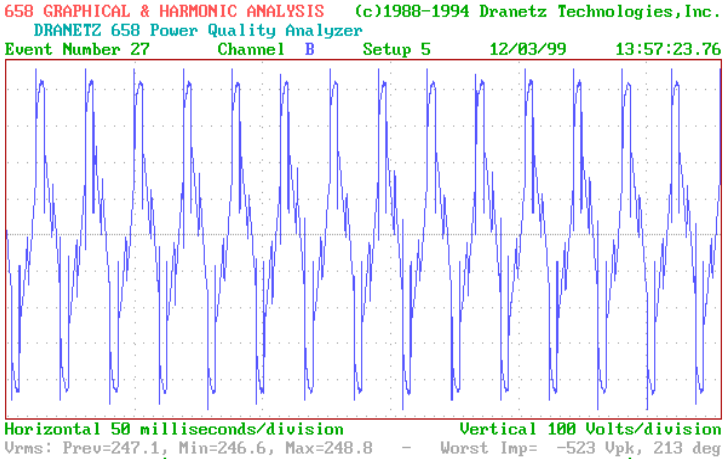
Slika 252. Napon mreže pri isklapanju rastavljača sustava 2 u generatorskom polju

- **Mjerenja na sekundarnim krugovima**

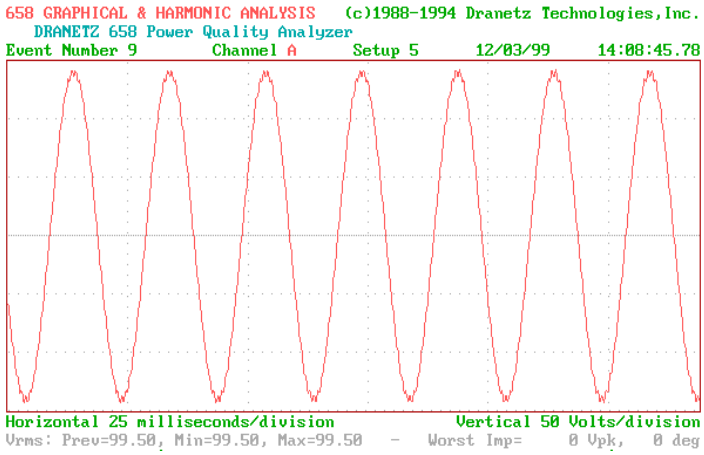
okviru mjerenja sklopnih prenapona prilikom sklapanja sabirničkog rastavljača u generatorskom polju (generator G4) Sustava II sabirnica obavljeno je mjerenje napona na voltmetru komandnog ormara agregata 4. Naponi su snimani na analizatoru DRANETZ 658. Na slikama 253. do 256. prikazani su tipični oscilogrami.



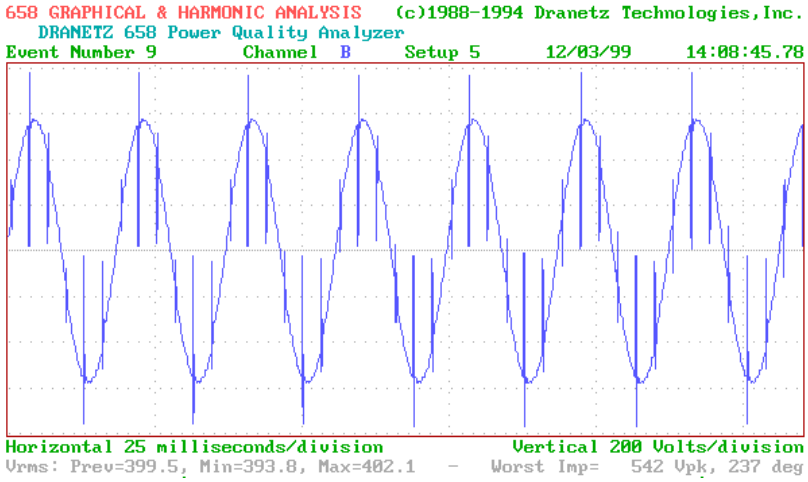
Slika 253. Napon na voltmetru tijekom uzbude



Slika 254. Napon na dovodu izmjeničnog napona (uzbuda generatora G4 , ploča vlastite potrošnje) tijekom uzbude



Slika 255. Napon na voltmetru – stacionarno stanje



Slika 256. Napon na dovodu izmjeničnog napona (uzbuda generatora G4 , ploča vlastite potrošnje) – stacionarno stanje

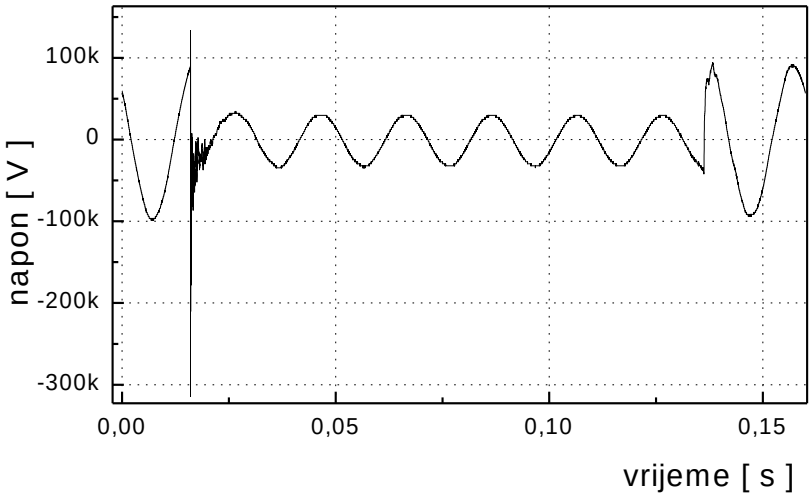
- **Prekidanje struje jednopolnog kratkog spoja u neposrednoj blizini 110 kV prekidača - Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom**

Jednopolni kratki spoj iniciran je pomoću dva bakrena užeta 90 mm² neposredno iza izlaznog rastavljača u fazi R u dalekovodnom polju (DV Meterize 3) Sustava II sabirnica. Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

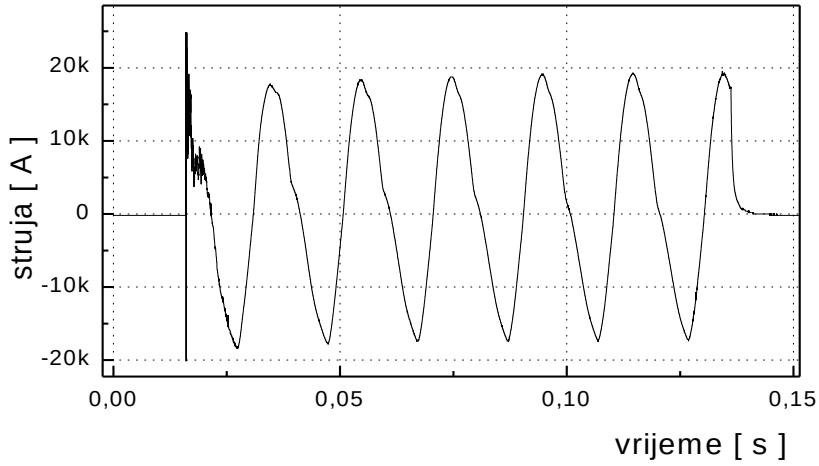
Uspješno je registrirano dva isklopa prekidača u sve tri faze sustava, tako da je za analizu dostupno šest pojava isklopa. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 43., a tipični oscilogrami na slikama 257. i 258.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Isklop	91.51	108.83	100.58

Tablica 43. Sklopni prenaponi na VN strani pri prekidanju struje jednopolnog KS u neposrednoj blizini prekidača



Slika 257. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)



Slika 258. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (struja)

- **Mjerenja na VN strani osciloskopom**

U dalekovodnom polju, 110 kV uklapan je prekidač na jednopolni kratki spoj u fazi R. Kratki spoj je na sabirnicama. Oscilografirani su naponi u fazama S i T te struja kratkog spoja. Naponi ispred prekidača (gledano od strane sabirnica) su snimani pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a struja kratkog spoja je snimana na sekundaru strujnog transformatora prijenosnog

omjera 400:1 A, pomoću shunta 0.6 Ω. Korištenjem četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754, priključenog na djelitelje napona, oscilografirani su naponi iza prekidača (gledano od strane sabirnica) u fazama S i T.

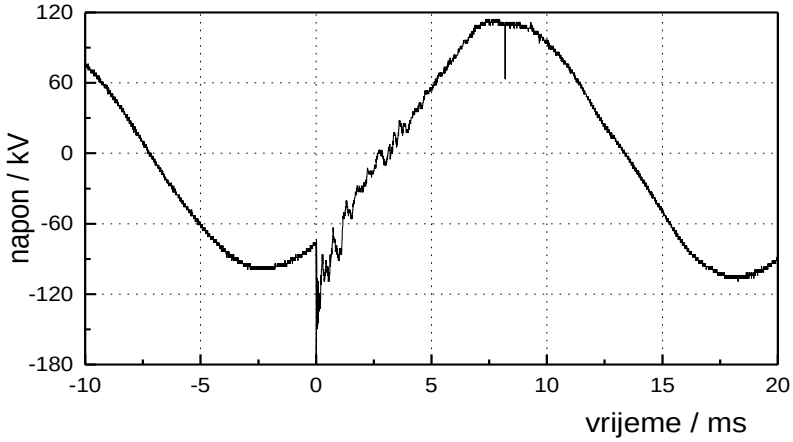
Načinjeno je pet uklopa prekidača, od kojih jedan nije snimljen. Za analizu su dostupni sljedeći oscilogrami napona i struja:

- 6 oscilograma napona mreže snimljenih na kapacitivnom djelitelju ispred prekidača (četiri za fazu S i dva za fazu T),
- 7 oscilograma napona mreže snimljenih na kapacitivnom djelitelju iza prekidača (po četiri za fazu S i tri za fazu T),
- 4 oscilograma struje kratkog spoja.

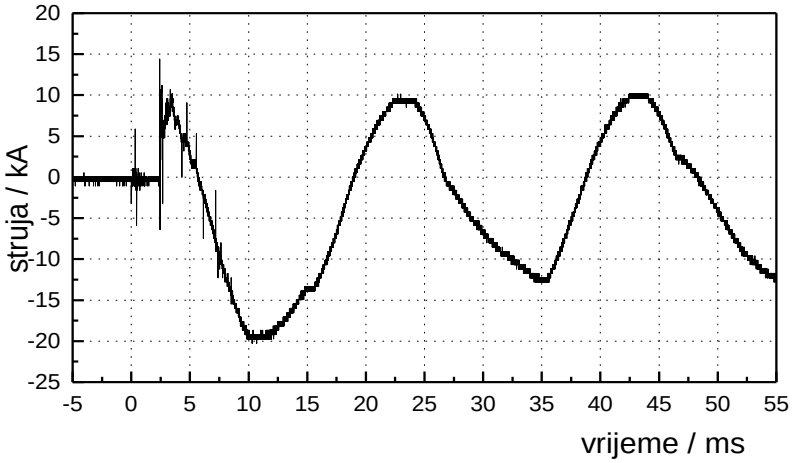
Sažetak rezultata dan je u Tablici 44., a tipični oscilogrami na slikama 259. i 260.

Mjesto snimanja	**Maksimalni iznos napona (kV)**			
Ispred/iza prekidača	**1. KS**	**2. KS**	**3. KS**	**4. KS**
Djelitelj ispred - faza S	116.7	17.5	-178.8	116.7
Djelitelj ispred - faza T	-121.7	-	-	131.9
Djelitelj iza - faza S	124.6	-139.5	116.7	114.1
Djelitelj iza - faza T	-123.3	-	109.0	129.3
	Max. iznos struje kratkog spoja (kA)			
Strujni transformator- faza R	11.48	-20.44	-13.04	-12.28
	Efektivna vrijednost struja kratkog spoja (kA)			
Strujni transformator- faza R	7.18	8.22	8.75	7.70

Tablica 44. Naponi i struje kod jednopolnog kratkog spoja u fazi R dalekovodnog polja 110 kV



Slika 259. Napon mreže pri sabirničkom jednopolnom kratkom spoju, faza S (snimljeno na djelitelju ispred prekidača, gledano od strane sabirnica).



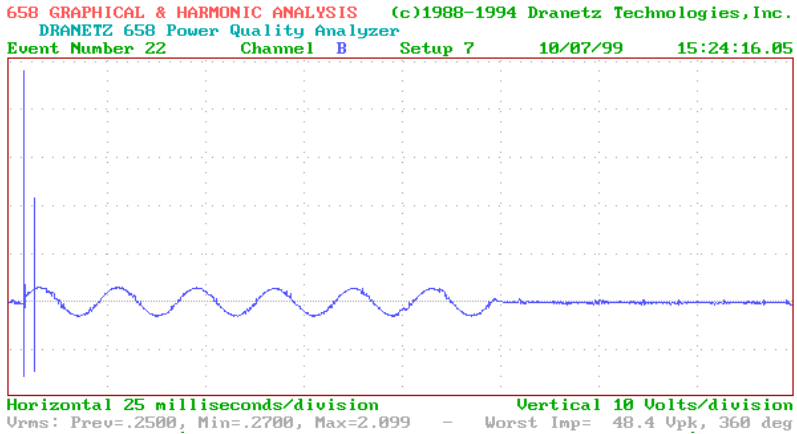
Slika 260. Struja kratkog spoja u fazi R (sabirnički kratki spoj)

- **Mjerenja na sekundarnim krugovima**

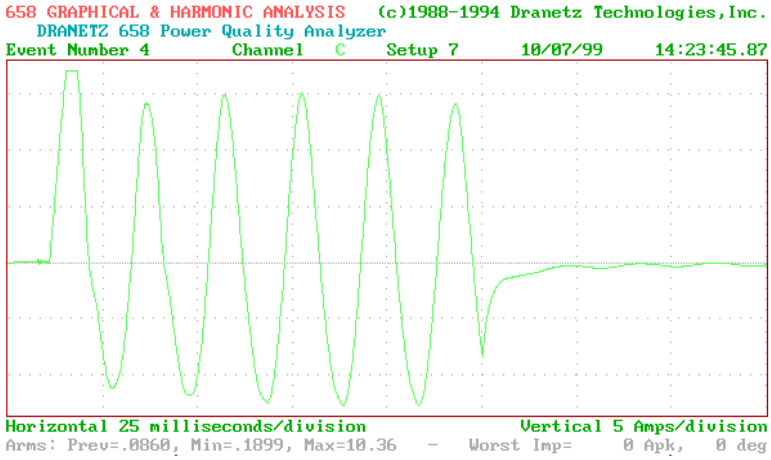
U okviru mjerenja sklopnih prenapona prekidanjem struje jednopolnog kratkog spoja obavljena su i mjerenja struja i napona na signalnim i mjernim vodovima i uzemljenjima unutar kontejner kućice smještene u dalekovodnom polju.

Mjerenja su obavljena analizatorom DRANTETZ 658. Kabel W675 je kabel tipa NyCy 4 x 4 mm² koji ima priključak u regrupacijskom ormariću i koji s regrupacijskog ormarića dolazi u ormar upravljanja koji je smješten unutar kontejnera.

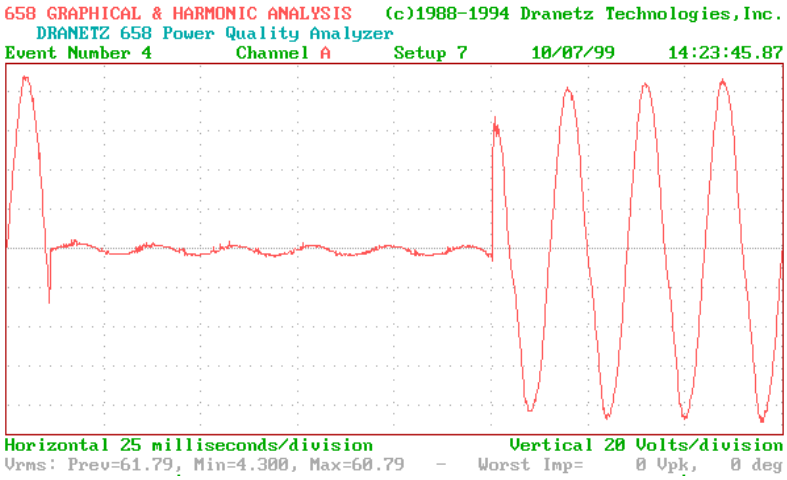
Za potrebe ovih mjerenja plašt kabela W675 je uzemljen u regrupacijskom ormariću, dok mu je u ormaru upravljanja plašt odspojen. Obavljena su četiri pokusa kratkog spoja. Na slikama 261. do 263. prikazani su tipični oscilogrami.



Slika 261. Napon na naponskom mjernom transformatoru u trenutku kratkog spoja br.1



Slika 262. Struja kroz plašt kabela W675 u trenutku kratkog spoja br.1



Slika 263. Napon između plašta kabela W675 i uzemljenja kontejner kućice u trenutku kratkog spoja br.3

Za vrijeme mjerenja jednopolnog kratkog spoja u neposrednoj blizini prekidača obavljeno je i mjerenje magnetskih polja i to ispod sabirnica vodova 110 kV ispred kontejner kućice polja. Maksimalna izmjerena vrijednost magnetskog polja iznosila je 1388 A/m.

- **Prekidanje struje jednopolnog bliskog kratkog spoja prekidačem u RP 110 kV - Mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom**

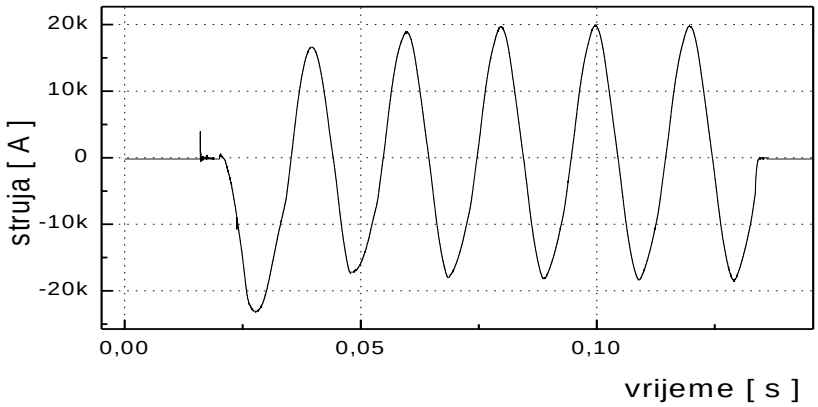
Jednopolni kratki spoj iniciran je u fazi R na 7 stupu dalekovoda DV Meterize 3. Udaljenost mjesta kratkog spoja od elektrane iznosila je 1841 m.

Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

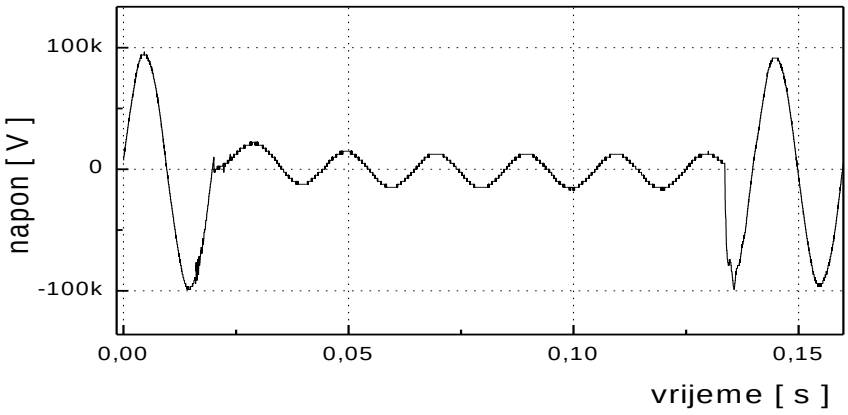
Uspješno je registrirano tri isklopa prekidača u sve tri faze sustava, tako da je za analizu dostupno pet pojava isklopa. Sažetak rezultata prikazan je u Tablici 45., a tipični oscilogrami na slikama 264. i 265.

Manipulacija	Najniža vrijednost / kV	Najviša vrijednost / kV	Srednja vrijednost / kV
Isklop	93.99	103.88	98.935

Tablica 45. Sklopni prenaponi na VN strani pri prekidanju struje bliskog jednopolnog KS



Slika 264. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)



Slika 265. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)

- **Mjerenja na VN strani osciloskopom**

U dalekovodnom polju, 110 kV uklapan je prekidač na bliski jednopolni kratki spoj u fazi R. Oscilografirani su naponi u fazama S i T te struja kratkog spoja. Naponi ispred prekidača (gledano od strane sabirnica) su snimani pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a struja kratkog spoja je snimana na sekundaru strujnog transformatora prijenosnog omjera 400:1 A, pomoću shunta 0.6Ω. Korištenjem četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754, priključenog na djelitelje napona, oscilografirani su naponi iza prekidača (gledano od strane sabirnica) u fazama S i T. Načinjena su dva oscilograma napona mreže snimljena na kapacitivnom djelitelju iza prekidača , Tablici 46.

Mjesto snimanja	Maksimalni iznos napona /kV	
	1. KS	2. KS
Djelitelj iza prekidača - faza S	106.5	-
Djelitelj iza prekidača - faza T	-106.5	-106.5

Tablica 46. Naponi kod bliskog jednopolnog kratkog spoja u fazi R dalekovodno polje 110 kV

Mjerenja na sekundarnim krugovima

U okviru mjerenja jednopolnog kratkog spoja u neposrednoj blizini 220 kV prekidača obavljena su i mjerenja napona i struja na signalnim i mjernim vodovima i uzemljenjima unutar kontejner kućice.

Mjerenja su obavljena analizatorom kvalitete energije DRANTETZ 658. Kabel W675 je kabel tipa NyCy 4 x 4 mm² koji ima priključak u regrupacijskom ormariću i koji s regrupacijskog ormarića dolazi u ormar upravljanja koji je smješten unutar kontejnera.

Za potrebe ovih mjerenja plašt kabela W675 je uzemljen u regrupacijskom ormariću, dok mu je u ormaru upravljanja plašt odspojen. Kabel W314 je kabel tipa NyCy 4 x 2.5 mm² koji ima priključak

u ormariću u RP 35 kV i koji s ovog ormarića dolazi u ormar upravljanja koji je smješten unutar kontejnera.

Za vrijeme prvog pokusa kratkog spoja obavljeno je mjerenje magnetskog polja ispod sabirnica vodova 220 kV. Maksimalna izmjerena vrijednost magnetskog polja iznosila je 1380 A/m.

Prema izloženim primjerima s tablicama i slikama provedena su na istom načelu i mjerenja na VN strani tranzijent rekorderom i to sklopnih prenapona pri sklapanju prekidača u rasklopnom postrojenju 220 kV, operacije:

- isklapanje neopterećenog dalekovoda prekidačem,
- sklapanje prekidača u polju mrežnog transformatora,
- prekidanje struje jednopolnog kratkog spoja u neposrednoj blizini 220 kV prekidača

Naponi su snimani na visokonaponskom kapacitivnom djelilu pomoću desetkanalnog tranzijent rekordera tip SE 561, proizvođača BBC-Goerz-Metrawatt.

Uspješno je registrirano deset uklopa i pet isklopa prekidača u sve tri faze sustava.

U dalekovodnom polju 220 kV uklapan je prekidač na bliski jednopolni kratki spoj u fazi R. Oscilografirani su naponi u fazama S i T te struja kratkog spoja. Naponi su snimani pomoću kapacitivnih djelitelja i četverokanalnog digitalnog osciloskopa tipa TDS 540, a struja kratkog spoja je snimana na sekundaru strujnog transformatora prijenosnog omjera 600:1. Pomoću četverokanalnog digitalnog memorijskog osciloskopa tipa TDS 754 oscilografirani su naponi na sekundarima naponskih transformatora u fazama S i T. Načinjena su dva uklopa prekidača. Analizirani su oscilogrami napona i struja i to:

- 4 oscilograma napona mreže snimljena na kapacitivnom djelitelju (po dva za faze S i T),
- 4 oscilograma na sekundarima naponskih transformatora (po dva za faze S i T),
- 1 oscilogram struje kratkog spoja.

- **Analiza rezultata mjerenja u dinamičkim stanjima**

U okviru mjerenja tranzijentnih prenapona u dinamičkim stanjima obavljena su mjerenja prema ispitnim konfiguracijama koje uključuju :

- sklapanje rastavljača naponskih transformatora,
- sklapanja izlaznih rastavljača u dalekovodnom polju,
- sklapanja sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju, spojnom polju, generatorskom polju,
- sklapanja sabirničkog rastavljača mrežnog transformatora,
- sklapanja prekidača pri sklapanju neopterećenog voda, mrežnog transformatora, jednopolnog kratkog spoja.

Na sekundarnoj strani su obavljena mjerenja prenapona na sekundarnim namotima mjernih transformatora, te na mjestima ugradnje sekundarne opreme (upravljačnica, strojarnica, RP 110 kV). Također, obavljeno je i mjerenje drugih kritičnih veličina u okviru mjerenja tranzijentnih prenapona a to su mjerenja magnetskih i elektromagnetskih polja, te konduktivnih smetnji.

U Tablici 47. sažeto su dane izmjerene vrijednosti prenesenih napona na sekundarne krugove mjernih transformatora pri sklopnim operacijama u RP 110/220 kV.

Manipulacija	Uklop/ isklop	Najniža vrijednost	Najviša vrijednost
Sklapanje sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju 110 kV	Uklop	94.9 V	154.7 V
	Isklop	106.9 V	208.0 V
Sklapanje sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju 220 kV	Uklop	111.0 V	14.6 V
	Isklop	11.3 V	210.6 V
Sklapanje neopterećenog dalekovoda 220 kV prekidačem	Uklop	178.4 V	339.0 V
	Isklop	9.9 V	273.4 V
Sklapanje prekidača u polju mrežni transformator	Uklop	108.1 V	261.1 V
	Isklop	116.1 V	208.0 V
Jednopolni kratki spoj, dalekovodno polje 220 kV			96.5 V

Tablica 47. Izmjerene vrijednosti prenesenih napona na sekundarne krugove mjernih transformatora

Oprema UZMR-a izravno se galvanski veže na sekundarne krugove mjernih transformatora, te prenešeni prenaponi izravno djeluju na njene ulaze. Amandmanima na publikacije IEC 60044-1 i IEC 60044-2 definiraju se zahtjevi za mjerne transformatore glede elektromagnetske kompatibilnosti, koji definiraju da prenešeni prenaponi iz primarnog u sekundarne namote transformatora ne smiju preći graničnu tjemenu vrijednost od 1.6 kV. Usporedbom rezultata mjerenja prenesenih prenapona na sekundarne krugove mjernih transformatora i navedenih zahtjeva izmjereni naponi su unutar graničnih vrijednosti.

Oprema UZMR-a, međutim, mora biti otporna na navedene prenapone te prema tome mora udovoljavati zahtjevima normi EN 61000-4-4 (IEC 255-22-4) i IEC 255-5. Mjerenja prenapona na drugim lokacijama u cilju dobivanja saznanja kako se prenaponi šire dalje od sekundarnih stezaljki mjernih transformatora, Tablica 48.

Uzrok smetnji	Veličina koja se mjeri i lokacija mjerenja	Izmjerena vrijednost
Sklopne operacije rastavljača 220 kV	Napon na mjernom voltmetru u upravljačnici	281 V (peak)
Sklopne operacije rastavljača i prekidača u RP 110 kV	Napon odzemljenog plašta kabela prema uzemljenju kontejnera	31.39 V (peak)
	Struja kroz plašt kabela W314 u kontejner kućici	0.35 A
	Napon odzemljenog plašta kabela prema uzemljenju RP 35 kV	39.79 V (peak)
	Struja kroz plašt kabela W317 u RP 35 kV	0.29 A
	Napon odzemljenog plašta prema uzemljenju u kaverni	104 V (peak)
	Struja kroz plašt kabela W413 u kaverni	7.4 A

Tablica 48. Izmjerene vrijednosti napona i struja smetnji na raznim lokacijama

Za vrijednosti struja kroz plašteve kabela te napona odzemljenih plašteva kabela prema uzemljenjima ne postoje norme koje propisuju dozvoljene vrijednosti. Međutim, na osnovu iskustava pri mjerenjima i podacima iz literature može se zaključiti da su izmjerene vrijednosti ovih napona i struja u okviru očekivanih vrijednosti.

Za vrijeme jednopolnih kratkih spojeva u RP 110/220 kV obavljena su i mjerenja magnetskih polja i to :

- ispod sabirnica vodova 110 kV ispred kontejner kućice za vrijeme jednopolnog kratkog spoja u dalekovodnom polju (RP 110 kV),
- unutar kontejner kućice za vrijeme jednopolnog kratkog spoja u dalekovodnom polju (RP 110 kV),
- ispod sabirnica vodova 220 kV za vrijeme jednopolnog kratkog spoja u dalekovodnom polju (RP 220 kV).

U razdoblju ispitivanja tranzijentnih veličina obavljena su dodatna mjerenja statičkih magnetskih polja u strojarnici na lokacijama predviđenim za smještaj opreme USZMR-a i PROCIS-a.

U Tablici 49., dane su najviše izmjerene vrijednosti magnetskih polja na navedenim lokacijama.

Lokacija mjerenja	Izmjerene vrijednosti
Mjerenje magnetskog polja ispod sabirnica vodova 110 kV ispred kontejner kućice dalekovodnog polja za vrijeme jednopolnog kratkog spoja	1388 A/m
Mjerenje magnetskog polja u kontejner kućici za vrijeme jednopolnog kratkog spoja u dalekovodnom polju 110 kV	7.9 A/m
Mjerenje magnetskog polja ispod sabirnica vodova 220 kV za vrijeme jednopolnog kratkog spoja u dalekovodnom polju	1380 A/m
Mjerenje magnetskog polja u strojarnici na mjestima kod generatora 1/2/3/4 (lokacije smještaja opreme USZMR-a)	64 A/m

Tablica 49. Izmjerene vrijednosti magnetskih polja

Izmjerene vrijednosti magnetskih polja za vrijeme jednopolnih kratkih spojeva u RP 110/220 kV su očekivano visokih razina. Izmjerene vrijednosti magnetskog polja unutar kontejner kućice za vrijeme jednopolnog kratkog spoja su unutar vrijednosti otpornosti na

magnetska polja energetske frekvencije od 30 A/m koje zahtjeva norma EN 61000-4-8.

Ocjena naprezanja VN opreme

Različite sklopne operacije uzrokuju i različite iznose sklopnih prenapona koji ujedno i naprežu izolacijski sustav visokonaponskih aparata. Naravno, ovisno o izvoru i uzroku nastanka ti prenaponi imaju i različito trajanje koje se kreće u rasponu od nekoliko desetinki μs do nekoliko ms dok njihove teoretske maksimalne amplitude iznose do 4,5 p.u. U skladu s kordinacijom izolacije elektroenergetska oprema instalirana u visokonaponskim postrojenjima ispituje se atmosferskim i sklopnim naponima čije amplitude su dovoljno velikog iznosa da predstavljaju osnovni element pouzdanosti instalirane opreme. Dodatno uobičajno je da se važni elementi postrojenja (npr. energetski transformatori) dodatno štite odvodnicima prenapona. Minimalne proradne vrijednosti odvodnika iznose približno 230 kV u mrežama najvišeg napona opreme 123 kV odnosno 400 kV za 245 kV mrežu a stvarni iznosi ovise o tipu i vrsti odvodnika kao i o strmini i tipu prenapona. Na temelju analize rezultata mjerenja različitih sklopnih operacija opisanih u poglavlju .1.5. može se zaključiti da iznosi prenapona nisu previsoki, a veće amplitude prenapona su pri sklapanju rastavljača. Relativno gledano u odnosu na nazivni napon mreže veća naprezanja su u mreži 110 kV.

Kvantitativna analiza rezultata mjerenja pokazuje da su prenaponi u rasklopnom postrojenju prikazanom na slici 266. i 267. u okviru očekivanih vrijednosti, pa izolacijski sustavi visokonaponske opreme nisu dodatno napregnuti, a s tim u vezi ne očekuje smanjenje životne dobi visokonaponskih aparata u rasklopnom postrojenju.



Slika 266. Visokonaponsko rasklopno postrojenje 220 kV u kojem je rađeno mjerenje



Slika 267. Visokonaponsko rasklopno postrojenje 110 kV u kojem je rađeno mjerenje

Projekt EMC sklopova energetske elektronike

Osim u velikim EES ništa manje važna mjerenja u elektromagnetskoj kompatibilnosti potrebno je provoditi za identifikaciju elektromagnetskog okruženja u sklopovima elektrotehničkih uređaja nove tehnološke generacije s komponentama energetske elektronike. Ta mjerenja mogu biti namijenjena za optimizaciju tijekom projektiranja. Pristup optimizaciji omogućila su prva ispitivanja provedena za potrebe termičke analize uz utvrđivanja elektromagnetskih smetnji u takvim sklopovima. Zahtjevnim razvojem tehnologije problemi se lakše rješavaju simuliranjem numeričkim metodama kojima se lako zaključuje na međudjelovanje određivanjem ekvivalentnih shema. Projektiranje sklopova energetske elektronike po zahtjevima EMC, započinje identifikacijom elektromagnetskog okruženja a završava izradom konačnog projekta elektromagnetske kompatibilnosti. EMC – projekt se može smatrati i mjerom kvalitete elektromagnetskog okruženja nekog uređaja ili sustava koja je u stvari i mjera pouzdanosti koja se mora potvrditi mjerenjem i ispitivanjem.
Termička analiza primjenom matematičko – fizikalnih modela postala je obavezan dio pri projektiranju sklopova energetske elektronike. Metode termičke analize mogu biti analitičke i numeričke. Gdje se za metode numeričke analize koriste najčešće:

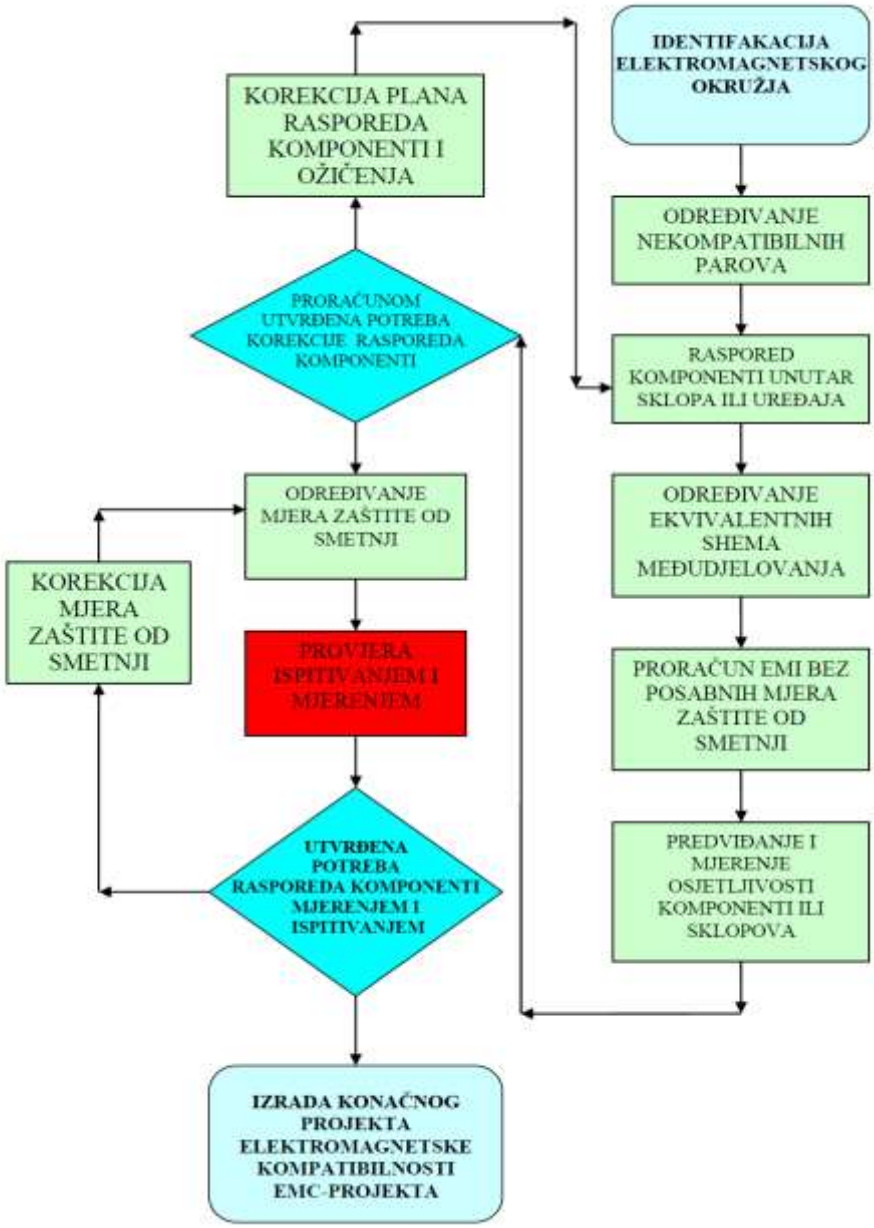
- metoda konačnih diferencija i
- metoda konačnih elemenata.

Termička analiza eksperimentalnim putem predstavlja verifikaciju teorijskih metoda. Koriste se različite metode za mjerenje raspodjele temperature na komponentama i sklopovima energetske elektronike:

- termovizijska metoda,
- interferometrijska metoda,
- mjerenje raspodjele temperature pomoću termoparova,
- mjerenje temperature pomoću termistora, itd.

Modeliranje i analiza temperaturne raspodjele određenog elektronskog sklopa podrazumijeva poznavanje osnovnih mehanizama

generiranja i prostiranja toplinske energije, ali istovremeno i određivanje mjera zaštite od EMC smetnji, Slika 268.



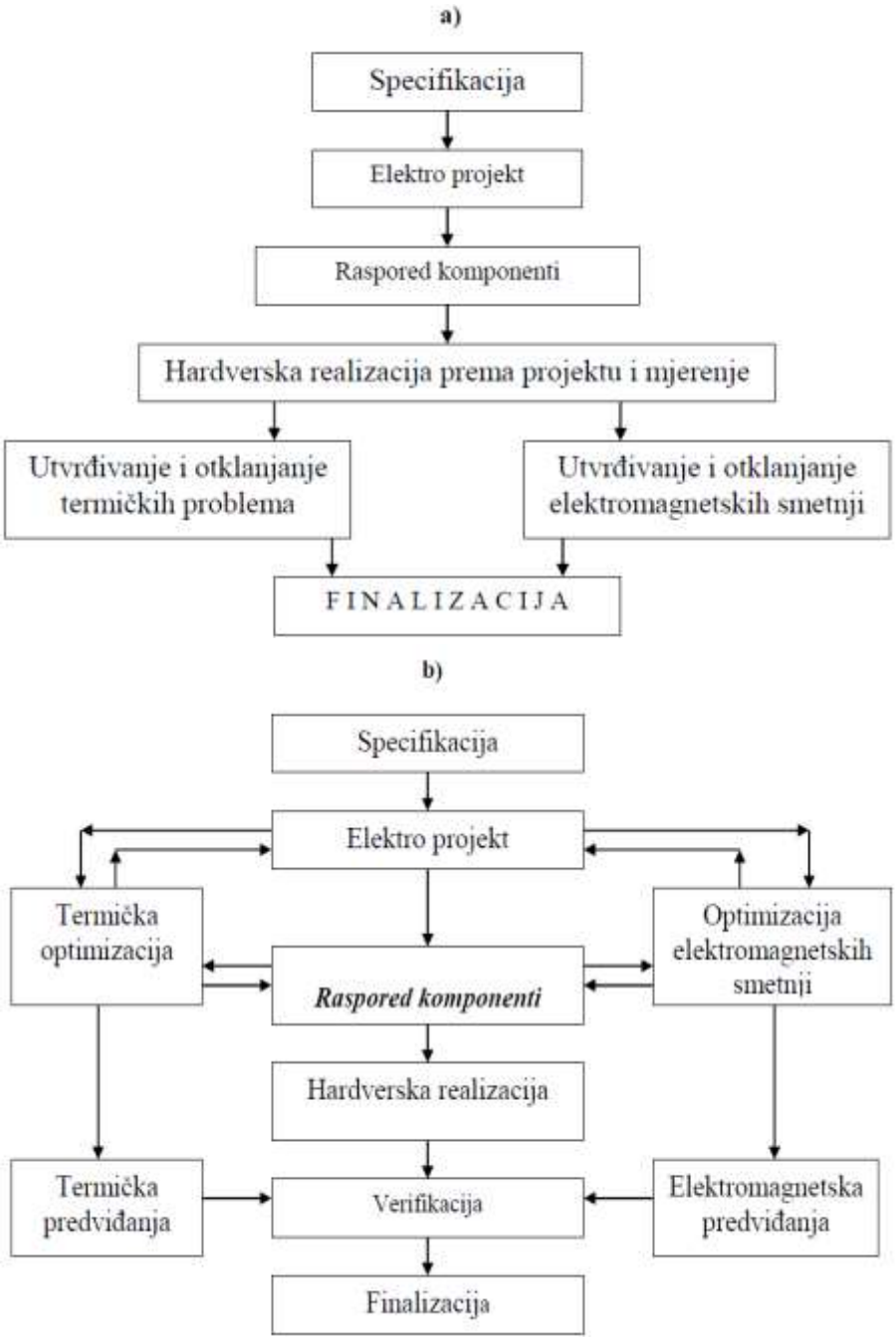
Slika 268. Blok dijagram projektiranja sklopova energetske elektronike po zahtjevima EMC koji uključuju ispitivanje i mjerenje

Osnovni mehanizmi prostiranja topline su:

- prostiranje topline kondukcijom
- prostiranje topline konvekcijom
- prostiranje topline radijacijom.

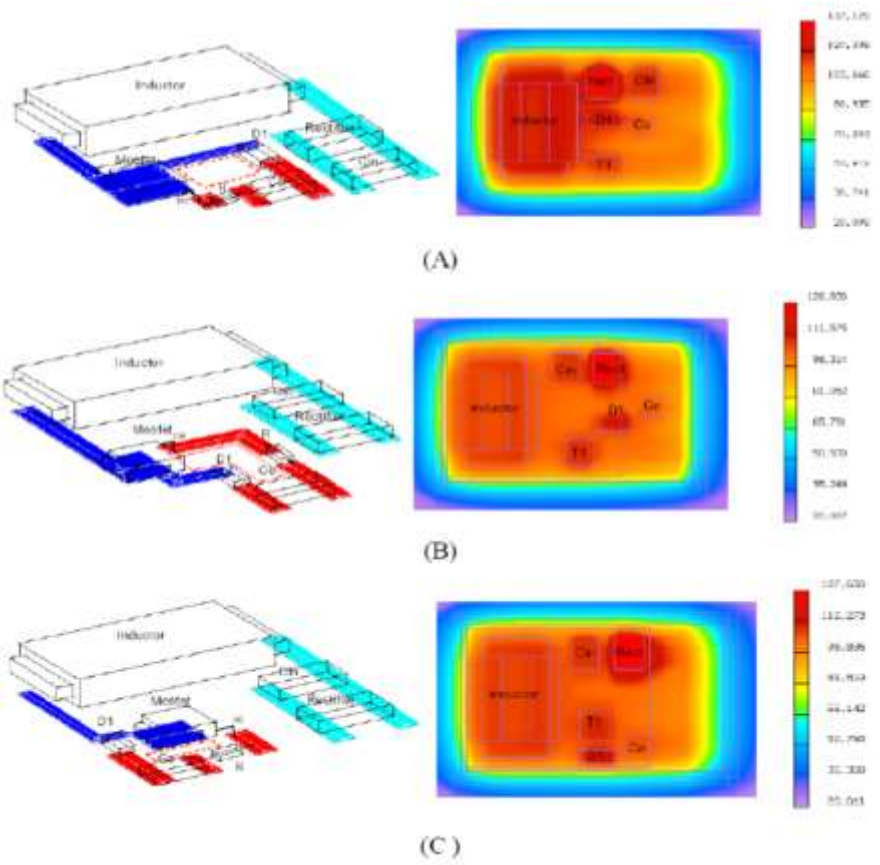
Hoće li jedan ili sva tri mehanizma širenja topline koji sudjeluju u odvođenju biti uzeti u obzir u termičkoj analizi komponenti ili sklopova energetske elektronike zavisi od njihovog međusobnog udjela u procesu odvođenja topline. Različiti čimbenici utječu na udjele kondukcije, konvekcije ili radijacije u procesu odvođenja topline, te ih je prvo potrebno dijagnosticirati. Na Slici 269. a) prikazan je blok dijagram procesa projektiranja koji stanje termičkih problema i postojanja elektromagnetskih smetnji utvrđuje mjerenjem. Što znači da se na izrađenom modelu provodi ispitivanje.

U toj fazi projektiranja postignuta je finalizacija kad su izmjerene termičke pojave i EMC smetnje. One mogu biti prihvatljive ili ne. U slučaju da nisu prihvatljive mora se provesti optimizacija, Slika 252. b). Optimizacija podrazumijeva mijenjanje položaja komponenti s aspekta termičkih problema i postojanja elektromagnetskih smetnji. Nakon postignute optimizacije slijedi verifikacija. To znači da je hardverski moguće izraditi sklop s komponentama energetske elektronike koji će potpuno udovoljiti zahtjevima elektromagnetske kompatibilnosti i termičke disipacije. Ovaj način mjerenja nema veze s laboratorijskim mjerenjima koja se provode na finaliziranom proizvodu spremnom za tržište, no ona uvelike osiguravaju kvalitetu uređaja i po tim zahtjevima jer optimizacija osim racionalizacije pridonosi i kvaliteti i pouzdanosti funkcioniranja uređaja. Pristup optimizaciji omogućila su prva ispitivanja kojima su proizvođačima komponenti sugerirana rješenja kojima su kasnijim razvojem tehnologije odmah prevladavani problemi. Tako je optimizacija sklopova na temelju termičke analize i analize otklanjanja elektromagnetskih smetnji utjecala na razvoj komponenti i na razvoj konstrukcijskih rješenja. Sva su ta rješenja uključena u zahtjeve EMC prema kojima se provodi projektiranje. Iz tog razloga je potrebno inzistirati i zakonodavno urediti obvezu izrade konačnog projekta elektromagnetske kompatibilnosti (Elaborat EMC).



Slika 269. Proces projektiranja elektrotehničkih sklopova i uređaja s termičkom analizom i otklanjanjem elektromagnetskih smetnji

Na Slici 270. prikazana su tri primjera različito postavljenih komponenti jednog elektroničkog sklopa na aluminijsko rashladno tijelo. Ono što je vrlo bitno su površine koje su obuhvaćene poveznicama između pojedinih komponenti. Te površine uzrokuju elektromagnetske smetnje i generiraju šumove, zavisno od sklopova koje komponente energetske elektronike sadrže i za koje su namjene predviđene. Uz ove problema posebice je bitno poznavati termičku situaciju komponenti, po pitanju promjena.



Slika 270. Različiti primjeri optimizacije odvođenja topline rasporedom komponenti na rashladnom tijelu

U ova tri primjera komponente su različito postavljene na aluminijsko rashladno tijelo:

Primjer (A):
Sve komponente su postavljene blizu jedna drugoj, velika dv/dt trasa i velika di/dt petlja, nema termički – vodljivog materijala između komponenti i kućišta.

Primjer (B):
Komponente s velikim gubicima snage raširene su po većem prostoru, termički vodljiv materijal je ubačen između komponenti i kućišta, velika dv/dt trasa i velika di/dt petlja.

Primjer (C):
Veći izvori topline postavljeni su na najudaljenija mjesta, trase su optimirane da se minimizira trasa dv/dt i površina di/dt petlje, termički vodljivi materijal je postavljen između komponenti i kućišta.

Razmještaji komponenti s velikim dv/dt i velikim di/dt obuhvaćaju veliku površinu što je uzrok elektromagnetskih smetnji. Velike površine s velikim dv/dt pridonose povećanju CM (engl. *common – mode*) elektromagnetskih smetnji, a velike petlje s visokim di/dt pridonose visokim DM (engl. *differential – mode*) šumovima.
Primjer pokazuje simulaciju optimalnog rasporeda komponenti u sklopovima energetske elektronike. Na prikazanim termičkim modelima tijekom razmještaja komponenti, posebnu pozornost je potrebno usmjeriti načinu na koji se pravilnim postavljanjem veza, rješavaju problemi komutacijskih petlji. To je dio rješavanja problema konstrukcijskim optimiranjem.

Problemi elektromagnetske kompatibilnosti promatrani kroz mehanizme interakcija zračenja i ljudskog organizma i električne oprema koja se obično nalazi u okruženju drugih električnih uređaja slične ili iste funkcije razmatrani su kao pojave elektromagnetske interferencije (EMI) koja se mora uspješno riješiti pažljivim promatranjem svih faza od projektiranja do postizanja funkcionalnosti jednog uređaja ili sustava nakon puštanja u eksploataciju. U tu svrhu se skladno združuju postupci i radnje:

- tehnike analize i predviđanja mogućih smetnji ili problema poznavajući funkcioniranje uređaja ili sustava u cjelini primjenom matematičkih modela tijekom projektiranja.
- osiguranja, određivanja i primjene legislative u cilju postizanja besprijekornog funkcioniranja uređaja ili sustava u svojem elektromagnetskom okruženju tijekom eksploatacije,
- provođenja mjerenja i ispitivanja sa svrhom potvrde teorijskih hipoteza razvoja,
- tehnike potiskivanja smetnji kako bi se riješili problemi tijekom finalizacije ili nakon puštanja uređaja u rad.

Prethodno izloženi primjer mjerenja sklopnih prenapona vezan je uz elektroenergetsko postrojenje. Drugi se primjer odnosi na ispravan rad i pogonsku sigurnost svih električnih trošila i opreme. Aktualna legislativa zaštite potrošača iz područja elektromagnetske kompatibilnosti određuju da proizvodi mogu biti plasirani na tržište samo ako udovoljavaju bitnim zahtjevima sigurnosti, zdravlja te zaštitnim zahtjevima EMC. Udovoljavanje ovim zahtjevima osigurava se primjenom odgovarajućih mjera koje proizvođač mora dokazati. Taj postupak dokazivanja (potvrde) je u stvari postupak ocjene sukladnosti koji može provesti samo akreditirani laboratorij. Postupak ocjene sukladnosti sadrži proizvođačevu izradu Izjave o sukladnosti (engl. *Declaration of conformity*), pripremu Tehničke mape (engl. *Technical construction file*) i stavljanje CE oznake na proizvod.

6.4. Komentari uz navedene primjere

U navedenim politehničkim primjerima, posebice zrakoplovnim istaknuto je kako je za odvijanje zračnog prometa na svakom aerodromu, odnosno zračnoj luci, potrebno pomno oda karakteristike i svojstva uređaja koji pomažu pilotima u donošenju odluke o polijetanju ili slijetanju, a i aerodromskim službama o potvrdi da je aerodrom otvoren za prihvat i otpremu zrakoplova. U prezentiranim politehničkim zrakoplovnim primjerima obrađeni su sustavi PAPI i RGL. Prvi primjer – PAPI jedinice koje osiguravaju pilotima preciznu vizualnu kontrolu kuta poniranja. Jedinice preciznog indikatora kuta prilaza, (poniranja), (engl. *Precision Approach Path Indicator* –PAPI), kao dio sustava svjetlosne signalizacije postavlja se na zračnu luku za svaki operabilan prilaz. Postavlja se usklađeno s unutarnjim rubom prilazne površine i zaštitne ravnine uočljivo sa strana uzletno-sletne staze u odnosu na smjer slijetanja. Za svaki prilaz postavljaju se za jednostrani PAPI sustav po četiri jedinice s lijeve strane USS-a, ili dvostrani sustav koji se postavlja s obadvije strane u skladu sa standardima i preporukama. Kao odličan politehnički primjer obrađen je proračun kojim se definira mjesto ugradnje PAPI jedinica. Za proračun se moraju uzeti u obzir svi parametri zračne luke, zrakoplova i procedura. Karakteristični je ulazni parametar, kut prilaza (poniranja) zrakoplova iz kojeg se izračunavaju svi ostali.

Drugi primjer – jedinice zaštitnih svjetala uzletno-sletne staze, (engl. *Runway Guard Lights* - RGL), sustav je kojim se piloti ili vozači vozila obavještavaju da su pred ulazom na aktivnu uzletno-sletnu stazu. Prezentirani je projekt primjer istraživanja, ispitivanja i donošenja odluke o uporabi takvog sustava koji se prenosi iz literature FAA, Savezne uprave za civilno zrakoplovstvo, koja je kao agencija američkog Ministarstva prometa nadležna za reguliranje i nadziranje svih aspekata civilnog zračnog prometa u SAD-u. Provedena istraživanja i ispitivanja su rezultirala promjenom legislative. Na račun dobivenih rezultata za aerodromski dio sustava svjetlosne signalizacije koji se pokazao neizostavnim u funkciji sigurnosti zračnog prometa utvrđeno je koji su

najvažniji parametri, koji utječu na rezultate vidljivosti pojedinih svjetlosnih sustava. Analiziran je prijelaz kod jutarnjih i večernjih operacija. Prosjek rezultata koji su dobiveni od 42 nezavisna subjekta ukazala su na važnost involvirana u procedure.
Prezentirani su i različiti tipovi i tehnička rješenja s preporukama za postavljanje u različitim kategorijama.
U trećem aerodromskom primjeru politehnički zaključak se svodi na dvije važne cjeline. Prva je Inteligentni sustav koji se koristio kao projektantski alat. Obradom raspoloživih baza podataka s rezultatima provedenih ispitivanja na aerodromima iznalaze se optimalna tehnička rješenja generirana iz stvorenih baza znanja. Iz baze podataka o redovnom održavanju, provjerama, mjerenjima i inspekcijskim nadzorima utvrđuje se stvarno stanje svih vitalnih komponenti sustava rasvjete platforme, ali i podloge za nova projektiranja. Kvaliteta instalirane rasvjete na platformi provjerava se mjerenjem. Mjerenje rasvijetljenosti svodi se na odabir rastera mjernih točaka. Veličina oka mreže mjernih točaka računa se i odabire u skladu s veličinom stajanke tako da je u svim dosadašnjim ispitivanjima iznosila maksimalno 10 m. Istraživanjem su dobiveni razni podaci za veličinu "oka" mreže mjernih točaka. U nekim se slučajevima navodi preporučena maksimalna veličina koja iznosi 2m, 3,6m, odnosno 5m. Na temelju tih preporuka provedena su mjerenja horizontalne i vertikalne komponente rasvijetljenosti za raspoložive projekte iz prakse. Procesuiranje ulaznih parametara iz raspoloživih baza podataka i baza znanja kao modeliranje problema, kroz IS obuhvatile su uz obradu parametara rasvijetljenosti i problematiku parkiranja zrakoplova. Obrada problematike rasvjete parkiranih zrakoplova na platformi je obuhvatila tri primjera, međunarodnih zračnih luka. Obrada primjera je poslužila za sintetiziranje raspoloživih spoznaja i podataka, ekspertizu i hermeneutičko zaključivanje. Za sva tri primjera obrađivani su raspoloživi rezultati za komponente horizontalne i vertikalne rasvijetljenosti u ovisnosti o polju mjernih točaka. Podudarnost izmjerenih vrijednosti odabranih mjernih točaka i na karakterističnim

visinama za parkirne pozicije zrakoplova bila je u granici mjerne klase, manja od 2%.

Druga je način održavanja sustava rasvjete platforme koji utječe na parametar slabljenja intenziteta rasvijetljenosti, što je utvrđeno mjerenjem i obradom dobivenih i raspoloživih rezultata. Način održavanja iz podloga IS sveden je na heuristički algoritam za utvrđene procedure održavanja. Iako je za specijalistička aerodromska održavanja IS uključeno više pristupa, kod projektiranih rasvjeta platforme je svedeno na preporuku referentnog primjera P1. Prema IP klasi samog rasvjetnog tijela uz zadane intervale, (vremenske rokove) održavanja mogu se dobiti prilično vjerodostojni faktori održavanja koji su u stvari gubitak nazivne vrijednosti svjetlosne jakosti pa samim tim i rasvijetljenosti. Kvaliteta luminiscencije definirana faktorom održavanja ovisna je o lokalnom zagađenju koje se mora uzeti u obzir. Raspoloživim inteligentnim sustavom, (IS), potvrđena je potreba drugačijeg pristupa u projektiranju na konkretnim primjerima rasvjete aerodromske platforme. Formiranim bazama znanja i podataka uz poznate parkirne pozicije na aerodromskoj platformi utvrđene su specifičnosti prema kojima se zaključuje o projektima rasvjete platforme. Utvrđeni nadređeni dokument, prometnom elaboratu može i mora definirati parkirne pozicije zrakoplova za noćne uvjete. Dobiveni rezultati proračunima i potvrđeni mjerenjima za komponentu vertikalne rasvijetljenosti ukazuju na prioritet definiranja bitnih pravca karakterističnog zrakoplova na parkirnim pozicijama nad odabirom polja mjernih točaka. Iz tih se razloga proračuni i mjerenje rasvijetljenosti platforme moraju povjeriti ekspertima jer samo oni mogu iz izmjerenih rezultata meritorno izdati Protijekol o stanju rasvjete, koji će jamčiti sigurnost operacija na platformi. Stvaranjem novih baza znanja oslonjenih na održavanje može se ukazati i na novi pristup u projektiranju koji uzima u obzir i specifične parametre koji nisu obuhvaćeni legislativom.

Osim izloženog primjera mjerenja i utvrđivanja stanja i problema elektromagnetske kompatibilnosti, (EMC), postoje i pristupi u rješavanju kroz analize koje se mogu podijeliti u 3 kategorije:

Analitička- koristi zatvorene modele analitičkih izraza za rješavanje problema na koje u praksi nailaze inženjeri i projektanti.

Numerička- koristi numeričke metode za rješavanje Maxwellovih jednadžbi s početnim uvjetima za teorijsku razradu.

Provjeravanje EMC pravila- sintetizira uvjete iz kojih se profiliraju oni koji nisu u skladu s pravilima o EMC. Svaki od navedenih pristupa ima određene prednosti ali i ograničenja za univerzalni pristup modeliranju EMC. Najnovijim se pristupom na osnovama kognitivne kibernetike kombiniraju analitičke i numeričke metode te provjeravaju pravila. Kognitivni postupci kojima bi se služio čovjek koriste se za kreaciju kibernetičkog sustava koji funkcionira kao ekspertni.

EMC, prvenstveno provjerava razina zračenja, odnosno elektromagnetskih polja programskim alatima omogućuju EMC inženjerima i projektantima da se s njima upoznaju. No već je u prethodnom poglavlju ukazano kako ti programi nemaju sve potrebne informacije da se dobije točan proračun. Također je razlika radi li se o utvrđivanju EMC izgrađenog elektroenergetskog objekta ili uređaja koji se tek proizvodi. Za programe za izračun važne su veličine kao npr. geometrija, kod izgrađenog objekta ili ona koja se uzima s automatske alatne trake. No pitanje je što je s veličinama kao što su npr.:

- frekvencija signala i vrijeme odziva pojedine mreže,
- vrijednosti komponenata (od nazivnih do graničnih),
- zatvorena geometrija, raspon lokacija,
- kvalitete spojeva,
- parametri (induktivitet),
- duljina kabela, smještaj, tip,
- svojstva vanjskih polja,...

Ti podaci su bitni za određivanje jakosti i frekvencije i promjena bilo koje od njih može imati velik utjecaj na emisiju zračenja za bilo koju frekvenciju. Ali primjerice, postoje programski alati koji mogu računati vrijednosti parazitnih induktiviteta i kapaciteta u mreži, računanje

efektivnih vrijednosti polja, ponašanje radijacijskog polja, raspodjelu struja i lociranje malih pogrešaka.

Tehnologijom ekspertnih sustava na osnovama kognitivne kibernetike ovi softveri pokušavaju oponašati razmišljanje stručnjaka iz područja EMC i ne traže od stručnjaka da imaju neko iskustvo o EMC ili projektiranju već se koriste odlukama koje počivaju na činjenicama i heuristikama za rješavanje problema po preporuci stručnjaka. Na taj se način zaključuje i korisnicima daju dosta pouzdana rješenja. Ono što je kod kognitivne kibernetike važno to je pristup u prepoznavanju EMC problema, određivanju težine problema te predodžbe kako rješavati probleme i prepoznavanje dobrih rezultata od onih loših. Oponašanjem procesa razmišljanja iskusnih stručnjaka za EMC, ekspertni sustav je sposoban donositi odluke slične onima koje bi donio čovjek. Prvi cilj u razvoju ekspertnih sustava EMC je ugradnja tih razmišljanja u softver.

Stručnjaci za EMC se oslanjaju na osnovne postupke pri donošenju odluka te vode brigu o zahtjevima posebnih projekata, a to su :

-upute za projektiranje,

-iskustva s prošlim projektima,

-korištenje rezultata za numeričke i analitičke analize.

Svaki od stručnjaka može dati informacije o određenim područjima, pa tako i u kreaciji ekspertnog sustava započinje se s prikupljanjem raspoloživih podataka. Podaci o geometriji problema su sadržani u alatima za rad a informacije o iskustvima s prošlim proizvodima ili industrijskim EMC problemima se prikupljaju u posebne EMC datoteke. Tu do izražaja dolazi koncept big data. Postoje i datoteka koje sadrže informacije o komponentama i krugovima koji nisu dostupni u datoteci s predlošcima. Informacije iz drugih datoteka pomažu ekspertnom sustavu da prati smjerove i karakteristike elemenata, a tu mogu biti uključene i posebne EMC informacije. Vlastita EMC datoteka je potrebna zato što različite industrije imaju različite potrebe i različitu strategiju razvoja EMC. EMC datoteke sadrže informacije koje pomažu ekspertnom sustavu da prepozna industrijske standarde, posebno bitna pravila, te da napravi pravi izbor. Budući da korisnik sustava može biti bilo tko, softver ne može prepoznati jesu li informacije cjelovite ili ne. Svejedno korisnik

može u mnogo slučajeva ponuditi mnogo informacija. Svi podaci o projektiranju se pohranjuju, a algoritam preuzima klasifikaciju mreže. Uzimanjem podataka iz datoteke algoritam određuje informacije o vrsti i obliku signala, dopuštenom šumu i o funkcijama mreže. Najprije se sakupljaju različiti EMC projekti te se pronalaze i vrednuju njihove greške. U drugoj fazi se otkrivaju geometrijske greške te se traže izvori koji im odgovaraju. Svi potprogrami su napravljeni da što bolje obrađuju informacije. Ako koji dio informacije nedostaje, program to memorira i nastavlja s računanjem rezultata. Kad se završi procjena program pušta da se podaci estimiraju. Estimacija je dobivena u obliku slike koja se može dobiti mjerenjem EMC. Budući da je struktura algoritma takva, sve informacije se procjenjuju na svim frekvencijama. Također je moguće napraviti rang listu svih grešaka i kritičnih geometrija koje doprinose utjecaju zračenja za pojedine frekvencije.

Programski alati za analizu EMC kao i strategije prate načela kognitivne kibernetike, analitički i numerički, za provjeravanje pravila EMC.

Softver za analitičko modeliranje koristi relativno zatvoreni oblik jednadžbe za rješavanje jakosti polja ili smjerova struje, te je vrlo brz i jednostavan. Analitičke metode rješavaju probleme pomoću pretpostavljenih rješenja. Tako se uspješno mogu računati razlike među signalima, jakosti polja, ili estimirati iznos šuma sabirnice te nedostatke u proizvodnji npr. kod tiskanih pločica. Numeričko modeliranje EMC ima veće mogućnosti kao obećavajući alat za pomoć pri ukazivanju na probleme EMC. Numeričko modeliranje rješava jednadžbe polja te ponašanje polja u drugim uvjetima. Sposobnost numeričkog modeliranja je velika ovisnost pojedinačnog oblika o razvoju koda. Kodovi za modeliranje konačnih elemenata služe za modeliranje složenih geometrija. Kodovi koji razvijaju sučelje integralne tehnike su vrlo dobro razvijeni za modeliranje velike rezonantne strukture, pojedinačne strukture vrlo dugih vodiča ili kabela. Konačna razlika vremenske domene koda je uobičajeno bolji izbor od vremenske domene ili širokopojasnog modeliranja. Zadnje najuspješnije rješavanje EMC je 3D elektromagnetski softver. Statični ili kvazistatični 3D programi su više

pouzdaniji za kompleksniju analizu, dok se 2D programi mogu koristiti za analize prijenosnih vodova i simetrične sustave, a može se proširiti na modeliranje kabela. Razvoj za unapređenje EMC matematičkih kodova zahtijeva definirane izvore. Korisnici moraju biti dobro upoznati s kodovima i trebaju poznavati njihove granice. Numeričko EM modeliranje je potencijalno vrijedan alat za analizu EMC, ali je za modeliranje EMI potrebno mnogo znanja korisnika.

Softver za provjeru pravila nije uobičajen za analizu el. magnetskih događaja u sustavu, ali koristi projektantima za ukazivanje na skupe pogreške, još u ranoj fazi projekta, te ukazuje na pogreške koje je teško uočiti. Ovaj alat ne zahtjeva od korisnika znanje osnova o EMC modeliranju a opet je dovoljno sposoban da brzo otkrije probleme EMC što ima važnu ulogu u budućem inženjeringu EMC kognitivne kibernetike.

NOTA BENE!

Pridodano komentaru uz šesto poglavlje, kad se knjiga koristi kao udžbenik onda se dodatna razrada ovog poglavlja s posebnim naglaskom na politehniku provodi kroz auditorne vježbe uz pomoć raspoložive dodatne literature:

1. Doktorski rad autora, (**ZB**), „Elektromagnetski model za izračun raspodjele struje zemljospoja".
2. „Sastavnice elektromagnetskog modela i uporaba u elektroenergetskim ekspertnim i inteligentnim sustavima".
3. Priručnici specijalističkog osposobljavanja po programima AEROING, AEROELO-TVZ i AERO-FESB.

Teme razrade uz ovo šesto poglavlje u primjerima aerodromskih svjetlosnih sustava otvaraju sljedeća pitanja:

1. Koje mjesto zauzima geodetska struka, u kojoj je funkciji i koje poslove geodetski stručnjak mora odraditi?
2. Koje mjesto zauzima strojarska struka, u kojoj je funkciji i koje poslove strojarski stručnjak mora odraditi?
3. Koje mjesto zauzima građevinska struka, u kojoj je funkciji i koje poslove građevinski stručnjak mora odraditi?
4. Koje mjesto zauzima elektro struka, u kojoj je funkciji i koje poslove elektro stručnjak mora odraditi?
5. Koja od struka mora sudjelovati u projektiranju i tko može biti odgovorni projektant?
6. Kakav mora biti projekt navedenih primjera aerodromskih svjetlosnih sustava i tko za njega izdaje potvrdu, odnosno odobrenje?
7. Tko može provoditi mjerenja elektromagnetskih polja i tko može izraditi Elaborat zaštite od elektromagnetskih zračenja?
8. Tko izdaje odobrenje za projekte zaštite od elektromagnetskog zračenja?

6.5. Za sam kraj šestog poglavlja

"Zašto je uopće nešto, a ne naprotiv ništa?" - Fundamentalno je ontološko iskušenje koje je na svom nastupnom predavanju na Sveučilištu u Freiburgu 1924. godine održao Martin Heidegger.

"Promišljanje znanosti provodimo ne iz razloga potrage neprijepornih joj temelja jer su oni već dovoljno poznati, već radi pouzdanog puta za napredak, želje za spoznajom, što se konačno logički oblikuje kao zahtjev za istinom".

... vrsta argentinskih mrava, (Iridomyrmex humilis) poslužila je za provedbu pokusa u kojima je istraživana mravlja nastamba spojena s izvorom hrane pomoću dva puta. Tijekom prijenosa hrane u nastambu relativna duljina puta se mijenjala. Pokazalo se da će nakon nekog vremena većina mravi prolaziti kraćim putem, a razlog tomu je posredan način komunikacije mrava pomoću feromona, (neka vrsta mirisa) kojeg ostavljaju mravi na svom putu. Naime feromon se više osjeća na kraćem putu (zbog njihove veće gustoće), većina mrava će nakon nekog vremena prolaziti samo kraćim putem.

To je iskustvo uporabljeno u neuronskim mrežama kod algoritma optimizacije. Prvi ga je predložio Marco Dorigo i nazvao ga Ant Colony Optimization, ACO-optimizacija mravljom kolonijom...

Zaključak

Naslov knjige "Politehnička kognitivna kibernetika", opravdava prezentirani materijal sadržaja koji je koncipiran kao propedeutika za novu politehniku kako je objašnjeno u uvodu. Nova politehnika postaje novo predmetno integracijsko intendiranje jedne u osnovi definirane podijeljene tehničke strukture uvjetovane trenutnim stanjem razvoja modernih tehnologija, pristupa novim edukacijskim programima i potrebama tržišta rada. Knjiga je kao udžbenik, sa svojih šest poglavlja, namijenjena studentima TVZ-a, prvenstveno za potrebe uvođenja novog kolegija Kognitivna kibernetika a nastavak je udžbenika Inteligentni i ekspertni ustavi u elektroenergetici za kolegij Inteligentni sustavi.

U prvom poglavlju knjige obrađena je problematike aktualizirana potrebama za stručnjacima novog profila povezanim uz sve veću prisutnost inteligentnih tehnologija. Stručnjaci, prepoznati kao ***inženjeri znanja***, specijalisti su i posjeduju specijalistička znanja aplikativnog karaktera, angažirani su danas gotovo u svim tvrtkama gdje rade samostalno ili u timovima. Stoga je i ***znanje*** bitan dio sadržaja koji se obrađuje u prvom poglavlju. Tradicionalna teorija o znanju sublimira se novim znanjima kroz kognitivno i bihevioralno inženjerstvo. U samom početku informatizacije zadatak inženjera znanja bio je uvođenje i održavanje informacijsko-komunikacijskih sustava. Tijekom eksploatacije sustava potrebe za njima su ih usmjerile na edukaciju korisnika, razvoj i unapređenje. Za potrebe osposobljavanja u novom globalnom dobu još nije postavljen univerzalan edukacijski okvir jer nisu još ni prepoznata sva međudjelovanja čovjeka i računala na razini inteligentnih, interaktivnih prijenosnih tehnologija. Učinak računala, koja raspolažu znanjem određenih domena sa sofisticiranim procesima donošenja odluka i sposobnostima objašnjavanja svojih postupaka kroz informacije i komunikaciju nepovratno je povezan s čovjekom kao ljudski inteligentnim i društveno-radnim bićem. Takvo biće ima i svoju posebnu ulogu u visoko automatiziranim sustavima ali i edukacijama budućnosti. Uz sadržaj prvog poglavlja koji akcent stavlja na stručnjake angažirane i

vezane na tehnološka unapređenja i inteligentne sustave i znanje, načinjena je poveznica s modernim. ***Modernost*** se povijesno razvijala kroz tri faze. Prva kao rana modernosti, druga kao stvarna modernost i treća kao postmodernost. Post modernost se transformirala prijelazom u XXI. stoljeće, u postindustrijsko, informatičko, tehnoznanstveno i globalno društvo sa svim svojim posljedicama i nepredviđenostima o kojima se progovara u knjizi.

U drugom poglavlja se pokušava povezati spoznaja o tehnološkoj antropomorfizaciji inteligentnih sustava koja zbog prekomjernosti blizine svega događanja i njihova širenje u stvarnom vremenu stvara neodlučivosit i virtualnost i oduzima čovjeku povijesnu dimenziju lišavajući ga pamćenja. Dolaskom informatičke revolucije u elektroničkom dobu stvoren je prostor sličan spiritualnim u koji se uranja bez kritike ili pitanja i koji teži tehnološkoj simulaciji svijesti. Tako se u istoj interpretaciji potvrđuje i Larsenov model raspoloženja koji je ovisan o medijskom okruženju. Prikupljeni i prezentirani rezultati istraživanja zadnjih tridesetak godina ukazuju na probleme povezane s kaptologijama i postavljene teorije shvaćanje, tumačenje i opisivanje pojava različitim disciplinama prirodnih i humanističkih znanosti, napose kognitivnom kibernetikom. Uvid i prepoznavanje problema tehnološke ***antropomorfizacije*** opisuju parametri i utjecajni čimbenici koji govore o kultu vizualizacije i mediologije kao i o nadzornom i nadziranom društvu. Disciplinirano i nadzorno društvo, sa svojim mehanizmima discipline i nadzora pojedinca u njegovoj društvenoj okolini, postaje nadzor nad samim sobom, ali i vladavina nad drugima jer je kôd numerički preveden u jezik vladavine. Intelektualne su tehnologije svojom persuazivnošću, nametnule, "***Kult Informacije***" po kojem je informacija vrsta robe, utilitarnog resursa koji se mora eksploatirati i obrađivati industrijskom efikasnošću. Ustvari na taj način nametnuti raspoloživi resurs i nije informacija nego se koristi kao običan podatak. Ta se činjenica potvrđuje "famom", kako će "pristup" što većoj količini informacija i što brža "destilacija" njihovog sadržaja i smisla omogućiti korisniku da postane produktivniji kao "mislilac". Prihvaćena

kao "dogma", informacija i inteligentne tehnologije, bez prava na propitivanja njihovih utjecaja na život u cjelini, ulaze i sveprisutne su u gotovo svim porama društva i života, a u stvari ne utječu na istraživanja kojima bi se potvrdili navodi o njihovoj sve prihvatljivosti. Od trena kada su se pojavile i počele nezaustavljivo ulaziti i u edukaciju, nije bilo ni jednog jedinog ozbiljnog istraživanja koje bi potvrdilo, pa čak niti nagovijestilo propitivanje o njima. Na temeljima tako snažnog utjecaja nastali su i proširuju se edukacije i obrazovni programi, ali ne postoje empirijsko psihološka istraživanja koja bi potvrdila učinkovitost tih obrazovnih programa uz toliki utjecaj inteligentnih tehnologija. U površnosti formalizacije edukacije neosnovano se poziva na kognitivne stilove i strategije: holističko-analitički i verbalno-imaginativni kako bi se opravdala potreba uporabe inteligentnih tehnologija.

U trećem je poglavlju prezentirana mogućnost evoluiranih inteligentnih sustava kroz trendove razvoja koji su implementirani kognitivnom kibernetikom u gotovo sve grane industrije, ekonomiju, edukaciju i proizvodnju. Obrađivani „LEAN"- model, kao proizvod kognitivne kibernetike odnosi se na tendenciju i težnju odnosno namjeru ostvarivanja dinamike inovacija koje pomažu tvrtkama da mogu iskoristiti prilike u utrci tehnoloških promjena. Povezanost s potrebama nadolazećih procesa transformacije kroz psihološko, socijalno i emotivno okruženje povezano inteligentnim tehnologijama potvrđuje višestruki utjecaj koji je moguće prepoznati i na koji je moguće djelovati politehnikom. Taj se utjecaj kao persuzija u pozitivnom smislu može manifestirati i kroz spoznaje o podizanju razine integriranog razvoja ljudskog uma. Za tu potvrdu bit će potrebno raspraviti sve tehničke, biomedicinske i sociološke koncepte. U uporabu specijalističkih sustava oslonjenih na ekspertne sustave i druge inteligentne tehnologije kognitivna kibernetika unijela je drastične promjene. Promjene unose osim tehnike, i stručnjaci novog profila – tzv. Lean stručnjaci, čija je uloga povezana uz sve veću prisutnost kognitivne kibernetike u njihovom poslu, bilo da se radi o održavanju, implementaciji ili obuci, a za kojima postoji velika potražnja. Takvi specijalisti prvo se moraju školovati,

educirati, kako bi mogli biti angažirani prvo u organizacijama koje su prepoznale kognitivnu kibernetiku, a potom i šire. Prezentirani koncepti uspješnih svjetskih tvrtki dokazuju kako je istraživački i razvojni rad pokrenuo tehnološke promjene s ciljem postizanja vrhunskih rezultata.

Iskustva ukazuju na potrebu usklađenja ljudskih čimbenika i inteligentnih tehnologija kako bi se mogli unaprijediti postojeći i uvesti novi kognitivni moduli. Nova aktivnost edukacijskog sadržaja mora biti istraživanje za koje ljudski čimbenici moraju biti na istoj razini savršenstva i pouzdanosti kao i raspoložive tehnologije kognitivne kibernetike, a u čemu je dobar primjer dio obrađenog sadržaja tehnoloških promjena u uspješnim tvrtkama.

Četvrto poglavlje prenosi tematiku kako razvoju ljudskog uma doprinose "pametne" tvorevine inteligentnih tehnologija kao proizvodi umjetne inteligencije. Prezentirani su rezultati provedenih istraživanja kojima su postavljeni metodološki pravci i razvijeni konkretni alati za samo analizu i sintezu, istovremeno pružajući iscrpne teorije o ljudskoj prirodi koja je doživljena kao "nova filozofija" ali i kao "antifilozofija", definirana na osnovama novog znanstvenog pravca kognitivne kibernetike, za kojeg se želi rabiti naziv kaptozofija.

Kaptozofija kao znanost profilirana je na temelju proširenja teorija kaptologije uz pomoć "klasične" kibernetike, koja uključuje spoznaje znanosti o kognitivnoj kontroli i regulaciji umjetno-tehničkih i socio-tehničkih sustava, bioloških organizama, organizacija, procesa i struktura. Kognitivni aspekt svih razmatranih komponenti razrađuje i primjenjuje kognitivne modele, kognitivno funkcionalnu i postupovnu implementaciju sustava, rješavanje problema temeljenih na prirodnim metodama analognim kognitivnim računalnim tehnikama i realizaciju rješenja sustava i njihovog upravljanja u kontekstu metodologije i pristupa menadžmentu. Istraživanja su oslonjena na kognitivnu razradu učinaka interaktivnih, inteligentnih prijenosnih tehnologija koje se rabe u svim sferama života. Obrađeni primjeri i rezultati mnogih istraživanja su pokazali kako se način procesuiranja informacija, rješavanje problema i donošenje odluka, može usporediti s radom ekspertnog

sustava i ljudskom kognicijom i mentalnim potencijalom. Postoje paralela ljudske intuicije i inteligencije i baza podataka i baza znanja. Znanje je kao kognitivni potencijal ovisno, povezano i simbolički predstavljeno i identično inteligenciji. Primjene baza podataka i znanja, da bi bilo svrhovito potrebno je podvrći mehanizmu zaključivanja. To u biološkom smislu poistovjećivanja s funkcioniranjem ljudskog mozga, (načina mišljenja), navodi na zaključak da je za svrhovito korištenje intuicije i inteligencije potrebna neka vrsta uvježbane strategije.
Kada se edukacija, psihološko, socijalno i emotivno okruženje poveže s prisutnošću i prisnošću inteligentnih sustava i interaktivnih tehnologija dolazi se do potvrde hipoteze o njihovim višestrukim utjecajima. Kako u pozitivnom smislu kroz spoznaje o podizanju razina integriranog razvoja ljudskog uma tako i u negativnom o spoznajama utjecaja na ljude sve do nastanka razvojnih neuropsihijatrijskih bolesti. Biomedicinski i sociološki važan koncept jedan je od glavnih predmeta kontinuirane rasprave suprotstavljenih zagovornika selekcijske nasuprot zagovornicima konstrukcijske teorije mentalnog procesuiranja. Iz tih se razloga postavlja pitanje radi li se o suradnji ili sukobu između kognitivne kibernetike i kaptologija!?

Peto poglavlju obrađuje politehničku primjenu izvorno razvijenog elektromagnetskog modela s originalnim algoritmima za izračun pogonskih redovitih i izvanrednih stanja u električnim postrojenjima, elektroenergetskih sustava. Na nešto višoj razini postavljen je model kojim je obrađen konkretan primjer za izračun raspodjele struje zemljospoja. Model je utemeljen na primjeni tehnike konačnih elemenata na integralnu formulaciju problema. Analiziraju se sastavnice elektromagnetskog modela koje se mogu nalaziti u homogenom tlu ili pak u zraku. Gušenje i fazno zakretanje elektromagnetskog vala približno se uzima u račun korištenjem prigušno-faznog faktora.

U razvijenom elektromagnetskom modelu sve međusobno elektromagnetski spregnute sastavnice tvore jedan jedini konačni element. Svaki se vodič dijeli na cilindrične segmente konačne duljine, dok se, radi jednostavnosti, uzemljivači transformatorskih stanica i

stupova nadzemnih vodova nadomještaju ekvipotencijalnim kružnim metalnim pločama. Vlastite i međusobne impedancije segmenata vodiča i nadomjesnih kružnih metalnih ploča računaju se po Galjerkin-Bubnovovoj metodi, koja se u slučaju vlastitih i međusobnih impedancija cilindričnih segmenata vodiča svodi na metodu srednjeg potencijala. Fazni vodiči ukopanih kabelskih i nadzemnih vodova, zaštitna užad nadzemnih vodova kao i uzemljivačka užad i trake aproksimirani su pravocrtnim tankožičanim cilindričnim segmentima. Cilindrični segmenti aktivnih i pasivnih vodiča imaju konstantnu uzdužnu struju i konstantnu linijsku gustoću poprečne struje, koje su matematički smještene duž osi vodiča i tako su modelirane. Modelom dobiveni numerički rezultati stanja elektroenergetskih objekata su algoritmima prikazani topološki 3D vizualizacijom koji se kao koncept baze podataka može koristiti i za objedinjene postupnike ekspertnog sustav različitih zahtjeva.

Šesto poglavlje donosi konkretne primjere politehničkih projekata specijalističkih sustava i opreme zračnih luka, inteligentnih transportnih sustava i specijalističkih elektroenergetskih, njih ukupno sedam. Svi su bazirani na: a) Rješavanju zadataka sa ciljem prilagodbe koncepata, b) Rješavanjem zadataka nezavisnim entitetima i c) Simulacijama kod kojih se modeliraju pojedini entiteti a cijeli se model temelji na interakciji mnoštva entiteta po načelima matematičkog modeliranja.

Prvi politehnički projekt je Aerodromski sustav preciznog indikatora kuta prilaza, (engl. *Precision Approach Path Indicator* -PAPI). Jedinice preciznog indikatora kuta prilaza, (poniranja), kao dio sustava svjetlosne signalizacije svake zračne luke oprema je koje se postavljaju za sve operabilne prilaze. Postavlja se usklađeno s unutarnjim rubom prilazne površine i zaštitne ravnine s lijeve strane uzletno-sletne staze u odnosu na smijer slijetanja. Zahvati za njegovu ugradnju i održavanje obuhvaćaju osim građevinskih, elektro i strojarskih radova i geodetske radove. Svi se moraju izvoditi sinkronizirano sve do konačnog završetka a puštanje u pogon moguće je tek nakon provjere iz zraka.

Drugi politehnički projekt je Aerodromski sastav Zaštitnih svjetala uzletno-sletne staze, (engl. *Runway guard lights* - RGL). To je sustav

rasvjete kojim se piloti ili vozači vozila obavještavaju da su pred ulazom na aktivnu uzletno-sletnu stazu. Primjer je interesantan jer prezentira istraživanja, ispitivanja i donošenja odluke o uporabi takvog sustava koji je provela Savezna uprava za civilno zrakoplovstvo, američkog Ministarstva prometa. Kao nadležna institucija za reguliranje i nadziranje svih aspekata civilnog zračnog prometa u SAD-u, predložila je promjene legislative na račun dobivenih rezultata za aerodromski dio sustava svjetlosne signalizacije koji se pokazao neizostavnim u funkciji sigurnosti zračnog prometa. Provedenim ispitivanjima je utvrđeno koji su najvažniji parametri, koji utječu na rezultate vidljivosti pojedinih svjetlosnih sustava. Analiziran je prijelaz od jutarnjih do večernjih razdoblja u danu, a prosjek rezultata koji su dobiveni od 42 nezavisna subjekta bio je presudan da se sustav involvira u procedure. Kao i ostali zrakoplovni projekti objedinjuje sve navedene struke politehnike.

Treći politehnički projekt je Aerodromski sustav rasvjete platforme, (stajanke). Prezentiran je konkretan primjer izrade, implementacije i mjerenja rasvjete stajanke na zračnoj luci. Projektiranje je provedeno ekspertnim sustavom koji je učeći, tako da na temelju stečenog znanja može tijekom projektiranja ponuditi u tehničkom smislu kvalitetno parametriranje rasvjete. Takav pristup projektiranju za svaki novi projekt koristi stvorene baze podataka koje dovoljno kvalitetno uzimaju u obzir sve utjecajne čimbenike kao najvažnije polazne točke. Ostvarenje predloženog koncepta uključujući i razvoj do konačne faze primjene opreme nove generacije sa svjetiljkama u LED izvedbi. Takav predloženi koncept pridonosi energetskoj učinkovitosti i očuvanju okoliša.

Četvrti politehnički projekt je pregledni prikaz uvođenja inteligentnih transportnih sustava s pregledom i nazivljem komponenti pojedinih tehnoloških inovacija. Također je načinjen i pregled potreba za politehničkim stručnjacima koji će biti angažirani na tom području izvan industrije.

Peti politehnički projekt je pregledni prikaz primjene i uvođenja inteligentnih tehnologija i pametnih materijala kroz područje tribologije, nanotehnologije i aplikativnosti na korozivnu zaštitu.

Šesti politehnički projekt je praktično rješavanje problema elektromagnetskog zračenja. Primjer je izložen s konkretnom problematikom nelogičnosti legislativnih zahtjeva i preglednim prikazom primjene razvijenog elektromagnetskog modela na elektroenergetske sustave za koje je potrebna sveobuhvatna analiza.

Sedmi je politehnički projekt praktično rješavanje problema elektromagnetske kompatibilnosti s prikazom provedbe mjerenja i primjene modela rješavanja.

Knjiga kao priručnik i udžbenik obrađuje gradivo kolegija Inteligentni sustavi i Sklopna postrojenja uz promociju područja za uvođenje kognitivne kibernetike. Ovim iskorakom uvođenja tog područja Politehnika u Hrvatskoj ide uz bok svjetskim elitnim veleučilištima koja su usredotočena na primijenjenu znanost i inženjering koji u novije vrijeme opravdavaju naziv nova politehnika.

Temeljni cilj nove politehnike je obrazovanje inženjera budućnosti koji će imati visoko kvalitetno tehničko znanje, ali i ekonomsko poslovno, dobro će poznavati menadžment i informatiku, znat će primjenjivati načela inženjerskog i timskog rada, te se služiti vještinama brzog prijenosa ideja u praksu. Suvremena uloga tog stručnog kadra - inženjera znjanja, podrazumijeva i sposobnost promišljanja i vođenja projekata, razumijevanje gospodarstva, upravljanja znanjem i intelektualnim resursima.

Literatura

A

1. Abramowitz, M., Stegun, I., A.: "Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables", Applied Mathematical Series 55, National Bureau of Standards, 1964.
2. Adorno, T., W.: "Ästetische Theorie", R. Tiedemann, Gesammelte Schriften, Frankfurt. M., 1970. - 1973
3. AEROING d.o.o. Zagreb, Projekti, projektantske podloge i tehnička dokumentacija specijalističkih aerodromskih sustava, od 1997. do 2018.
4. Afrić, V.: "Teorijske osnove hermeneutike", Revija za sociologiju, Vol XIV, No 3-4, UDK 167.7:316, pp. 191-200, 1984.
5. Afrić, V.: "Simulacijski modeli", Polemos, sv. 2 (3–4): 95–111. 1999.
6. Agamben, G.: "Izvanredno stanje". Homo sacer, Deltakont. Zagreb 2008.
7. Agamben, G.: "Die kommende Gemeinschaft", Merve, Berlin, 2003.
8. Alf, E.: "Presentation to IES ALC 2011 - Revision of TP312", Aerodromes Standards and Recommended Practices, Senior Engineer, Aviation Lighting Systems Standard 621 -development of 5th edition– Obstacle Marking and Lighting Standards AARTAE, Wilmington North Carolina, 2011.
9. Anderson M.: "Intelligence and Development": A Cognitive Theory, Black-well, Oxford, 1988.
10. Araya, H., Nagao, S., Tomita, M., Hayashi, M.: "The novel formulation dogodign of self-emulsifying drug delivery systems (SEDDS) type O/W microemulsion", Drug Metabolism and Pharmacokinetics Journa. Vol. 20, 2005, pp. 244–256.

11. Arouet, F., M., Voltaire.: "Rasprava o toleranciji", Prijevod, Bosiljka Brlečić, MH, Urednica Jelena Hekman, Biblioteka PARNAS, Tisak Targa, ISBN 953-150-082-7, Zagreb, 1997.
12. Aristotel.: "Metafizika", Globus – Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 1988.
13. Arutz, S.: "Israel's Green Machine gears up for 2010". 21st Israel National News. January 2010.
14. ATG, Airports, ltd.: "The Clear Approach To Airports" - Automation House Lowton Business Park, Newton Road Lowton St. Mary's, Warrington WA3 2AP, UK.
15. Augé, M.: "Nemjesta – Uvod u moguću antropologiju supermoderniteta", Biblioteka Psefizma, Naklada Daggk, ISBN 953-97336-7-1, Zagreb 2001.

B

1. Badiou, A.: "L'etre et événement", Seuil, Paris, 1988.
2. Balaž, B., I.: "Zaštita čelika katodnom zaštitom", Završni rad - G-1740, Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Mentor: Prof. Dr. sc. Frankica Kapor, obranjen 19. rujna 2016.
3. Balaž, Z., Balaž. B.-I.: "Human Computer Interaction, Cognitive Cybernetic & Captological Education", article prepared for the Progress in Human Computer Interaction. A new international open access journal - Whioce Publishing Pte. Ltd., Singapore, VII. 2018.
4. Balaž, Z., Balaž, B.-I.: "Intelligent Human Systems Integration in Cognitive Cybernetic Education", not accepted article reported for the 41st International Convention MIPRO, May 21 - 25, 2018, Opatija, Croatia.
5. Balaž, Z.: "Integration of Cognitive Cybernetics into Intelligent Human Systems?", 1st International Conference on Intelligent Human System Integration, 7th – 9th of January 2018, Dubai, United Arab Emirates, Springer, ISBN 978-3-319-73887-1.

6. Balaž, Z.: "Cognitive Cybernetics vs. Captology", Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, Vol. 2, No. 1. 2017, ASTESJ, ISSN: 2415-6698.
7. Balaž, Z.: "Uloga inženjera znanja u održavanju aerodromskih i tunelskih ekspertnih sustava", Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zbornik ETO, Vol. 1, No.1, pp 101 -116, ISSN 1849-5621, prosinac 2014.
8. Balaž, Z.: "Implemented research study", Course: Artificial Intelligence - Expert Systems, Electrical engineering department, Zagreb University of Applied Sciences, Specialist graduate study, 3rd semester, September -December 2013.; and course Intelligent Systems, 2nd semester, September 2012. – December 2016.
9. Balaž, Z.: "Intuigencija i kaptologije inteligentnih tehnologija - izazovi i strahovi", Članak poslan za časopis Polytechnic & Dogodign, ISSN 1849-1995, Tehničko veleučilište Zagreb, rujan 2016.
10. Balaž, Z.: "Brain - A Flexible Self-Adaptive Entity", Public lecture and workshop conducted on 13th Brain week in Croatia, at Electrical department of Zagreb University of Applied Sciences, Specialist graduate study, Zagreb, 13th of March, 2014.
11. Balaž, Z.: "Brain - Communication Through Rhetoric and Artificial Intelligence", Public lecture and workshop conducted on 14th Brain week in Croatia, at Electrical department of Zagreb University of Applied Sciences, Specialist graduate study, Zagreb, 19th of March, 2015.
12. Balaž, Z.: "Brain - Cooperation or Bidding with Intelligent Systems", Public lecture and workshop conducted on 15th Brain week in Croatia, at Electrical department of Zagreb University of Applied Sciences, Specialist graduate study, Zagreb, 15th of March, 2016.
13. Balaž, Z.: "The Brain lost in the space of persuasive no-placelessness", Public lecture and workshop conducted on 16th Brain week in Croatia, at Electrical department of Zagreb

University of Applied Sciences, specialist graduate study, Zagreb, Croatia, 15th of March 2017.

14. Balaž, Z.: "Mozak – Dio kognitivne kibernetike protiv umjetne inteligencije", Javno predavanje i radionica za 17. Tjedan mozga u Hrvatskoj u okviru obilježavanja kroz kolegij Inteligentni sustavi, Elektrotehnički odjel, TVZ, Specijalistički diplomski studij, 14. 03. 2018.
15. Balaž, Z., Haun, M.: "Cognitive Cybernetics – a future that is started", 34th International Symposium on New Technologies, SOLARIS Hotel Niko, Šibenik, Croatia, 15th -16th May, 2017.
16. Balaž, Z.: "Implemented research study", course: Artificial Intelligence - Expert Systems, Electrical engineering department, Zagreb University of Applied Sciences, Specialist graduate study, 3rd semester, September -December 2013.; and course Intelligent Systems, 2nd semester, September 2015. – December 2016.
17. Balaž, Z.: "Inteligencija, emocionalna i deklarativna pamćenja", Odabrana poglavlja kolegij Umjetna inteligencija - Ekspertni sustavi, III. Semestar, Elektrotehnički odjel, TVZ, Specijalistički diplomski studij, Zagreb, rujan - prosinac 2013.
18. Balaž, Z.: "Intuigencija KAPtološke ZAmke UMjetne InteliGENcije", Rukopis knjige na recenziji, Zagreb, svibanj 2018.
19. Balaž, Z., Meštrović K.: "Učenje i poučavanje iz umjetne inteligencije", Tehničko veleučilište u Zagrebu, Polytechnic & Dogodign, Vol 2, No. 1, pp 9-14, ISSN 1849-1995, Zagreb 2014.
20. Balaž, Z., Meštrović, K., Bjelić, G.: "Inteligentni sustav održavanja aerodromskog sustava svjetlosne signalizacije", MIPRO 2014. Opatija
21. Balaž, Z.: "Obrada provedbenih istraživačkih radova kroz seminare kolegija Umjetna inteligencija - Ekspertni sustavi", Elektrotehnički odjel, TVZ, Specijalistički diplomski studij, III. semestar; Zagreb, rujan - prosinac 2013. i kolegija Inteligentni sustavi, Elektrotehnički odjel, TVZ, Specijalistički diplomski studij, II. semestar, Zagreb, IX. 2015. - V. 2017.

22. Balaž, Z.: "Edukacije i licenciranje kvalificiranih djelatnika na održavanju specijalističkih sustava", EDZ, Okrugli stol, 25. 10. 2016.
23. Balaž, Z.: "Propedeutika politehnike – Budućnost LEAN razvoja uz pomoć kognitivne kibernetike", Rukopis nastavnog materijaala za uvođenje tripartitnog modela kolegija Inteligentni suatavi na Elektrotehničkom odjelu TVZ-a, svibanj, 2017.
24. Balaž, Z., Haun, M.: „Intelligent Systems-Cognitive Cybernetics, Organization, Robotic and Computing, Manual, Rukopis nastavnog materijala za uvođenje tripartitnog modela kolegija Inteligentni suatavi na Elektrotehničkom odjelu TVZ-a, za akademsku godinu 2017./ 2018., Zagreb, svibnja, 2017.
25. Balaž, Z.,: "The Captology of Intelligent Systems", Materijali istraživačke studije za 40th International Convention on Information and Communication, Technology, Electronics and Microelectronics MIPRO 2017, CIS - Intelligent Systems, Opatija, 22.- 26.05. 2017.
26. Balaž, Z.: "Priručnik za osposobljavanje djelatnika koji na zračnim lukama obavljaju specijalistička održavanja", Odobrenje CCAA, TVZ, Centar cjeloživotnog obrazovanja, Zagreb, 2013
27. Balaž, Z., "Cognitive Cybernetics vs. Captology", Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, Specialist Graduate professional Study programe in Electrical Engineering, The Course Intelligent Systems, Teaching materijal, academic year, 2016/2017, Zagreb,
28. Balaž, Z.: "Obrada provedbenih istraživačkih radova kroz seminare kolegija Inteligentni sustavi", Elektrotehnički odjel, TVZ, Specijalistički diplomski studij, III. semestar; Zagreb, 2017.
29. Balaž, Z.: "Education, Factory Visit & Elaboration Protocol", Siemens, IC-BT, Control Products & Systems, Quality Business Segment – Fire Safety, QMS - Cours, Zug, Swiss, 2013.
30. Balaž, Z., Franić, A., Mihelčić, N.: "Tehnička strana opremljenosti Zračne luke Zagreb za uvođenje kategorije CAT

IIIB“, 17. skup o prometnim sustavima Automatizacija u prometu, Osijek - Budimpešta, 1997.

31. Balaž, Z.: “Primjena računala u procesu održavanja manevarskih površina zračne luke – Programi za građevinsko i elektro održavanje“, Stručni skup ISEP 98, Elektrotehnička zveza Slovenije, 1998.
32. Balaž, Z.: “Analiza registriranih poremećaja u radu sustava svjetlosne signalizacije na Zračnoj luci Zagreb - Sicomos“, Elaborat br. 10028/01 - Aeroing d.o.o., Zagreb, 2001.
33. Balaž, Z.: “Ekspertiza specijalističkih sustava u funkciji sigurnosti zračne plovidbe na Zračnoj luci Mostar i prijedlog rješenja za unaprijeđenje”, Studija br. 10056/01 - Aeroing d.o.o., Zagreb, 2001.
34. Balaž, Z.: “Upgrading of Airport at Nafoora Field – Arabian Gulf Oil Company”, Benghazi, Lybia, Aeroing d.o.o./SINIT Rovigo, Italy, 2002.
35. Balaž, Z., Puhalović, I., Bjelić, G.: "Nadogradnja inteligentnog sustava aerodromskog održavanja serijskih strujnih krugova", MIPRO 2015, 38th International convention on Information and Communication Technology, electrics and microelectronics, pp 1488-1492; Opatija 2015.
36. Balaž, Z.: "Priručnik za radionicu /Workshop AERO TVZ-Iso Prog", Training for Insulation Resistance Measurementson, Serial Circuits – Airfield Lighting Systems”, Zračna luka Rijeka-Airport Rijeka, Rijeka, 10. 05. 2015.
37. Balaž, Z.: "Priručnik za radionicu /Workshop AERO TVZ-Iso Prog", Training for Insulation Resistance Measurementson, Serial Circuits – Airfield Lighting Systems”, Zračna luka Pula-Airport Pula, Pula, 06.10. 2014.
38. Balaž, Z.: "Dinamički programi preventivnog održavanja specijalističke aerodromske opreme", 15. Skup o prometnim sustavima - Automatizacija u prometu, KoREMA, pp 231-236 Zagreb, 1995.

39. Balaž, Z.: "Elektromagnetski model za izračun raspodjele struje zemljospoja", 15. Doktorska disertacija, FESB, Doktorski studije elektrotehnike i informacijske tehnologije, Mentor: Prof.dr. Slavko Vujević, Split, 2015.
40. Balaž Z.; Vujević S.; Lucić R.; Bernardić A.; "Razvoj ekspertnog sustava za optimizaciju elektroenergetskog sustava Hrvatskih autocesta", Zbornik 18. međunarodnog simpozija EIS 2009, , Elektrotehničko društvo Zagreb, pp. (S-10) 16- 20, Šibenik, 2009.
41. Balaž, Z., Sarajčev, I., Vujević, S., Lucić, R.: "Utjecaj električnih mreža Hrvatskih autocesta na distribucijske mreže", Zbornik radova 16. međunarodnog simpozija EIS 2008, Elektrotehničko društvo Zagreb, pp. (S-5) 7-12, 2008.
42. Balaž, Z., Vujević, S., Lucić, R.: "Problemi u elektroenergetskom napajanju Tunela Sveti Rok", Zbornik radova Prvog savjetovanja Hrvatskog ogranka Međunarodne elektrodistribucijske konferencije - CIRED, Šibenik, pp. (SO1-17) 1-10, 2008.
43. Balaž, Z., Meštrović, K.: "Inteligentni i ekspertni sustavi u elektroenergetici", Nakladnik: Tehničko veleučilište u Zagrebu, Elektrotehnički odjel, Manualia Polytechnici Studiorum Zagrabiensis, ISBN 978-953-7048-51-8, Zagrebu, 2015.
44. Balaž, Z.; Vujević, S.; Lucić, R., "Problemi u elektroenergetskom napajanju Tunela Sveti Rok", Zbornik radova Prvog savjetovanja Hrvatskog ogranka Međunarodne elektrodistribucijske konferencije - CIRED, Šibenik, pp. (SO1-17) 1-10, 2008.
45. Balaž, Z.; Sarajčev, I.; Vujević, S.; Lucić, R., "Utjecaj električnih mreža Hrvatskih autocesta na distribucijske mreže", Zbornik radova 16. međunarodnog simpozija EIS 2008, Elektrotehničko društvo Zagreb, pp. (S-5) 7-12, 2008.
46. Beca Consultants Pty Ltd. Manual, „Airfield Pavement Maintenance Manual“, Melbourne, 2015.
47. Beistegui, M.: “Immanence: Deleuze and Philosophy, Edinburg University Press, Edinburg, 2010.
48. Benjamin, W.: ”Gesammelte Schriften, IV, Suhrkamp, Frankfurt/M. 1991.

49. Bjelić, G.: "Mjerenje i obrada otpora izolacije aerodromskih serijskih strujnih krugova inteligentnim sustavom", TVZ, Specijalistički stručni studij elektrotehnike, Elektrotehnički odjel, Diplomski rad br. E392, Mentor: Zdenko Balaž, ožujak 2015
50. Baudrillard, J.: "Le Pacte de Lucidité ou L'Intelligence du Mal" - Hrvatsko izdanje u nakladi Ljevak d.o.o. - "Inteligencija zla ili pakt lucidnosti", 2006.
51. Baudrillard, J.: "Simulakrumi i simulacije" - Biblioteka Psefizma, Naklada Daggk, ISBN 953-97338-8-X, Zagreb 2001.
52. Birbaumer, N.: "Der Weg zum Super Hirn", Hoerzu Wissen, pp 21-25, IV. 2014.
53. Boras, V., Vujević, S., Lovrić, D.: "A Hybrid Algorithm for Computation of Rectangular Conductor Internal Impedance", Tehnicki Vjesnik-Technical Gazette, Vol. 19 , No. 2, pp. 341-346, 2012.
54. Boroš, V.: " Integralna teorija Kena Wilbera ", FFpress, Zagreb, 2012.
55. Brillhart, J.: "Drawing towards a More Creative Architecture", Mediating between the Digital and the Analog; Conference, Association of Collegiate Schools of Architecture, Montreal, 2011.
56. Bubner, R.: "Aestetische Erfahrung", Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1989. Prijevod, Estetsko iskustvo, Tihomir Engler, MH, Urednica Jelena Hekman, Biblioteka PARNAS, Tisak Targa, ISBN 978-953-150-076-0, Zagreb, 1997.
57. Buccheri, P., L., Mangione, S.: "Analysis of Ground Fault Current Distribution along Nonuniform Multi-Section Lines", Electric Power Systems Research, Vol. 78, No. 9, pp. 1610-1618, 2008.

C

1. CAA, Civil, Aviation, Authority: "Visual Aids Handbook", A compendium of Visual Aids intended for the guidance of Pilots and Personnel engaged in the handling of aircraft, ISBN-13 978 0 11790 844 4, First issued January 1997, Issue 2, May 2007.

2. Capurro, R.: "Heidegger űber Sprache und Information", Philosophisches Jahrbuch, No.88, 1981.
3. Carr, N.: "Plitko Što Internet čini našem mozgu", Jesenski i Turk, Prijevod Ognjen Strpić, Zagreb, 2011.
4. Carr, N.: "Stakleni kavez", Jesenski i Turk, Prijevod Ognjen Strpić, Zagreb, 2016.
5. Carson, J. R.: "Wave Propagation in Overhead Wires with Ground Return", Bell System Technical Journal, Vol.5, pp. 539-544, 1926.
6. Carta, F., Hsu, Y., J., Sarik, J., Kymissis, I.: "Bimorph actuator with monolithically integrated CMOS OFET control", Organic Electronics Journal. Vol.14, 2013, pp. 286–290.
7. CCAA - Croatian Civil Aviation Agency, Internetske stranice Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo, preuzimano VII. - VIII. 2018. Ul. grada Vukovara 284, Zagreb 2018.
8. CCAA - Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo: Izvješće o provedbi programa stručnog osposobljavanja AERO TVZ u drugom edukacijskom razdoblju od VII. 2014. do IV. 2016.
9. CCAA - Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo: Izvješće o provedbi programa stručnog osposobljavanja AERO TVZ u prvom edukacijskom razdoblju od VI. 2013. do VII. 2014.
10. CCAA - Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo: Inicijativa oko usklađenja provedbe Uredba komisije (EU) br. 139/2014, od 12. veljače 2014. o utvrđivanju zahtjeva i upravnih postupaka u vezi s aerodromima u skladu s uredbom (EZ) br. 216/2008 europskog parlamenta i vijeća, Dopisa upućenih CCAA: 18. VI. 2015., 28. 12. 2015. i 14. III. 2016.
11. CCAA - Hrvatska agencija za civilno zrakoplovstvo, Odobrenje za izvedbe programa u skladu s Pravilnikom, (NN 7/13), Elektrotehnički odjel, Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2013.
12. CDEGS - "Introducing the CDEGS Software Package: Integrated Software for Power System Grounding/Earthing, Electromagnetic Fields and Electromagnetic Interference",

13. Coley, C.: „Practitioner Guuide: Inspections of Airfield Pavements“, Ministry of defence, 2011.
14. Comtois, J., H., Michalicek, M., A., Barron, C., C.: "Electrothermal actuators fabricated in four-level planarized surface micromachined polycrystalline silicon", Sensors and Actuators A 1998, 70, 23-31.
15. Cragun, R.,Howell, L., L.:"Microelectromechanical Systems (MEMS), Linear thermomechanical microactuators", ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition 1999, pp. 181-188.

D

1. Dawalibi, F.: "Ground Fault Current Distribution between Soil and Neutral Conductors", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 99, No. 2, pp. 452-461, 1980.
2. Delbianco, L., Haznadar, Z.,: „Nanotehnologija i etika“, Techne, Politehnika Pula, 2012.
3. Deleuze, G., Guattari, F.: “A Thousand Plateaus: Capitalism and Schizophrenia II”, Continuum, London – New York, 1987.
4. Deleuze, G., Guattari, F.: “Capitalis A Very Special Delirium”, Autonomedia, New York, 1995.
5. Deleuze, G.: “Spinoza: Practical Philosophy”, City Lights Books, San Francisco, 1988.
6. Deleuze, G., Guattari, F.: “What is Philosophy?”, Columbia University Press, New York, 1994.
7. Deleuze, G.: ”Differe nce et Repetition, Columbia University Press, New York, 1994.
8. Deleuze, G., Guattari, F.: “Anti-Edipus: Capitalism and Schizophrenia”, University of Minnesota Press, Minneapolis, 1983.
9. Deleuze, G., Parnet, C.: “Dialogues”, Columbia University Press, New York, 1987.
10. Deleuze, G.: “Postscript on the Societies of Control”, Continuum, London – New York, 2006.

11. Deming, W., E.: “Quality, productivity and competitive position” MA MIT Center for Advanced Engineering Study, 1982.
12. Derrida, J.: “The Politics of Frendship“, Verso, London – New York, 1997.
13. Dertouzos, M., L.: "What Will Be: How the New World of Information Will Change Our Lives", New York, Harper-Collins Publishers, 1997.
14. DeSteno, D., Petty, R., E., Rucker, D., D., Wegener, D.,T., Braverman, J.: “Discrete emotions and persuasion: The role of emotion-induced expectancies”, Journal of Personality and Social Psychology 86, pp 43-56, 2004.
15. Detlev, v., U.: "Psychologie und Welt", Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart, Berlin; Koeln, Meinz, 1972.
16. Dommel, H., W.: "Electromagnetic Transients Program - Reference Manual (EMTP Theory Book)", Bonneville Power Administration, Portland, 1986.
17. Douglass, M., R.: "A MEMS Success Story, Proceedings of the Reliability, Testing and Characterization of MEMS/MOEMS II", Bellingham, WA, 2003.
18. Duhigg, C.: “Moć navike Zašto činimo što činimo i kako se promijeniti”, Mozaik knjiga, ISBN 978-953-14-1435-7, Radin Zagreb, kolovoz 2013.

Đ

1. Đonlić, S., Cvitaš, Lj.: “Upravljanje kvalitetom”, nastavni materijali, TVZ, Specijalistički diplomski studij, Zagreb, 2015.
2. Đonlić, S., Cvitaš, Lj.: “Uloga projektnog menadžera kvalitete”, 14. Hrvatska konferencija o kvaliteti, 5. znanstveni skup Hrvatskog društva za kvalitetu, (HDK), str. 111-118, Zagreb, 15.-17.05. 2014.

E

1. EASA - European Aviation Safety Agency, Airport Dogodign and Certification, Consolidated version of Aerodromes Implementing Rules and related Acceptable Means of Compliance and Guidance Material, and Certification Specifications and their related Guidance Material, Issued March 2014, ADR, Requirements and administrative procedures related to aerodromes, Commission Regulation (EU) No 139/2014, including AMC and GM to ADR rules, ED Decision 2014/012/R and Certification Specifications (CS) and Guidance Material (GM) for Aerodromes Dogodign CS-ADR-DSN, ED Decision 2014/013/R, 2014.
2. EASA – European Aviation Safety Agency, Rulemaking Directorate, Notice of Proposed Amendment 2013-08 (A), Acceptable Means of Compliance and Guidance Materials, 2013.
3. EASA - European Aviation Safety Agency: "Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Dogodign", Annex to ED Decision 2015/001/R, CS-ADR-DSN, Issue 2, 29 January 2015.
4. Endrenyi, J.: "Analysis of Transmission Tower Potentials During Ground Faults", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 86, No. 10, pp. 1274-1283, 1967.
5. EU Direktiva 2010/40/EU, Europskog parlamenta i vijeća od 7. srpnja 2010. o okviru za uvođenje inteligentnih prometnih sustava u cestovnom prometu i za veze s ostalim vrstama prijevoza.
6. EU - UREDBA KOMISIJE br. 139/2014, o utvrđivanju zahtjeva i upravnih postupaka u vezi s aerodromima u skladu s Uredbom (EZ) br. 216/2008 Europskog parlamenta i Vijeća, od 12. veljače 2014.
7. EU, Publikacija: “Research and Innovation Performance in EU Member States and Associated Countries”, Europska komisija Innovation Union Progress at Country Level, 2013.

8. EU, Europska komisija (2015), "Stairway to Excellence Cohesion Policy and the Synergies with the Research and Innovation Funds Croatia", HR Facts & Figures, 2015.
9. Eysenck, H., J., Eysenck, S., B., G,: “Manual of the Eysenck personality scales (EPS Adult”, Hod der and Stoughton, London, 1991.

F

1. Faucault, M.: “The Courage of Truth”, lectures from Collège de France, (1983.-1984.), ISBN 978-953-7715-61-8, Zlatko Wurzberg, Standorf & Mizanotrop, Zagreb, 2015.
2. Faucault, M.: “Surveiller et Punirnce de la Pris”, Gallimard, France, Pariz, 1998.
3. Figal, G.: "Der Sinn des Verstehens, Beiträge zur hermeneutischen Philosophie", Philipp Reclam jun., Studgart, 1996.
4. Filipović, V., i grupa autora: "Filozofijski rječnik", Treće dopunjeno izdanje – NZMH, NIŠPRO Vjesnik, Zagreb, 1989.
5. FAA, - Federal Aviation Administration, Department of the Army Maintenanca, FM 3-04.300, Washington, D.C., MicroPAVER-a, - Airport Pavement Management System - Airport PMS, Civil Aviation Administration – CAA, 1980.
6. FAA - Federal Aviation Administration, Advisory Circular: Guidelines and procedures for maintenance of airport pavements, 2007.
7. FAA - Federal Aviation Administration, Order 6850.2, Visual Guidance Lighting Systems, Practical Airport Operations, Safety, and Emergency Management: Protocols, 2010.
8. FAA - Federal Aviation Administration: "Apron Planning and Dogodign", Guidebook, Transportation Research Board 2013 Executive Committee, ACRP REPORT 96, Project 07-09, ISSN 1935-9802, ISBN 978-0-309-28362-5, Washington, D.C., 2013

G

1. Gadamer, H., G.: ”Hermeneutik und Ideologiekritik”, Frankfurt am Main, 1977., Gesammelte Werke, Tuibingen, 1985.
2. Gadamer, H., G.: “Das Erbe Europas2, Suhrkamp Verlag, Frankfurt am Main, 1989. Prijevod, Nasljeđe Europe, Kiril Miladinov, MH, Urednica Jelena Hekman, Biblioteka PARNAS, Tisak Targa, ISBN 953-150-055-X, Zagreb, 1997.
3. Gadamer, H., G.: Hermeneutische Enwűrfe, Vorträge und Aufsätze, J. B. Mohr und Siebeck, Tűbingen, 2000.
4. Gardner, H.: “Frams of Minde: The Theory of Multiple Intelligences”, New York, Basic Books, 1983.
5. Gardner, H., Kornhaber, M., L., Wake, W., K.: "Intelligence: Multiple Perspectives", Hercourt Brace College Publishers, Tijekyo, 1996. Prijevod, Inteligencija različita gledišta, G. Keresteš, V. Vizek Vidović, Biblioteka PARNAS, Tisak Naklada Slap, ISBN 953-191-094-4, Zagreb, 1999.
6. Gardner, H.: "Frams of Minde: The Theory of Multiple Intelligences", New York, Basic Books, 1983.
7. Garrett, D. L.; Myers, J. G.; Patel, S. G., "Determination of Maximum Substation Grounding System Fault Current Using Graphical Analysis", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 2, No. 3, pp. 725-732, 1987.
8. Gazivoda, S., Rožanković, S., Nujić, I.: "Mjerenje sklopnih prenapona u TS 35/20 (10) kV Obrovac", Končar - Zagreb, VN Laboratorij, Zagreb, 2005.
9. Gershenfeld, N., A.:”When Things Start to Think”, New York: Henry Holt & Company, 1999.
10. Giaccoleto, L. J., "Frequency and Time-Domain Analysis of Skin Effects", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 32, No. 1, pp. 220-229, 1996.
11. Google - https://www.google.hr/riječ/pojam/znak/poveznica, [III. 2017-VIII.2018.]
12. Gojić, M.: "Površinska obradba materijala", Sisak, Denona d.o.o., 2010

13. Goleman, D.: "Emocionalna inteligencija, Zašto je važnija od kvocjenta inteligencije", 2. Izdanje, Urednica Ivanka Borovac, Preveo s engleskog Damir Biličić, Mozaik knjiga, Zagreb, 1997.
14. Gollisch, T., Meister, M.: "Eye Smarter then Scientists Believed", Neural Computations in Circuits of the Retina, Neuron, No 65, pp. 149 - 165, 2010.
15. Gooi, H., B., Sebo, S., A.: "Distribution of Ground Fault Currents along Transmission Lines – An Improved Algorithm", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 104, No. 3, pp. 663-670, 1985.
16. Green, M., Senders, J.: "Human Error in Road Accidents", PHD,
17. Grondin, J.: "Smisao za hermeneutiku", Matica Hrvatska, Urednica Jelena Hekman, Izvornik, Der Sinn fuir Hermeneutik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, Prijevod, Darija Domić, MH, Priredio Damir Barbarić, Biblioteka PARNAS, Tisak Targa, ISBN 953-150-512-8, Zagreb, 1999.
18. Glasser, W.: "Teorija izbora - Nova psihologija osobne sloboda", Prijevod djela: Choice theory: a new psychology of personal freedom, ISBN 953-180-090-1, Alinea, Zagreb, 2000.
19. Gershenfeld, N, A.: "When Things Start to Think", New York: Henry Holt & Company, 1999.
20. Guenzel, S.: "Immanenz: Zum Philosophie Begriff Gilles Deleuze, Blaue Eule, Reihe Philosophie, Essen, 1998.
21. Guven, A. N.; Sebo, S. A., "Analysis of Ground Fault Current Distribution along Underground Cables", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. PWRD-1, No. 4, pp. 9-18, 1986.

H

1. Haun, M.: "Cognitive Computing - Steigerung des systemischen Intelligenzprofils", (article in German) ISBN 978-3-662-44074-2 ISBN 978-3-662-44075-9 (eBook), DOI 10.1007/978-3-662-44075-9, Springer - Verlag Berlin, Heidelberg, 2014.
2. Haun, M.: „Handbuch Robotik - Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter", 2. Auflage, ISBN 978-3-642-39857-5 ISBN

978-3-642-39858-2 (eBook), DOI 10.1007/978-3-642-39858-2, Springer Vieweg, Berlin Heidelberg 2007, 2013.

3. Haun, M.: „Cognitive Organisation - Prozessuale und funktionale Gestaltung von Unternehmen“,ISBN 978-3-662-52951-5 ISBN 978-3-662-52952-2 (eBook), DOI 10.1007/978-3-662-52952-2, Springer Vieweg, GmbH Deutschland, 2016.
4. Haun, M.: "Cognitive Cybernetics", gostujuće predavanje, Kolegij Inteligentni sustavi, Elektrotehnički odjel TVZ-a, 22. III. 2017.
5. Haun, M.: “Cognitive Cybernetics”, gostujuća predavanja, Kolegij Inteligentni sustavi, i obilježavanje obljetnice HATZ-a, Elektrotehnički odjel TVZ-a, III. 2018.
6. Hawkins, F.,H.: "Human Factors in Flight", Gower Technical Press, 1987.
7. Heidegger, M.: “Gesamtausgabe: Ontologie Hermeneutik der Faktizität”, Bröcker-Oltmanns; Frankfurt a. M., 1988.; Einfuirung in die philosophische Hermeneutik, Darmstadt 1991.
8. Heidegger, M.: “Zu Erns Jűnger Der Arbeiter”, Klostermann, Frankfurt a. M., 2004.
9. Heidegger, M.: “Metaphysik und Nihilismus”, Klostermann, Frankfurt a. M., 1999.
10. Heidegger, M.: “Überwindung der Metaphysik”, Vorträge und Aufsätze, Klostermann, Frankfurt a. M., 2000.
11. Heidegger, M.: “Kraj filozofije i zadaća mišljenja”, Rasprave i članci, Izbor: Josip Brkić, Privevod: Marijan Cipra, Josip Brkić, Branko Despot, Danilo Pejović, Ivan Salečić, ISBN 953-178-044-7, Zagreb 1996.
12. Heisenberg, K., W.: "Fizika i filozofija", Prijevod Stipe Kutleša, Kruzak, Tisak S. Brusina – Donja Lomnica, ISBN 953-96477-3-8, Zagreb, 1997.
13. Heisenberg, K., W.: “Promjene u osnovama prirodne znanosti”, Šest predavanja, Prijevod Mladen Klepac, Kruzak, Tisak Librikon, ISBN 953-6463-16-4, Zagreb, 1998.

14. Hickey, R., Sameoto, D., Hubbard, T., Kujath, M.:"Time and frequency response of two-arm micromachined thermal actuators", Journal of Micromechanics and Microengineering, No. 13, 2003, pp. 40-46
15. Hoesle, V.: "Filozofija ekološke krize", Moskovska predavanja, Matica Hrvatska, Urednica Jelena Hekman, Tisak Targa, , ISBN 978-953-150-051-7, Zagreb, 1996.
16. Hood, M., B.: "Super Sense: Why We Believe in the Unbelievable", Hrvatski prijevod, Marko Maras, ISBN 978-953-303-175-0, Publisher: Ljevak, 2010.
17. Horvat, Z.: „Aerodromi I“, Građevinski institut u Zagrebu, Zagreb, 1990.
18. Hovland, C., I., Janis, I., L., Kelly, H.: “Communication and persuasion: psychological studies of opinion change”, New Haven, C.T.: Yale University Press 1953.
19. Huizling, J.: “Homo Ludens Vom Ursprung der Kultur im Spiel”, 1938.

I

1. IATA, Airline Guide to Human Factors, International Air Transport Association, Montreal, 1981.
2. Ibrahim, A., I.: "An Intelligent Support System for the Analysis of Power System Transients", Disertation, The University of British Columbia, Vancouver, 2000.
3. ICAO - International Civil Aviation Organization, Doc 96832 - AN/857 Part E-2, “Air Traffic Safety Electronic Personnel", Training Manual, Bankok – Thailand, 25-29. VII. 2011.
4. ICAO - International Civil Aviation Organization, Doc 96832 - AN/857: „Air Traffic Safety Electronic Personnel" Training Manual”, Preliminary Edition - 2005.
5. ICAO - International Civil Aviation Organization, Doc 7192-AN/950: „Human Factors Training Manual”, First Edition 1998.

6. ICAO - International Civil Aviation Organization, Journal, “PMS/ATM Systems Implementation”, Montreal, 6-24. December, 1993.
7. ICAO - International Civil Aviation Organization, “Aerodrome dogodign manual – Part 5, electrical systems“, First edition - 1983.
8. ICAO - International Civil Aviation Organization,Airport Services Manual: Pavement Surface Conditions. Fourth Edition, 2002.
9. ICAO - International Civil Aviation Organization, Annex 14, Aerodromes: Volume I, Aerodrome Dogodign and Operations. Seventh Edition, Montreal,Canada: 2016.
10. ICAO - International Civil Aviation Organization, Workshop – Aerodrome Dogodign Manual, Part 4, Revision of TP312 – Aerodromes Standards and Recommended Practices, (development of 5th edition), Visual Aids - specifically for PAPI, 7th edition, (old series), 1976.
11. IEEE, Std 80-2000, "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding", 2000.

J

1. Jaeger, R., C., Blalock, T., N.: “Microelectronic Circuit Dogodign, 4th ed. McGraw-Hill, 2011.
2. Jakovčević, M.: " Izvanredno održavanje interventnog helidroma KBC – Split", Izvedbeni projekti, TRIVIUM d.o.o. za projektiranje i nadzor, Ruđera Boškovića 23, Split. 2017.
3. Jakovljević, M.: “Mozak, duša i kultura u zdravlju i bolesti: Izazovi pred psihijatrijom 21. stoljeća”, HAZU: Simpozij o istraživanju i bolestima mozga, Zagreb, 16. ožujka 2016.
4. Jarić, B., Rešetić, A.: "Korozija - Elektrokemijske osnove i katodna zaštita", II. izdanje, Zagreb, Korexpert, 2013.

5. Jia, G., Madou, M., J.: "MEMS Dogodign and Fabrication", The MEMS Handbook, 2nd ed., CRC Press/Taylor and Francis, Boca Raton, FL, 2006.
6. Jsselsteijn, W., I., Kort, Y., Midden, C., Eggen, B., Hoven, E.: "Persuasive Technology", ISSN 0302-9743, ISBN 3-540-34291-5, Springer - Verlag Berlin Heidelberg, LNCS 3962, 2006.
7. Jurić, H.: "Multi-Disciplinarity, Pluri-Perspectivity and Integrativity in the Science and the Education", The Holistic Approach to Environment, No 2/13, pp 85-90; ISSN 1848-0071, 2012.

K

1. Kabei, N., Kosuda, M., et all.: "Thermal-expansion-type microatuator with paraffin as the expansive material - The Application of Nanotechnology to Environmental Issues", JSME International Journal 1997, Vol. 40, pp. 736-742.
2. Kahneman, D.: "Misliti, brzo i sporo", Prijevod Zvonko Pavić, ISBN 978-953-14-1483-8, CIP 857332, Mozaik knjiga, Zagreb, 2013.
3. Kazda, A., Caves, R., E.: „Airport Dogodign and Operation", Third Edition, England, Emerald Group Publishing Limited, 2015.
4. Khan, B., A., Bakhsh, S., Khan, H., Mahmood, T., Rasul, A.: "Basics of Self Micro Emulsifying Drug Delivery System, Journal of Pharmacy and Alternative Medicine, 2012.
5. Klaić, B.: "Novi rječnik stranih riječi, Školska knjiga, Urednica Anuška Nakić, Tisak Grafički zavod Hrvatske, d.o.o., ISBN 978-953-0-4939-2, Zagreb, 2012.
6. Koch, W.: "Erdungen in Wechelstromanlagen über 1 kV", Springer-Verlag, Berlin, 1961.
7. Konijn, E., A., Hoorn, J., E.: "Some like it bad", Testing a model for perceiving and experiencing fictional characters. Media Psychology 7 (2005) 107-144.

8. Kordić, I. “Philosophie und Teologie im Denken von Martin Heidegger", Institut für Philosophie, Zagreb, Croatia, Original scientific article, pp. 19-39, 2003.
9. Kurtović, M.; Vujević, S., "Earthing Grid Parameters with Conductor Surrounded by an Additional Substance", IEE Proceedings Generation, Transmission and Distribution, Vol. 147, No. 1, pp. 57-61, 2000.

L

1. Lachmann, R.: “Phantasia Memoria Rhetorica”, Prijevod Davor Beganović, ISBN 953-150-150-560-8, Matica Hrvatska, Zagreb, 2002.
2. Lammel, G., Schweiser, S., Renaud, P.: "Optical Microscanners and Microspectrometers using Thermal Bimorph Actuators", Kluwer Academic Publishers., Boston, MA, 2002.
3. Lang, P., J., Bradley, M., M., Cuthbert, B., N.: ”International affective picture system (IAPS)”, Digitized photographs, instruction manual and affective ratings. Technical Report A-6, University of Florida, Gainesville, FL, 2005.
4. Lipton, B., H.: "Biologija vjerovanja – Znanstveni dokazi o nadmoći uma nad materijom", Urednik Darko Imenjak, Prijevod Goran Bosnić, Tisak Denona d.o.o., Grafička obrada Teledisk, ISBN 978-953-7039-55-2, CIP 642337, NSB Zagreb, 2007.
5. Lukić, M., Martić, D., i drugi: „Herbert Simon, anti-filozof“, Prezentacija Seminarskog rada, Kolegij Inteligentni sustavi, Elektrotehnički odjel, TVZ, 2016
6. Lyotard, J., F.: "La Confession d'Augustin”, prijevod Marko Gregorić - Augustinova ispovijest, ,Biblioteka: book marker, ISBN 978-953-303-157-6, Naklada Ljevak d.o.o., Zagreb, siječanj 2010.
7. Lyotard, J., F.: "The Inhuman: Reflections on Time”, Stanford University Press, Stanford , California, 1992.

M

1. Majić, I.: "Gadamerova hermeneutika –od »filozofije slušanja« prema književno-teorijskoj praksi", Sveučilište u Zagrebu, Filozofski fakultet Zagreb, Pregledni rad UDK 165.1, str. 749–760, 2008.
2. Martinás, K.: " Energy In Physics And In Economy", Atomic Physics Department, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary, Interdisciplinary Description of Complex Systems 3(2), pp. 44-58, 2005
3. Mataković, H., Radočaj - Novak, I.: "Sudjelovanje Hrvatske u sedmom okvirnom programu: Skromni uspjeh?", Business Systems Research, 4/2, p. 126-143, 2013.
4. Matulić, T,:"Metamorfoze kulture", Tertium mullenium, ISBN 9789-5324-1161-14, CIP 686343, Zagreb, 2009.
5. Mead, M.: "Sex and Temperament in tree primitive societies", The new American library of world literature inc. january 1962. (istraživanja provedena od 1928. do 1935.
6. Meliopoulos, A., P., Webb, R., P., Joy, E., B., Patel, S.: "Computation of Maximum Earth Current in Substation Switchyards", IEEE Transactions on Power Apparatus and Syst.,Vol. 102, No. 9, pp. 3131-3139, 1983.
7. Meliopoulos, A., P., Papalexopoulos, A., Webb, R., P.: "Current Division in Substation Grounding System", Proceedings of the 1982 Protective Relaying Conference, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1982.
8. Meštrović, K., Šimić, J., i drugi: „Elektromagnetska kompatibilnost energetske i informatičko-telekomunikacijske opreme u HE Zakučac", Elaborat E-80A5833 ; Končar-Institut za elektrotehniku d.d., 2000.
9. Millman, J., Grabel, A.: "Microelectronics", 2nd edition, McGraw-Hill, 1987.
10. Molnar, E.: "Becoming wise about ITS, in: Intelligent Transport", 2008.
11. Molnar, E.: "The knowing-doing gap", UNECE report, 2009.

12. Moore, J., Pizer, R.: "Moment Methods in Electromagnetics - Techniques and Applications", John Wiley & Sons, New York, 1984
13. Morgan and Liker: “The Toyota Product Development system”, Lean Project Management: Eight Načeloles For Success, Leach, BookSurge, Productiviti Press 2006.
14. Moseley, A.: "An Alternative Reality for Higher Education? Lessons to be learned from online reality games", University of Leicester, Paper presented at ALT-C 2008, Leeds, 9th September 2008.
15. Mukundan, V., Ponce, P., Butterfield, H., E., Pruitt, B., L.: "Modeling and characterization of electrostatic combdrive actuators in conducting liquid media", Journal of Micromechanics and Microengineering. Vol. 19, 2009, pp. 1–9.
16. Muralt, P., Polcawich, R.,G., Trolier-McKinstry, S.: "Piezoelectric thin films for sensors, actuators, and energy harvesting", MRS Bull. Vol. 34, 2009, pp. 658–664.
17. Murman et al: "Lean Enterprise", Value, Palgrave, Edukacijski materijal iz 2002.

N

1. Newell, A., Simon, H., A.: "Theleologic theory machine", IRE Transactions on Informations Theory, Vol.2(3), pp 61-67, 1956.
2. Newell, A., Shaw, J., C., Simon, H., A.: "Elements of a theory of human problem solving", Psychological Review, Vol. 65, pp 151-166, 1958.
3. Norman, D.: ”The Invisible Computer”, Cambridge, MA: MIT Press,
4. Narodne novine: Nacionalni program za razvoj i uvođenje ITS-a u cestovnom prometu za razdoblje od 2014. do 2018. Godine, NN br. 82/14.
5. Narodne novine: Pravilnik o aerodromima NN 58/14.
6. Narodne novine: Pravilnik o održavanju građevina NN 122/14.

7. Narodne novine: Pravilnik o stručnom osposobljavanju za poslove od značaja za sigurnost zračnog prometa na aerodromu NN 69/16.
8. Narodne novine: Industrijska strategija Republike Hrvatske 2014 – 2020, NN 126/14.

P

1. Paić, Ž.: "Sfere egzistencije", Tri studije o Kierkegaardu, Matica Hrvatska, ISBN 978-953-341-081-4, Zagreb 2017
2. Paić, Ž.: "Totalotarizam?", Edicija Drugi smjer, Meandarmedia, ISBN 978-953-334-117-0, Zagreb, 2015.
3. Paić, Ž.: "Sloboda bez moći", Politika u mreži entropije, Nakladnik: Udruga Bijelo val, ISBN 978-953-56086-6-0, Zagreb, 2013.
4. Paić, Ž.: "Posthumano stanje: Kraj čovjeka i mogućnost druge povijesti", Litteris, Zagreb, 2011.
5. Paić, Ž.: "Traume razlika", Biblioteka Intermedia,Knjiga 22, Meandarmedia, CIP 63739, Zagreb, 2007.
6. Paić, Ž.: "Politika identiteta", Kultura kao nova ideologija, Izdanja Antibarbarus, Zagreb, 2005.
7. Parmy, O.: “Ekonomija zamoraca”, FORBES, Vol XIV, No 3-4, UDK 167.7:316, pp. 63-68, III. 2015.
8. Pecnik, J.: " Filozof između genijalnosti i banalnosti", Uz 40. obljetnicu smrti Martina Heideggera, Objavljeno na internetu, 15. kolovoz 2016.
9. Pepperell, R.: “The Posthuman Condition: Consciousness Beyond the Brain”, Intellect Books, Bristol, 2003.
10. Petanjek, Z., : "Sinaptički izazovi u djetinjstvu i adolescenciji: Izazovi i smjerovi suvremenog istraživanja mozga", HAZU: Simpozij o istraživanju i bolestima mozga, Zagreb, 16. ožujka 2016.
11. Petrić, I., S.: "Pojam termina integralni, multimodalni i kombinirani transport", HŽP Zagreb, Mihanovićeva 12,

Obrazovanje u prometu, UKD: 656.025.4.001.11, Promet, Vol. 3, br. 5, pp 249-252, 1991.
12. Picard, R.: "Affective Computing", Boston M.A., MIT Press, 1997.
13. Poór, V.: "A Concise Introduction Of The Extropy", Chemical Institution, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary, Interdisciplinary Description of Complex Systems 3(2), pp 72-76, 2005.
14. Presse CeBIT-Preview,: "Gesellschaft 5.0", Hannover, 25. Januar 2017, prenio Večernji list, Hrvatska, 27. III. 2017.

R

1. Ramezani, N., Shahrtash, S., M.. "A Complete Procedure to Determine Earth Fault Current Distribution and Split Factor for Grounding Grid Dogodign of HV Substations", Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering, Vol. 32, No. B3, pp. 205-221, 2008.
2. Rämä, P., Schirokoff, A., Luoma, J.: "Practice and deployment of variable message signs (VMS) in Viking countries - potential for harmonisation", Finnish Road Administration, 2009.
3. Rancière, J.: "Estetska dimenzija: znanje, politika, estetika", str. 99 - 112, Izvorno objavljeno u: Critical Inquiry 36, s engleskog prevela – Ana Tomčić, 2009.
4. Rawls, J.: „Political Liberalism", 2. izdanje, Columbia University Press, New York, 2005.
5. RH, Ministarstvo gospodarstva: "Strateške smjernice za razvoj ICT sektora 2013. – 2020.", Hrvatski klaster konkurentnosti ICT industrije, 2013.
6. Rieger, S.: „Kybernetische Antropologie: Eine Geschichte der Virtualität", Suhrkamp, Frankfurt/M. 2003.
7. Rohr, R.: "Golo sada – Vidjeti kao što mistici vide", Synopsis, Zagreb – Sarajevo, ISBN 978-953-7968-32-6, 2016.
8. Rosselli, F., Skelly, J., J., Mackie, D., M.: "Processing rational and emotional messages: The cognitive and affective mediation of

persuasion", Journal of Experimental Social Psychology, 31(2), 163-190, 1995.
9. Russell, S., J., Norvig, P.: "Artificial intelligence - A Modern Approach", ISBN 0-13-103805-2, Publisher: Alan Apt, Editor: Mona Pompili, Prentice-Hall, Inc. 1995.

S

1. Sarajčev, P., Vujević, S.: "Grounding Grid Analysis: Historical Background and Classification of Methods", International Review of Electrical Engineering (IREE), Vol. 4, No. 4, pp. 670-683, 2009.
2. Sarajčev, I., "Gubici snage kabelskog prenosa", Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, ETF, Zavod za elektrotehniku i električna mjerenja, Zagreb, 1985.
3. Sarajčev, I.: "Nov matematički model proračuna strujnog stanja u sustavima uzemljenja", Elektrotehnika ELTHB2, Vol. 35 , No. 5-6, pp. 261-266, 1992.
4. Sarajčev, P.; Vujević, S.; Lovrić, D., "Time-Harmonic Current Distribution on Conductor Grid in Horizontally Stratified Multilayer Medium", Progress in Electromagnetics Research B (PIER B), Vol. 31, pp. 67-87, 2011.
5. Sarajčev, I.; Vujević, S.; Lucić, R., "Program ispitivanja prijelaznih stanja u 35 kV postrojenju TS 35/20 (10) kV Obrovac", Sveučilište u Splitu, FESB, Split, 2004.
6. Short, J.: "Policy-Led Technological Developments", ERTICO-ITS Europe General Assembly, June 2009
7. Simon, H., A.: "Experimentswith a heuristic compiler", Journal of the Association for Computing Machinery, Vol. 10, pp 493-506, 1963.
8. Simon, H., A. Newell, A.: "Information processing in computer and man", American Scientist, Vol. 52, pp 281-300, 1964.
9. Simon, H., A.: "Motivational and Emotional Controls of Cognition", Psychological Review, Vol. 74, No 1, pp 29-39, 1967.

10. Simon, H., A.: "The structure of structured problems", Artificial Intelligence, Vol. 4, pp 181-202, 1973.
11. Simon, H., A.: "The dogodign of large computing systems as an organisational problem", Organisation, pp. 163-180, 1976.
12. Simon, " H., A.: “Artificial intelligence systems that understand", Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vol. 2, pp 1059-1073, 1977.
13. Simon, H., A.: "Search and reasoning in problem solving", Artificial Intelligence, Vol. 21, pp 7-29, 1983.
14. Simon, H., A.: "Artificial intelligence systems that understand", Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vol. 2, pp 1059-1073, 1977.
15. Simon, H., A. Newell, A.:"Information processing language V on the IBM 650", Annals of the History of Computing, Vol. 8, pp 47-49, 1986.
16. Simon, H., A., Newell, A.: “Information processing language V on the IBM 650”, Annals of the History of Computing, Vol. 8, pp 47-49, 1986.
17. Simon, H., Newell, A.: “Heuristic Problem Solving”, Operation Research, 1958.
18. Simon, H., A.: “Artificial intelligence systems that understand”, Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vol. 2, pp 1059-1073, 1977.
19. Simon, H., A.: “The dogodign of large computing systems as an organisational problem”, Organisation, pp. 163-180, 1976.
20. Simon, H., A.: “The structure of structured problems”, Artificial Intelligence, Vol. 4, pp 181-202, 1973.
21. Simon, H., A.: “Search and reasoning in problem solving”. Artificial Intelligence, Vol. 21, pp 7-29, 1983.
22. Simon, H., A.: “Motivational and Emotional Controls of Cognition”, Psychological Review, Vol. 74, No 1, pp 29-39, 1967.
23. Simon, H., A.: “Experimentswith a heuristic compiler”, Journal of the Association for Computing Machinery, Vol. 10, pp 493-506, 1963.

24. Simon, H., A., Newell, A.: “Information processing in computer and man”, American Scientist, Vol. 52, pp 281-300, 1964.
25. Simon, H., A., Newell, A.: “Heuristic Problem Solving”, Operation Research, 1958., članak internet.
26. Sobek at al.: "Toyota's Načeloles of Seat Based Dogoding", Sioan Management Review, 1999.
27. Spiegel, M., R., Liu, J.: "Mathematical Handbook of Formulas and Tables – Second Edition", Schaum’s Outlines Series, McGraw-Hill, New York, 1999.
28. Sprenger, M.: “Learning and memory - The brain in action”, Alexandria, VA: ASCD, 1999.
29. Stephen, J., G.: “The Mismeasure of Man, 1981”.
30. Sternberg, R., J.: "Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence", Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
31. Sternberg, R., J.: "Thetriarchic mind: A new theory of human intelligence", Viking, New York, 1992.
32. Stipaničev, D.: "Uvod u umjetnu inteligenciju", kaMIS, FESB, Split, 2006.
33. Stipaničev, D.: "Inteligentni sustavi", Predavanja na doktorskom studiju, FESB, Split, 2008.
34. Sutlić,V.: “Bit i suvremenost: S Marxom na putu k povijesnom mišljenju”, V. Masleša, Sarajevo, 1972.
35. Sutlić,V.: “Uvod u povijesno mišljenje: Hegel - Marx”, Demetra, Zagreb, 1994.
36. Sutlić,V.: “Urgentnost radikalno revolucionarnog mišljenja”, Globus, 2. prošireno i popravljeno izdanje, Zagreb, 1987.

Š

1. Šiber, A.: “Svemir kao slagalica”, Školska knjiga, Zagreb, 2005.

T

1. Tadigadapa, S., Mateti, K.: "Piezoelectric MEMS sensors: state of art and perspectives", Measurement Science and Technology, Vol. 20, 2009, 092001.
2. Teilhard, de-Chardin, J., M., P.: "L' Energie Humaine", Editions du Seuil, Pariz, 1962., Prijevod: M. Dobrović, Ljudska snaga, IPT Naprijed, Zagreb, 1991.
3. Templeton, J., M.: "Knjiga životnih zakona", Mozaik knjiga, Šesto izdanje, Prijevod Damir Biličić, Zagreb, 2016.
4. Terranova, T.: "Network Culture:Politics for the Information Age, Pluto Press, London 2004.
5. Thapar, B., Madan, S., K.: "Current for Dogodign of Grounding System", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. 103, No. 9, pp. 2633-2638, 1984.
6. THORN AIRFIELD LIGHTING, Equipment for airports, 156 bd Haussmann, 75379 Paris, Cedex 08, 2000.
7. Toyota Production System: "Beyond Large Scale Production", Ohno, Productivity Press, 1988.
8. Toyota: "Fourteen Management Načeloles from the World's Greatest Manufactureer", Liker, Mcgraw-Hill Professional, 2003.
9. Toyota: "Lean Project Management": Eight Načeloles For Success, Leach, BookSurge Publishing, 2006.
10. Toyota: "Načeloles of Seat Based Dogoding", Sobek at al., Sioan Management Review, Jan, 1999.
11. TRANSCON ELECTRONIC SYSTEMS, spol. s r.o. Development, manufacturing and servicing of specialized on electronic and electrical equipment for airports, Products and Supplies, Kvapilova 2133, CZ 738 02 Frydek-Mistek, 2015.
12. TVZ –"Politehnika 2025.", voditelj projekta, Mladen Mauher, dostupno na internetu i stranicama TVZ-a, raspoloživo od 2016., materijali i Brošura, pregledano: [13.08.2018.]

U

1. UNECE, Project: “Improving Global Road Safety”, Setting regional and national road traffic casualty reduction targets, 2008.
2. United Nations Economic Commission for Europe: “ Intelligent Transport Systems (ITS) for sustainable mobility”, 20 global actions to promote the use of ITS,ISBN 9788897212034, 2012 - 2020.

V

1. Verma, R., Mukhedkar, D.: "Ground Fault Current Distribution in Sub-Station, Towers and Ground Wire", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-98, No. 3, pp. 724-730, 1979.
2. Viel, E., Griffiths, H.: "Fault Current Distribution in HV Cable Systems", IEEE Proceedings – Generation Transmission and Distribution, Vol. 147, No. 4, pp. 231-238, 2000.
3. Vlada, RH.: "Strategija pametne specijalizacije Republike Hrvatske", Razdoblje od 2016. do 2020. Akcijski plan za provedbu Strategije za razdoblje od 2016. do 2017. Godine.
4. Vlada RH.: "Nacionalnoj strategiji kibernetičke sigurnosti i Strategiji razvoja širokopojasnog pristupa u RH", Razdoblju od 2016. do 2020.
5. Vranicki, P.: "Filozofija historije", Naprijed, Urednik Srđan Dvornik, Biblioteka Enciklopedija filozofskih disciplina, Tisak Hrvatska tiskara, ISBN 953-178-012-9, Zagreb, 1994.
6. Vrban, D.: "Uprava, dobro vladanje i autopoiesis, Hrvatska i komparativna javna uprava, god. 11. (2011.), br. 2., UDK 35.071.01, 316.422:35.071 Review scientific paper, 2011.
7. Vujević, S., Lucić, R., Jurić-Grgić I., Lovrić, D., Modrić, T., Balaž Z.: "Izrada pravila i mjera sigurnosti za osiguranje mjesta rada na elektroenergetskim vodovima", HEP Operator prijenosnog sustava d.o.o., Prijenosno područje Split, Sveučilište u Splitu, FESB, Split, 2013.
8. Vujević, S., Lovrić, D., Balaž, Z., Gaurina, S.: "Time-Harmonic Modelling of Two-Winding Transformers Using the Finite

Element Technique", International Review on Modelling and Simulations (IREMOS) , Vol. 6, No. 6 (Part B), pp. 1922-1927, 2013.
9. Vujević, S.: "Kombinirani postupak proračuna uzemljivača u krševitom tlu", Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu, FESB, Split, 1994.
10. Vujević, S., Balaž, Z., Modrić, T., Sarajčev, P.: "Hibrid model for Analysis of Ground Fault Current Distribution", International Review of Electrical Engineering (IREE), Vol. 7, No. 2, pp. 4035-4045, 2012.
11. Vujević, S., Boras, V., Sarajčev, P.: "A Novel Algorithm for Internal Impedance Computation of Solid and Tabular Cylindrical Conductors", International Review of Electrical Engineering (IREE), Vol. 4, No. 6, pp. 1418-1425, 2009.
12. Vujević, S., Lovrić, D., Balaž, Z.: "Self and Mutual Ground Impedances of Cylindrical Metal Plates Buried in Homogeneous Earth", International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields, doi: 10.1002/jnm.1982, 2014.
13. Vujević, S., Kurtović, M.: "Utjecaj dodatnog materijala u kanalu na parametre uzemljivača", Četvrto savjetovanje HK CIGRE, pp. 151-160, Cavtat, 1999.

W

1. Weiner, E., Nagel, D.: "Human Factors in Aviation", Academic Press, 1988.
2. Weitzenfeld, G., "Power System Ground Fault Current Distribution Using the Double-Sided Elimination Method", IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 1, No. 1, pp. 17-25, 1986.
3. Wilber, K.: "Kratka povijest svega", Prijevod Diego Sobol, ISBN 953-6391-13-9, UDK 001.92-101.1, Gorin, Rijeka, 2005.
4. Wilber, K.: Teorija svega: integralna vizija za biznis, politiku, znanost i duhovnost, Prijevod Diego Sobol, ISBN 953-6391-12-0, UDK 001.92-101.1, Gorin, Rijeka 2004.

5. Wohlforth, W.: "Realism and Security Studies", The Routledge Handbook of Security Studies, ur. Myriam Dunn Cavelty & Victor Mauer, London – New York, Routledge, 2010.
6. Womack and Jons: "Lean Thinking", Free Press, 2003.
7. Womack, Jones, Harper,: "The Machine the changed the World", Harper, Perrential, 1990.

Z

1. Zakon.hr: Zakon o zračnom prometu NN 69/09
2. Zuboff, S.: "In the adge oft he smart machine: The future of work and power," New York, Basic Books, 1988.

Ž

1. Žažar, K.: "Konstrukt emergencije - Epistemološki, teorijski i metodološki izazovi te praktične implikacije ispitivanja idejnog čvorišta raznorodnih sociooloških perspektiva, Revidirana i proširena pisana inačica rada "Emergent Social Phenomena, međunarodna znanstvena konferencija Conflicting Systems - Opserved with Social systems Theory, Dubrovnik, rujna 2015.

Y

1. Yeung, R.: "Confidence", Person Education, 2008., Hrvatsko izdanje: Samopouzdanje, Veble commerce, ISBN 978-953-251-134-5, Zagreb, 2012.

Popis slika

Slika 1. Povijesno-tehnološko-znanstveni pregled razvoja i pobjedničkog pohoda "Modernosti"
Slika 2. Analogija i razumijevanje ljudske inteligencije i umjetne inteligencije na osnovama ekspertnog sustava
Slika 3. Proces napredovanja inženjera znanja do eksperta
Slika 4. Edukacijski model osposobljavanja specijalista zrakoplovne tehnike i tehnologije, (preuzeto iz ICAO edukacijskih materijala)
Slika 5. Konceptualni „Shell"- model ljudskih čimbenika, Edwards/Hawkins
Slika 6. Filozofija kao znanost i povijest
Slika 7. Dijalektika tehnike kao moć kontrole i potrebe
Slika 8. Pregled i filozofski pristup pareziji
Slika 9. Kognitivna kibernetika kao proces sa svojim utjecajnim čimbenicima
Slika 10. Egzistencija emenrgencije prema teoriji kognitivne kibernetike
Slika 11. Egzistencija emenrgencije prema teoriji kognitivne kibernetike
Slika 12. Kibernetički pristup i kognitivna znanost u tumačenju interakcije čovjeka i računala
Slika 13. Tehnosfera u paradoksalnoj konstelaciji tehno-znanosti
Slika 15. Izvori i način stjecanja znanja
Slika 16. Razumijevanje znanja
Slika 17. a) Način i parametri pohrane u dubinsku memoriju
b) Mišljenje u Sternbergovoj teoriji mentalnog upravljanja samim sobom
Slika 18. Kognitivna kibernetika u procesu egzistencije inteligentnim sustavima
Slika 19. Larsenov model kognitivnog regulatora raspoloženja
Slika 20. Kaptološko parafrazirani McLuhanovi kvadrati
Slika 21. Struktura jezika za razumijevanje govora

Slika 22. Glasserova Teorija izbora preklopljena s četiri kvadranta Wilberovog Moderniteta
Slika 23. Razine i forme evaluacije razumijevanja i stjecanje znanja
Slika 24. Konstrukcija intencionalnosti
Slika 25. Kognitivni sustav kao proces za obradu u okruženju
Slika 26. Klasični sustav rješavanja zadataka
Slika 27. Interoperativni sustav rješavanja zadataka
Slika 28. Interoperativni kao agentski sustav rješavanja zadataka
Slika 29. Klasični "V"- model kao podloga za scenarij provedbe
Slika 30. Klasični model - "Vodopad" kao proizvodni sustav
Slika 31. Ciklički "V"- model kao scenarij provedbe za proizvodni sustav
Slika 32. Podjela i klasifikacije sustava
Slika 33. Kognitivni faktori u kognitivnoj organizaciji proizvodnih faktora
Slika 34. Kognitivni model kao integracijski sustav ulaza i izlaza
Slika 35. Kognitivni model kao scenarij provedbe za složene obrade događaja i kompleksne interoperacijske procese
Slika 36. Sastavnice područja ključnih pokazatelja učinkovitosti
Slika 37. Koncept linije proizvodnje usmjeren na stvaranje vrijednosti
Slika 38. Dokumentacija standardizacije
Slika 39. Formiranje baze podataka u životnom ciklusu proizvoda
Slika 40. Koncept izgradnje različitih proizvoda pomoću “Platformi proizvoda”
Slika 41. Razvoj modularnog sustava razmještaja unutar kreacije platformi
Slika 42. Raščlamba izvedivosti zadatka dodijeljenog usredotočenim timovim
Slika 43. Sustav performansi područja aktivnosti u uspješnim tvrtkama
Slika 44. Faktori utjecaja na Lean implementaciju
Slika 45. Implementacija Lean-a u svrhu postizanja strateškog cilja
Slika 46. Lean projekt transformacije
Slika 47. Implementacija Lean-a kroz faze izgradnje uspjeha
Slika 48. Hermeneutički krug kognitivne kibernetike
Slika 49. Proučavanje uma i inteligencije kibernetičkim pristupom

Slika 50. Primarne i sekundarne tvorbe smisla i etičke dimenzije tehnološke moći
Slika 51. Kaptologija kognitivne kibernetike u računalnoj persuaziji
Slika 52. Sastavnice kompetentnosti
Slika 53. Čimbenici stjecanja kompetencija
Slika 54. Koncept kognitivnih rješenja u okruženju
Slika 55. Kognitivni proces u okruženju postavljen obradom djelovanja i opažanja
Slika 56. Metodologija kao okvirni uvjet modeliranja kognitivnih rješenja
Slika 57. Kaptologijski pristupu i otvorenost inovacijama
Slika 58. Svrha i djelatnost persuazije
Slika 59. Model vjerojatnosti elaboracije persuazivne poruke
Slika 60. Analiza psihologije situacije kao situacijska struktura značaja
Slika 61. Procesi obrade podataka pri čitanju, (Model 5-babuški)
Slika 62. Sjedalica kao primjer brižljive i uravnotežene pohrane misaonog materijala
Slika 63. Primjer pohrane misaonog materijala, (sjedalica), predstavljen kaosom
Slika 64. Drugi primjer, pohrane istog misaonog materijala predstavljen kaosom
Slika 65. Temporalne strukture i čimbenici vremena
Slika 66. Tankožičana aproksimacija cilindričnog segment vodiča
Slika 67. Aproksimacija uzdužne i poprečne struje ks-tog segmenta vodiča
Slika 68. Uzdužne i poprečne struje ks-tog segmenta i njegovi pripadni lokalni čvorovi
Slika 69. Dvoslojni model sredstva
Slika 70. Jednožilni kabel XHE 49
Slika 71. Jednožilni kabel XHEh 91
Slika 72. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj šuplji vodič
Slika 73. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj puni vodič

Slika 74. Cilindrični segment vodiča u homogenom neograničenom sredstvu
Slika 75. Cilindrični segment vodiča u homogenom neograničenom sredstvu smješten u koordinatnom sustavu s točkom promatranje T(uv)
Slika 76. Dva međusobno paralelna cilindrična segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu - opći slučaj paralelnosti
Slika 77. Cilindrični segment vodiča, njegova uzdužna struja i njegov jedinični vektor smjera
Slika 78. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj šuplji vodič
Slika 79. Poprečni presjek jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu kad je prvi sloj puni vodič
Slika 80. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštem
Slika 81.. Trožilni kabel s jednim zajedničkim metalnim ekranom
Slika 82. Trožilni kabel XHE49 s metalnim ekranima oko faznih vodiča i zajedničkom metalnom armaturom
Slika 83. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštem nadomješten faznim vodičem u središtu kabela (oznake kao na Slici 80.)
Slika 84. Trožilni kabel s vanjskim olovnim plaštom nadomješten faznim vodičem u središtu (oznake slojeva kao na Slici 80.)
Slika 85. Trožilni kabel s metalnim ekranom oko svakog faznog vodiča nadomješten jednim faznim vodičem sa svojim ekranom u središtu kabela (oznake slojeva kao na Slici 81.)
Slika 86. Trožilni kabel s metalnim ekranom oko svakog faznog vodiča nadomješten faznim vodičem u središtu kabela (oznake slojeva kao na Slici 81.)
Slika 87. Trožilni kabel s olovnim ekranom svakog faznog vodiča, zajedničkim olovnim ekranom i uzemljenom armaturom
Slika 88. Dva vodiča dalekovoda u snopu
Slika 89. Tri vodiča dalekovoda u snopu
Slika 90. Četiri vodiča dalekovoda u snopu
Slika 91. Poprečni presjek punog cilindričnog vodiča

Slika 92. Poprečni presjek šupljeg cilindričnog vodiča
Slika 93. Poprečni presjek punog dvoslojnog cilindričnog vodiča
Slika 94. Poprečni presjek šupljeg dvoslojnog cilindričnog vodiča i pravokutnog vodiča)
Slika 95. Poprečni presjek pravokutnog vodiča
Slika 96. Namoti dvonamotnog jednofaznog transformatora
Slika 97. Nadomjesna shema dvonamotnog jednofaznog transformatora
Slika 98. Potencijali i struje lokalnih čvorova dvonamotnog jednofaznog transformatora
Slika 99. Namoti tronamotnog jednofaznog transformatora
Slika 100. Nadomjesna shema tronamotnog jednofaznog transformatora
Slika 101. Potencijali i struje lokalnih čvorova tronamotnog jednofaznog transformatora
Slika 102. Spoj transformatora Yyo i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 103. Spoj transformatora Yd5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 104. Spoj transformatora Dy5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 105. Spoj transformatora Yyod5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 106. Spoj transformatora Yd5yo i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 107. Spoj transformatora Yd5d5 i njegov nadomjesni element sa svojim lokalnim čvorovima
Slika 108. Nadomjesna impedancija spojena između svoja dva lokalna čvora
Slika 109. Nadomjesna impedancija spojena između lokalnog čvora i daleke zemlje
Slika 110. Nadomjesni trofazni simetrični četveročvorni naponski izvor
Slika 111. Nadomjesni trofazni simetrični tročvorni naponski izvor
Slika 112. Nadomjesno trofazno simetrično tročvorno trošilo
Slika 113. Nadomjesno trofazno simetrično četveročvorno trošilo

Slika 114. Vizualizirani potencijal promatranog EEO, (primjer 110kV TS, bliskih utjecajnih kabela i dalekovoda)
Slika 115. Topološki - 3D prikaz potencijalnog lijevka na 110kV TS iz obrađivanog primjera
Slika 116. Topološki - 3D prikaz grupe od 6 TS koje su na okupu iz obrađivanog primjera
Slika 117. Topološki-3D prikaz, vrijeme potencijala duž zaštitnog užeta 110 kV nadzemnog dalekovoda
Slika 118. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala duž faznih vodiča 110 kV nadzemnog vod s ishodištem u transformatorskoj stanici
Slika 119. Topološki-3D prikaz potencijala duž faznih vodiča 110 kV dalekovoda i TS
Slika 120. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV EEO
Slika 121. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV TS - optimizacija mjerila
Slika 122. Topološki-3D prikaz, vizualizacija potencijala 110 kV TS - ugađanje prikaza
Slika 123. Izmjere za postavljanje pokazivača kuta poniranja
Slika 124. Svjetla pokazivača kuta poniranja po visini prilaza
Slika 125. Izgled jedinice pokazivača kuta poniranja s tri nosaća
Slika 126. Dijelovi pokazivača kuta poniranja
Slika 127. Detalji za izračun lokacije pokazivača kuta poniranja
Slika 128. Detalji postavljanja pokazivača kuta poniranja
Slika 129. Parametri za korekciju položaja pokazivača kuta poniranja
Slika 130. Detalji visine nosača pokazivača kuta poniranja
Slika 131. Minimalna moguća visina pokazivača kuta ograničena je konstrukcijskim rješenjem
Slika 132. Detalji ugradnje pomoću šablone
Slika 133. Detalji ugradnje i temelj pokazivača kuta poniranja
Slika 134. Detalji ugradnje i temelj pokazivača kuta poniranja
Slika 135. Detalji temelja, zdenaca i kabelske kanalizacije za PAPI jedinice

Slika 136. Detalji spoja kabelske kanalizacije od PAPI jedinice do ranžirnog zdenca
Slika 137. Detalji lokacije pokazivača kuta poniranja
Slika 138. Oprema za namještanje pokazivača kuta poniranja
Slika 139. Dvostrani sustav pokazivača kuta poniranja
Slika 140. Zaštitna svjetla uzletno-sletne staze
Slika 141. Odabrane popzicije zaštitnih svjetala na stazama za vožnju
Slika 142. Varijante svjetlosnih sustava koje su ispitivane
Slika 143. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 1 - varijanta d)
Slika 144. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 2 - varijanta d)
Slika 145. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Delta 3 - varijanta b)
Slika 146. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Hotel 1 - varijanta c)
Slika 147. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 1 - varijanta b)
Slika 148. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 2 - varijanta b)
Slika 149. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 3 - varijanta b)
Slika 150. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Alpha 4 - varijanta b)
Slika 151. Ispitna konfiguracija sustava zaštitnih svjetala ugrađenih na stazu za vožnju Golf 1 - varijanta b)
Slika 153. Način postavljanja RGL uz znakove
Slika 154. RGL s rasvjetnim tijelima u LED panelskoj izvodbi
Slika 155. RGL izvedba u kombinaciji sa solarnim panelima i radio upravljanjem
Slika 156. RGL u LED izvodbi, (panel) i sa standardnim rasvjetnim tijelima u pojedinačnom kučištu
Slika 157. Upravljanje održavanjem na osnovama kognitivne kibernetike

Slika 158. a) Legislativni zahtjevi na rasvjetu platforme – geometrija površina, b) Osnovni parametri definiranja rasvjete platforme
Slika 159. Definiranje parametara za projektiranje i ispitivanje rasvjete platforme
Slika 160. Koncept ispitivanja rasvjete platforme
Slika 161. Algoritamski dijagram za politehničko rješavanja specijalističkih aerodromskih projekata ekspertnim sustavom AEROING ELO TVZ
Slika 162. Prikaz usmjerenja reflektora za varijantu V5
Slika 163. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1
Slika 164. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V4
Slika 165. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1
Slika 166. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V5
Slika 167. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V3
Slika 168. 3D- prikaz usmjerenja reflektora varijanta V5
Slika 169. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V4
Slika 170. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V5
Slika 171. Usmjerenje reflektora varijanta V5
Slika 172. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V4
Slika 173. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V5
Slika 174. Izoluxi rasvijetljenosti platforme varijanta V4
Slika 175. Izoluxi rasvijetljenosti platforme varijanta V5
Slika 176. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti ostalih pozicija platforme varijanta V2
Slika 177. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V1
Slika 178. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V5
Slika 179. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti platforme varijanta V3
Slika 180. 3D – prikaz usmjerenja reflektora i rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5

Slika 181. Bočni 3D – prikaz usmjerenja reflektora i rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5
Slika 182. Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5
Slika 183. Bočni pogled na Izoluxne krivulje rasvijetljenosti aviomostova i ostalih pozicija platforme varijanta V5
Slika 184. Uvođenje i praćenje pokazatelja kognitivne kibernetike za ITS Lean Model
Slika 185. Područje djelovanja kognitivne kibernetike za aplikativnu primjenu u ITS na osnovama inteligentnih tehnologija
Slika 186. Konceptualno rješavanje problema korozije pametnim materijalima i nanotehnologijom uz pomoć inteligentnog sustava kognitivne kibernetike
Slika 187. Tribološka obrada broda za katodnu zaštitu od korozije pametnim materijalima i nanotehnologijom
Slika 188. 3D prikaz razdiobe električnih polja u postrojenju i objektima transformatorske stanice
Slika 189. 3D prikaz razdiobe magnetskih polja u postrojenju i objektima transformatorske stanice
Slika 190. Razdioba električnih i magnetskih polja na visini 1 metar u postrojenju i objekatima transformatorske stanice
Slika 191. Pregled Ultrzvukom i snimak
Slika 192. Pregled kompjutoriziranom tomografijom, (CT) i snimak
Slika 193. Pregled magnetskom rezonancijom, (MR) i snimak
Slika 194. Opći prikaz modela elektromagnetske kompatibilnosti
Slika 195. Opći prikaz uređaja sa stajališta otpornosti na elektromagnetske smetnje
Slika 196. Načelna shema visokonaponskog djelitelja napona
Slika 197. Način uzemljena ispitne i mjerne opreme u VN postrojenju
Slika 198. Jednopolna shema spoja rasklopnih postrojenja 220 kV i 110 kV
Slika 199. Uklop sabirničkog rastavljača u mjernom polju
Slika 200. Isklop sabirničkog rastavljača u mjernom polju

Slika 201. Napon mreže pri uklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju
Slika 202. Napon mreže pri isklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju
Slika 203. Preneseni napon na naponskom transformatoru pri uklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju
Slika 204. Preneseni napon na naponskom transformatoru pri isklapanju okretnog rastavljača u mjernom polju
Slika 205. Napon mreže pri uklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV
Slika 206. Napon mreže pri isklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV
Slika 207. Napon mreže pri uklapanju prekidača u spojnom polju 110kV
Slika 208. Preneseni napon na strujnom transformatoru pri isklapanju rastavljača - sustav I u spojnom polju 110 kV
Slika 209. Preneseni napon na strujnom transformatoru pri uklapanju prekidača u spojnom polju 110 kV
Slika 210. Uklop sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju
Slika 211. Isklop sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju
Slika 212. Shema spajanja shunta u sekundarni krug strujnog transformatora
Slika 213. Shema spajanja za mjerenje prenešenih napona naponskih transformatora u ormarima polja
Slika 214. Sheme mjerenja struja i napona kroz plašteve kabela između odspojenih plašteva kabela i uzemljenja
Slika 215. Napon mreže pri uklapanju rastavljača u dalekovodnom polju
Slika 216. Napon mreže pri isklapanju rastavljača u dalekovodnom polju
Slika 217. Napon mreže pri uklapanju prekidača u dalekovodnom polju
Slika 218. Uklop neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem
Slika 219. Isklop neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem
Slika 220. Linijski napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri uklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem

Slika 221. Fazni napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri uklopu neopterećenog dalekovoda Meteruze 3 prekidačem
Slika 222. Linijski napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri isklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem
Slika 223. Fazni napon na voltmetru smještenom na komandnom pultu upravljačnice pri isklopu neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem
Slika 224. Uklop prekidača u polju mrežnog transformatora
Slika 225. Isklop prekidača u polju mrežnog transformatora
Slika 226. Napon mreže pri uklapanju rastavljača u polju mrežni transformator 110 kV
Slika 227. Napon mreže pri uklapanju prekidača u polju mrežni transformator 110 kV
Slika 228. Napon mreže pri isklapanju prekidača u polju mrežni transformator 110 kV
Slika 229. Napon mreže pri isklapanju rastavljača u polju mrežni transformator 110 kV
Slika 230. Napon na naponskom mjernom transformatoru pri isklopu prekidača
Slika 231. Struja kroz plašt kabela pri isklopu prekidača
Slika 232. Napon na naponskom mjernom transformatoru pri uklopu prekidača
Slika 233. Napon između plašta kabela i uzemljenja kontejnera pri uklopu prekidača
Slika 234. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača
Slika 235. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri isklopu prekidača
Slika 236. Struja kroz plašt kabela pri isklopu prekidača
Slika 237. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri uklopu prekidača
Slika 238. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača
Slika 239. Napon na stezaljkama u mjernom polju pri isklopu prekidača

Slika 240. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri uklopu prekidača
Slika 241. Napon s osigurača u polju 0.4 kV pri uklopu prekidača
Slika 242. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri uklopu prekidača
Slika 243. Struja kroz plašt kabela pri uklopu prekidača
Slika 244. Napon na razvodnoj ploči u polju 0.4 kV pri isklopu prekidača
Slika 245. Napon između plašta kabela i uzemljenja u polju pri isklopu prekidača
Slika 246. Uklop sabirničkog rastavljača u generatorskom polj
Slika 247. Uklop prekidača u generatorskom polju
Slika 248. Isklop prekidača u generatorskom polju
Slika 249. Napon mreže pri uklopu prekidača sustava 2 u generatorskom polju
Slika 250. Napon mreže pri isklapanju prekidača sustava 2 u generatorskom polju
Slika 251. Napon mreže pri uklopu rastavljača sustava 2 u generatorskom polju
Slika 252. Napon mreže pri isklapanju rastavljača sustava 2 u generatorskom polju
Slika 253. Napon na voltmetru tijekom uzbude
Slika 254. Napon na dovodu izmjeničnog napona (uzbuda generatora G4 , ploča vlastite potrošnje) tijekom uzbude
Slika 255. Napon na voltmetru – stacionarno stanje
Slika 256. Napon na dovodu izmjeničnog napona (uzbuda generatora G4 , ploča vlastite potrošnje) – stacionarno stanje
Slika 257. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)
Slika 258. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (struja)
Slika 259. Napon mreže pri sabirničkom jednopolnom kratkom spoju, faza S (snimljeno na djelitelju ispred prekidača, gledano od strane sabirnica).
Slika 260. Struja kratkog spoja u fazi R (sabirnički kratki spoj)

Slika 261. Napon na naponskom mjernom transformatoru u trenutku kratkog spoja br.1
Slika 262. Struja kroz plašt kabela W675 u trenutku kratkog spoja br.1
Slika 263. Napon između plašta kabela W675 i uzemljenja kontejner kućice u trenutku kratkog spoja br.3
Slika 264. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)
Slika 265. Isklop prekidača u dalekovodnom polju (napon)
Slika 266. Visokonaponsko rasklopno postrojenje 220 kV u kojem je rađeno mjerenje
Slika 267. Visokonaponsko rasklopno postrojenje 110 kV u kojem je rađeno mjerenje
Slika 268. Blok dijagram projektiranja sklopova energetske elektronike po zahtjevima EMC koji uključuju ispitivanje i mjerenje
Slika 269. Proces projektiranja elektrotehničkih sklopova i uređaja s termičkom analizom i otklanjanjem elektromagnetskih smetnji
Slika 270. Različiti primjeri optimizacije odvođenja topline rasporedom komponenti na rashladnom tijelu

Popis tablica

Tablica 1. Nazivi robota / humanoida
Tablica 2. Wilberov evolucijski opis stanja kognicije
Tablica 3. Wilberove glavne metodologije
Tablica 4. Primjeri utvrđenih šteta ili pogrešaka Lean tehnikom
Tablica 5. Utvrđeni uzroci štete ili pogrešaka Lean tehnikom
Tablica 6. Postizanje cilja/Uspješnost u proizvodnji za krajnjeg korisnika
Tablica 7. Postizanje cilja – Učinkovitost
Tablica 8. Sposobnost za postizanje cilja
Tablica 9. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yyo i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 10. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 11. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Dy5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 12. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yyod5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 13. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5yo i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 14. Matrica veze lokalnih čvorova trofaznog transformatora spoja Yd5d5 i lokalnih čvorova njemu pripadnih triju jednofaznih transformatora
Tablica 15. Rezultati ispitivanja pojedinih svjetlosnih sustava
Tablica 16. Rezultati ispitivanja odabranih svjetlosnih sustava
Tablica 17. Rezultati procjene učinkovitosti ispitivanih svjetlosnih sustava

Tablica 18. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava ZNS
Tablica 19. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava ZNNS
Tablica 20. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava RGL-n
Tablica 21. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava RGL-u
Tablica 22. Rezultati ispitivanja svjetlosnog sustava T-conf.
Tablica 23. Rezultati ispitivanja sustava znakova OB
Tablica 24. Podjela aerodromskih sustava svjetlosne signalizacije
Tablica 25. Pregled potreba za stručnjacima angažiranim u ITS
Tablica 26. Granične vrijednostima izloženosti i vrijednosti upozorenja u rasponu frekvencija od 0 Hz do 10 Mhz, (Pravilniku o zdravstvenim uvjetima kojima moraju udovoljavati radnici koji obavljaju poslove s izvorima neionizirajućeg zračenja, NN 59/2016, u Prilog II.)
Tablica 27. Vrijednosti kapaciteta kondenzatora
Tablica 28. Prijenosni omjeri djelitelja napona za 123 kV
Tablica 29. Prijenosni omjeri djelitelja napona za 245 kV
Tablica 30. Sklopni prenaponi na VN strani - sklapanju sabirničkog rastavljača u mjernom polju
Tablica 31. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača u mjernom polju
Tablica 32. Preneseni naponi na sekundarnom namotu naponskog transformatora 6 VPU-123 pri sklapanju rastavljača u mjernom polju
Tablica 33. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u spojnom polju 110 kV
Tablica 34. Preneseni naponi na sekundarnom namotu strujnog transformatora pri sklapanju rastavljača i prekidača u spojnom polju 110 kV
Tablica 35. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju sabirničkog rastavljača u dalekovodnom polju
Tablica 36. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u dalekovodnom polju
Tablica 37. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju neopterećenog dalekovoda Meterize 3 prekidačem

Tablica 38. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju prekidača u polju mrežnog transformatora
Tablica 39. Naponi mreže pri sklapanju rastavljača i prekidača u polju mrežnog transformatora
Tablica 40. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju sabirničkog rastavljača u generatorskom polju
Tablica 41. Sklopni prenaponi na VN strani pri sklapanju prekidača u generatorskom polju
Tablica 42. Naponi mreže pri sklapanju prekidača i rastavljača sustava 2 u generatorskom polju
Tablica 43. Sklopni prenaponi na VN strani pri prekidanju struje jednopolnog KS u neposrednoj blizini prekidača
Tablica 44. Naponi i struje kod jednopolnog kratkog spoja u fazi R dalekovodnog polja 110 kV
Tablica 45. Sklopni prenaponi na VN strani pri prekidanju struje bliskog jednopolnog KS
Tablica 46. Naponi kod bliskog jednopolnog kratkog spoja u fazi R dalekovodno polje 110 kV
Tablica 47. Izmjerene vrijednosti prenesenih napona na sekundarne krugove mjernih transformatora
Tablica 48. Izmjerene vrijednosti napona i struja smetnji na raznim lokacijama
Tablica 49. Izmjerene vrijednosti magnetskih polja

Popis oznaka

a	stranica pravokutnog vodiča duž koordinatne osi x (Giacolettov izraz za jediničnu unutarnju impedanciju); polumjer kružne metalne ploče
a_p	polumjer p-te kružne metalne ploče ukopane u tlo
a_q	polumjer q-te kružne metalne ploče ukopane u tlo
a_{ks}	komponenta jediničnog vektora ks-tog segmenta duž koordinatne osi x
A(a,r,z)	izraz za izračun skalarnog električnog potencijala kružne metalne ploče
$\underline{\vec{A}}$	fazor vektorskog magnetskog potencijala
$A^{p}_{is,ic}$	koeficijenti matrice poprečne veze sastavnica – lokalni čvor
$A^{u}_{is,ic}$	koeficijenti matrice uzdužne veze sastavnica – lokalni čvor
$\left[A^{p}\right]$	matrica poprečne veze između sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova
$\left[A^{u}\right]$	matrica uzdužne veze između induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova
$\left[A^{u}\right]^{T}$	transponirana matrica uzdužne veze između induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa i njihovih lokalnih čvorova
b	stranica pravokutnog vodiča duž koordinatne osi y (Giacolettov izraz za jediničnu unutarnju impedanciju)

$\overline{b}_i$	veličina potrebna za formiranje matrice $\left[\overline{M}\right]$ kod numeričkog modela točkastog izvora harmonijske struje u horizontalno složenom višeslojnom sredstvu
b_{ks}	komponenta jediničnog vektora ks-tog segmenta duž koordinatne osi y
$\underline{\vec{B}}$	fazor vektora magnetske indukcije
$\dot{\vec{B}}_i$	fazor vektora magnetske indukcije u i-tom sloju višeslojnog sredstva
$\overline{B}_{ix}, \overline{B}_{iy}, \overline{B}_{iz}$	x, y i z komponenta ukupnog vektora magnetske indukcije u i-tom sloju višeslojnog sredstva, respektivno
$\overline{B}_{ix}^{ks}, \overline{B}_{iy}^{ks}, \overline{B}_{iz}^{ks}$	x, y i z komponenta vektora magnetske indukcije od ks-tog segmenta, respektivno
B_i	efektivna vrijednost ukupne magnetske indukcije u i-tom sloju višeslojnog sredstva
c_{ks}	komponenta jediničnog vektora ks-tog segmenta duž koordinatne osi z
C_k	funkcija u izrazu za izračun međusobnih impedancija cilindričnih segmenata vodiča u homogenom neograničenom sredstvu (k=1, 2,...,4)
C_{ks}	centar u osi ks-tog segmenta
C_{is}	centar u osi is-tog segmenta
C_p	centar (središte) p-te ploče s globalnim koordinatama
C_q	centar (središte) q-te ploče
d	duljina između središta dva jednaka cilindrična paralelna segmenta vodiča u homogenom i neograničenom sredstvu, duljina između središta bilo koja dva fazna vodiča u trožilnom kabelu

D	razmak između paralelnih ravnina u kojima leže segmenti za primjer izračuna međusobne poprečne impedancije dva neparalelna cilindrična segmenta
e	baza prirodnog logaritma
E_{jk}	element matrice $[E]$ u j-tom retku i k-tom stupcu
$\vec{\underline{E}}$	fazor vektora jakosti električnog polja
$[E]$	matrica u sustavima jednadžbi za određivanje nepoznatih koeficijenata $\dot{\alpha}_k$ i $\dot{\beta}_k$, $k=1,2,...,15$
$\lfloor E_p \rfloor$	pseudoinverzna matrica matrice $[E]$
f	frekvencija izmjenične struje, Hz
$\bar{f}$	prigušno-fazni faktor općenito u aproksimaciji raspodjele potencijala
$\bar{f}_i$	element vektora desne strane sustava jednadžbi za određivanje nepoznatih jezgra-funkcija
$\bar{f}_{ks}$	prigušno-fazni faktor koji aproksimira prigušenje potencijala i zakretanje njegove faze kod proračuna poprečnih impedancija segmenata golih vodiča u homogenom neograničenom i dvoslojnom sredstvu
$\bar{f}_{ks,is}$	prigušno-fazni faktor između ks-tog i is-tog segmenta u postupku proračuna vlastitih i međusobnih (uzdužnih i poprečnih) impedancija segmenata u homogenom neograničenom i dvoslojnom sredstvu
$\bar{f}_{ks,p}$	prigušno-fazni faktor između ks-tog segmenta i p-te ploče u postupku proračuna međusobne impedancije ploče i segmenta
$\bar{f}_{p,q}$	prigušno-fazni faktor između p-te i q-te kružne metalne ploče u postupku proračuna međusobne impedancije ploča

F_{ks}^{i} (u,v) funkcija definirana u lokalnom koordinatnom sustavu segmenta, a predstavlja analitičko rješenje integrala koji se pojavljuje u izrazima za skalarni električni potencijal i vektorski magnetski potencijal. Uvedena je kod proračuna električnog i magnetskog polja u homogenom neograničenom i dvoslojnom sredstvu.

$\bar{F}_{ks}^{i}$ funkcija pridružena slici segmenta, a predstavlja analitičko rješenje integrala koji se pojavljuje u izrazima za skalarni električni potencijal i vektorski magnetski potencijal. Uvedena je kod proračuna električnog i magnetskog polja u homogenom neograničenom i dvoslojnom sredstvu.

g redni broj integracijske točke za Gaussovu numeričku integraciju

$\overline{g}_i$ razlika između $\bar{f}_i$ i dvostruke vrijednosti $\overline{G}_i$

$\overline{G}_i$ element vektora desne strane sustava jednadžbi za određivanje nepoznatih jezgra-funkcija

G_g težinski faktor za g-tu integracijsku točku Gaussove numeričke integracije

h_i debljina i-tog sloja n-slojnog modela

H_j težinska funkcija Gaussove integracijske točke

$\underline{\vec{H}}$ fazor vektora jakosti magnetskog polja, redni broj sloja izolacije u kabelu i redni broj integracije

is redni broj is-ti segment

is^r refleksijska slika is-tog segmenta

$\bar{I}$ fazor jakosti struje koju okrugla metalna ploča ispušta u okolno tlo dvoslojnog sredstva ili homogeno neograničeno sredstvo

$\bar{I}_{ks}$ jakost struje koja ulazi u ks-ti čvor skupa nepovezanih segmenata

$\bar{I}^{uc}_{Kks}$ uzdužna struja krajnjeg čvora Kks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{uc}_{Pks}$ uzdužna struja početnog čvora Pks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{pc}_{Kks}$ poprečna struja krajnjeg čvora Kks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{pc}_{Pks}$ poprečna struja početnog čvora Pks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{c}_{Kks}$ ukupna struja krajnjeg čvora Kks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{c}_{Pks}$ ukupna struja početnog čvora Pks ks-tog segmenta

$\bar{I}^{u}_{ks}$ uzdužna struja ks-tog segmenta

$\bar{I}^{p}_{ks}$ poprečna struja ks-tog segmenta

$\bar{I}_{ns+ks}$ jakost struje koja ulazi u (ns+ks)-ti čvor skupa nepovezanih segmenata

$\bar{I}^{p}_{is}$ jakost poprečne struje is-tog segmenta

$\bar{I}^{p}_{ks}$ jakost poprečne struje ks-tog segmenta

$\bar{I}^{pc}_{ks}$ jakost poprečne struje koja ulazi u početni čvor ks-tog segmenta

$\bar{I}^{pc}_{ns+ks}$ jakost poprečne struje koja ulazi u krajnji čvor ks-tog segmenta

$\bar{I}^{u}_{is}$ jakost uzdužne struje is-tog segmenta

$\bar{I}^{u}_{ks}$ jakost uzdužne struje ks-tog segmenta

$\bar{I}^{uc}_{ks}$ jakost uzdužne struje koja ulazi u početni čvor ks-tog segmenta

$\bar{I}^{uc}_{ns+ks}$ jakost uzdužne struje koja ulazi u krajnji čvor ks-tog segmenta

$\bar{I}_{Gi}$ i-ta komponenta vektora $\{\dot{I}_G\}$

$\bar{I}_{1f}$ fazor struje višenaponske strane transformatora

$\bar{I}_{2f}$ fazor struje srednjenaponske strane transformatora

$\bar{I}_{3f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora

$\bar{I}'_{2f}$ fazor struje srednjenaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu

$\bar{I}'_{3f}$ fazor struje niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu

$\{\bar{I}^{d}\}$ vektor doprinosa zadanih strujnih izvora uslijed induktivne sprege faznih vodiča i drugih sastavnica razmatranog konačnog elementa

$\{\bar{I}^{dg}\}$ globalni vektor doprinosa zadanih naponskih i strujnih izvora nepotpunog globalnog sustava

$\{\bar{I}^{ng}\}$ vektor struja narinutih u globalne čvorove

$\{\bar{I}^{c}\}$ vektor struja koje ulaze u lokalne čvorove trofaznog simetričnog trošila

$\{\bar{I}^{c}\}$ vektor struja lokalnih čvorova trofaznog dvonamotnog transformatora

vektor struja koje ulaze u lokalne čvorove trofaznog dvonamotnog ili tronamotnog transformatora,

vektor struja koje ulaze u lokalne čvorove nadomjesne impedancije,

vektor struja koje ulaze u lokalne čvorove trofaznog simetričnog naponskog izvora, vektor struja koje ulaze u lokalne čvorove trofaznog simetričnog trošila

$\{\bar{I}^{f}\}$ vektor poznatih uzdužnih struja faznih vodiča kojima teku struje zemljospoja

$\{\bar{I}^{fc}\}$ vektor struja lokalnih čvorova transformatora

$\{\bar{I}^{p}\}$ vektor poprečnih struja konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice konačnog elementa

$\{\bar{I}^{pc}\}$ vektor poprečnih struja lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice konačnog elementa

$\{\bar{I}^{u}\}$ vektor uzdužnih struja induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa

$\{\bar{I}^{uc}\}$ vektor uzdužnih struja lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore međusobno induktivno spregnute sastavnice konačnog elementa j redni broj

imaginarna jedinica

$\bar{J}_0, \bar{J}_1$ kompleksna Besselova funkcija prve vrste nultog, odnosno prvog reda

$\underline{\vec{J}}$ fazor vektora gustoće ukupne struje

$\underline{\vec{J}}_s$ fazor vektora gustoće ukupne struje vanjskih (nezavisnih) izvora

k redna abecedna oznaka

kf	k-ti segment faznog vodiča jednožilnog kabela
ks	oznaka, k-ti segment
ks^{r}	refleksijska slika k-tog segmenta
$\overline{k}_{t0}$	faktor kvazistatičke transmisije u zraku
$\overline{k}_{t1}$	faktor kvazistatičke transmisije sredstvu provodnosti $\overline{\kappa}_1$
$\overline{k}_{r0}$	faktor kvazistatičke refleksije u zraku
$\overline{k}_{r1}$	faktor kvazistatičke refleksije u sredstvu provodnosti $\overline{\kappa}_1$
K	krajnja točka segmenta vodiča
K_{ks}	krajnja točka ks-tog segmenta
ℓ	duljina cilindričnog segmenta vodiča
ℓ_{ks}	duljina ks-tog cilindričnog segmenta gledana duž geometrijske osi segmenta, duljina ks-tog segmenta faznog vodiča ili ekrana kabela
ℓ_{is}	duljina is-tog cilindričnog segmenta gledana duž geometrijske osi segmenta
ℓ_{kf}	duljina k-tog cilindričnog segmenta faznog vodiča kabela
ℓ_{ke}	duljina k-tog cilindričnog segmenta ekrana kabela
m	ukupni broj slojeva izolacije preko metalnog ekrana u jednožilnom kabelu
M	oznaka za središte, središnju točku (npr. segmenta)
M_{ks_j}	srednja točka j-te slike ks-tog segmenta
$\left[\overline{M}\right]$	matrica u sustavu jednadžbi iz kojeg se određuju nepoznate jezgra-funkcije

n	ukupni broj slojeva izolacije iznad ekrana u jednožilnom kabelu
Ns	ukupni broj segmenata
Nsi	ukupni broj izoliranih segmenata
N_n	Neumannove funkcije prve vrste n-tog reda
p	oznaka za p-tu ploču
p^r	oznaka za refleksijsku sliku p-te ploče
p^t	oznaka za transmisijsku sliku p-te ploče
p_{12}	prijenosni omjer dvonamotnog jednofaznog transformatora
$p_{1,2}$	prijenosni omjer između višenaponske i srednjenaponske strane tronamotnog jednofaznog transformatora
$p_{1,3}$	prijenosni omjer između višenaponske i niženaponske strane tronamotnog jednofaznog transformatora
P	početna točka segmenta
P_{ks}	početna točka ks-tog segmenta
$P(\ell_{ks,d})$	funkcija za izračun vlastite poprečne impedancije cilindričnog segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu
q	oznaka za q-tu ploču; oznaka za kvazistatički
r	koordinatna os cilindričnog koordinatnog sustava; radijalna koordinata točke u cilindričnom koordinatnom sustavu

r_j	koordinatna j-te Gaussove integracijske koordinatne točke u cilindričnom koordinatnom sustavu
r_0	polumjer punog vodiča; polumjer segmenta vodiča
r_c	udaljenost između središta ukopanih metalnih ploča
r_i^e	unutarnji polumjer i-tog sloja oko metalnog ekrana jednožilnog kabela
r_{i+1}^e	vanjski polumjer i-tog sloja oko metalnog ekrana jednožilnog kabela
r_i^f	unutarnji polumjer i-tog sloja između faznog vodiča i ekrana jednožilnog kabela
r_j	lokalna koordinata j-te Gaussove integracijske točke u cilindričnom koordinatnom sustavu ploče (r, z)
r_{n+1}^e	vanjski polumjer jednožilnog kabela
r_1^e	vanjski polumjer metalnog ekrana jednožilnog kabela
r_1^f	vanjski polumjer faznog vodiča jednožilnog kabela
r_{m+1}^f	unutarnji polumjer metalnog ekrana jednožilnog kabela
$r_{is,ks}$	međusobna udaljenost između točaka na osima segmenata
r_u	unutarnji polumjer cilindričnog vodiča
r_v	vanjski polumjer cilindričnog vodiča
R	udaljenost između izvora i točke promatranja
R_C	udaljenost između središnjih točaka is-tog i ks-tog segmenta kod proračuna prigušno-faznog faktora
R_{C-o}	udaljenost duž spojnice središta ks-tog i is-tog segmenta kad se segmenti nalaze u tlu i zraku (dio udaljenosti u zraku do spoja s tlom)

$R_{C-ı}$	udaljenost duž spojnice središta ks-tog i is-tog segmenta kad se segmenti nalaze u zraku i tlu (dio udaljenosti u tlu do spoja sa zrakom)
$R_{k_g}^{\alpha}$, $R_{k_g}^{\beta}$	udaljenost između g-te integracijske točke ks-tog segmenta i točke promatranja, kod proračuna jakosti električnog polja
s	skraćenica za segment, indeks za naziv
S_{fn}	nazivna snaga jedne faze trofaznog dvonamotnog transformatora (zamišljenog jednofaznog transformatora)
$S_{fn1,2}$	manja snaga od nazivnih snaga više i srednjenaponskog namota jednofaznog dvonamotnog transformatora
$S_{fn1,3}$	manja snaga od nazivnih snaga više i niženaponskog namota jednofaznog dvonamotnog transformatora
$S_{fn\,2,3}$	manja snaga od nazivnih snaga srednje i niženaponskog namota jednofaznog dvonamotnog transformatora
S_n	nazivna snaga trofaznog transformatora
$\vec{s}_{0is}$,	jedinični vektor tangencijalan na površinu is-tog segmenta
$\vec{s}_{0ks}$	jedinični vektor tangencijalan na površinu ks-tog segmenta
t	udaljenost od ordinate v lokalnog koordinatnog sustava do točke izvora; vrijeme
T	točka promatranja u lokalnom i globalnom koordinatnom sustavu

u	apscisna os lokalnog koordinatnog sustava, lokalna koordinata Gaussove integracijske točke lokalna koordinata točke promatranja T, nezavisna varijabla
u_g^{ks}	lokalna koordinata Gaussove integracijske točke za ks-ti segment
u_k	postotni napon kratkog spoja transformatora
U_n	linijski nazivi napon opskrbnog namota transformatora
U_{1fn}	efektivna vrijednost nazivnog napona višenaponske strane transformatora
U_{2fn}	efektivna vrijednost nazivnog napona SN strane transformatora
U_{3fn}	efektivna vrijednost nazivnog napona niženaponske strane transformatora
$\overline{U}_{1f}$	fazor napona višenaponske strane transformatora
$\overline{U}_{2f}$	fazor napona srednjenaponske strane transformatora
$\overline{U}_{3f}$	fazor napona niženaponske strane transformatora
$\overline{U}'_{2f}$	fazor napona srednjenaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu
$\overline{U}'_{3f}$	fazor napona niženaponske strane transformatora reduciran na višenaponsku stranu
U_{1n}	nazivni linijski napona višenaponskog namota trofaznog dvonamotnog transformatora
U_{2n}	nazivni linijski napona niženaponskog namota trofaznog dvonamotnog transformatora
U_{3fn}	efektivna vrijednost nazivnog napona niženaponske strane transformatora
$\{U\}$	vektor uzdužnih napona segmenata
$\{U_{nf}\}$	matrični zapis faznih napona transformatora
v	ordinatna os lokalnog koordinatnog sustava lokalna koordinata točke promatranja T

$\overline{V}$ partikularno rješenje homogene Helmholtzove diferencijalne jednadžbe u cilindričnom koordinatnom sustavu uz $r = 0$

V volumen homogenog izotropnog neograničenog sredstva u rješenju jednadžbe skalarnog električnog potencijala

W_j, W_k j-ti, odnosno, k-ti nepromjenjivi parametar, $j, k = 1, 2, \ldots, 25$ kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

$\overline{W}$ partikularno rješenje homogene Helmholtzove diferencijalne jednadžbe u cilindričnom koordinatnom sustavu uz $r = 0$

W_j funkcija analitičke integracije kod izračuna međusobne impedancije kružnih metalnih ploča u homogenom neograničenom sredstvu

x koordinatna os pravokutnog koordinatnog sustava; globalna koordinata točke; globalna koordinata točke promatranja T

x_m globalna koordinata srednje točke M općenitog segmenta

x_g^{ks} globalna koordinata Gaussove integracijske točke za ks-ti segment

X_K^{ks} globalna koordinata krajnje točke ks-tog segmenta, odnosno krajnje točke slike ks-tog segmenta K_{ks}

X_M^{ks} globalna koordinata srednje točke ks-tog segmenta, odnosno srednje točke slike ks-tog segmenta M_{ks}

X_p^{ks} globalna koordinata početne točke ks-tog segmenta, odnosno početne točke slike ks-tog segmenta P_{ks}

y koordinatna os pravokutnog koordinatnog sustava; globalna koordinata točke; globalna koordinata točke promatranja T

y_m	globalna koordinata srednje točke M općenitog segmenta
y_g^{ks}	globalna koordinata Gaussove integracijske točke za ks-ti segment
y_K^{ks}	globalna koordinata krajnje točke ks-tog segmenta, odnosno krajnje točke slike ks-tog segmenta K_{ks}
y_M^{ks}	globalna koordinata srednje točke ks-tog segmenta, odnosno srednje točke slike ks-tog segmenta M_{ks}
y_P^{ks}	globalna koordinata početne točke ks-tog segmenta, odnosno početne točke slike ks-tog segmenta P_{ks}
$\left[\overline{Y}_G\right]$	matrica admitancija globalnog sustava
$\left[\overline{Y}^p\right]$	matrica vlastitih i međusobnih poprečnih admitancija lokalnih čvorova međusobno konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa
$\left[\overline{Y}^u\right]$	matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih admitancija lokalnih čvorova međusobno induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa
z	koordinatna os pravokutnog koordinatnog sustava globalna koordinata točke globalna koordinata točke promatranja T koordinatna os cilindričnog koordinatnog sustava aksijalna koordinata točke u cilindričnom koordinatnom sustavu
z_c	vertikalna udaljenost između središta dviju paralelnih ploča u homogenom neograničenom sredstvu
z_j	lokalna koordinata j-te Gaussove integracijske točke u cilindričnom koordinatnom sustavu ploče (r,z)
z_p	koordinatna os p-te ploče pravokutnog koordinatnog sustava za slučaj ukopanih ploča u homogenom neograničenom sredstvu

z_q koordinatna os q-te ploče pravokutnog koordinatnog sustava za slučaj ukopanih ploča u homogenom neograničenom sredstvu

z_g^{ks} globalna koordinata g-te Gaussove integracijske točke za ks-ti segment

z_K^{ks} globalna koordinata krajnje točke ks-tog segmenta, odnosno krajnje točke slike ks-tog segmenta K_{ks}

z_M^{is} globalna koordinata srednje točke is-tog segmenta

z_M^{ks} globalna koordinata srednje točke ks-tog segmenta, odnosno srednje točke slike ks-tog segmenta M_{ks}

$z_{M_j}^{ks}$ globalna koordinata srednje točke j-te slike ks-tog segmenta M_{ks_j}

z_P^{ks} globalna koordinata početne točke ks-tog segmenta, odnosno početne točke slike ks-tog segmenta P_{ks}

$\overline{Z}_{ks}^{1}$ jedinična unutarnja impedancija ks-tog segmenta

$\overline{Z}_{ks,ks}^{p}$ vlastita poprečna impedancija ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

$\overline{Z}_{is,ks}^{p}$ međusobna poprečna impedancija između is-tog i ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

${}^{q}\overline{Z}_{ks,ks}^{p}$ kvazistatička vlastita poprečna impedancija ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

${}^{q}\overline{Z}_{is,ks}^{p}$ kvazistatička međusobna poprečna impedancija između is-tog i ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

$\overline{Z}_{ks,ks}^{u}$ vlastita uzdužna impedancija ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

$\overline{Z}^{u}_{is,ks}$ međusobna uzdužna impedancija između is-tog i ks-tog segmenta u homogenom i neograničenom sredstvu

$\overline{Z}^{p}_{ks,j_{ks}}$ međusobna poprečna impedancija između ks-tog segmenta i j-te slike ks-tog segmenta

${}^{q}\overline{Z}^{p}_{ks,j_{ks}}$ međusobna kvazistatička impedancija između ks-tog segmenta i njegove j-te slike

$\overline{Z}^{p}_{ks,is}$ međusobna poprečna impedancija između ks-tog segmenta (koji se nalazi u zraku ili tlu dvoslojnog sredstva) i is-tog segmenta (koji se nalazi u zraku ili tlu dvoslojnog sredstva)

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,is^{t}}$ međusobna kvazistatička poprečna impedancija ks-tog segmenta i transmisijske slike is-tog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,is}$ međusobna kvazistatička poprečna impedancija ks-tog i is-tog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{n}\overline{Z}^{p}_{ks,is}$ međusobna poprečna impedancija ks-tog i is-tog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{n}\overline{Z}^{p}_{ks,ks}$ vlastita poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,ks}$ vlastita kvazistatička poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu kompleksne provodnosti zraka $\overline{\kappa}_0$

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,ks^{r}}$ međusobna kvazistatička poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta i njegove refleksijske slike u homogenom neograničenom sredstvu kompleksne provodnosti tla $\overline{\kappa}_1$

$\overline{Z}^{1}_{ks}$ unutarnja impedancija po jedinici duljine segmenta u homogenom neograničenom sredstvu (puni, pravokutni ili cilindrični vodič)

$\overline{Z}^{u}_{ks,ks}$ vlastita uzdužna impedancija ks-tog segmenta koji se nalazi u tlu ili zraku dvoslojnog sredstva

$\overline{Z}^{u}_{ks,is}$ međusobna uzdužna impedancija ks-tog i is-tog cilindričnog segmenta u dvoslojnom sredstvu

${}^{n}\overline{Z}^{u}_{ks,ks}$ vlastita uzdužna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{n}\overline{Z}^{u}_{ks,is}$ međusobna uzdužna impedancija ks-tog i is-tog cilindričnog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{u}_{ks,is}$ kvazistatička međusobna uzdužna impedancija ks-tog i is-tog cilindričnog segmenta u homogenom neograničenom sredstvu

$\overline{Z}_{m}$ poprečna impedancija transformatora

${}^{n}\overline{Z}^{p}_{p,p}$ vlastita poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{p,p}$ kvazistatička vlastita poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{n}\overline{Z}^{p}_{p,q}$ međusobna poprečna impedancija p-te i q-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{p,q}$ kvazistatička međusobna poprečna impedancija p-te i q-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče u homogenom neograničenom sredstvu

${}^{qn}\overline{Z}^{p}_{p,p^{r}}$ kvazistatička međusobna poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i njene refleksijske slike u homogenom neograničenom sredstvu

$^{qn}\overline{Z}^{p}_{p,q^{r}}$ kvazistatička međusobna poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i refleksijske slike q-te metalne ploče u homogenom neograničenom sredstvu

$\overline{Z}^{p}_{ks,p}$ međusobna poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i ks-tog cilindričnog segmenta vodiča u homogenom tlu dvoslojnog sredstva

$^{n}\overline{Z}^{p}_{ks,p}$ međusobna poprečna impedancija p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i ks-tog cilindričnog segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu

$^{n}\overline{Z}^{u}_{kf,kf}$ vlastita uzdužna impedancija k-tog segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$^{n}\overline{Z}^{p}_{kf,kf}$ vlastita poprečna impedancija k-tog segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$^{n}\overline{Z}^{u}_{ke,ke}$ vlastita uzdužna impedancija k-tog segmenta metalnog ekrana jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$\overline{Z}^{1e}_{ke}$ jedinična unutarnja impedancija segmenta ekrana jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$^{n}\overline{Z}^{p}_{ke,ke}$ vlastita poprečna impedancija k-tog segmenta metalnog ekrana jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$^{qn}\overline{Z}^{u}_{kf,kf}$ kvazistatička vlastita uzdužna impedancija k-tog segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu

$^{qn}\overline{Z}^{p}_{kf,kf}$	kvazistatička vlastita poprečna impedancija k-tog segmenta faznog vodiča jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{u}_{kf,ks}$	kvazistatička međusobna uzdužna impedancija k-tog segmenta faznog vodiča i ks-tog segmenta ekrana jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{u}_{ke,ke}$	kvazistatička vlastita uzdužna impedancija k-tog segmenta metalnog ekrana jednožilnog kabela u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,p}$	kvazistatička međusobna poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta vodiča i p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,p^r}$	kvazistatička međusobna poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta vodiča i refleksijske slike p-te ekvipotencijalne kružne metalne ploče i u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,ks}$	vlastita kvazistatička poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta vodiča u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,ks^r}$	međusobna kvazistatička poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta vodiča i njegove refleksijske slike u homogenom neograničenom sredstvu
$^{qn}\overline{Z}^{p}_{ks,is^t}$	međusobna kvazistatička poprečna impedancija ks-tog cilindričnog segmenta vodiča i njegove transmisijske slike u homogenom neograničenom sredstvu
$\overline{Z}_1$	impedancija višenaponskog namota transformatora
$\overline{Z}'_2$	impedancija srednjenaponskog namota transformatora reducirana na višenaponsku stranu

$\overline{Z}_3'$ impedancija niženaponskog namota transformatora reducirana na višenaponsku stranu

$\overline{Z}_{12}$ impedancija kratkog spoja transformatora reducirana na višenaponsku stranu

$\left[\overline{Z}^{p}\right]$ matrica vlastitih i međusobnih poprečnih impedancija konduktivno i kapacitivno spregnutih sastavnica konačnog elementa

$\left[\overline{Z}^{pV}\right]$ matrica poprečnih impedancija segmenata vodiča uzemljivača u slučaju višeslojnog sredstva

$\left[\overline{Z}^{sf}\right]$ matrica međusobnih uzdužnih impedancija između faznih vodiča i drugih induktivno spregnutih sastavnica razmatranog konačnog elementa

$\left[\overline{Z}^{u}\right]$ matrica vlastitih i međusobnih uzdužnih impedancija induktivno spregnutih sastavnica konačnog elementa

$\left[\overline{Z}^{uV}\right]$ matrica uzdužnih impedancija segmenata vodiča uzemljivača u slučaju višeslojnog sredstva

$\overline{\alpha}_k$ nepoznati k-ti koeficijent kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

$\overline{\alpha}_k^{ks}$ nepoznati k-ti koeficijent za ks-ti segment

$\overline{\alpha}_{k_g}^{is}, \overline{\alpha}_{k_g}^{ks}$ nepoznati k-ti koeficijent za g-tu Gaussovu integracijsku točku zais-ti, odnosno ks-ti segment

$\{\overline{\alpha}\}$ vektor nepoznatih koeficijenata $\overline{\alpha}_k$, $k = 1, 2, \ldots, 15$ kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

$\overline{\beta}_k$ nepoznati k-ti koeficijent kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

$\overline{\beta}_k^{ks}$ nepoznati k-ti koeficijent za ks-ti segment

$\overline{\beta}_{k_g}^{is}$, $\overline{\beta}_{k_g}^{ks}$	nepoznati k-ti koeficijent za g-tu Gaussovu integracijsku točku za is-ti, odnosno ks-ti segment
$\{\overline{\beta}\}$	vektor nepoznatih koeficijenata $\overline{\beta}_k$, $k = 1,2,...,15$ kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu
$\overline{\gamma}$	valna konstanta sredstva
$\overline{\gamma}_0$	valna konstanta zraka u dvoslojnom sredstvu
$\overline{\gamma}_1$	valna konstanta tla u dvoslojnom sredstvu
Γ_{is}, Γ_{ks}	krivulja integracije koja se nalazi u osi is-tog odnosno ks-tog segmenta,
$\Gamma'_{is}, \Gamma'_{ks}$	krivulja integracije koja se nalazi na površini is-tog odnosno ks-tog segmenta
δ	Diracova delta-funkcija
Δ	Laplaceov diferencijalni operator
∇	Hamiltonov operator
ε	permitivnost sredstva
ε_0	permitivnost vakuuma
ε_r	relativna permitivnost sredstva
ε_{ri}	relativna permitivnost i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva
η	udaljenost promatrane točke na osi segmenta od ishodišta u paralelnoj ravnini
η_p	početna točka ks-tog promatranog cilindričnog segmenta u paralelnoj ravnini za slučaj izračuna međusobnih impedancija dva neparalelna cilindrična segmenta
η_k	konačna točka ks-tog promatranog cilindričnog segmenta u paralelnoj ravnini za slučaj izračuna

	međusobnih impedancija dva neparalelna cilindrična segmenta
ϑ	promjenjivi parametar kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu
ϑ^{ks}	promjenjivi parametar za ks-ti segment
ϑ_g^{ks}	promjenjivi parametar za g-tu Gaussovu integracijsku točku za ks-ti segment
$\overline{\Theta}_i$	nepoznata jezgra-funkcija i-tog sloja kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu
$\{\overline{\Theta}\}$	vektor izračunatih vrijednosti jezgra-funkcije $\overline{\Theta}_i$ u 25 uzorkovanih točaka kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu
$\overline{\kappa}$	kompleksna provodnost sredstva
$\overline{\kappa}_0$	kompleksna provodnost zraka
$\overline{\kappa}_1$	kompleksna provodnost tla u dvoslojnom sredstvu
λ	varijabla integracije u izrazu za opće rješenje Helmholtzove diferencijalne jednadžbe
λ_j	recipročna vrijednost veličine u_j
μ	permeabilnost sredstva
μ_0	permeabilnost vakuuma
μ_{rv}	relativna permeabilnost vodiča (segmenta)
μ_v	permeabilnost vodiča (segmenta)
ν_i	veličina potrebna za formiranje sustava jednadžbi iz kojeg se određuju nepoznate jezgra-funkcije kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

π	Ludolfov broj
ρ	specifični električni otpor tla
ρ_i	specifični električni otpor i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva
σ	specifična električna vodljivost sredstva
σ_i	specifična električna vodljivost i-tog sloja
σ_v	specifična električna vodljivost vodiča (segmenta)
$\overline{\varphi}$	fazor skalarnog električnog potencijala; skalarni električni potencijal točke promatranja u homogenom i neograničenom sredstvu prouzročen točkastim izvorom harmonijske struje; opće rješenje Helmholtzove diferencijalne jednadžbe
$\overline{\varphi}_h$	homogeno rješenje Helmholtzove diferencijalne jednadžbe
$\overline{\varphi}_i$	funkcija raspodjele potencijala za i-ti sloj horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva
$\overline{\varphi}_i^{ks}$	doprinos ks-tog segmenta potencijalu razmatranog i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva
$\overline{\varphi}_p$	partikularno rješenje Helmholtzove diferencijalne jednadžbe
ϕ	koordinatna os cilindričnog koordinatnog sustava
$\overline{\Phi}$	linearna aproksimacija raspodjele potencijala $\overline{\varphi}$ po površini segmenta
$\overline{\Phi}_i$	nepoznata jezgra-funkcija i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje
$\overline{\Phi}_{ks}$	potencijal ks-tog lokalnog čvora
$\overline{\Phi}_{Ns+is}$	potencijal (Ns+ks)-tog lokalnog čvora

$\{\overline{\Phi}\}$ vektor potencijala lokalnih čvorova konačnog elementa kojeg tvore sve međusobno konduktivno i kapacitivno spregnute sastavnice elektromagnetskog modela

$\{\overline{\Phi}^{f}\}$ vektor potencijala lokalnih čvorova transformatora

$\{\overline{\Phi}^{g}\}$ vektor potencijala globalnih čvorova cjelokupnog sustava

χ promjenjivi parametar kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

χ^{ks} promjenjivi parametar za ks-ti segment

χ_g^{ks} promjenjivi parametar za g-tu Gaussovu integracijsku točku za ks-ti segment

$\overline{X}_i$ nepoznata jezgra-funkcija i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje

$\{\overline{\Theta}\}$ vektor izračunatih vrijednosti jezgra-funkcije $\overline{X}_i$ u 25 uzorkovanih točaka kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje u višeslojnom sredstvu

$\overline{\Psi}_i$ dio općeg rješenja Helmholtzove diferencijalne jednadžbe; nepoznata jezgra-funkcija i-tog sloja horizontalno složenog modela višeslojnog sredstva kod numeričkog proračuna raspodjele potencijala točkastog izvora harmonijske struje

$\overline{\Psi}_i$ jezgra-funkcija pridružena i-tom sloju višeslojnog modela

ω kružna frekvencija

ξ_p početna točka is-tog promatranog cilindričnog segmenta u paralelnoj ravnini za slučaj izračuna međusobnih impedancija dva neparalelna cilindrična segmenta

ξ_k	konačna točka is-tog promatranog cilindričnog segmenta u paralelnoj ravnini za slučaj izračuna međusobnih impedancija dva neparalelna cilindrična segmenta
Me	metal
M	molna ili atomska masa (g mol^{-1})
R_u	otpor izolacijske prevlake
z	broj izmijenjenih elektrona
E_{kor}	korozijski (mirujući) potencijal (V)
F	Faradayeva konstanta (=26,8 $Ahmol^{-1}$)
I	jakost struje (A)
E_z	zaštitni potencijal (V)
Ee	elektrokemijski ekvivalent
j_z	potrebna gustoća zaštitne struje
Oks	oksidirani oblik neke vrste

CV autora



Dr. sc. Zdenko Balaž, rođen je 1957. godine u Vinkovcima, gdje je završio osnovnu i srednju tehničku školu. Na Fakultetu elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, (FESB), Sveučilišta u Splitu, diplomirao je 1983. godine na Odjelu za elektroenergetiku, a doktorirao 2015. godine na Poslijediplomskom doktorskom studiju Elektrotehnike i informacijske tehnologije. Od 2008. do 2013. godine, u vrijeme izrade doktorske disertacije na FESB-u, bio je suradnik istraživač na znanstvenom projektu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa RH – „Razvoj naprednih algoritama za modeliranje elektromagnetskih pojava".

Od veljače 1983. godine radio je u KONČAR – Institutu za elektrotehniku, na Zavodu za energetsku elektroniku, u Odjelu za istosmjerna napajanja velikih snaga. Prvo kao inženjer razvoja, a potom kao inženjer istraživanja i razvoja aktivno sudjeluje u znanstveno-istraživačkim projektima za potrebe Tvornice Končar, Brodarskog instituta i Elektrotehničkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom suradnje u dugoročnim projektima i fundamentalnim istraživanjima SIZ-a za znanost Republike Hrvatske, 1984. izabran je u znanstveno-istraživačko zvanje iz područja elektrotehnike u Komitetu za znanost, tehnologiju i informatiku Republike Hrvatske i upisan u Registar znanstvenika - Ministarstva znanosti obrazovanja i športa. Od 1984. do 1988. bio je honorarni predavač u Obrazovnom centru Nikola Tesla Zagreb na V. obrazovnom stupnju kolegija Elektromotorni pogoni.

Od svibnja 1988. godine prelazi u Sektor za elektroenergetiku i razvoj Zračne luke Zagreb, sve do 1997. godine kada pokreće posao u privatnoj tvrtki Aeroing d.o.o. Bavi se projektiranjem, izvođenjem i puštanjem u pogon specijalističkih sustavu svjetlosne signalizacije i elektroenergetskog napajanja u funkciji sigurnosti zračne plovidbe. Od 2001. godine zaposlenik je Hrvatskih autocesta u Zagrebu. Od 2013. godine, na Elektrotehničkom odjelu, (ELO), Tehničkog veleučilištu u Zagrebu, (TVZ), na specijalističkom diplomskom studiju elektrotehnike honorarni je viši predavač kolegija Inteligentni sustavi.

Ovlašteni je inženjer elektrotehnike s položenim stručnim ispitom od 1997. Od 2010. godine po Odobrenju Hrvatske agencije za civilno zrakoplovstvo prvo na FESB-u a po tom i na ELO TVZ, kao Instruktor i Voditelj, pokreće i vodi programe cjeloživotnog osposobljavanja za specijaliste na održavanju aerodromskih sustava.

Član je uredništva i recenzent časopisa Whioce Publishing, Pte. Ltd., Singapore. Gostujući je profesor na Hoch Schule Offenburg, (Offengurg University of Applied Sciences), u okviru Erasmus razmjene na području kaptologije, inteligentnih sustava, umjetne inteligencije i kognitivne kibernetike. Već pet godina za redom od 2014. godine na ELO TVZ, drži javna predavanja prilikom obilježavanja Tjedna mozga u Hrvatskoj s temama kaptologije kroz interakcije s inteligentnim sustavima i njihovom utjecaju.

Ima preko stotinu objavljenih stručnih i znanstvenih radova. U CC časopisima i zbornicima radova s međunarodnom recenzijom ima objavljenih osam radova.

Prema Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju izabran je u znanstveno zvanje znanstvenog suradnika za znanstveno područje tehničkih znanosti, polje elektrotehnika.

Oženjen je i 35 godina u braku sa suprugom Ksenijom imaju troje djece, Petru, Borna-Ivana i Mislava.



Dr. sc. Krešimir Meštrović rođen je 1958. godine u Zagrebu. Diplomirao je 1982., magistrirao 1988. i doktorirao 2008. godine na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Godine 2009. izabran je u profesora visoke škole u trajnom zvanju.

Radio je u KONČAR – Institutu za elektrotehniku na poslovima istraživanja i razvoja visokonaponskih sklopnih aparata i sklopnih postrojenja, poslovima rukovođenja odjelom i poslovima rukovođenja zavodom.

Od 1991. godine radi na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu kao predstojnik zavoda, a danas je pročelnik Elektrotehničkog odjela.
Bio je tajnik i predsjednik studijskog odbora SO A3 HRO CIGRÉ. Od 2008. do 2012. godine bio je predsjednik hrvatskog ogranka Vijeća za velike elektroenergetske sustave HRO CIGRÉ. Bio je član međunarodnih radnih grupa, član međunarodnog studijskog komiteta SC A3 CIGRÉ, kao i član Administrativnog vijeća CIGRÉ.

Bio je tajnik, a danas je predsjednik elektrotehničkog odbora ETO 17 Hrvatskog zavoda za norme (HZN). Predsjednik je Matičnog povjerenstva za područje tehničkih znanosti Vijeća veleučilišta i visokih škola.

Više je puta bio član stručnog i programskog odbora domaćih i međunarodnih stručnih skupova.

Senior Member je američkog udruženja IEEE. Član je Znanstvenog vijeća za naftno-plinsko gospodarstvo i energetiku Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti (HAZU). Suradnik je Akademije tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ).
Dobitnik je nagrade "7 sekretara SKOJ-a" za tehniku 1985. godine. Sedam puta je dobio priznanje i četiri puta nagradu SOUR- Rade Končar.
Dobio je srebrnu plaketu RAST YU 88', priznanje RAST YU 89' te zlatnu plaketu INOVA 88'. Dobitnik je nagrade CIGRÉ „Eminent Member Award".
Dobitnik je povelje HAZU „Josip Juraj Strossmayer".
Dobitnik je „Nagrade za životno djelo" HRO CIGRÉ.
Odlikovan je "Spomenicom domovinskog rata 1990. -1992.".

Zahvale na suradnji

AEROING
Zagreb, Croatia

ELOS

EL TIM

AEROING
Zagreb, Croatia

&

Elektrotehnički odjel Tehničkog veleučilišta u Zagrebu

Poslovi od značaja za sigurnost zračnog prometa

- **Aerodromski školski centri**
- **Centri za cjeloživotno obrazovanje**
- **Organizacije za stručno osposobljavanje**

1. **PROGRAMI OSPOSOBLJAVANJA AERODROMSKIH SPECIJALISTA**
   a. **Električar specijalist na ALS održavanju**
   b. **Mentor specijalist za provedbu OJE usavršavanja**
   c. **Expert specijalističkih održavanja i usavršavanja**

2. **OPERATIVNI PRIRUČNICI ZA STRUČNO OSPOSOBLJAVANJE**

3. **TERENSKA I LABORATORIJSKA SPECIJALISTIČKA MJERENJA I ISPITIVANJA AERODROMSKIH SPECIJALISTIČKIH SUSTAVA**



Praktikum Elektrotehničkog odjela za provedbu programa osposobljavanja

UREDBA KOMISIJE (EU) br. 139/2014 , o utvrđivanju zahtjeva i upravnih postupaka u vezi s aerodromima u skladu s Uredbom (EZ) br. 216/2008

(1) Cilj je Uredbe **uspostaviti i održati visoku ujednačenu razinu sigurnosti civilnog zrakoplovstva u Europi**.

(2) Provedbom Uredbe zahtijeva se uspostava detaljnih provedbenih pravila, osobito u pogledu sigurnosnih propisa za aerodrome, radi održavanja visoke razine sigurnosti civilnog zrakoplovstva u Uniji uz istodobno praćenje cilja u pogledu sveukupnog poboljšanja sigurnosti aerodroma…..

ADR.OR.D.017 Programi osposobljavanja i provjere stručnosti

(a) Operator aerodroma izrađuje i provodi program osposobljavanja za osoblje uključeno u rad, održavanje aerodroma i upravljanje njime.

(b) Operator aerodroma osigurava da su osobe koje djelatnosti obavljaju na operativnim površinama aerodroma odgovarajuće osposobljene.

(c) Operator aerodroma osigurava da su osobe iz točaka (a) i (b) gore dokazale da su sposobne za izvršavanje dodijeljenih im dužnosti u obliku **provjere stručnosti** u odgovarajućim razmacima kako bi se osigurala kontinuirana osposobljenost.

(d) Operator aerodroma osigurava:

(1) **da su izabrani odgovarajuće osposobljeni i iskusni instruktori te osobe koje provode procjenu provedbe programa osposobljavanja; i**

(2) da se za provedbu osposobljavanja koriste prikladni objekti i sredstva.

(e) Operator aerodroma vodi evidencije o odgovarajućoj osposobljenosti, osposobljavanju i provjeri stručnosti za **dokazivanje sukladnosti**

Licencirani aerodromski specijalisti

U smislu stjecanja ili nostrifikacije Potvrda o osposobljenosti, moguća je provedba integralnih aplikativnih Seminara koji obuhvaćaju edukacije i osposobljavanja na osnovama kognitivne kibernetike usmjerena prema legislativi ICAO-a:

- **Training Programmes for Operational Personnel - Human Factors training**
- **Technical Training for Air Traffic Safety Electronics Personnel**

- **Training for IsoLUX Measurements on Apron Lighting Systems**
- **Training for Insulation Resistance Measurements on Serial Circuits – Airfield Lighting Systems**

Iskustva u provedbi Implementirana referencama Elektrotehničkog odjela TVZ-a, kroz kolegije „Kognitivna kibernetika“, „Inteligentni sustavi“ i dosadašnje provedbe programa AEROING, AERO FESB & AERO ELO TVZ, usmjereno iskustvima visokoobrazovnih standarda „POLITEHNIKA 2025“.





Literatura Elektrotehničkog odjela TVZ-a za provedbu programa osposobljavanja

Licencu ili potvrdu statusa educiranih i kvalificiranih djelatnika zračne luke, moguće je ostvariti preko 3 MODULA a nastavak edukacije uskladiti s EU Direktivom:

MODUL 1. Edukacija u školskom centru zračne luke

Varijanta 1. INSTRUKTORI I MENTORI ZRAČNE LUKE
Varijanta 2. AEROING INSTRUKTORI / MENTORI ZRAČNE LUKE
Varijanta 3. AEROING INSTRUKTORI I MENTORI

MODUL 2. Edukacija u RH - izvan školskog centra zračne luke

MODUL 3. Edukacije u trening centrima izvan RH

1. Uloga aerodromskih specijalista u održavanju aerodromskih i tunelskih ekspertnih sustava
2. Inteligentni sustav održavanja aerodromskog sustava svjetlosne signalizacije
3. Nadogradnja inteligentnog sustava aerodromskog održavanja serijskih strujnih krugova
4. Inteligentni sustav aerodromskog održavanja za projekte rekonstrukcije sustava zrakoplovne i rasvjete platforme
5. Edukacije i licenciranje kvalificiranih djelatnika na održavanju specijalističkih sustava
6. Uključenost Mentora zaposlenika zračne luke u osposobljavanje na radnom mjestu
7. Provedba osposobljavanja na radnom mjestu pod nadzorom vanjskih Instruktora kao suradnika aerodromskih Mentora

Mentor

Moguće je verificirati, (dobiti Potvrdu koja se spominje u novom Pravilniku) aplikativnim Seminarom za kandidate zaposlenike zračne luke koji su prošli neke od programa za stjecanje potvrde o osposobljenosti i produljenje potvrde u dva ciklusa od po 3 godine. Seminar se može provoditi na samoj zračnoj luci ili u bilo kojem edukacijskom školskom centru na temelju razrađenog programa **EXPERT/MENTOR AEROING,** - objedinjuje teorijsku nadogradnju na praksu struke kroz znanstveno-istraživački rad.

Selekcija prijava za Mentore provodi se Klasifikacijskim ispitom kojim se daje i mogućnost svim educiranim s najmanje pet godina radnog iskustva na zračnoj luci/aerodromu na poslovima od značaja za sigurnost zračnog prometa da provjere svoj stručni potencijal i da ih se potakne na usavršavanje.

VAŽNOST INTELEKTUALNOG VLASNIŠTVA BAZA PODATAKA AERODROMSKIH SPECIJALISTIĆKIH ODRŽAVANJA

Danas, odnosno u novije vrijeme, razvojem ekspertnih sustava uz baze podataka korisnici uređuju i grade vlastite baze znanja pa se s podacima može manipulirati u cilju zaključivanja i stjecanja novih znanja. To su dobri primjeri, koji obrađuje problematiku stanja otpora izolacije serijskih strujnih krugova. Odnosno njihovi parametri su prezentirani kao mjera kvalitete, postupak za utvrđivanje ili podloga za održavanje.
Svi sustavi nadzora i prikupljanja velike količina podataka, omogućuju korisnicima stjecanje novih znanja između ostalog o racionalizaciji održavanja. Za to je vrlo bitno približiti takav sustav korisnicima i omogućiti im lakše snalaženje u toj masi podataka. Stoga je logičan nastavak rada na sustavima za monitoring, izrada ekspertnih sustava koji interpretiraju podatke i daju smislene informacije i savjete. Osim što takvi sustavi pomažu u tehničkim odlukama, koriste se i za praćenje troškova i za pomoć pri donošenju važnih procjena, a što su raspoloživi primjeri referenci u provedenim programima AEROING, AERO FESB & AERO ELO TVZ.

Suradnja s aerodromskim školskim centrima – Split, Zadar, Sarajevo

1. Uvođenje i provedba AEROING programa ONRM po modelu OJE.
2. Uvođenje novog programa MENTOR/EXPERT po modelu QMS
3. Priprema za “Nacionalni program za razvoj i uvođenje ITS -2014.-2018.g.”
4. Provedba Zakona o uspostavi Hrvatskog kvalifikacijskog okvira, (HKO) kojim se utvrđuje povezivanje HKO-a s Europskim kvalifikacijskim okvirom (EQF) i Kvalifikacijskim okvirom Europskog prostora visokog obrazovanja (QF-EHEA) posredno s nacionalnim kvalifikacijskim sustavima drugih zemalja.

Tvrtka ELOS d.o.o. se temelji na načelu organizacije koja uči, razvija se i prilagođava turbulentnim promjenama u poslovnom okolišu. Tehnološke inovacije, zapošljavanje mladih i kreativnih ljudi, te upravljanje kvalitetom neizostavni su dio poslovnih procesa tvrtke

KONTAKT INFORMACIJE, **E-mail:** info@elos-split.hr

ELOS d.o.o., Stjepana Radića 10, HR-21210 Solin, **Član uprave:** Zoran Samardžić
Tel: +385 21 260, 656, **Fax:** +385 21 261 222,

ELOS d.o.o. je tvrtka u privatnom vlasništvu koja uspješno posluje u Hrvatskoj od 2008. godine, na području rasvjete i elektromaterijala. Tvrtka je specijalistička, a bavi se projektiranjem i prodajom izvora svjetla, rasvjetne elektronike, profesionalne rasvjete, sustava sigurnosne i protupanične rasvjete te sustava upravljanja rasvjetom. Tim tvrtke sastoji se od mladih stručnih ljudi visokog obrazovanja, koji uz organizaciju u četiri odjela (odjel prodaje, projektni&marketing odjel, odjel financija i odjel logistike) pruža usluge visokog standarda.

32	500	500
ZAPOSLENIKA	PROJEKATA GODIŠNJE	ZADOVOLJNIH KLIJENATA



ELOS FILOZOFIJA

Naša stalna inovacija i neprestana težnja za savršenstvom temelj su održivosti.

Vizija tvrtke je biti vodeća hrvatska tvrtka u području rasvjete.

Misija tvrtke:

1. ponuditi kupcima najveću moguću razinu zadovoljstva (kompletna rješenja) kombinirajući estetiku i eleganciju, stvaranje ugođaja te energetsku učinkovitost
2. pružiti priliku svim zaposlenicima da razviju svoje kreativne potencijale te ih usmjeriti na kontinuirano unaprijeđenje poslovnih procesa
3. ostvariti zadovoljavajuće poslovne rezultate

LEAN strategija tvrtke:

Suradnja sa znanstvenim institucijama i specijaliziranim tvrtkama na Lean razvojnim projektima.

Profesionalni i znanstveno orijentirani u svom području na svjetskoj smo sceni.

Futuristički razvojni projekti kognitivne kibernetike

1. Polytechnic & Dogodign, Zagreb, 2016.
2. Information and Communication, Technology, Electronics and Microelectronics MIPRO, CIS - Intelligent Systems, Opatija, 2017.
3. Intelligent Human Systems Integration - Integrating People and Intelligent Systems, Dubai, United Arab Emirates, 2018.
4. Progress in Human Computer Interaction - Whioce Publishing Singapore, 2018.



Realizirani projekti rasvjete - Grad Makarska i Projekt Horeca



Realizirani projekti rasvjete - Viteški alkarski dvori Sinj i Veleučilište Kopilica – Split

Tvrtka je visoko informatički i tehnički opremljena. Vozni park te organizirano logističko skladište i distribucija, omogućavaju uvjete za vrhunski rad. Tvrtka ELOS d.o.o. se temelji na načelu organizacije koja uči, razvija se i prilagođava turbulentnim promjenama u poslovnom okolišu. Tehnološke inovacije, zapošljavanje mladih i kreativnih ljudi, te upravljanje kvalitetom neizostavni su dio poslovnih procesa tvrtke. Poslovna politika tvrtke bazirana je na zadovoljavanju svih potreba kupca na jednom mjestu uslugama najviše kvalitete na području djelovanja, te širenju broja zadovoljnih partnera. Zbog toga stalno nadograđujemo znanje i informacije o novim tehnologijama, školujemo kadrove, unaprijeđujemo metode rada i organizaciju. Zastupamo renomirane svjetske i europske proizvođače (Philips, Intra lighting, Leds C4, Cooper Safety, ...).



Realizirani projekti rasvjete - Stadion Poljud i Dracomerx Solin

U ELOS-u radimo S našim klijentima i ZA naše klijente. Vjerujemo da zadovoljstvo kupaca ovisi o našoj sposobnosti da se prilagodimo njihovim potrebama. Slušanjem, razumijevanjem i stalnim učenjem iz potreba i zahtijeva naših kupaca u mogućnosti smo pružiti odgovarajući proizvod i uslugu.

CERTIFIKATI

Uvođenjem certifikata ISO 9001:2008 i ISO 14001:2004 trajno je povećana organizacijska učinkovitost tvrtke te kvaliteta i pouzdanost usluga. Uz kvalitetu i pouzdanost bitno je unaprijeđen odnos prema kupcima i u pogledu praćenja njihovih reakcija i potreba. U drugoj polovici 2013. izvršena je recertifikacija ISO standarda. Uz certifikate, tvrtka ELOS d.o.o. je do sada primila i brojna priznanja za svoje uspješno djelovanje.



Zahvaljujući odličnim poslovnim rezultatima u posljednje tri godine, tvrtka Elos d.o.o. je zadovoljila stroge financijsko – analitičke kriterije prema metodologiji jedinstvenoj za područje Europe te stekla pravo postati nositeljem Certifikata zlatne bonitetne izvrsnosti. Pripadamo u skupinu od 0,4% najboljih poduzeća u Republici Hrvatskoj, što potvrđuje ovaj međunarodno priznati certifikat bonitetne izvrsnosti, koji je ujedno i referenca da smo siguran, ugledan i poželjan partner.



Tvrtka ELOS d.o.o. svoju djelatnost i razvoj temelji na šest osnovnih segmenta poslovanja:



- VANJSKA RASVJETA
- TEHNIČKA RASVJETA
- ARHITEKTONSKA RASVJETA
- SIGURNOSNA I PROTUPANIČNA RASVJETA
- SUSTAVI UPRAVLJANJA RASVJETOM
- IZVORI SVJETLA I PREDSPOJNE NAPRAVE

Tvrtka u okviru svojeg djelovanja pruža široku paletu profesionalnih i stručnih usluga najviše kvalitete. One se temelje na individualnom pristupu svakom projektu, a razvoj i trajanje suradnje na određenom projektu ovisi o željama i potrebama naših klijenata te o nivou kompleksnosti projekta

.

Tvrtka također pruža širok izbor vrhunske profesionalne rasvjete i opreme renomiranih svjetskih i europskih proizvođača različitih cjenovnih razreda i namjena, tako da u što većoj mjeri možemo zadovoljiti potrebe i zahtjeve naših korisnika, te specifičnosti projekata.





Realizirani projekti rasvjete Grad Trilj

Životni ciklus usluga

Nudimo kupcima i partnerima u prodajnom procesu usluge koje pokrivaju sve aspekte za dugotrajne i ekonomične rezultate kao što su najzahtjevniji primjeri specijalističke rasvjete u funkciji zračnog prometa.

Kognitivna aerodromska rasvjeta stajanke



Realizirani projekti - Aerodrom Brač



Realizirani projekti - Zračna luka Split



Realizirani projekti - Međunarodni aerodrom Sarajevo, (poslije rekonstrukcije rasvjete)





Realizirani projekti - Međunarodni aerodrom Sarajevo, (prije rekonstrukcije rasvjete)

Na kraju knjige

U hrvatskom jeziku od riječi sretati se, dolazi riječ **sreća**! Susrećemo se i zato smo sretni. U prikupljenom gradivu ove knjige spominje se susret kao "psihologija situacije", jedan je od četiri aspekta zajedništva, (uz svjetovnost, tjelesnost i vremenitost, a koji je uveo njemački filozof Detlev von Uslar). Susreta je sinonim zajedništva u kojem produhovljeni bitak nije tek osobina nekoga "ja i ti", nego je to zbilja uzajamnosti postignuta susretom u kojem se čovjek ne uzima samo kao pojedinačno, već društveno biće. Društvenost se razmatra kroz fenomene, poput govora, umjetnosti, znanosti, religije, politike i oni pripadaju čovjekovu biću isto kao i njegova organska zbilja elementarnih pojava kroz svijest, san, maštu, nagon, afekt,... Organizam i svijest su tada dva pola kao i jedinstvo i međusobna pripadnost koji su bitni kad se treba premostiti rascjep između prirodnog i duhovnog kao nagovještaj našeg razvoja.

"Sreća nije nagrada za vrlinu, nego je sama po sebi vrlina. Mi ne uživamo u sreći jer smo se obuzdali. Upravo suprotno, zato što uživamo u sreći, sposobni smo se obuzdati".

Za sve naše susrete!
dr. sc. Zdenko Balaž

NOTA BENE!

„KOGNITIVNA KIBERNETIKA je nova znanstvena disciplina koja na osnovama kognitivnih znanosti i kognicije kao mentalnog ljudskog naboja, povezuje kibernetičko poimanje svega kao sustava, (tehničkog, društvenog, prirodnog,…) s novim inteligentnim tehnologijama kako bi spoznajama o njihovoj interakciji ukazala na kaptološku antropomorfizaciju današnjeg čovjeka.“

Kazalo

A
aerodrom(-ski), 7, 303, 322, 330, 332-344, 475, 481, 488-499, 536, 567, 570-571
afektivno, 25, 87
agenti(-ski), sustavi, 126, 147, 195, 196, 523
aktivnost(-i), 19, 33, 44, 46, 53, 62, 86, 90, 121, 131, 137, 140, 143, 145, 152, 154, 161, 163, 170, 173, 177, 178, 180, 187, 188, 197, 199, 206, 368, 369, 370, 523
algoritam, 25,144, 169, 203, 211, 227, 229, 301, 341-342, 382, 476, 479, 529, 562
analitika(-čki), 31, 71, 79, 80, 84, 93, 98, 115, 120, 139, 160, 188, 202, 468, 477-480, 485, 540, 541, 549, 575
analiza, 32, 64, 75, 121, 131, 138, 143, 153, 167, 177, 183, 210, 217, 312, 325, 328, 329, 330, 373, 390, 430, 435, 442, 443, 448, 454, 467, 477, 479, 483, 485, 508, 514, 546,
antropolo(-gija)/(-ški), 12, 18, 21,64, 72, 86, 88, 116, 201, 202, 492, 515
antropomorfizacija, 9, 57, 58, 65, 69, 70, 89, 183, 208, 217, 484
aprehenzija, 79
aproksimacija, 228-229, 253, 254, 288, 300, 524, 559
aplikacija, 45, 354, 363, 368, 369, 371
aspekt(-i), 27, 63, 69,89, 94, 99, 100, 124, 131, 150, 186, 197, 356, 371, 470, 486, 576, 578
atraktivno(-cija), 120, 179
automat(-izacija/-ski), 41, 45, 71, 77, 83, 94, 145, 151-153, 170-172, 204, 363-375, 379, 381, 41,5, 422, 495, 502, 510, 514, 515
autoritet, 86, 87, 211

B
bakar(-reni), 243, 244, 256, 257, 473
baza podataka, (znanja), 31, 34, 44, 121, 124, 149, 151, 156–157, 160, 220, 332, 342, 384, 391, 475 -477, 487, 571
biheviorizam, 31, 32, 51, 53, 88, 97, 187, 483
biologija, 510
biosfera, 204
bitak, 59, 70, 98, 109, 119. 147, 155, 161, 165, 176, 376, 476, 578
bogat(-stvo), 105, 148, 229
breinware, 204

C
centar, 49, 206, 364, 495,539
cilindrični, 6, 224-228, 237-244, 248-258, 260-263, 293, 297, 481, 524-525, 539, 553
cijev(-ima/(ni), 317

Č
čovjek, 92, 94, 96, 100, 107, 109, 114, 115, 129, 141, 147, 190, 191, 215, 218, 219, 222, 391, 477, 478, 483, 484
čimbenici, 14, 21, 58, 65, 85, 96, 114, 115, 131, 150-158, 183, 191, 194, 218, 484, 486, 522, 524
činjenice, 32, 106, 107, 109, 120, 123, 193, 382
čuđenje, 67, 75, 98, 99

D
determinizam(-zma), 51, 86, 87, 88, 116
dielektrik(-čno), 240, 242, 304, 416-418, 420, 422, 425
digital(no)/(iziran), 123, 148, 200, 201, 214, 361, 366, 412, 415, 455, 460, 461,4 98
dijagnostika, 80, 121, 162, 205, 389, 390, 470
dijalektika, 60, 190, 522
dinamič(-ki)/kog), 356, 369, 375, 403, 408, 414, 462, 485, 497
doprinos, 14, 23, 43, 46, 51, 52, 63, 74, 105, 106, 111, 137, 142, 156, 158, 168, 192, 244, 252, 273, 284, 298-300, 381, 408, 501, 508, 562, 584
dualistički, (pristup), 26, 113
duh(-ovno), 10, 21, 26, 28, 49, 50, 59, 69, 74-75, 99-114, 161, 163, 165, 184, 188, 204, 218, 370, 501, 521, 578
dvoslojni, 6, 239, 241, 242, 267, 547

E
EASA (Europske agencije za zrakoplovnu sigurnost), 179
edukacija(e), 4, 10, 12-22, 30-55, 63, 70, 86-90, 115-120, 142, 147, 188-191, 206-222, 486,487
efektori, 197
egzistencija(-lna), 4, 12, 21, 23, 26, 28, 58, 65-68, 76-78, 84, 93, 99, 104, 115, 116.216-217, 513, 522
eksperiment, 18, 32, 49, 98, 152,168, 179, 181, 203, 388, 468
ekspert, 34-44,53, 124, 134, 156-162, 182, 188, 207, 212, 220,227, 298, 301-304, 333-334, 340-342, 373, 390-391,476-489, 494, 497, 522, 529,570.571
ekspertiza, 37 496
ekspertni sustav, 44, 157, 227,478, 494, 487,
eksploatacija(_ski), 12, 37, 147, 399, 493, 494, 504
elaboracija, 209, 254
električn(-a)/(-o), 222-236, 293, 299, 333, 383-396, 403, 408, 515, 538, 540, 557-559
elektroenergetsko napajanje, 398,
elektroenergetski, 301, 383, 388, 393, 397, 487, 488, 520
elektromagnetska kompatibilnost, (EMC), 7, 298, 367, 393-395, 463, 468, 470-477, 490, 512, 530
elektromagnetska polja, 388
elektroničko(-a/-i), 24, 58, 171-173, 366-369, 372, 376, 379-383, 410-413, 415, 492, 505
emergencija, 66, 67, 107

emocije, 6, 24, 25, 87, 100-101, 198, 199
empatija, 30, 52
entitet, 15, 17, 35, 45, 69, 100, 104, 124, 146, 147, 174, 188, 191-198, 202, 218, 303, 367, 488, 513
esencijalno, 67, 202, 216
EUROSTAT data base, 40
evolucijski, 104, 105, 147, 195, 196, 535

F
FAA, (Federal Aviation Administration), 322, 323, 475, 503, 504
fazor, 239-240, 273-278, 298, 561-573
filozofija, 18, 59-64, 72, 77, 98, 109, 114, 120, 186, 221, 486, 507, 519, 522, 572
fortranski, 292
fragmentiranje(-acija), 6, 79, 101, 184, 208, 214, 217, 219
funkcija(e), 50, 58, 64, 79, 85-87, 115, 138, 140-141, 150-158, 173-175, 204, 215, 216, 226, 256-257, 287, 356, 359, 361, 381, 394, 395, 479, 539-594, 557-560

G
globalitarizam, 67
globalni, 69-106, 178, 225, 285-295, 371, 539, 543, 560
QMS (gospodarenje sustavom kvalitete), 34, 496, 571

H
hermeneutika, 5, 98, 109, 188, 189, 191, 511
hermeneutički, 36, 188, 523
heuristički, 226, 227, 476
hibridno, 67, 149, 189, 266
hipoteza, 64, 98, 119, 203, 473

I
ICAO, (International Civil Aviation Organization), 38, 304, 313, 323, 337, 340, 508, 522, 568
identitet, 188, 193, 218, 365, 513
implozija, 6, 199, 200, 201
implementacija, 5, 40, 122, 126-129, 137, 154, 155, 157, 161-186, 198, 334, 342, 355, 366, 370, 381, 486, 489, 523
informacija(e), 15, 18, 26, 33, 35, 40, 45, 48, 52, 54, 61, 69-78, 83-99, 109-119, 156-160, 163, 188, 198-218, 220, 227, 352-369, 479, 484, 485, 487
inspiracija(-tivno), 18, 118, 143, 197, 202, 222, 301
instruktor, 36, 42, 373, 563-570
informacijske tehnologije, (IT), 47, 48, 70, 83, 188, 498, 562
integralna(-o/-i), 5, 22, 52, 59, 68, 69, 83, 85, 95, 103, 104, 117, 132, 232, 500, 509, 520, 536, 543, 595
inteligencija, 21, 24, 26, 44, 51, 57, 80-85, 112, 139, 190, 200, 207, 370, 494, 496,504, 505
inteligentni agenti, 29
inteligentni sustavi, 29, 35, 42, 54, 58, 63, 106, 108, 137, 193, 198, 199, 209, 254, 338

intencionalnost, 23, 67, 97, 109, 110, 216, 218, 523
intenzitet, 219, 355, 476
internet, 28, 57, 70, 83, 86, 93, 116, 135, 149, 204, 213, 362, 499, 513, 517, 519
intellogije, 113, 601, 606
intuicija, 5, 51, 72, 103, 125, 139, 220, 487
intuigencija,22, 51, 72, 108, 110, 115, 188, 493, 494 188
invertiranje, 306, 563
inženjeri znanja, 5,12, 18, 31, 35, 36, 52, 139, 140, 182, 371, 483
iskustvo, 17, 22, 29, 34, 50, 52, 68, 100, 110, 115, 119, 160, 171, 223, 390, 412, 499, 503, 520
istina(-ski), 17, 18, 30, 32, 52, 78, 80, 87, 98, 103, 105, 107, 108-121, 170, 178, 179, 190, 227, 228, 398, 500, 603
istraživanje, 18, 22, 23, 32, 42, 44, 49, 53, 55, 63, 98, 109, 112, 116, 131, 132, 139, 153, 170, 181, 183, 184, 202, 203, 209, 217, 351, 471, 486

J

jednako(-st), 26, 53, 58, 81, 83, 107, 115, 135, 136, 184, 229, 233-238, 243, 245, 248, 250, 254, 258, 266, 271, 277, 282, 287, 312, 339, 358, 369, 401, 402, 404, 407, 539
jednostav(-an/-no), 9, 33, 43, 70, 81, 99, 103, 105, 116, 124, 128, 130, 134, 151, 158, 159, 160, 171, 172, 180, 182, 212, 213, 223, 226, 231, 310, 368, 370, 423, 497, 506

K

kabel(-ski vodovi), 244-226, 239, 240, 297, 298, 386, 387, 488
karakteristika(e), 19, 23, 27, 34, 39, 42, 43, 62, 63,92, 110, 111, 123, 135, 146, 195, 205, 331, 334, 367, 369, 394, 403, 409, 412, 474, 479
kaptologija(-e), 5, 6, 9, 12, 13, 18, 21, 52, 57, 60, 70, 71, 75, 85, 97, 98, 186, 191, 192, 194, 203, 204-222, 484, 486, 487, 493, 524, 563
kauzalno(-st), 67, 80, 109, 208, 310
kazivanje(+is/u/do), 62, 151, 413, 498, 587
kibernetika, 2, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 31, 52, 58, 63, 65, 77, 84, 108, 109, 114, 122-124, 140, 170, 182, 187, 200, 202, 205, 298, 301, 483, 465, 522, 569
kognitivno(a), 4, 5,13, 18, 30-36, 57-60, 65-68, 78-80, 86-88, 103-116, 120-134, 140, 142, 146-150, 158, 161, 182, 186, 188-199, 203, 204, 222, 381, 483-486, 522, 523
kognicija, 23, 73, 79, 122, 216
kompetencije, 10, 39, 47, 69, 139, 150,187, 192, 193, 197, 205
komponente, 6, 17, 22, 32, 33, 40,41, 87, 91, 147, 189, 193, 206, 207, 216, 226, 253, 298, 299, 304, 365-367, 375-379, 388, 397, 472, 473, 476
komunikacije, 63, 116, 119, 141, 142, 147, 353, 360, 362

koncept, 4, 13, 17, 31, 32, 39-43, 73, 103-108, 121, 125, 138-140, 149, 151, 156, 157, 161, 181-189, 196-205, 212, 216, 220, 302, 332-342, 355-357, 375-381, 479, 485, 486, 490, 522, 523, 524, 529, 530
konduktivno/a, 258, 259, 285, 286, 288, 294, 386, 544, 550, 556, 560
konstrukcija(-e), 26, 78, 93, 110, 376, 378, 382, 384, 523
kontekst(-stualno), 14, 17, 23, 33-36, 44-48, 53, 70, 72, 75, 80, 84, 101, 102, 110, 111, 114, 124, 132, 140, 143, 186, 188, 191, 193, 205, 210, 216, 223, 486
kreacija(modela), 70, 79, 168, 391
kult(-ura), 4, 11, 14, 22, 28, 29, 44-54, 60, 66, 72, 79, 83, 85, 94-103, 176, 179, 183-193, 206-214, 221-229, 313, 404, 501, 525, 529, 531, 581, 583

L

lean, 5, 118-158, 161, 165, 171-178, 180-184, 371, 485, 512, 523, 530, 535, 573
legislativa, 335, 340, 366, 474
licenca, 337
linearno, 20, 79, 213, 219, 228, 229, 232, 239, 240-242
logika, 65, 77, 78, 99, 105, 228, 252, 371, 375, 387, 482, 490, 571
logično(-čki), 67, 77, 80, 102, 108, 128, 210, 213, 237, 382, 405, 503, 511, 598
luminacija, 338

M

matematički(-o), 29, 64, 132, 147, 210, 232, 304, 308, 311, 312, 493, 501, 509, 537
mehanizam zaključivanja, 31, 160,
memorija, 82, 169, 197
MEMS, (Micro Electro Mechanical Systems), 375, 380-382, 500-501, 509, 518
mentalna, 30, 37, 57, 103, 406
mentor, 35, 36, 41, 152, 175, 334, 373, 492, 497, 498, 567-571
metafizika, 66, 68, 78, 96, 97, 118, 209, 515
metodologija, 109, 118, 197, 198, 524
misao(-na), 15, 67, 82, 189, 208, 212, 214, 215, 217, 221, 388, 522
modeliranje, 5, 6, 19, 70, 123, 124, 129, 140, 167, 189, 229, 231, 233, 253, 300, 301, 332, 384, 385, 468, 476, 480, 562
modernost, 11-13, 19-21, 28, 51, 93, 138, 484, 522
motivacija, 36, 45, 124, 146, 174, 187, 191, 192, 195, 196, 199, 213
mozak, 31, 42, 51, 85, 86, 92, 206, 389, 494, 500
mudrost, 101, 102, 106, 188, 221, 302
multidisciplinarni-(o), 35, 57, 128

N

nadzor, 96, 137-140, 332, 333, 351-356, 360, 475, 484, 570, 571
neuron(ske)/živčeve mreže, 112, 123, 216, 482, 505

nosiva elektronika, 34
nota bene, 56, 120, 189, 229, 313, 502, 599
novo(-g/st), 10-13, 17, 22-24, 32-35, 52, 78-87, 91-98, 104, 111, 119, 120, 122, 123, 158, 162, 165, 171, 187, 190, 195, 224, 231, 234, 355, 381, 406, 414, 416, 419, 501, 504, 506, 590

O

obrada, 63, 71, 108, 124, 154, 157, 197, 212, 298, 343, 379, 381, 389, 414, 476, 496-498, 510, 550
odnos(-i/no), 14-18, 23-34, 41, 47, 52, 57, 67, 70-76, 96-99, 102, 106, 109, 111, 113-119, 123, 143, 147, 150, 151, 158-161, 172, 178, 187, 192, 196-216, 227, 241-244, 349, 375, 382, 391, 406, 415-425, 483, 491-415, 499, 503
ontologija, 72, 202
operacionalizacija, 17, 105, 121-123, 132, 137, 141, 164-165, 170, 174, 176, 189, 335, 349, 393-395, 405, 429, 461-466, 477,523
opterećenje(-nost), 73, 140, 167, 168, 350, 401, 420-427, 449-453, 481-483, 555, 556, 560
optimizacija, 292, 470, 482, 527
otpor, (izolacije/specifični), 171, 410, 559, 561

P

paradoks(-alnost), 4, 77, 78, 201, 546
parafraziran(-o/-i), 89, 90
parametri, 36, 51, 58, 65, 82, 129, 158, 299, 306, 338, 340, 364, 400, 475, 478, 484, 489, 522, 527, 528, 571
parezija, 61,
percep-(tori/cija), 15, 21, 26, 27, 40, 66, 82, 87, 92, 110, 122, 142, 144, 332, 359
permeabilnost, 242, 251-253, 266, 267, 582, 583
persua(zija), 12-14, 24-26, 52, 68, 72, 79, 80-84, 114, 124, 186, 188, 192, 203, 205-213, 217, 389, 484, 493, 501, 507, 509, 515, 524
platforma, 24, 136, 157-160, 211, 334, 336, 368
plašt, 236, 237, 242-244, 248, 255-262, 403, 412, 415, 445, 446, 458, 461, 466, 477-485, 549-558
ploča, 231, 268, 300, 402, 468, 469, 506, 551, 558, 559, 564, 568, 569
pluriperspektivnosti, 57
pohrana(-e), 14, 52, 82, 148, 149, 214, 215, 342, 522, 524
politehnika, 9-11, 14, 18, 31, 44, 45, 52, 53, 125, 301, 389, 483, 490, 500, 519, 569
postupa(-k/nje), 13, 20, 22, 38, 40-43, 46, 88, 111, 122, 133, 172, 210, 229, 305, 309, 311, 313, 320, 356, 364, 366, 380, 389, 397, 491, 501, 517, 521, 538, 587, 590
potrebe, 12, 37, 39, 40, 44, 45, 52, 53, 60, 63, 90, 99, 104, 121, 122, 131, 137, 138, 142, 147, 151, 158, 176, 191-195, 215, 222, 229, 334, 366-373, 397, 460, 468, 479, 483, 522, 562, 575

poučavanje, 33, 494
povijest, 8, 10, 17, 18, 20, 49, 58, 59, 64, 68, 78, 93, 100, 219, 511, 513, 521, 522
predispozicija, 206
prepoznavanje, 29, 33, 35, 60, 68, 81, 124, 127, 133, 144, 156, 208, 216, 218, 374, 376, 381, 496, 502
predstavlja(-nje), 18, 24, 26, 27, 30-42, 44, 50, 56, 64, 70, 100, 102, 107, 124, 125, 135, 140, 141-146, 161, 176, 192, 209, 220-227, 233, 309, 368, 375, 382, 391, 393, 411-418, 423,483, 485, 559
prenapon-ski, 393-396, 398, 402, 406-414, 418, 422, 425-433, 437, 447, 450-466, 474, 504, 536, 537
pretraživanje, 213
procedura, 18, 36, 38, 139, 306, 321, 333, 364, 475
prostor, 16, 25-39, 57, 69, 70, 77, 83, 89, 91-94, 103, 111, 118, 139, 149, 153, 156, 184, 199-222, 298-339, 357, 360-367, 409, 473, 484, 571
prototip, 138, 152, 160, 167, 168, 191
program(-i/ski), 84, 120, 152, 163, 205, 477-479
prostor, 27, 28, 38, 39, 57, 69, 70, 77, 83, 89-94, 118, 139, 149, 153, 156, 184, 199,202, 214, 217-222, 233, 298, 299, 338, 360, 367, 409, 473, 484, 571
pristup, 7, 64, 128-139, 141-168, 181, 203-210, 470, 476-484, 486, 488
psihologija, (situacije), 210-211, 505, 527

Q

quality management system, 34, 496, 571

R

racionalnost, 29, 31, 68, 72
računalo, 13, 52, 93, 183, 213
raspodjela struje/potencijala, 225, 235, 240, 242, 243, 356
receptori, 197
refleksija, 67
regulatori, 86-88, 123, 163, 203, 332, 502
rekognicija, 79

S

samosvijest, 29, 37, 56, 69, 75, 79, 81, 105, 106, 194, 218
sastavnica(e), 6, 7, 18, 30, 59, 79, 113, 133, 225, 226, 231, 253-263, 281, 286-288, 294-296, 351, 386, 538, 543-551, 556
savant, 112
segment, 243-264, 268-269, 303, 307, 376, 401, 506, 514, 542, 543, 557-579
semantika, 21, 64, 90, 91,
senzor, 43, 83, 111, 147, 149, 357, 359, 360, 364, 375, 382
signal, 24, 84, 10'9, 148-150, 205, 303, 306, 311-313, 322, 332-339, 360, 393, 394, 397-412, 460, 475-496, 563,570
simulacija, 14, 70, 303, 488
simulakrum, 70, 95, 498
sinestezija, 110
singularitet, 14, 95, 96
sintaksa, 27, 80, 94

slika, 69, 72, 73, 75, 76, 79, 80, 82, 84, 86-97, 120, 124, 143, 150, 218, 225, 375
sloboda, 12, 21, 22, 28, 58, 65, 67, 78, 97, 114, 501, 513
stajalište, 98, 190, 203
struktura, 27, 33, 67, 81, 91, 93, 94, 109, 171, 186, 211, 216, 219, 351, 355, 362, 368, 370, 380, 479, 486, 522, 524
sumnja, 67, 75
susret, 16, 93, 210-211, 505, 578
svijest, 82, 84, 89, 103-108, 110, 113, 114, 194, 211, 216, 218, 360, 364, 484, 578
svjesnost, 24, 31, 33, 35, 37, 73, 74, 101, 103, 141, 187, 204, 219
svjetlosna karakteristika, 178, 179, 186, 188, 190, 192, 193, 194, 196, 197

T

tehnika(-e), 9-14, 18, 31, 39, 44-45, 52, 5,3, 60, 67, 76, 85, 98, 101-124, 132, 136, 186, 205, 222, 301, 380, 389, 400, 500, 515, 519, 563, 569,
tehnologija, 77, 79, 84, 89, 94, 95, 99, 105, 108, 112-115, 121-128, 139-161, 178-194, 201-227, 351-372, 389-391, 483, 485-487, 490
tehnosfera, 76, 204, 522
teorija, 5, 14, 33, 34, 58, 63, 72, 76, 82, 93, 96, 97, 98, 109, 123, 139, 146, 152, 186, 191, 192, 203, 207, 483, 486, 498, 505, 521, 522
topo-grafija(-loški), 17, 226, 289, 488, 527
tolerancija, 10, 28, 50, 141, 164, 513
transformator, 224, 227, 239, 261-281, 284297, 317-319, 386-398, 401-424, 434-439, 454-464
trening, 36-40, 42, 48, 570
tribologija, 374, 375
tvorbe, 54, 123, 190, 202, 375, 523

U

učenje, 5, 13, 17, 28, 34, 50, 79, 81, 85, 86, 110, 119, 134, 137, 140, 142, 146, 149, 158, 161, 179, 181, 187, 193, 195, 201, 206, 208-215, 301-302, 332, 375, 381, 494, 574
učinak, 160, 178, 192, 205, 216, 229, 378, 505, 509
um, 13-15, 18-31, 50, 54, 59, 60, 67-78, 85-86, 100-115, 182, 186, 189, 194, 206-223, 486, 487
umjetnost, 19, 20, 58, 64, 86, 112, 114, 115, 565, 578
umrežen(-o), 35, 80, 100, 112, 149, 234, 235, 248
utilitarno, 13, 52, 190, 484
uvid, 58, 65, 67, 69, 98, 169, 208, 216, 281, 484
uvjerenje(-a), 146, 188, 191, 193, 195, 196, 198
uzemljenje, 413, 426, 430, 441
uzemljivač, 232-234, 248, 292, 299, 301, 332, 403, 404, 412-415, 510, 543, 544, 581

V
varijabla, 205, 569, 579
vektor(-ski/-ka), 6, 239-241, 250-252, 269-277, 283, 284, 297, 305, 548, 561-572, 581-584
virtualna(-o), 27, 28, 46, 49, 57, 69, 78, 81, 83, 86, 89-93, 99, 108, 114, 121, 167-169, 184, 204, 217, 218, 484
vizualizacija, 7, 27, 108, 114, 155, 226, 287-292,527
vjerovanja, 13, 16, 28, 78, 87, 115, 208, 215, 510
vrijednost(-i), 53, 103, 104, 118, 119, 136-147, 150-157, 161-180, 190-195, 201, 215, 336, 390-393, 398-401, 404, 410-411, 472, 478
vrijeme, 6, 9, 13, 15, 25, 29, 33, 50, 56, 59, 63, 64, 69, 77, 82, 83, 96, 97, 105, 131, 139,153, 163-183, 185, 194, 199, 217-227, 360-395, 400-405, 425, 465-478, 490, 527, 548, 562, 571

Z
zaštita, 244, 261, 390, 394, 418, 428, 515, 532
značaj, 15, 19, 23, 25, 27, 38, 41-48, 51, 65, 79, 97, 113-115, 142, 177, 181, 182, 218, 223-242, 258, 259, 311, 373, 399, 400, 425, 426, 536, 593, 598
znanost, 73, 76, 77, 83, 93-98, 108-114, 122, 124, 131, 142, 189, 200, 202, 204, 216, 221, 302, 389, 482, 484, 486, 490
znanje, 9-19, 21-24, 28-37, 41, 51, 55, 59, 63, 72, 78-80, 83, 99, 115, 120, 121, 131, 134, 141, 142, 146, 149, 151, 153, 158, 160, 168, 176, 193, 194, 195, 220, 221, 227, 480, 483, 484, 487, 490

Ž
životna praksa, 5, 51, 99

Kazalo imena

A
Aeroing, 356, 357, 500, 511, 516, 549, 584, 590, 592, 614
Akvinski, T., 115, 222, 226
Aristofan, 61
Aristotel, 15, 29, 59, 193, 210, 492
Arsakid, 64
Amerika, 49, 63, 229
Ampere, A. M., 299
Arendt, H., 58, 68, 80
Arnauld, A., 74
Augustin, 219
Augé, M., 91
Arnauld, A., 72

B
Balaž, Z., 3, 512-517, 583
Baudrillard, J., 26, 57, 61, 67, 78, 498
Barbarić, D., 72
Baskerville, 53
Beaufet, J., 79
Bessel, F. W., 256
Borš, V., 105
Boswell, J., 9
Braverman, H., 25
Brčaninović, M., 3
Britanija, 53
Bubnov, I., 488
Budhha, 302

C
Cambridge, Owen, R., 9
Carr, N., 8
Carson, J. R., 479
Chardin P. T., 75, 97, 518
China, 11, 50, 56, 57
Ciceron, 215, 222
Cipra, M., 217

D
Dantzig, T., 83
Dacia, 147
Darshan, 85
Debray, R., 93
Deleoze, G.,96
Deming, W. E., 175
Demosten, 61, 198
Dershovitz, A., 9
Descartes, 15, 58, 59, 72, 74, 75
Dorigo, M., 482
Down, L., 115

E
Edwards, J., 41
Einstein, A., 28
Elos, 593-597
Engleska, 64, 199, 524, 533
Esaleni, 105
Eskimi, 85
Euripid, 29

F
Faraday, M., 299
Faucault, M., 58, 61, 67, 99, 503
Ferlosio, R. S., 94
Figal G., 513
Francuska, 119, 226

G
Gadamer H. G., 28, 29, 195, 504, 511
Galerkin, B., 488
Gardner, J., 504
Giaccoleto, L. G., 505
Glaser, R., 97, 98, 99, 505, 522
Gould, S. J., 8
Grčka, 16, 227, 228

H
Habermas, J., 99, 109
Haun, M., 9, 494, 495, 506
Hawking, S., 41
Hegel, 59, 61, 99, 517
Heisenberg, W. H., 298, 507
Heidegger, M., 59, 77, 402, 499, 506, 507, 510, 513
Hrvatska, 10, 228, 383, 386, 518, 519, 521, 524, 529, 593
Husserl, E., 67, 224

I
Izokrat, 61

J
Japan, 49, 63, 85, 121, 179, 189, 206, 386
Jonson, S., 9
Jones, D. T., 121
Jost, P., 389
Jung, C. G., 109
Jurić, H., 509, 520

K
Kant, I., 16, 62, 222
Kardum, I., 90
Kierkegaard, S., 78
Kina, 10, 48-55, 82, 83, 96, 184, 409, 491

L
Lachmann, R., 90
Ladan, T., 72
Larsen, T., 87
Longuet-Higgins, C., 18
Lonigan, C. J., 211
Lyotard, J-F., 8

LJ
Ljevak, 59, 517, 526, 529

M
Malčić, G., 3
Marzano, R. J., 211, 218
Maslow, A., 192
Maxwell, J. C., 6, 231, 232, 298, 389, 477
McArthy, J., 18
McLuhan, H. M., 72
Meštrović, 3, 532, 585
Miller, G. A., 18
Minsky, M., 18
Murphy, W. P., 163

N
Nawell, A., 18, 513
Neisser, U., 18
Neumann, J. B., 257
Nobel, A., 309
Norveška, 63

NJ
Njemačka, 63, 206, 309, 381, 599

O
Offenburg, 9, 10, 46, 47, 54, 563
Outhwaile, W., 209
Oxford, 53, 511

P
Paić, Ž., 80, 101, 536, 537
Parkinson, J., 163
Patten, T., 101
Paynter, D. E., 71
Platon, 16, 17, 23, 28, 59, 60, 93,

R
Reynolds, J., 9
Rolls, Royce, 148
Röndgen, W. S., 380
Rúmí, M. J., 103

S
Scerbo, M., 71
Shannon, C. E., 95
Simon, H., 18
Smith, S., 71
Split, 310, 517, 583, 592-598, 615
Steiner, R., 217
Sternberg, R. J., 71
Stipaničev, D., 205

T
Taylor, H. F., 99
Thurnher, R., 217
Tesla, 148

V
Vygotsky, L. S., 28, 193
Vittoz, R., 83

Z
Zagreb, 2, 3, 10, 12, 46, 55, 511-541, 583-594
Zhengzou, 10, 48, 54
Zhang, Y., 71
Zeljko, M., 3

W
Watson, J. B., 19
Whitehead, A. N., 106
Whitehurst, G. J., 218
Weaver, W., 95
Weber, K. E. M., 52, 57, 101
Womack, J. P., 121, 539
Wilber, K. 109, 110, 113, 521, 544, 547, 559
Wund, W., 19, 611



POLITEHNIČKA KOGNITIVNA KIBERNETIKA

PRIRUČNICI TEHNIČKOG VELEUČILIŠTA U ZAGREBU

MANUALIA POLYTECHNICI STUDIORUM ZAGRABIENSIS