UNIVERZA V NOVI GORICI
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

DIPLOMSKA NALOGA

OVREDNOTENJE ANTROPOCENTRIČNOSTI SISTEMA ZA VODENJE ŠARŽNE NEVTRALIZACIJE PO METODI VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA

Valentin Simonič

Mentor: prof. dr. Juš Kocijan

Nova Gorica, 2007

POVZETEK

V diplomski nalogi je predstavljena metoda vzporednega načrtovanja, s pomočjo katere lahko že v samem načrtovanju in razvoju tehnologije iščemo primerno funkcionalnost sistema in hkrati pazimo, da sistem ne postane preveč kompleksen za uporabnika. Razvili smo vprašalnik za vrednotenje obstoječih sistemov po metodi vzporednega načrtovanja. Metoda vsebuje štiri skupine kriterijev s katerimi lahko načrtujemo, vrednotimo in analiziramo avtomatizacijo sistemov.

Metoda vzporednega načrtovanja je eden od uveljavljenih pristopov za načrtovanje antropocentričnih sistemov, to je sistemov, ki so prijazni do uporabnika. Metoda je bila razvita na Tehniški univerzi v Aachenu (Nemčija) in sicer na katedri za informatiko v strojništvu. Metoda se imenuje vzporedno načrtovanje zato, ker vsebuje dva načina pristopa načrtovanja, ki potekata vzporedno. Prvi izhaja iz tehnologije, drugi pa iz organizacije dela. Eden od ciljev te metode je, da iščemo optimum stopnje avtomatizacije, ki najbolj ustreza dani tehnologiji, zaposlenim in organizaciji dela.

Naš vprašalnik smo uporabili na primeru sistema za vodenje šaržne nevtralizacije v polindustrijskem laboratoriju, ki se nahaja na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani.

KLJUČNE BESEDE

Antropocentričnost,
avtomatizacija,
metodologija vzporednega načrtovanja,
sistem za vodenje šaržne nevtralizacije.

ABSTRACT

This graduation thesis presents a special approach and methodology to develop a human-centred and socially acceptable technology using Dual Design methodology which can be used in design, development or evaluation of an automated system. We have developed a questionnaire for the evaluation of user friendliness on existing system. The Methodology has four groups of criteria for the evaluation, design and development of automated systems.

The Dual Design method is one of the most recognized/acknowledged human centred-design approaches. It has been derived by the University of technical studies in Aachen (Germany) at the Information science and machine construction department. The name derives out of two approaches. The first one focus on the development of technology the second one focus on work organization. The aim of Dual Design is to find the balance between automation for the existing technology, employees and working organization.

We have used our questionnaire to evaluate a semi industrial batch processing neutralization machine that is located in a laboratory at the Jožef Stefan Institute.

KEYWORDS

User friendliness,
automation,
Dual Design methodology,
Neutralisation process control system.

KAZALO VSEBINE:

1. UVOD 1

2. AVTOMATIZACIJA IN ANTROPOCENTRIČNOST 3

2.1 Nove zahteve za načrtovanje tehnologije na osnovi sodobnih načel skupinskega dela 3

2.2 Sodelovanje človek – stroj 6

2.3 Ekonomika in avtomatizacija 11

3. PRISTOPI IN METODE ZA VREDNOTENJE ANTROPOCENTRIČNOSTI 17

3.1 Osnove metod o antropocentričnosti 17

3.1.1 Antropocentrični sistemi kot sociotehnični sistemi – OSTO 17

3.1.2 Glavne strukturne sestavine organizacije 19

3.1.3 Ljudje, tehnologija in organizacija 20

3.1.4 Tri razsežnosti antropocentričnih sistemov: delovno mesto, delovna skupina in omrežja 22

4. METODA VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA (DUAL DESIGN) 27

4.1 Razvoj in uporaba metode vzporednega načrtovanja 27

4.2 Glavna zamisel pristopa vzporednega načrtovanja 29

4.2.1 Znanstvene osnove za načrtovanje dela 29

4.2.2 Razvoj tehnologije kot iterativni proces s sodelovanjem uporabnikov 32

4.3 Razvoj tehnologije z uporabo razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja 35

4.4 Opis kriterijev po metodologiji VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA 37

4.4.1 Kriteriji za načrtovanje stopnje avtomatizacije nalog 38

4.4.2 Kriteriji za načrtovanje stopnje dinamike sprememb 43

4.4.3 Kriteriji za razvoj stopnje prepletenosti mrežnih povezav 47

4.4.4 Kriteriji za načrtovanje stopnje formalizacije sporazumevanja in odnosov 51

5. RAČUNALNIŠKI VPRAŠALNIK ZA VREDNOTENJE PO METODI VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA 57

5.1 Nastanek vprašalnika 57

5.2 Razvojne faze pri nastanku vprašalnika 58

5.3 Opis vprašalnika 59

5.4 Zgradba vprašalnika 60
5.4.1 HTML - HyperText Markup Language 61
5.4.2 Zahteve za strojno in programsko opremo 62
5.4.3 Prikaz vmesnika in delo z vprašalnikom 63

6. PRIMER UPORABE VPRAŠALNIKA ZA VREDNOTENJE ANTROPOCENTRIČNOSTI SISTEMOV 65

6.1 Kratek opis vodenega procesa 65
6.2 Kratek opis sistema za vodenje procesa šaržne nevtralizacije 66
6.3 PRIMER OCENITVE 67
6.3.1 AVTOMATIZACIJA NALOG 68
6.3.2 PREPLETENOST MREŽNIH POVEZAV 70
6.3.3 DINAMIKA SPREMEMB 72
6.3.4 FORMALIZACIJA SPORAZUMEVANJA IN ODNOSOV 74
6.3.5 ZAKLJUČKI IN PREDLOGI ZA OCENJENI SISTEM 75

7. ZAKLJUČEK 77
8. LITERATURA 79
9. PRILOGE 80

KAZALO SLIK:

SLIKA 1: POVEČANJE STOPNJE AVTOMATIZACIJE DELA 7
SLIKA 2: DINAMIKA SPREMEMB TEHNOLOGIJE 8
SLIKA 3: PREPLETENOST MREŽNIH POVEZAV 9
SLIKA 4: FORMALIZACIJA SPORAZUMEVANJA IN ODNOSOV 10
SLIKA 5: SODELOVANJE ČLOVEKA IN STROJA 12
SLIKA 6: EVROPSKI MODEL ODLIČNOSTI EFQM 14
SLIKA 7: ZGRADBA ODPRTEGA SOCIOTEHNIČNEGA EKONOMSKEGA SISTEMA PO SISTEMSKEM PRISTOPU. 18
SLIKA 8: GLAVNE STRUKTURNE SESTAVINE ORGANIZACIJE. 19
SLIKA 9: POVEZAVA KLJUČNIH SESTAVIN SOCIOTEHNIČNEGA SISTEMA: LJUDJE, ORGANIZACIJA, TEHNOLOGIJA 20
SLIKA 10: POVEZAVA KLJUČNIH SESTAVIN EKONOMSKEGA SOCIOTEHNIČNEGA SISTEMA: LJUDJE, ORGANIZACIJA, TEHNOLOGIJA 22
SLIKA 11: SHEMA VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA, DVA VZPOREDNA NAČINA NAČRTOVANJA 27
SLIKA 12: POVEZANOST VIDIKOV 28

SLIKA 13: SODELOVANJE UPORABNIKOV IN NAČRTOVANJE SISTEMA DELA KOT BISTVENE SESTAVINE RAZVOJA TEHNOLOGIJE 34
SLIKA 14: PRINCIP VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA 36
SLIKA 15: STOPNJA AVTOMATIZACIJE NALOG 38
SLIKA 16: STOPNJA DINAMIKE SPREMEMB 43
SLIKA 17: STOPNJA PREPLETENOSTI MREŽNIH POVEZAV 48
SLIKA 18: STOPNJA FORMALIZACIJE SPORAZUMEVANJA IN ODNOSOV 52
SLIKA 19: RAZVOJNE FAZE VPRAŠALNIKA 58
SLIKA 20: SKICA ZGRADBE VPRAŠALNIKA IN POVEZAV ZNOTRAJ VPRAŠALNIKA 60
SLIKA 21: OSNOVNI PRIKAZ V MICROSOFT FRONT PAGE 61
SLIKA 22: PRIKAZ UVODNE STRANI 63
SLIKA 23: PRIKAZ VPRAŠALNIKA 64
SLIKA 24: PRIKAZ REZULTATOV VPRAŠALNIKA 64
SLIKA 25: SHEMA NEVTRALIZACIJE 66
SLIKA 26: SLIKA SISTEMA ZA VODENJE ŠARŽNE NEVTRALIZACIJE 67
SLIKA 27: SKUPNE OCENE SISTEMA ZA VODENJE ŠARŽNE NEVTRLIZACIJE PO METODI VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA 75

KAZALO TABEL:

TABELA 1: ODLOČITVENI KRITERIJI IN SLIKE O ČLOVEKU IN TEHNOLOGIJI, NA PODLAGI KATERIH SE PRI PROJEKTIH AVTOMATIZACIJE ODLOČAMO O PORAZDELITVI DELA MED LJUDMI IN TEHNOLOGIJO. 13
TABELA 2: POSTOPKI ZA ANALIZO DELA 32
TABELA 3: OCENE STOPNJE AVTOMATIZACIJE 68
TABELA 4: OCENA STOPNJE OMREŽENJA 70
TABELA 5: OCENA STOPNJE DINAMIKE SPREMEMB TEHNOLOGIJE 72
TABELA 6: OCENA STOPNJE FORMALIZACIJE SPORAZUMEVANJA IN ODNOSOV 74

1. UVOD

Za današnjo družbo je vedno bolj značilna kompleksnost. Eden od vzrokov tega je tudi naraščanje globalnih povezav v svetu. Zato postajata politika in ekonomija vse bolj medsebojno povezani in odvisni. Kot posledica temu vsi procesi v politiki in poslovnem svetu dosegajo doslej neznane ravni kompleksnosti. Zaradi teh pogojev bo v prihodnosti ključnega pomena usposobljenost odgovornih ljudi v poslovnem in socialnem svetu, da se bodo znali spoprijeti z zapletenimi zadevami. Zato je v izobraževanje nujno vključiti prihajajoče generacije ljudi, ki bodo vplivali na odločitve v družbi in na znanja za delo s kompleksnimi sistemi (K.Henning, I. Isenhardt, 2003).

V današnjem svetu vse teži k globalizaciji in vse večji avtomatizaciji proizvodnje, k Fordovemu idealu o tovarni brez ljudi, kjer bi vse delo opravljali stroji, človek pa bi bil le nadzorni v procesu. Vodilni ljudje hočejo čim bolj zmanjšati človeško vlogo pri delu, saj menijo, da je človek preveč zmotljiv, prepočasen, premalo natančen in, kar je še najbolj pomembno, predrag. Vendar pa človek, ki je v nekem sistemu prisoten le kot nadzorni, s takim delom prav nič ne razvija oziroma uporablja svojih sposobnosti in prednosti pred strojem. Na ta način postane človek za delo nezainteresiran, nepozoren in, ko pride do napak na liniji, tudi nesposoben reagirati, saj ves preostali čas »gleda v zrak« in premalo pozornosti posveča dogajanju v sistemu. Tako delo je vsekakor nestimulativno in dolgočasno, hkrati pa ne izkorišča človeškega potenciala. Človek namreč ima sposobnost razmišljanja in predvidevanja, ti dve lastnosti pa lahko pri proizvodnih procesih pomenita izboljšavo izdelka ali delovnega postopka, kar na koncu pripelje do večjega ekonomskega učinka, ki je tudi glavni cilj podjetja. Zato torej človek mora biti v proizvodnem sistemu soudeležen in skušamo avtomatizirati le tiste dele proizvodnje, kjer so gibi ponavljajoči ali so prisotni težki predmeti ali pa je potrebna izjemna natančnost, s katero lahko dela le stroj (proizvodnja mikro vezij). Najti ravnotežje med stopnjo avtomatizacije in deležem ročnega – človekovega dela je naloga pristopa vzporednega načrtovanja, ki je predstavljen v tej diplomski nalogi.

Metodo vzporednega načrtovanja smo uporabili na konkretnem primeru, pred tem pa smo morali literaturo prevesti v slovenščino. Do sedaj se namreč v Sloveniji te metode še ni uporabljalo in tudi ustrezne literature še ni bilo v slovenščini. Poleg samega prevoda knjige P. Fuchs-Frohnhofen: »Zur facharbeiterorientierten Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittestelle bei CNC – Drehmaschinen«, 1994, Aachen – Nemčija, smo izdelali tudi računalniško verzijo vprašalnika za ocenjevanje obstoječih sistemov po metodi vzporednega načrtovanja. Vprašalnik vsebuje splošen in podroben opis metode ter štiri sklope vprašanj, ki se nanašajo na štiri sklope kriterijev razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja.

Vprašalnik smo uporabili na sistemu za vodenje šaržne nevtralizacije v polindustrijskem laboratoriju, ki se nahaja na Inštitutu Jožef Stefan v Ljubljani.

Diplomska naloga je razdeljena na več vsebinskih sklopov. V prvem sklopu smo predstavili problematiko avtomatizacije človekovega dela in uvedli pojem antropocentričnosti kot pristop, ki lahko pomaga pri preprečevanju ali vsaj ublažitvi negativnih učinkov avtomatizacije.

V drugem sklopu smo predstavili več možnih pristopov za antropocentrično načrtovanje tehnologije. Ti pristopi se lahko uporabijo tako za načrtovanje človeku in družbi prijaznih tehnologij oziroma sistemov, kot tudi za ocenjevanje že obstoječih, pri čemer se ugotovitve uporabijo kot predlogi za izboljšave.

V tretjem poglavju smo natančno predstavili metodo vzporednega načrtovanja oziroma razširjeni pristop vzporednega načrtovanja, ki vsebuje štiri skupine kriterijev za ocenjevanje.

Razvoj in izdelavo računalniškega vprašalnika za metodo vzporednega načrtovanja smo opisali v četrtem poglavju.

Konkreten primer uporabe metode vzporednega načrtovanja smo opisali v točki pet, kjer smo ocenjevali sistem za vodenje šaržne nevtralizacije. Poleg ocenitve smo tu podali še predloge za nadaljnje izboljšave. Na koncu je še priloga, ki vsebujejo izpis vprašalnika.

2. AVTOMATIZACIJA IN ANTROPOCENTRIČNOST

2.1 Nove zahteve za načrtovanje tehnologije na osnovi sodobnih načel skupinskega dela

S pojmom avtomatizacije je tesno povezana tehnocentrična paradigma proizvodnje, s pojmom antropocentričnosti pa antropocentrična paradigma proizvodnje.

a) Tehnocentrična paradigma proizvodnje

»Od začetka 20. stoletja označuje organizacijo dela v mnogih proizvodnih obratih delitev dela po taylorističnih načelih. Gotovo najbolj poznan primer za uresničenje teh načel je Fordova uvedba tekočega traku v proizvodnji avtomobilov. Ta načela so stoletja določala organizacijo proizvodnje predvsem na področju izdelave velikoserijskih izdelkov. Vzporedno s takšno filozofijo delitve dela in ločevanja načrtovalskih dejavnosti od izvajalskih dejavnosti (horizontalna in vertikalna delitev dela) so se nenehoma vrstili poskusi, da bi proizvodnjo mehanizirali oziroma avtomatizirali.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 15)

»V sredini 80-tih let so propagirali centralno krmiljene CIM sisteme kot tehnične pripomočke za razvoj bodočih tovarn skoraj brez prisotnosti ljudi. Izhodišče za takšna načela je bila že od Taylorja izražena zahteva, da mora vodstvo obrata na “znanstvenih osnovah” planirati celoten potek dela v obratu in da mora pridobiti čim bolj kompleten nadzor nad vsemi dogajanji v obratu. Osnova za takšno izhodišče je bilo prepričanje, da so motiviranost in sposobnosti zlasti delavcev v proizvodnji v splošnem zelo nizki. Zato naj bi se dosegale izboljšave učinkovitosti s pomočjo CIM načel na osnovi zelo podrobne delitve dela, zelo natančnega opisa delovnih mest in zelo raznolikih sistemov vzpodbujanja (nagrajevanja), vse to pa naj bi krmilili in nadzorovali večplastni računalniški sistemi.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 15)

»Sestavine takšnega centralističnega CIM sistema so bile poskusno uvedene ne samo v velikih podjetjih, temveč tudi v mnogih majhnih in srednje velikih obratih, deloma

z državno podporo. Izhodišče za takšne sisteme je bilo pogosto uvajanje sistemov za planiranje dela (PPS sistemi) ter CAD oziroma CAD/CAM sistemov. Pri tem so med drugim prestavili pristojnosti za odločanje iz delavnice v nadrejene oddelke (Kamp, 1989, str. 89). Vkljub temu pa cilji za doseganje večje učinkovitosti podjetja s pomočjo centralnega planiranja, računalniškega vodenja in nadzora pogosto niso bili doseženi. Tako so konec 80-tih let celo nekdanji zagovorniki centralističnih CIM sistemov kritizirali pomanjkljivo prilagodljivost takšnih naprav.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 15)

»Podobno se je pokazalo tudi na področju orodnih strojev, da njihovo centralno programiranje v oddelku za pripravo dela v mnogih primerih ni privedlo do zaželenega uspeha. Programe na takšnih strojih je bilo namreč potrebno pogosto popravljati ali prilagajati neposredno na stroju. Takratni sistemi za programiranje pa praviloma niso bili prilagojeni za strokovnega delavca, ker je bil neposreden poseg v postopek obdelave težaven, prav tako pa je bila logika programiranja primerna samo za strokovnjaka in preveč abstraktna za strokovnega delavca.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 16)

b) Antropocentrična paradigma proizvodnje

»Vzporedno z razvojem centralno vodenih CIM sistemov so se že dolgo let pojavljale ideje za organiziranje proizvodnje, ki postavljajo človeka v središče načrtovanja dela. Posebej so se mnoge od teh idej nanašale na načrtovanje dela vsestransko usposobljenih in samostojnih strokovnih sodelavcev v neposredni proizvodnji. Te antropocentrično usmerjene ideje za organiziranje proizvodnje imajo med drugim naslednje cilje.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 16)

1. S kratkimi pretočnimi časi in s prilagodljivo usmerjenostjo na potrebe kupcev naj bi taka proizvodnja izdelovala dobre izdelke, ki bi prinašali podjetju dobiček.
2. V samem poteku proizvodnje naj bi se upoštevale potrebe zaposlenih po sporazumevanju, odgovornosti posameznika, ustvarjalnosti, zdravih pogojih dela in družbenem priznanju.

Pri načrtovanju tehnologije z mislijo na sistem, ki bo prijazen do uporabnika, se je pojavila uvedba skupinskega dela, pri katerem je ključna komunikacija med udeleženci.

»Prizadevanje za uvajanje skupinskega dela v mnogih podjetjih je v vse večji meri podprla opazna sprememba povpraševanja na trgih. Ta se je premaknila iz velikoserijskih in standardiziranih izdelkov proti izdelkom proizvedenim v manjših serijah in celo proti posamičnim izdelkom narejenim po željah posebnih kupcev. Skupinsko delo je velika prednost za doseganje večje učinkovitosti podjetja, posebno kadar vodi k večji motiviranosti zaposlenih oziroma povečuje prilagodljivost podjetja z decentralizacijo vodenja poslovanja. Žal pa se v mnogih primerih pri takih načinih proizvodnje zniža izkoristek strojev oziroma proizvodnih zmogljivosti. Kljub temu pa omenjene spremembe v povpraševanju kupcev vodijo do tega, da visok in točno planiran izkoristek strojev izgubi na pomenu zaradi novih zahtev po:

- kratkih pretočnih časih,
- čim manjših zalogah,
- zagotavljanju kratkih dobavnih rokov.

Glede na naštete nove zahteve je skupinsko delo z decentraliziranimi pristojnostmi za odločanje praviloma bolj uspešno v primerjavi s centralno vodeno organizacijo dela, ki se zanaša na prilagodljivost strojev in ne zaupa zaposlenim. V povezavi z deli Schael-a (1988) in Brandt-a (1988) predlaga Henning decentraliziran CIM sistem vodenja, ki je sestavljen iz večjega števila prilagodljivih proizvodnih otokov in prav tako decentralizirane skupine pisarniških delavcev, ki so usmerjeni na proizvodnjo in organizacijsko niso vezani na posamezne oddelke podjetja. Takšno organizacijsko shemo tovarne označujejo »plitve« hierahične strukture (vodenja), decentralizirane pristojnosti za odločanje in celovita organizacija dela, sestavljena iz prilagodljivih podsistemov, v katerih prevladuje načelo skupinskega dela z dobro usposobljenimi zaposlenimi.« (IJS, DP-8038, 2003, str. 16–17)

Na ta način je možno uresničiti človeku primerno delo v zelo prilagodljivih oblikah organizacije in s primerno računalniško podporo. Izhodišča za ta pristop lahko najdemo tudi v japonskem načelu vitke proizvodnje. Skupinsko delo, ki je organizirano na primer s pomočjo decentraliziranih proizvodnih otokov ali deloma

samostojnih skupin pisarniških delavcev, ima naslednje prednosti za učinkovito načrtovanje dela:

- Skupina lahko samostojno in prilagodljivo načrtuje potek dela.
- Skupinska organizacija dela ima večjo svobodo ukrepanja in možnosti za odgovorno sprejemanje lastnih odločitev, kar je važen pogoj za podpiranje razvoja osebnosti pri delu.
- Sodelavci imajo razmeroma veliko možnosti za sporazumevanje in sodelovanje.
- Sodelavci v skupini lahko skupaj doživijo veliko osebno zadovoljstvo pri izgotavljanju zahtevnega izdelka. S tem ima skupina večje možnosti, da dojame smiselnost svojega dela.
- S skupnim izvajanjem različnih delovnih korakov, ki vključujejo planiranje in izvajanje dela, skupina uresničuje hierarhično in zaporedno uravnotežena opravila.

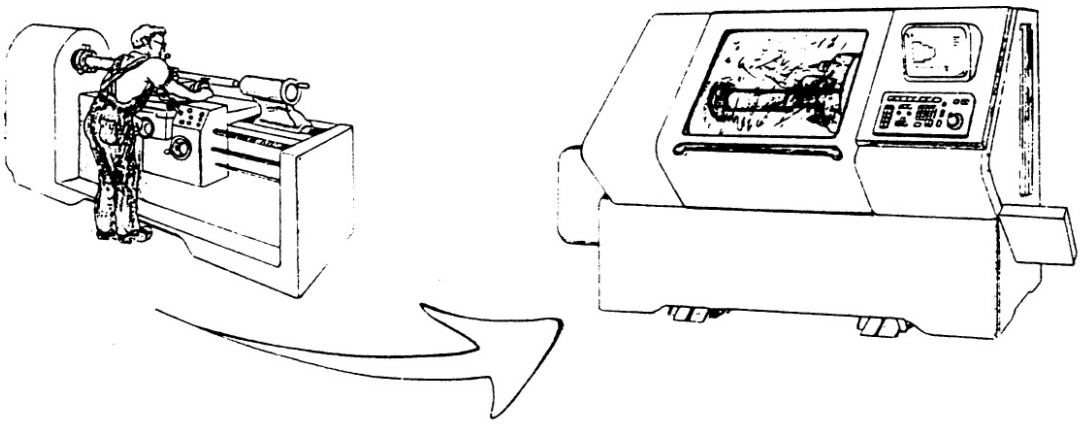
Ob teh prednostih pa ima skupinsko delo tudi pomankljivosti: zaposlene lahko namreč pripelje do večjega stresa in do tako imenovanega »pregorevanja«, pa tudi k temu, da so nekateri člani skupine izpostavljeni pritisku, kadar želi skupina dosegati boljše delovne rezultate, posebno pri sistemih nagrajevanja, ki vrednotijo rezultate cele skupine. Zato da bi zmanjšali vpliv omenjenih pomankljivosti skupinskega dela, je pri uvajanju novih organizacijskih pristopov in novih tehnologij posebnega pomena sodelovanje zaposlenih že od vsega začetka. Pri tem je treba izpostaviti in uskladiti običajno zelo različne predstave, želje, potrebe, interese in cilje vseh udeleženih.

2.2 Sodelovanje človek – stroj

V vsakem tehničnem procesu se srečujemo z delom človeka prek vmesnika človek – stroj. Preko tega vmesnika človek vodi potek tehničnega procesa. Kot vmesnik med človekom in strojem lahko štejemo tudi tiste sestavine tehničnega sistema, s pomočjo katerih človek povezuje s tehničnim sistemom svoje dejavnosti za zagon, regulacijo, krmiljenje ali nadzor proizvodnje.

Porast tehnično usmerjene uporabe računalniško podprtih sistemov deluje v različnih razsežnostih na vmesnik človek-stroj in na proces človekovega dela. V diplomski nalogi bomo te razsežnosti kategoriziral na področja avtomatizacije nalog, dinamike sprememb, prepletenosti mrežnih povezav in formalizacije sporazumevanja in odnosov.

Negativni učinki nastopijo predvsem tedaj, ko pri razvijanju tehnologije zanemarimo proces človekovega dela. Stopnja **avtomatizacije nalog** gre velikokrat čez tisto mero, ki še lahko opazno prispeva k racionalizaciji proizvodnje. Na področju izdelave pa to vpliva na dejavnosti strokovnega delavca tako, da ga zelo oddalji od dejanskega obdelovalnega procesa. Človekova navodila za krmiljenje se tako shranijo na računalniku in izvedejo s časovnim zamikom brez možnosti povratne povezave. Delovni proces postane tako posebej za izkušenega strokovnega delavca nepregleden. Zaradi tega ne more več uporabljati in obnavljati izkušenj o poteku procesa in o elementih procesa, ker na proces, ki poteka avtomatično, ne more več vplivati (IJS, DP-8038, 2003).

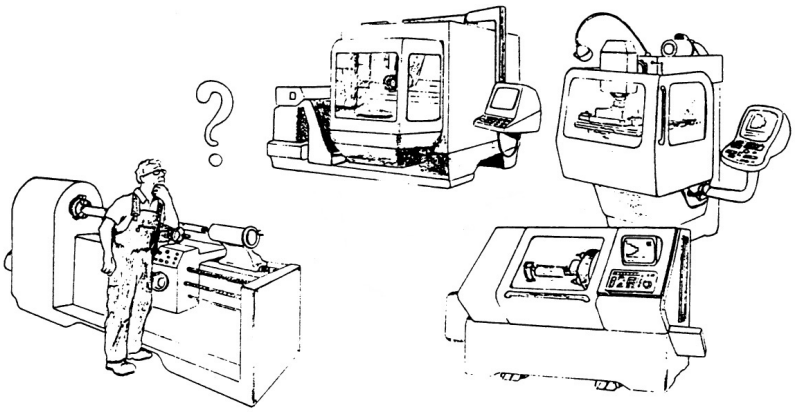


Slika 1: Povečanje stopnje avtomatizacije dela

Zmanjšana je tudi možnost, da človek neposredno in ustvarjalno vpliva na potek dela, pri čemer uporabi svoje (včasih skrite) rokodelske ali umetniške sposobnosti (na Sliki 1 sta prikazani ročno vodena stružnica in popolnoma avtomatsko vodena stružnica). Veliko delavk in delavcev izvaja podobne aktivnosti, ki so v bistvu omejene na delo z računalniško tipkovnico. Taki spremembi dela iz prejšnjih dejavnosti kot so načrtovanje, montiranje in sestavljanje, na dejavnosti krmiljenje,

kontroliranje in načrtovanje označujemo z besedo »informatizacija dela«. Ker je ta spekter dejavnosti v primerjavi z raznovrstnostjo človeških sposobnosti zelo omejen, so logične posledice monotonost, odtujenost od proizvoda in izguba predstave o dejanskem stanju.

Dinamika sprememb ali hitrost spreminjanja tehničnih in organizacijskih potekov dela pogosto preseže obvladljivost in preobremeni inovacijske sposobnosti podjetja, posebno takrat, ko vpeljemo tehnično inovacijo brez smiselnega prilagajanja na organizacijske in izobraževalne inovacije (na Sliki 2 je prikazana pretirana vpeljava inovacij v delovni proces, pri čemer uporabnik ne sledi spremembam v načinu dela – dinamiki sprememb tehnologije).

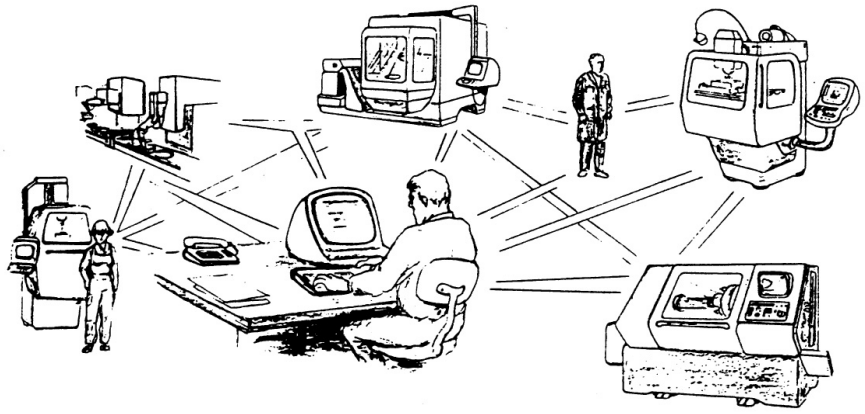


Slika 2: Dinamika sprememb tehnologije

V vedno krajših razmakih prihajajo na tržišče novi in zmogljivejši sistemi. To se ne navezuje le na računalniške komponente, ampak tudi na medije za shranjevanje podatkov in programsko opremo. Pri veliko ljudeh je zaradi te naraščajoče dinamike sprememb zaznati nemir in negotovost. Ljudje imajo občutek, da njihovo zanje nenehno zaostaja za naraščajočimi potrebami, in dvomijo v svoje sposobnosti, da bodo to zaostajanje sploh kdaj presegli. Posebno starejši delavci se kljub nadaljnjim poklicnim usposabljanjem počutijo (vsaj) deloma nesposobne držati korak s tehničnim razvojem. Zato se vdajo v usodo in obupajo nad delom, odpovejo jim čustva ali pa prepustijo zanimiva, obetavna delovna mesta mlajšim.

Posebno v srednje velikih podjetjih v zadnjem času opažajo, da se ne morejo odpovedati dolgoletnim izkušnjam starejših delavk in delavcev. Zato mora biti prav dinamika sprememb pri načrtovanju vmesnika človek – stroj prilagojena sposobnostim učenja (tudi starejšega) delavca. Le s človekovim delom lahko tehnične novosti postanejo tudi inovacije, ki pozitivno delujejo na poslovanje celotnega podjetja. Če pa kvalificirani delavci odklanjajo nove tehnologije, ker so spremembe v teh tehnologijah prehitre in ker se jim zdijo neobvladljive, je uspeh inovacijskih ukrepov ogrožen in lahko celo inovacijska sposobnost celotnega podjetja upade.

Vse večja **prepletenost mrežnih povezav** zveča zapletenost, nepreglednost in pogostost napak celotnega sistema. Povezovanje različnih računalnikov in strojev v informacijsko mrežo, kot je prikazana na Sliki 3, omogoča velike možnosti izmenjave podatkov in informacij.



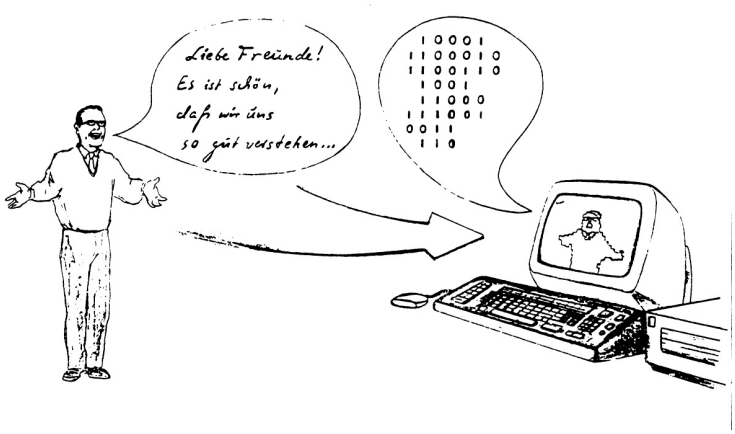
Slika 3: Prepletenost mrežnih povezav

Lahko pa to tehnologijo uporabimo tudi za nadzor in kontrolo zaposlenih ali pa s tem omejimo sporazumevanje med ljudmi. Omreženje takó poveča psihični pritisk na delavke in delavce in ogrozi njihovo potrebo po samostojnosti in določanju svojega delovnega takta. Določena minimalna stopnja samostojnosti zaposlenih pa je pogoj za odgovorno reševanje delovnih izzivov. Omreženje pa prinese s seboj tudi strah, da z zahtevno (zamreženo) tehnologijo izveden vmesnik med človekom in strojem ne bo več omogočal delavcu dovolj neposrednega dostopa do tehničnega procesa. Zaradi medsebojnih odvisnosti, omejene raznolikosti podatkov in možnosti njihove hitre

izmenjave (celo po vsem svetu) postajajo sodobna računalniška oziroma informacijska omrežja vse bolj ranljiva in nestabilna. Tovrstna občutljivost informacijskih omrežij se kaže skozi vse pogostejše vdore nepooblaščenih oseb v take sisteme.

Splet prepletenih učinkov stopnje avtomatizacije nalog, dinamike sprememb in prepletenosti mrežnih povezav vodi do naraščajoče **formalizacije** potekov dela, načinov ravnanja in postopkov sporazumevanja. Zaradi tega je pogosto zelo težko načrtovati učinkovito povezavo nalog človeka in avtomatiziranih delovnih postopkov. Potreba po večji formalizaciji se pojavlja prav zaradi dejstva, da lahko na računalniku prikažemo le jasno in natančno popisane vidike postopkov dela. Človek se mora zato posloviti od pravil in govornih oblik medčloveške komunikacije in izbrati za strojno obdelavo primerno obliko ukazov, ki se izraža v primernem računalniškem jeziku (Slika 4 kaže na eni strani neformalizirano človeško sporazumevanje, na drugi stani pa formalizirano sporazumevanje, ki poteka v računalniškem omrežju). Na področju obdelave predstavlja primer take formalizacije programiranje orodnih strojev po standardu DIN 66025. Tudi na področju računalniško podprtega krmiljenja delavnic lahko vodi nejasna govorica programa in ukazov do negativnih posledic pri uporabnikih:

- *»Zaradi vedno širšega vgrajenega nabora funkciji občutijo delavci delo s sodobnimi krmilnimi sistemi vedno težje obvladljivo.«*
- *»Tehnologija ne podpira več optimalno procesa učenja uporabnikov.«*
- *»Stik oziroma delo z računalniško tehnologijo lahko deluje za uporabnike odbijajoče.«* (Weck in López, 1991, str.115)



Slika 4: Formalizacija sporazumevanja in odnosov

Ne le pri programiranju, ampak tudi pri različnih posameznih delih računalniško podprte komunikacije med človekom in strojem ter tudi direktne komunikacije med samimi ljudmi nastopa potreba po formalizaciji sporazumevanja in odnosov, prav tako pa tudi zahteva po spremenjenem načinu komunikacijskih navad človeka. Neposredno sporazumevanje med človekom in računalnikom ne dopušča nobene ohlapnosti, pogajanj, nobenih pravih socialnih stikov in je s tem na različne načine pomanjkljivejša od medčloveške komunikacije. Človek, ki dela z računalnikom, ne more uporabljati in konkretizirati svojih družbeno pogojenih pristojnosti za ravnanje. V posameznih primerih vodi takšna situacija celo k težavam pri vračanju človeka v običajne medčloveške čustvene in manj formalne komunikacijske odnose.

2.3 Ekonomika in avtomatizacija

Pri odločitvi, katere dele proizvodnje avtomatizirati, imamo več možnih odgovorov glede na to zakaj, kaj, kako in koliko želimo avtomatizirati. Tehnologija namreč lahko pripomore k večji produktivnosti, izboljšanju kvalitete, večji varnosti za zaposlene, izkoriščanju novih tehnoloških rešitev in pa tudi k zmanjšanju odvisnosti od človeške delovne sile. Ne glede na to, katere od naštetih ciljev želimo doseči, se moramo vedno vprašati, na kakšen način lahko človek in tehnologija prispevata k njihovi uresničitvi. Na podlagi človeških prednosti in slabosti in na podlagi priložnosti in nevarnosti, ki jih prinaša tehnologija, se pri projektih avtomatizacije odločamo o porazdelitvi dela med človekom in strojem.

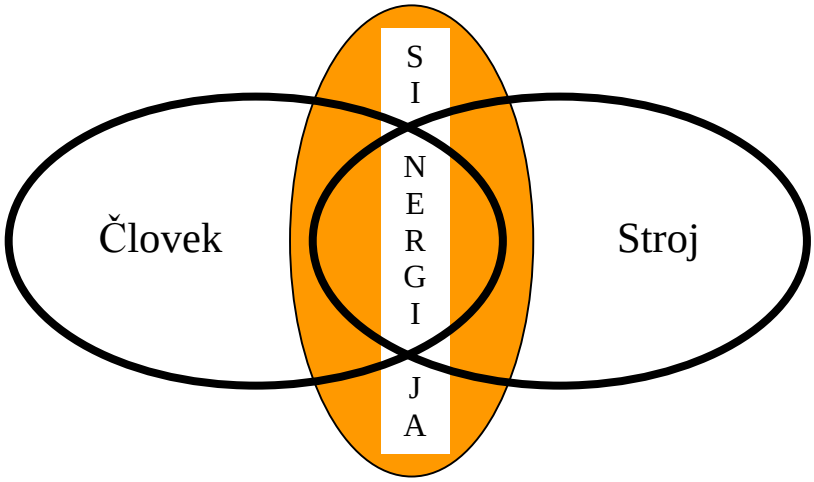
Kadar se odločamo o razdelitvi dela med človekom in tehnologijo na podlagi primerjave stroškov, obravnavamo človeka in tehnologijo v glavnem kot stroškovne faktorje. Ko stane izbor, šolanje in plača človeka manj od nabave ali razvoja tehnološkega sistema, predamo nalogo človeku. V nasprotnem primeru pa se naloga avtomatizira.

Če želimo sistem čim bolj avtomatizirati oziroma skušamo doseči čim višjo stopnjo avtomatizacije, se ponavadi za tem skriva predstava, da je tehnologija zmogljivejša od človeka v hitrosti, zanesljivosti, varnosti in drugi kriterijih dela. Človek nam v

takem sistemu predstavlja motilni faktor, ki se ga moramo znebiti in nadomestiti s tehnologijo. Prepustimo mu le tiste procese, ki jih ni mogoče avtomatizirati.

Ko gledamo pri odločitvi med človekom in strojem na sposobnosti obeh, delo ustrezno razdelimo tako, da najdemo optimalno izkoriščanje zmožnosti človeka in tehnologije. Pri tem pa ne smemo zanemariti njihovih slabosti – pomanjkljivosti in jih moramo pri izbiri ustrezno upoštevati. Človek in tehnologija sta si tu konkurenčna faktorja, ki ju medsebojno lahko nadomeščamo, pri čemer gledamo na učinkovitost enega in drugega.

Nazadnje pa izhajamo iz ugotovitve, da imata tako človek kakor tudi tehnologija različne sposobnosti, ki jih je vredno smiselno uporabljati glede na posamezno situacijo. Človeka in tehnologijo naj bi uporabili na tak način, da lahko vsak od njiju izkoristi svoje posebne sposobnosti takrat, ko situacija to zahteva. Ob tem tehnologije ne obravnavamo več kot tekmeca človeku, katerega naj bi posnemala oziroma po možnosti nadomestila. Nasprotno, človek in tehnologija postaneta sodelavca, ki se medsebojno dopolnjujeta in skupaj uresničujeta cilje (Slika 5 nam kaže sinergijo med človekom in strojem), katerih nobeden od njiju ne bi mogel doseči sam. Da bi tak postopek načrtovanja omogočili, je potrebno skrbno uskladiti sodelovanje človeka in tehnologije.



Slika 5: sodelovanje človeka in stroja

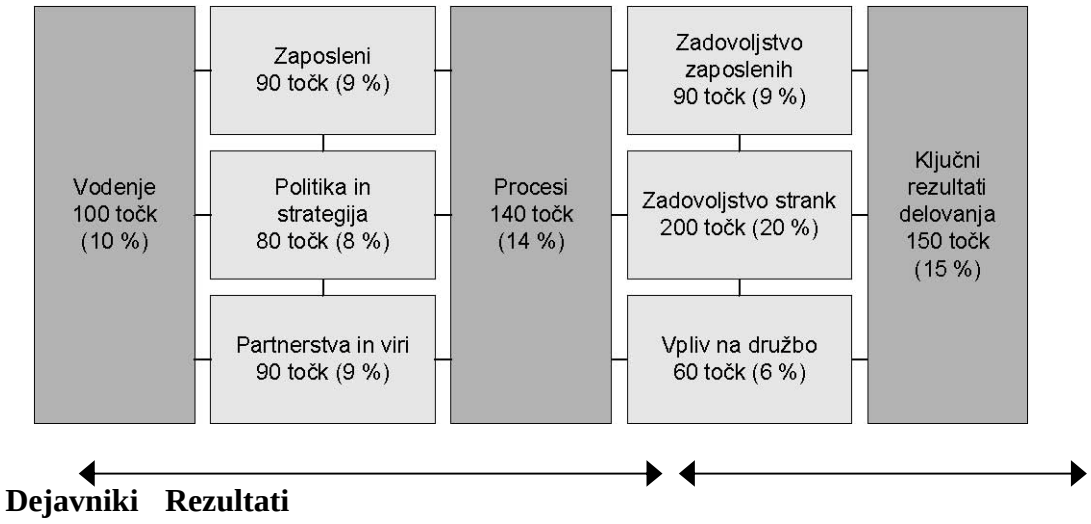
V vodstvih podjetjih se trudijo usmerjati organizacijo tako, da bo dosegala svoje cilje čimbolj učinkovito (MIN – MAX načelo, čim manjši stroški, čim večji učinek) in tako doseči prednost pred konkurenco. Nizka cena proizvoda in visoka učinkovitost proizvodnje vodita do takšne uspešnosti. Vendar pa se je pokazalo tudi to, da je pri doseganju uspešnosti tudi človek izredno pomemben dejavnik in da ga ne gre izločiti iz proizvodnje, kot je to na primer predlagal Ford, s svojo zamislijo o tovarni brez ljudi. Prav zaradi tega se v Evropi vedno bolj uveljavlja evropski model odličnosti ali s kratico EFQM (Slika 6), kjer se štiri merila tičejo prav človeka in družbe. Ta štiri merila so: voditeljstvo, zaposleni, odjemalci in družba.

Tabela 1: Odločitveni kriteriji in slike o človeku in tehnologiji, na podlagi katerih se pri projektih avtomatizacije odločamo o porazdelitvi dela med ljudmi in tehnologijo.

Kriterij za odločanje o stopnji avtomatizacije	**Kriteriju ustrezna slika o človeku**	**Kriteriju ustrezna slika o tehnologiji**
1. Stroški: stroški avtomatizacije in stroški obratovanja naj bodo minimalni	Človeka in tehnologijo smatramo predvsem kot **strošek.**	
2. Maksimalna avtomatizacija: človek naj bo po možnosti izločen iz procesa; vse naloge, ki so tehnično izvedljive, naj bodo avtomatizirane.	Človek je potencialni **moteči faktor**, ki ogroža učinkovitost in varnost procesa.	Tehnologija je **zagotovilo** za učinkovitost in varnost procesov.
3. Primerjava sposobnosti: tehnologija naj nadomesti človeka tam, kjer je bolj učinkovita.	Človek in tehnologija sta **konkurenčna faktorja**, ki se medsebojno nadomeščata glede na učinkovitost.	
4. Prilagodljivost, odvisna od situacije: človek in tehnologija naj bosta uporabljena glede na njune prednosti pri reševanju zahtev delovnega procesa.	Človek in tehnologija sta **dragocena vira**, ki se lahko medsebojno smiselno dopolnjujeta.	

Model EFQM v bistvu pove, da se zadovoljstvo odjemalcev in zaposlenih ter vpliv na družbo dosežeta z izvajanjem dobre (odlične) politike in strategije, skrbnim upravljanjem s sposobnostmi zaposlenih in gospodarnim upravljanjem s partnerstvi in viri ter dobro organiziranimi procesi, kar končno privede do odličnosti v ključnih rezultatih delovanja.

Na sliki je prikazanih devet modulov v modelu poslovne odličnosti EFQM, ki predstavljajo merila za ocenjevanje, kako neka organizacija napreduje v smeri odličnosti. Merila so razvrščena v dejavnike in rezultate. Dejavniki zajemajo tisto, kar organizacija počne, rezultati pa tisto, kar organizacija dosega. Rezultati so posledica dejavnikov. Posameznemu merilu je pripisano največje mogoče število točk, ki ga lahko dodelimo pri ocenjevanju določenega področja.



Slika 6: Evropski model odličnosti EFQM

Človeku prijazna tehnologija doprinese k večji poslovni odličnosti podjetja, saj se z njeno pomočjo doseže večje zadovoljstvo delavcev (zaposleni), ker je (le ta) načrtovana tako, da je za človeka neškodljiva, omogoča izvedljivost delovnih nalog, človek lahko vpliva na potek dela in osebnostni razvoj.

Zadovoljstvo odjemalcev se kaže v primeru, ko je izdelek podjetja tehnologija (podjetje izdeluje človeku prijazno tehnologijo). Tu je prisoten neposreden učinek na odjemalca, po drugi strani pa imamo tudi posreden vpliv na zadovoljstvo odjemalcev, saj ti pri uporabi človeku prijazne tehnologije pripomorejo k temu, da so bolj zadovoljni upravljavci te tehnologije. Ti svoje delo opravljajo bolj vestno, z večjim veseljem in tudi bolj kakovostno. Nenazadnje jih ta tehnologija tudi spodbuja k iskanju izboljšav v samem proizvodnem procesu. Njihovi izdelki in storitve so tako kakovostnejši, zato so tudi odjemalci bolj zadovoljni.

Človeku prijazna tehnologija prispeva tudi k družbeni prijaznosti podjetja in sicer na sledeče načine:

- po kriteriju neškodljivosti, saj taka tehnologija prepreči nesreče pri delu in s tem lahko prihrani družbena sredstva za bolniške in izostanke ter morebitna nadomestila za invalidnost;
- po kriteriju razvoja osebnosti, saj človeku prijazna tehnologija neposredno omogoča osebnostni razvoj zaposlenih. Posamezniki, ki dosegajo rezultate na področju osebnostnega razvoja, imajo večje možnosti za to, da pozitivno prispevajo k razvoju družbe: izpolnjujejo delovne obveznosti, sprejemajo moralne norme, imajo čut za dolžnost, so čustveno uravnovešeni, vzdržujejo dobre socialne stike in ne povzročajo v podjetju in družbi posebnih problemov. (A. Marušič, 2004)

Če strnemo vsa razmišljanja v tem poglavju, vidimo, da je uporaba metod za načrtovanje in vrednotenje človeku prijazne tehnologije upravičena ne samo iz človeških in družbenih razlogov, temveč tudi iz čisto ekonomskih. Antropocentrični sistemi nam namreč nudijo delavcu primerne vmesnike človek – stroj, bolj učinkovito organizacijo dela in s tem omogočajo učinkovitejšo distribucijo delovnih nalog, enostavnejše in bolj fleksibilno načrtovanje tehnologije, visoko motivirane delavce, ki pri delu uporabijo vso svojo ustvarjalnost, saj jih tehnologija ne zatira, ampak jih spodbuja k temu in tako dalje. (J. Černetič, Robotica, 2003)

3. PRISTOPI IN METODE ZA VREDNOTENJE ANTROPOCENTRIČNOSTI

V svetu poznamo že kar nekaj uveljavljenih metod za načrtovanje, planiranje in vrednotenje antropocentričnosti sistemov. Nekatere izmed njih so:

- metoda vzporednega načrtovanja (Dual Design),
- metoda komplementarnega načrtovanja (KOMPASS),
- VEMAS koncept in orodje za vrednotenje,
- simulacija z vključenimi ljudmi. (J. Černetič, 1998)

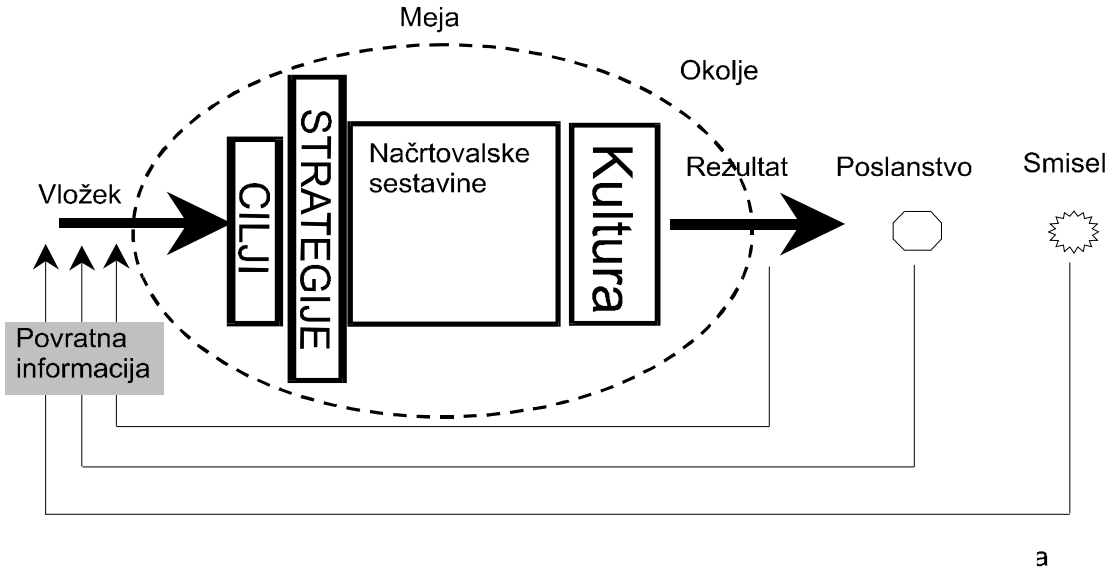
3.1 Osnove metod o antropocentričnosti

3.1.1 Antropocentrični sistemi kot sociotehnični sistemi – OSTO

Sodobno industrijo vse bolj zaznamuje uvajanje sodobnih tehnologij, npr. avtomatizacija proizvodnje, računalniško podprta informacijska in sodelovalna omrežja, multimedijske aplikacije v načrtovanju in vodenju proizvodnje. Vendar pa takšni sistemi niso le tehnični sistemi: to so vedno sociotehnični sistemi, ki poleg tehnologije vključujejo tudi ljudi in njihove osebne odnose, stike in naloge, njihova stališča, organizacijske strukture, sodelovanje, itd. Zaradi tega je tukaj na kratko opisana osnovna zamisel takšnega sociotehničnega sistema.

Tako imenovani OSTO pristop lahko uporabljamo za analizo, načrtovanje in nadzor sociotehničnih sistemov. OSTO pomeni 'Odprti SocioTehnični – ekOnomski sistem', kar nakazuje, da odprti sistem sestavljajo družbene, tehnične in ekonomske sestavine. Ta zamisel je zgrajena na teoriji sociotehničnih sistemov, na katero so imeli pomemben vpliv člani londonskega Inštituta za medčloveške odnose, med katere spadata tudi Trist in Emery.

OSTO pristop (prikazan na Sliki 7) je še posebej primeren za velike in zapletene organizacije. Osredotoča se na preučevanje visoko kakovostnih delovnih procesov, ki so med seboj močno povezani. OSTO razume sistem kot živi sistem (odprti kibernetski sistemi). Takšni sistemi vključujejo ljudi skupaj z njihovimi delovnimi in življenjskimi procesi.



Slika 7: Zgradba odprtega sociotehničnega ekonomskega sistema po sistemskem pristopu.

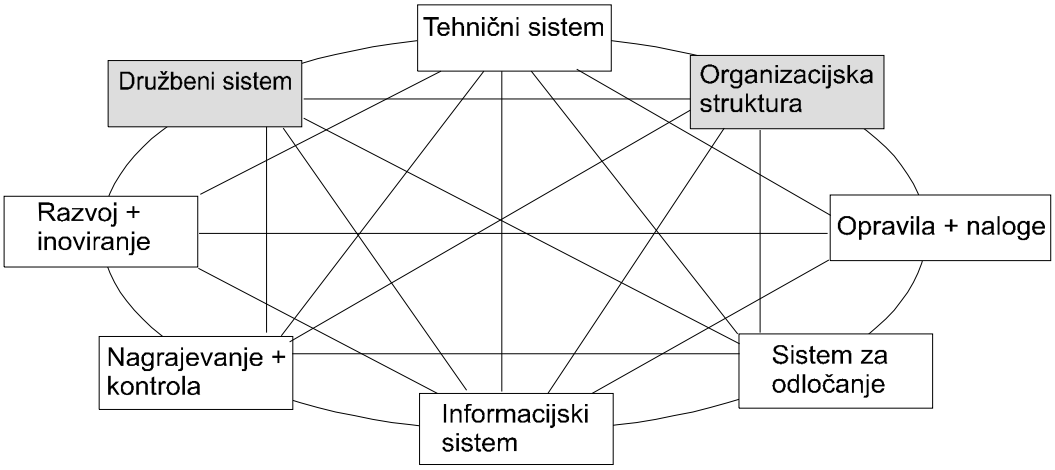
Sistem spreminja *vložek* [input] v *rezultat* [output] skozi proces preoblikovanja. *Poslanstvo* predstavlja razlog za obstoj organizacije, napisano ali nenapisano pogodbo med sistemom in njegovim okoljem. Vsi procesi znotraj sistema postanejo bistveni [core-processes] šele takrat, ko so osredotočeni na poslanstvo. Dolgoročno živi sistem ne more preživeti brez razloga za svoj obstoj ali brez svojih bistvenih procesov.

Še več; za preživetje sistema je nujno, da je smisel sistema naravnan v prihodnost. Samo tako lahko člani organizacije ohranijo motivacijo in se poistovetijo s sistemom. Na tak način lahko sistem ohrani svojo sprejemljivost tudi v širšem družbenem smislu.

Naslednja sestavina kibernetskega sistema so povratne zanke [feedback loops], ki so lahko negativne ali pozitivne [slabilne ali krepilne]. Sistemu omogočajo ravnovesje in ohranitev. V tem smislu je oblikovanje procesov povratnih informacij pomembna vodstvena naloga, ki je namenjena preživetju sistema.
Sistemski rezultat in njegovo vedenje se smatrata za posledico njegove strukture oz. njegovih strukturnih načrtovalskih sestavin (design elements). Te strukturne sestavine lahko razlagamo tudi kot uresničevanje sistemske strategije in ciljev.

3.1.2 Glavne strukturne sestavine organizacije

Osem glavnih strukturnih sestavin sistema (prikazanih na Sliki 8) je povezanih v časovno spreminjajočih se in zapletenih medsebojnih odnosih.



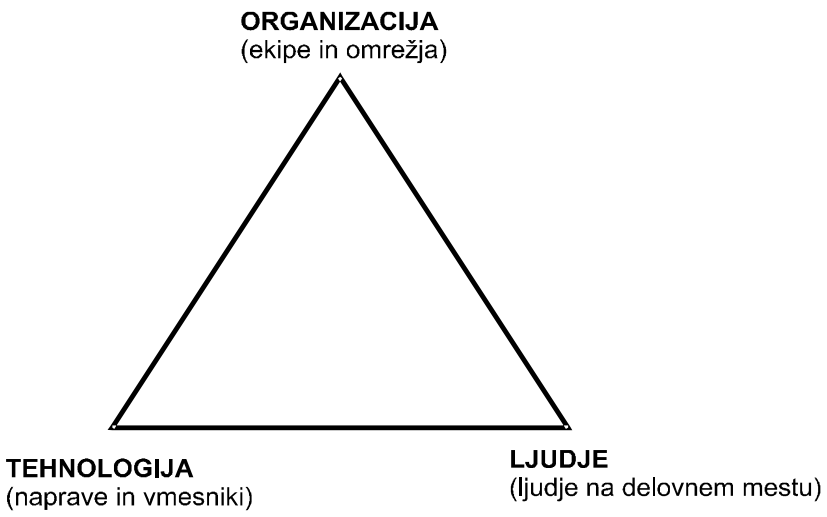
Slika 8: Glavne strukturne sestavine organizacije.

Teh osem glavnih strukturnih sestavin je značilnih za kateri koli sodoben sociotehnični sistem, naj bo v proizvodnem ali storitvenem sektorju; tovarnah, bankah, bolnišnicah, letalskih družbah ali v državni upravi. Nujno jih je treba upoštevati pri načrtovanju ali proučevanju takšnih sistemov. Tako predstavljajo osnovne pojme, ki jih potrebujemo za konkretno opisovanje antropocentričnih sistemov, kot so bili v zadnjih letih razviti in uporabljeni v Evropi.

3.1.3 Ljudje, tehnologija in organizacija

Od osmih glavih strukturnih sestavin organizacije so tri; tehnični sistem - **tehnologija**, družbeni sistem - **ljudje** in organizacijska struktura - **organizacija** najbolj pomembne pri opisovanju sociotehničnih sistemov. Ti trije izrazi, tehnologija, ljudje in organizacija, se na široko uporabljajo za razumevanje obnašanja takšnih sistemov. Vendar se moramo zavedati, da so te tri sestavine umeščene v mrežo zapletenih povezav in vplivanja vseh osmih strukturnih sestavin. Brez odvečnega poenostavljanja lahko trdimo, da te tri strukturne sestavine (tehnologija, ljudje in organizacija, ki so prikazane na Sliki 9) predstavljajo bistvo, saj so najbolj pomembne za vse strokovne dejavnosti znotraj katerega koli proizvodnega sistema, pa naj zadeva individualno delo, sodelovanje v skupinah ali mrežah itd. Te tri sestavine imajo več razsežnosti:

pojem '**ljudje**' se nanaša na razsežnost delovnega mesta: posamezni delojemalec in njegovo (njeno) delovno okolje;
pojem '**organizacija**' se nanaša na razsežnosti delovnih skupin (groupwork) in omrežij (network);
pojem '**tehnologija**' se nanaša na vse tri razsežnosti posameznega delovnega mesta, skupinskega dela in omrežij.



Slika 9: Povezava ključnih sestavin sociotehničnega sistema: ljudje, organizacija, tehnologija.

Takšen pristop vodi k opredelitvi različnih vrst tehnologije glede na obravnavane tri razsežnosti – različna funkcionalnost, različni vmesniki (interface) itd. Naj naštejemo vsaj nekaj vidikov:

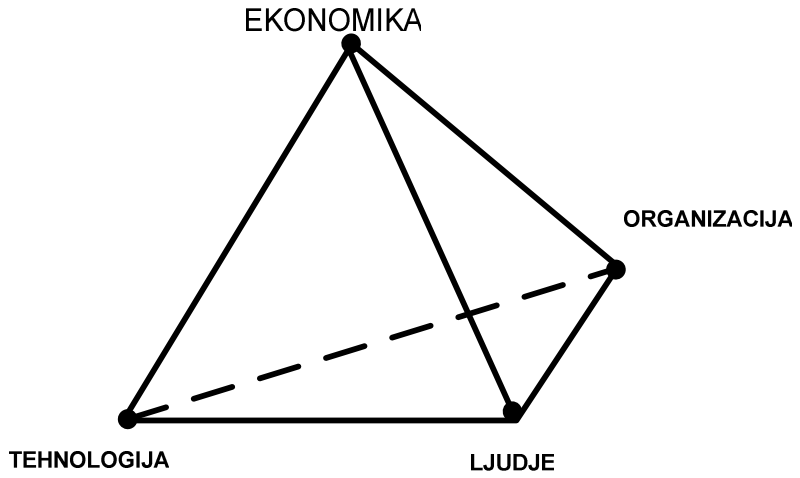
Tehnologija delovnega mesta zadeva sistem človek – stroj v njegovem ožjem pomenu. Tako naj bi bila na primer tehnologija oblikovana tako, da bi podpirala delavčevo znanje in spretnosti.

Tehnologija skupine pomeni na primer postavitev naprav na način, ki omogoča delo v skupini. Lahko vključuje primerne naprave za rokovanje in robote ter programsko opremo za podporo načrtovanju in razporejanju delovnih nalog (scheduling), ki se izvaja v okviru skupine.

Tehnologija omrežij (networks) v glavnem pomeni informacijsko – tehnološko podprto informiranje, komuniciranje. Ta tehnologija omogoča decentralizirano prilagojeno zgradbo organizacij, ki podpira in krepi samostojnost (avtonomijo) skupine znotraj večjih sistemov. Sestavine te tehnologije vključujejo tudi prevoz dobrin in ljudi.

Vsekakor je pomembno, da opazujemo delovna mesta posameznih zaposlenih tako v okviru delovne skupine kot tudi v okviru omrežij. Na ta način upoštevamo različne vidike sistema. Dodatno moramo upoštevati tudi družbeno problematiko in problematiko (naravnega) okolja: proizvodni sistem lahko upravičeno smatramo kot 'antropocentričnega', če so učinki tako delovnega procesa kot tudi njegovi izdelki sprejemljivi za družbeno in naravno okolje.

Nazadnje pa moramo pri tem pristopu upoštevati tudi vidik ekonomike, ki je nenazadnje tudi najbolj pomemben in ključni faktor za uspešno poslovanje podjetja. Zato lahko sliko, ki prikazuje trikotnik »Ljudje – tehnologija – organizacija«, dopolnimo tako, da ji dodamo še tretjo razsežnost, ki je na vrhu vsega in na ta način dobimo tetraedrično povezavo (Sliki 10) »Ljudje – tehnologija - organizacija – ekonomika«.



Slika 10: Povezava ključnih sestavin ekonomskega sociotehničnega sistema: ljudje, organizacija, tehnologija

3.1.4 Tri razsežnosti antropocentričnih sistemov: delovno mesto, delovna skupina in omrežja

Kot je bilo že omenjeno v prejšnjem poglavju, lahko antropocentrične sisteme preučujemo v treh različnih razsežnostih: delovnem mestu, delovni skupini in omrežjih.

Prva razsežnost: delovno mesto

Prva od treh omenjenih dimenzij zadeva ljudi: posameznega delavca (zaposlenega) ter njegovo/ njeno delovno okolje in delovno mesto. Delovno mesto lahko razumemo kot sistem človek – stroj v njegovem ožjem pomenu. Obstajajo določeni pogoji, ki morajo biti izpolnjeni, da lahko delovno mesto imenujemo 'antropocentrično'. Ti pogoji so bili osnova za več evropskih raziskovalno razvojnih programov, ki so bili namenjeni izboljšanju delovnih pogojev in humanizaciji dela. Še posebej pomembni so ti pogoji za ženske, ki naj bi bile enakopraven del delovne sile.

Delovno mesto naj bi bilo načrtovano tako, da omogoča dejansko uporabo tehnološkega sistema. To je sicer slišati preprosto, vendar je veliko tehničnih sistemov načrtovanih brez zadostnega upoštevanja bodočih uporabnikov. Tako so na primer naprave za vodenje pri nekaterih kompleksnih procesih (npr. elektrarne,

kemične tovarne …) postavljene tako, da je nemogoče vzporedno opazovati številčne vrednosti, ki odgovarjajo določenim parametrom procesa. Zaradi tega si operater procesa ne more ustvariti ustreznega miselnega modela procesa, ki poteka. Dejansko ne more nadzirati procesa. Drugi taki primeri zadevajo signale, ki so povezani z določenimi nalogami, pod pragom človeške zaznave ali pa primer, da je čas, ki je na voljo za odločanje (npr. v primeru nezgode), krajši kot človeški reakcijski čas. Upoštevanje teh vidikov pomeni vključevanje potencialnih uporabnikov v proces načrtovanja sistema že v njegovi zelo zgodnji fazi.

Zavarovati je treba zdravje uporabnikov. Ta vidik vključuje osnovne predpostavke ergonomije, vključno s fizično varnostjo uporabnikov (npr. nevarnost poškodbe ali celo bolezni, smrti zaradi izpostavljenosti strupenim kemikalijam in hlapom) ter izogibanje poškodbam oči, izjemnim psihičnim obremenitvam ali okvaram drže zaradi intenzivnega dela z računalnikom.

Izogibati se je treba psihičnemu in fizičnemu stresu, ki ju lahko povzroči preobremenitev ali enolične in ponavljajoče se naloge s kratkim ciklom ponavljanja. Zaradi tega bi morali uporabnikom dovoliti, da, kolikor je mogoče, sami načrtujejo svoj delovni čas, vključno s časom za počitek. Delovno mesto bi moralo omogočati delavcem, da nadzorujejo stres, npr. tako, da se jim omogoči gibanje in aktivno rokovanje s predmeti. Nadalje je treba omogočiti medčloveško sporazumevanje ter ustvarjanje družabnih vezi. Veliko delovnih mest v industriji ne ustreza zahtevam tega vidika antropocentričnih sistemov. Delavci so 'ujeti' v delovni proces, kjer tehnologija in njen ritem 'vladata' ljudem.

Najbolj zapleten vidik človeškega dela upošteva notranjo potrebo ljudi, da se osebnostno razvijajo in da skozi svoje delo občutijo izziv, motivacijo, uspeh in zadovoljstvo. Ta vidik vključuje tudi uporabo delavčevega skritega znanja [tacit knowledge], izkušenj, bistroumnosti, ustvarjalnosti in spretnosti, ki se jih ne da spremeniti v besede ali enačbe. Nadalje je treba skozi delo uporabiti sposobnost človeškega presojanja, ki mora biti podprto s preglednostjo tako sistema kot tudi procesov. Pomembnost tega vidika je še posebej očitna pri ljudeh, ki ustvarjajo umetniška dela (npr. skulpture ali slike) ali nastopajo kot glasbeniki ali igralci. Nadaljnji vidiki vključujejo sposobnost prevzemanja odgovornosti za proizvodni

proces, samostojnega odločanja in načrtovanja, operaterjev nadzor proizvodnje, načrtovanje dela v kosovni proizvodnji in prilagodljivost pri postopkih vodenja. Vključevalo naj bi tudi sistemski nadzor skozi vpliv družbe. Ponuditi bi bilo treba možnosti za nadaljnje izobraževanje in napredovanje. Zato naj bo tehnologija oblikovana tako, da nudi 'orodja' za podporo delavčevi spretnosti in bistroumnosti ter da omogoča nadzor nad kakovostjo izdelka. Delavec pričakuje, da bo sodeloval pri inovaciji izdelka ali procesa ter da bo prispeval k reševanju problemov, ki se pojavijo v proizvodnem procesu. Ti problemi so lahko okvare strojev, izguba produktivnosti, nevarnosti za življenje in zdravje ljudi, itd.

V sodobnih družbah je kot pomembna sestavina opazna tudi želja po opravljanju smiselnega, ustrezno nagrajenega dela, ki hkrati upošteva tudi enkratnost posamezne osebe. Napredna družba računa na ljudi, ki želijo z lastnim delom prispevati k boljšim delovnim in življenjskim pogojem. Vendar je treba te vidike primerjati s pričakovanji in sposobnostmi delavcev, ki naj bi zasedli določeno delovno mesto. Primerjati je treba zahtevnost dela in delavčevo usposobljenost, da bi se izognili preobremenjenosti. Zaradi novih izzivov in rastočih zahtev po visoko kakovostnem delu se lahko poveča stres. Potrebno je stalno opazovanje in pogajanje o delovnih pogojih. Vendar širše možnosti človeškega delovnega udejstvovanja omogočajo lažjo izravnavo negativnih posledic dela, kadar je to polno izzivov.

Ti vidiki so bili razviti z namenom, da se olajša načrtovanje človeku prijaznega delovnega mesta in jih lahko opazimo v vseh obravnavanih primerih.

Do te točke se različni vidiki nanašajo na posameznega delavca. Poleg teh vidikov je treba kot vidik človeku prijaznih sistemov upoštevati tudi sodelovanje v skupinah. Zaradi tega je skupinsko delo druga od obravnavanih razsežnosti.

Druga razsežnost: delovna skupina

Druga razsežnost se nanaša na organizacijo dela oziroma na skupino delavcev, ki sodelujejo pri isti nalogi. Delovna skupina je postala pomembna sestavina vseh poskusov vzpostavljanja človeku prijaznejših sistemov. Ta zamisel v veliki meri

temelji na običajnem proizvodnem modelu obrtne (mojstrske) delavnice. Delovna skupina v sodobni industriji do določene mere sledi temu običajnemu modelu.

Skozi delovno skupino je delo v proizvodni celici lahko tako organizirano, da nudi dobro opredeljeno in pestro okolje. Proizvodnja je osredotočena na en glavni tip izdelka ali na majhno skupino sorodnih izdelkov. Različne spretnosti, potrebne za izdelavo končnega izdelka, najdemo med zaposlenimi v skupini na različnih strokovnih ravneh. Delajo kot skupina. Njihove naloge vključujejo načrtovanje in razporejanje dela, nadzor kakovosti in rezultatov dela, včasih celo nabavo surovin in dostavo končnih izdelkov. Za posameznega delavca znotraj delovne skupine razširitev obsega dela lahko vodi do obogatitve in razširitve dela. Ta proces podpira menjava del med člani skupine. Skupina ima lahko 'vodjo skupine', ki je lahko 'mojster' ali preddelavec. Tako vodi uvajanje skupinske tehnologije do sprememb v dosedanji organizacijski piramidi. Nekatere od nalog, ki so bile prej v pristojnosti vodstva ali neproizvodnega osebja, lahko prevzame sama delovna skupina.

Povezovanje novih tehnologij in skupinskega dela vodi do novih zamisli preoblikovanja podjetja v smeri decentralizirane zgradbe. Vključuje zamisel proizvodnje z deloma samostojnimi skupinami. Poleg tega lahko te povezovalne zamisli zajemajo ukinjanje organizacijskih preprek in delitev. Zato lahko skozi decentralizacijo dosežemo najpomembnejši cilj: izboljšati prilagodljivost proizvodnje.

Pri uvajanju sodobnih tehnologij pogosto narašča potreba, da na proizvodno osebje gledamo skozi novo vizijo dela: usposobljeni proizvodni delavci nadzirajo visoko zahtevna strojna orodja in sodelujejo z drugimi skupinami v proizvodni dvorani v okviru celega omrežja delovnih skupin. Ti operaterji potrebujejo računalniško informacijsko podporo. Eno izmed programskih orodij, ki ga lahko ponudimo takemu delavcu, bi lahko omogočalo, da delavec v posebni podatkovni bazi beleži vse aktivnosti, ki so potrebne za izvedbo določene proizvodne naloge, npr. struženje nekega zahtevnega izdelka v več korakih z zaporedno uporabo večjega števila posebnih obdelovalnih orodij. Ti podatki so potem na razpolago delavcu in njegovi delovni skupini za uporabo v prihodnje, če bi bilo treba izdelati enak ali podoben izdelek. Osnovna sestavina tega orodja je tako imenovani obrazec. Na zaslonu ponuja drevesno organizirano strukturo, ki jo lahko uporabnik deloma sam organizira

in izpolni. Obrazec opisuje vse aktivnosti, ki jih mora izvesti uporabnik pri izpolnjevanju določene delovne naloge. Drevo aktivnosti se lahko reorganizira z uporabo urejevalnika obrazcev. Dodatno se lahko urejevalnik obrazcev uporabi za zadovoljevanje informacijskih potreb posameznih delavcev, s tem da omogoča vzporedno obravnavo različnih vzorcev, ki so jih ustvarili posamezni delavci znotraj skupine. To orodje lahko pripomore k izboljšanju in podpori dela, večji spretnosti in presoji delavcev, kot tudi k boljšim družbenim stikom in sodelovanju znotraj delovne skupine. Podobna orodja so dandanes že komercialno dostopna.

Tretja razsežnost: omrežja

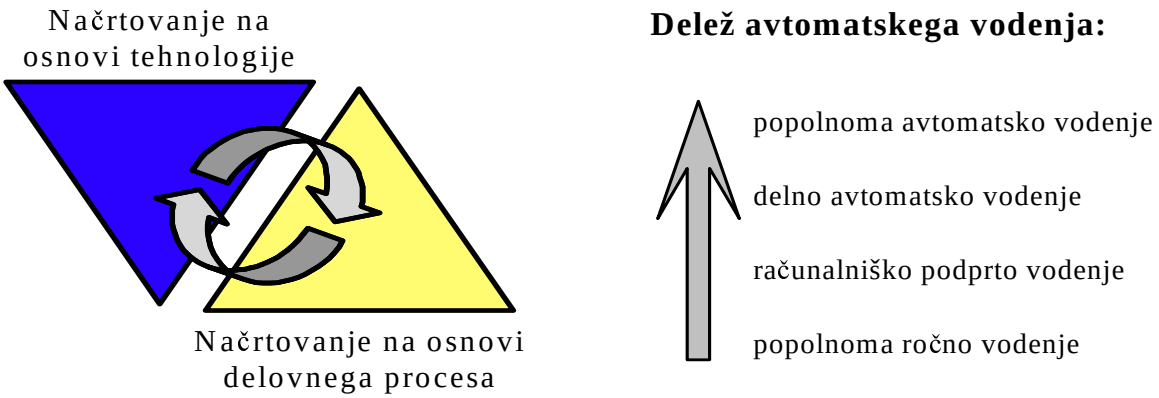
Tretja razsežnost je vzpostavljanje organizacijskih omrežij med skupinami znotraj podjetja ali med podjetji. Danes lahko opazujemo takšna zapletena omrežja povsod po svetu. Informacijske povezave so glavno sredstvo tehnološke podpore. Te povezave vključujejo sredstva neformalnih in osebnih komunikacij. Vendar pa takšna omrežja potrebujejo učinkovit in varen promet dobrin ter ljudi. Zaradi tega zamisel antropocentrične tehnologije vključuje dobro načrtovan sistem komunikacij in prometa.

Industrijski razvoj je v zadnjem času pokazal, da spremembe na delovnem mestu in v delovnem življenju pogosto vodijo do pomembnih izboljšav, ki jih občutijo zaposleni delavci. Veliko nezdravih in nevarnih del je bilo odpravljenih v vseh industrializiranih državah, delo v skupinah in decentralizacija se uvajata na mnogih področjih industrije, avtomatizacija pa je delavce rešila velikih bremen. Na drugi strani pa prihaja v svetovnem merilu do zaskrbljujoče hitrega izginjanja delovnih mest.

4. METODA VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA (DUAL DESIGN)

4.1 Razvoj in uporaba metode vzporednega načrtovanja

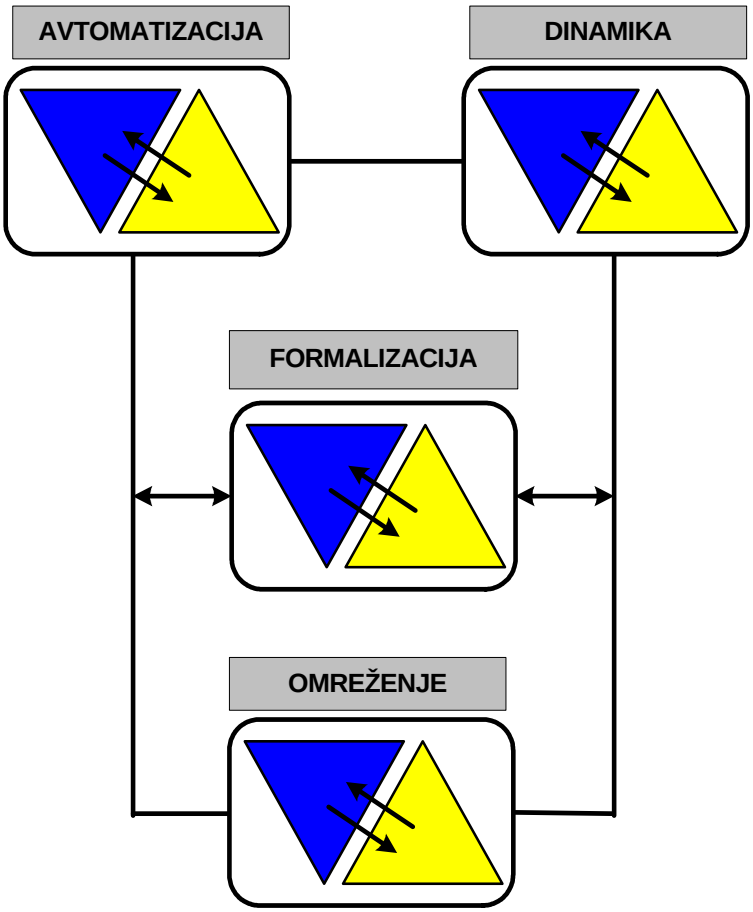
Metoda vzporednega načrtovanja je eden od uveljavljenih antropocentričnih pristopov za analizo, vrednotenje in načrtovanje avtomatiziranih sistemov. Nastal je na Tehniški univerzi v Aachenu, Nemčija, in sicer na Katedri za informatiko v strojništvu. Metoda se imenuje vzporedno načrtovanje, ker pristop vsebuje istočasno dva načina pristopa načrtovanja, ki potekata vzporedno (Slika 11). Prvi izhaja iz tehnologije, drugi pa iz organizacije dela. Pri prvem pristopu razvijalci, ki so ponavadi avtomatiki, najprej načrtujejo tehnologijo, kateri se kasneje prilagodita organizacija dela in uporaba človeških virov.



Slika 11: Shema vzporednega načrtovanja, dva vzporedna načina načrtovanja

Drugi pristop pa temelji na organizaciji dela, razvoju organizacije in upoštevanju sposobnosti uporabnikov. Pri tem razvoju sodelujejo tudi psihologi, sociologi in strokovnjaki za organizacijo dela. Puščice med trikotnikoma na Sliki 11 prikazujejo stalno preverjanje in usklajevanje med tema dvema načinoma načrtovanja. Eden od ciljev tega pristopa je iskanje optimalne stopnje avtomatizacije, ki najbolj ustreza dani tehnologiji, zaposlenim in organizaciji dela.

Metoda vzporednega načrtovanja ima štiri vidike, po katerih vrednotimo antropocentričnost oziroma uporabniško prijaznost opazovanega sistema (povezanost vidikov prikazuje Slika 12). Določanje stopnje avtomatizacije nalog je prvi vidik v tem pristopu. Pri bolj zapletenih in kompleksnih sistemih pa moramo uporabiti razširjen pristop načrtovanja, saj so sodobni tehnološki sistemi običajno povezani v mrežo. Zato rabimo še drugi kriterij – stopnjo mrežnih povezav. Ker se dandanes tehnologija hitro spreminja in ker ljudje s težavo sledijo tem spremembam, je treba pri razširjenem pristopu upoštevati tudi primerno stopnjo dinamike sprememb tehnologije. Tudi četrti vidik to je formalizacija sporazumevanja in odnosov, je pomemben pri kompleksnih tehnoloških sistemih, izhaja pa iz dejstva, da smo ljudje najbolj navajeni neformalnega sporazumevanja. Odnos človek-računalnik in računalnik-računalnik pa je zaradi večje avtomatizacije nalog, večje stopnje mrežnih povezav in hitrih sprememb tehnologije vse bolj formaliziran.



Slika 12: Povezanost vidikov

4.2 Glavna zamisel pristopa vzporednega načrtovanja

4.2.1 Znanstvene osnove za načrtovanje dela

V tem poglavju so našteti zahteve in cilji načrtovanja, ki izhajajo iz:

- znanstvenih ugotovitev o strokovnemu delavcu ustreznem delu,
- analize posebnih sposobnosti in potreb strokovnih delavcev v proizvodnji z mehansko obdelavo in
- novih zahtev za organizacijo dela na osnovi skupinskega dela in organizacije dela na osnovi »proizvodnih otokov«.

V znanstvenih diskusijah človeku ustreznega načrtovanja dela je v zadnjih letih doseženo soglasje glede štirih ravni za vrednotenje delovnih procesov: izvedljivost, neškodljivost, svoboda vplivanja in osebnostni razvoj.

Izvedljivost pomeni, da je človek, ki je seznanjen s svojo delovno nalogo, telesno in duševno sposoben izvesti delo s pomočjo razpoložljivih pripomočkov. Pri tem je treba predvsem zagotoviti, da so izpolnjeni fiziološki in antropometrični pogoji za izvajanje delovne naloge. Na primer: izvedljivost ni zagotovljena, kadar zahtevamo od človeka, da reagira hitreje, kakor znaša povprečna človeška hitrost reagiranja. Drugi primer neizvedljivosti imamo v primeru, kadar naj bi človek istočasno nadziral dvoje različnih informaciji iz nadzornega prikaza, od katerih je ena od informacij izven človekovega vidnega polja. Pojem izvedljivosti lahko poleg zagotovitve tehnične funkcionalnosti in prilagojenosti tehnologije na povprečne fiziološke sposobnosti in antropometrične danosti človeka (standard DIN 33400 – 33407) vsebuje tudi sposobnosti in znanja zaposlenih, ki delajo s tehnologijo.

Neškodljivost pomeni, da se pri izvajanju delovne naloge ne pojavljajo zdravju škodljivi vplivi na zaposlenega, niti da bi pri dolgoletnem izvajanju določenih dejavnosti nastopile telesne ali psihične poškodbe. Neškodljivost je torej dosežena takrat, kadar se lahko človek v svojem prostem času odpočije od obremenitev,

nastalih med delom. Glede na to merilo ocenjevanja je prav tehnologija avtomatizacije prinesla številne izboljšave, na primer v tem smislu, da delavcem ni treba več dvigovati težkih obdelovancev, oziroma da delavci niso več izpostavljeni strupenim izparinam. Na drugi strani pa nastopajo nevarnosti za delavca tudi pri povečani uporabi avtomatizacije. Tako lahko nastanejo zaradi uporabe računalniških zaslonov na delovnih mestih nove vrste poškodb, kot na primer bolečine v očeh ali poškodbe zaradi neprimerne telesne drže.

Svoboda vplivanja pomeni, da pri delu ne nastopa nadpovprečno velika utrujenost, da se delavci pri delu lahko izognejo monotonosti in škodljivemu stresu in da so na delovnem mestu omogočeni družbeni stiki med delavci. Svoboda vplivanja je dosežena takrat, kadar lahko delavci tako prilagodijo svoje delo oziroma njegov ritem, da pri delu nastale obremenitve v delovnem času tudi sprostijo.

Razvoj osebnosti kot najvišja zahteva za človeku ustrezno delo cilja po eni strani na možnosti učenja in zbiranje izkušenj, prav tako pa tudi na razvijanje in uresničevanje človekovih lastnih zamisli in predstav o delu. Na drugi strani spada v to kategorijo tudi razvijanje družabnih lastnosti človeka, na primer skozi možnost, da delavec s svojim delom za druge in v stiku z drugimi ljudmi doseže družbeno koristen prispevek. To pomeni razvoj osebnosti pridobivanje znanja v povezavi z usmeritvami za njegovo praktično uporabo. Človek se tako ne samo nauči izvajati določeno delovno nalogo, temveč je tudi sposoben ustvariti si lastno mnenje o smiselnosti oziroma o nesmiselnosti te naloge. Rezultat dela, ki podpira razvoj osebnosti, je lahko v tem, da delavec koristno uporabi izkušnje iz dela tudi v svojem prostem času.

Taki pristopi načrtovanja tehnologije, ki upoštevajo družbene lastnosti človeka, so globoko utemeljeni v antropologiji, saj upoštevajo človeka kot družbeno bitje. Pri tem je osrednja misel, da človek razvija svojo osebnost skozi sporazumevanje z drugimi ljudmi.

Pri obravnavi sporazumevanja med ljudmi, bodisi neposredno ali pa s posredovanjem tehnologije, moramo zato upoštevati naslednje pomenske soodvisnosti:

- sporazumevanje je bistveno sredstvo za razvoj osebnosti in za oblikovanje človekove identitete; človeka obravnavamo kot bitje, ki je samo zase (brez sporazumevanja z drugimi ljudmi) pomanjkljivo, ker lahko razvija svojo identiteto samo skozi dvosmerno sporazumevanje;
- sporazumevanje je sredstvo medsebojne izmenjave stališč, ki omogoča med ljudmi izmenjavo (ali prikrivanje) zapletenih osebnih in stvarnih informacij s pomočjo razlaganja, povratnih vprašanj ter različnih govornih in tudi nebesednih znakov (govorica telesa);
- sporazumevanje je osnovni pogoj za družbeno in družabno oblikovanje skupin in tudi sredstvo za javno oziroma politično razpravo.

Zaradi nakazanega pomena sporazumevanja naj bi načelno stremeli k temu, da bi načrtovali delo z računalniško podprtimi tehnologijami v smislu zahtev za svobodo vplivanja in za možnosti osebnega razvoja na ta način, da bo tehnologija podpirala **sporazumevanje in sodelovanje**. S tem naj bi se izognili situacijam, ko bi uvajanje novih tehnologij omejevalo sporazumevanje med človekom in strojem.

Ciljni zahtevi »izvedljivost« in »neškodljivost« morata biti izpolnjeni pri katerikoli vrsti dela. Ti zahtevi sta v mnogih podrobnostih vključeni tudi v številne standarde. Na drugi strani pa sta zahtevi za svobodo vplivanja in razvoj osebnosti cilja, h katerima naj bi težili iz vidika zagotavljanja dolgoročne učinkovitosti in humanizacije človekovega dela. Ta dva kriterija lahko izpolnimo le, če ustrezne zahteve upoštevamo že v najzgodnejšem načrtovanju tehnologije.

Za operativno izvedbo naštetih znanstvenih zahtev za načrtovanje dela so strokovnjaki razvili različne postopke, s katerimi si lahko pomagamo pri vrednotenju in načrtovanju konkretnih sistemov dela (Tabela 2).

Vsi v Tabeli 2 navedeni postopki obsegajo analizo oziroma načrtovanje sestave (organizacije) dela. Vendar pa ne dajejo nobenih neposrednih napotkov za načrtovanje tehnologije, ki naj podpira delovanje načrtovanih sistemov dela. Zato pa je to glavna naloga tukaj opisanega pristopa. Prikazana so namreč **priporočila** za razvoj tehnologije in navedeni so **kriteriji** za načrtovanje tehnologije, izpeljani iz znanstvenih osnov o organizaciji dela. Tukaj opisana priporočila in kriterije lahko

potem uporabimo pri postopku razvoja tehnologije s sodelovanjem uporabnikov, ki je prav tako opisan v tem delu.

Tabela 2: Postopki za analizo dela

Naziv	Cilj oziroma področje uporabe postopka
VERA – Verfahren zur Ermittlung von Regulationserfordenissen	Ugotavljanje objektivnih zahtev za uravnavanje delovnih nalog (retrospektivno)
RHIA – Verfahren zur Ermittlung von Regulationshindernissen in der Arbeitstätigkeit	Ugotavljanje zahtevnosti dela in iz tega izhajajočih obremenitev za delavca (retrospektivno)
PAQ/FAA – Position Analysis Questionnaire	Kvantitativni opis delovnih opravil z razgraditvijo na delovne operacije; določanje poklicnih zahtev (retrospektivno)
STA – Subjektive Tätigkeitsanalyse	Pristop na osnovi sodelovanja samih delavcev: primerjava med dejanskim in željenim stanjem omogoči ozaveščanje problemov in uporabo razpoložljivih možnosti za izboljšave (retrospektivno in prospektivno)
Duale ASA – Duale Arbeitssituations - Analyse	Povezava »objektivnega« opisa delovne situacije in subjektivnega zaznavanja (te situacije)
JDS – Job - Diagnostic Survey	Analiza objektivnih razsežnosti dela in njihovega vpliva na psihološko stanje; ugotavljanje motivacijskega potenciala določene dejavnosti (retrospektivno in prospektivno)
TBS – Tätigkeits Bewertungssystem	Analiza, vrednotenje in načrtovanje predvidenih delovnih opravil (prospektivno in retrospektivno)
VEMAS – Verfahren zur prospektiven Bewertung des Prozesses menschlicher Arbeit in der Systemplanung	Izdelava osnutka meril za vrednotenje že v zgodnji fazi razvoja sistema dela (prospektivno in retrospektivno)

4.2.2 Razvoj tehnologije kot iterativni proces s sodelovanjem uporabnikov

Potem ko smo v predhodnih poglavjih oblikovali zahteve za človeku primerno organizacijo dela in analizirali vpliv današnje računalniško podprte tehnologije na delo strokovnih delavcev, bomo v tem poglavju opisali priporočila za načrtovanje tehnologije s sodelovanjem uporabnikov. Takšna priporočila so namreč nujno

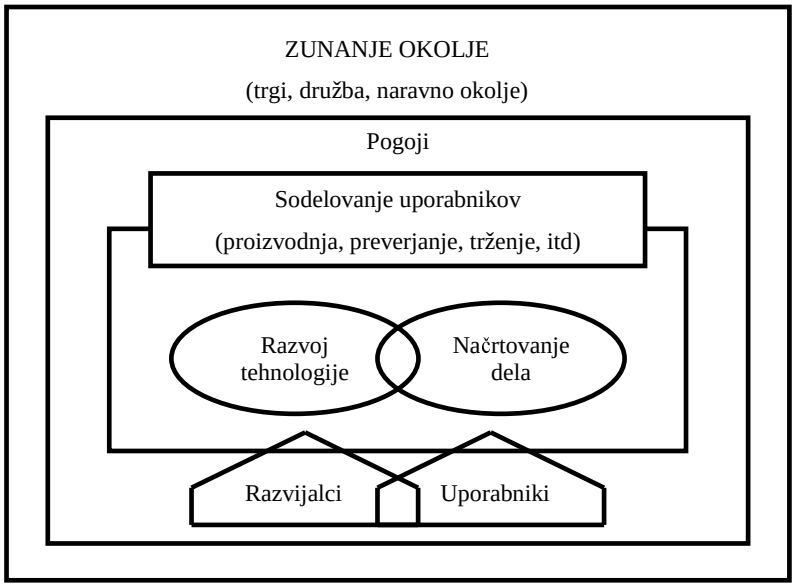
izhodišče za uporabo kriterijev razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja tehnologije. Praksa je pokazala, da je uporaba takšnih kriterijev uspešna samo v primeru, ko lahko uporabniki bodoče tehnologije aktivno sodelujejo pri njenem razvoju in je proces razvoja tehnologije planiran kot iterativen postopek.

V tem poglavju so podani samo napotki za načrtovanje razvoja nove tehnologije, pri katerem je antropocentričnost tehnologije cilj že od samega začetka projekta. Zato moramo uporabnike vključiti že pri načrtovanju tehnologije, saj imajo pogosto veliko znanja o tem, kako bi morala biti določena tehnološka naprava (na primer stružnica) zasnovana, zato da bo lahko služila kot učinkovito sredstvo za izvajanje njihovih delovnih nalog. Na drugi strani pa lahko razvijalci tehnologije prinesejo v postopek razvoja čisto nova načela in zamisli, ki odpirajo uporabnikom nove možnosti za učinkovito delo. Pri razvoju nove tehnologije pa morajo sodelovati tudi druge skupine strokovnjakov, na primer strokovnjaki iz proizvodnje, gospodarski strokovnjaki in zastopniki za trženje.

Bistven cilj razvoja tehnologije mora biti pridobitev učinkovitega orodja, ki bo podpiralo uporabnika pri izvajanju njegovih delovnih nalog. Razvijalec oziroma ponudnik tehnologije se bo dolgoročno lahko obdržal na zahtevnejšem tržišču le takrat, kadar bo lahko uporabnik nove tehnologije vrsto let delal z novo opremo motivirano in učinkovito. Ob poglobljeni analizi zahtev za razvoj človeku prijazne tehnologije postane jasno, da postane razvijalec tehnologije istočasno tudi soustvarjalec sistema (to je organizacije in načinov) dela. Slika 13 ponazarja tukaj opisani pristop razvoja tehnologije.

Doslej je bil obravnavan razvoj tehnologije kot zaporedno tekoč proces, ki se je odvijal v razvojnem oddelku podjetja po fazah: opredelitev naloge, zasnova, načrtovanje in izdelava. Posledica takšnega načina razvoja so bili razmeroma dolgi časi razvoja izdelka. Do tega je prihajalo zato, ker so se lahko začele aktivnosti naslednje faze šele takrat, ko je bilo delo v prejšnji fazi v celoti zaključeno. Na primer načrtovanje proizvodnje se je lahko začelo šele, ko je bilo konstruiranje zaključeno. Če so se potem pri proizvodnji pokazale želje za spremembe v zgradbi tehnologije, je trajalo zopet razmeroma dolgo časa, da je lahko proizvodnja začela planirati izdelavo tehnološkega izdelka s pomočjo spremenjenih konstrukcijskih

podatkov. Ostre razmejitve med oddelki podjetja so tako ovirale učinkovit razvoj tehnološkega izdelka in zaporedne faze razvoja so zahtevale preveč časa.



Slika 13: Sodelovanje uporabnikov in načrtovanje sistema dela kot bistvene sestavine razvoja tehnologije

V novejšem času se pojavlja povečan pritisk tržišč, ki se odraža v povprečnem skrajšanju življenjske dobe izdelkov na skoraj vseh industrijskih področjih. Vzporedno s tem se znižujejo tudi profitne stopnje podjetij, posebno v primerih, ko podjetje pride z izdelkom že na zrelo tržišče, pri čemer so konkurenčni ponudniki že poplačali stroške razvoja izdelka in ga zato lahko ponudijo po nižjih cenah.

Zaradi te situacije iščejo podjetja, dandanes v vse večji meri, metodološke pripomočke, s katerimi bi lahko skrajšali čase razvoja tehnoloških izdelkov in jih s tem hitreje ponudili na tržišče. Takšne nove metode razvoja izdelkov oziroma tehnologije, kot na primer »sočasno inženirstvo«, so vedno bolj zastavljene v obliki iterativnih in celovitih postopkov namesto sekvenčnih postopkov in slonijo večinoma na razvojnih skupinah, ki združujejo strokovnjake iz različnih oddelkov celotnega podjetja. Sočasno inženirstvo označuje vzporedno in celovito obdelavo posameznih faz razvoja izdelka. Te faze so: analiza tržišča in konkurence, konstruiranje, priprava proizvodnje (dela), nabava materiala, izdelava, montaža in uvajanje na trg.

Tak koncept razvoja tehnologije z različnimi oblikami načrtovanja faz in z različnimi udeleženci so uporabili v številnih projektih. Značilno za večino projektov je vzporedno izvajanje faz razvoja tehnologije in sodelovanje projektne skupine, sestavljene iz sodelavcev različnih oddelkov.

4.3 Razvoj tehnologije z uporabo razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja

Pri razvoju človeku prijazne tehnologije morata biti že v zelo zgodnji fazi narejeni smiselna delitev dela med človekom in strojem ter smiselna zgradba vmesnika človek-stroj. V tem primeru obstajajo dobre možnosti za ublažitev negativnih vplivov računalniško podprte tehnologije. Tehnologijo lahko razvijamo kot učinkovito pomagalo pri izvajanju delavčeve naloge. Pri uporabi tehnologije moramo seveda upoštevati tudi področji organizacije dela in usposobljenosti zaposlenih.

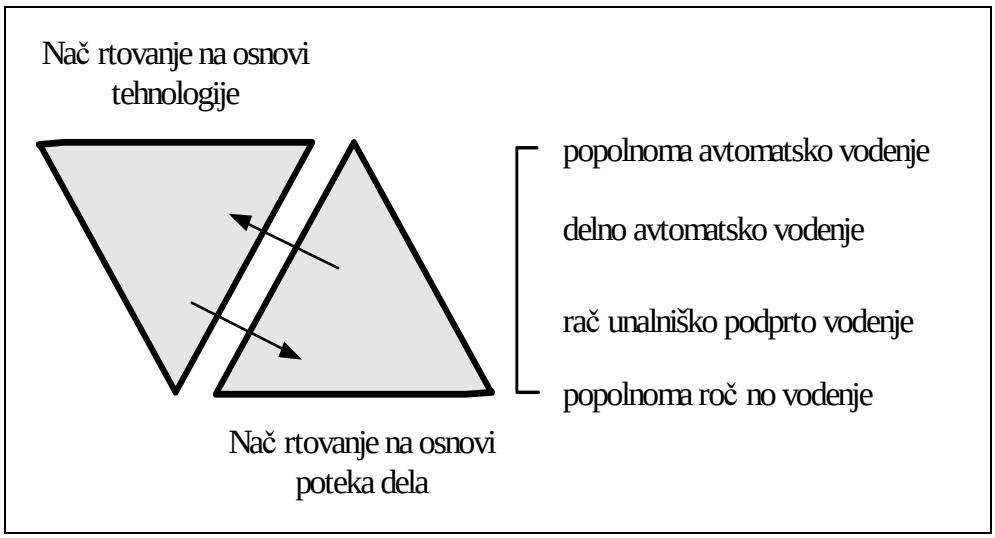
“Pristop vzporednega načrtovanja” lahko uporabimo kot pripomoček za načrtovanje tehnologije, ker že na začetku omogoča upoštevanje vpliva nove tehnologije na delovna mesta. Pristop vzporednega načrtovanja se lahko uporabi v interdisciplinarni razvojni skupini, lahko pa služi tudi posameznim inženirjem kot pripomoček pri razvoju tehnologije.

Celoten postopek pristopa vzporednega načrtovanja temelji na izhodišču, da predstavlja glavno nalogo razvoja tehnologije v osnovi načrtovanje sistema človek – stroj, in to ne glede na predvideno stopnjo avtomatizacije. Princip sistema človek-stroj, ki vedno poleg vhodnih in izhodnih povezav tehničnega procesa upošteva tudi vhodne in izhodne povezave procesa človeškega dela. Od učinkovite vključitve človeškega dela v celoten proces proizvodnje je pri kompleksnih sistemih v vse večji meri odvisno, ali lahko taki sistemi prispevajo k racionalizaciji proizvodnje.

Osnova pristopa vzporednega načrtovanja je v tem, da že na začetku razvoja novega sistema človek-stroj med sabo sooči dva različna pristopa načrtovanja, to je načrtovanje na osnovi tehnologije in načrtovanje na osnovi poteka (organizacije) dela (Slika 14).

Razvoj, izhajajoč iz načrtovanja na osnovi tehnologije, običajno stremi k čim višji stopnji avtomatizacije nalog. Nasprotno pa načrtovanje tehnologije na osnovi poteka dela stremi k čim nižji stopnji avtomatizacije nalog. Za pristop vzporednega načrtovanja pa je glavni cilj razvoj takega tehničnega sistema, ki bo kar najbolj smiselno in učinkovito povezal možnosti, ki jih nudi tehnologija, in pa sposobnosti delavcev. Pri tem načrtovalci primerjajo več variant izvedbe delovnih nalog z različnimi stopnjami možne avtomatizacije ter jih ocenijo po kriterijih smiselnosti in primernosti nalog, njihove tehnične izvedljivosti in celovite gospodarnosti sistema.

Iz pozitivno ocenjenih variant se nato razvijejo tehnično izvedljivi osnutki za sisteme človek-stroj, ki se z vključitvijo bodočih uporabnikov tudi preizkušajo in na novo ocenjujejo.



Slika 14: Princip vzporednega načrtovanja

Pri uporabi prvotnega pristopa vzporednega načrtovanja je postalo jasno, da z omejitvijo obravnave na področje “avtomatizacija nalog” ne moremo upoštevati vseh zapletenih vplivov nove tehnologije oziroma strojev. Razvijalci namreč potrebujejo podrobnejša vodila, na osnovi katerih bi izbirali najprimernejšo stopnjo avtomatizacije nalog.

Za potrebe razvoja tehnologije primerne strokovnemu delavcu je bilo potrebno **Ochterbeckov model pristopa vzporednega načrtovanja** razširiti in ga vključiti v iterativen proces razvoja tehnologije s sodelovanjem uporabnikov. Tako je nastal razširjeni pristop vzporednega načrtovanja. Cilj pri razvoju človeku prijazne tehnologije je doseči primerno stopnjo avtomatizacije nalog, ustrezno dinamiko sprememb ter takšno prepletenost mrežnih povezav in stopnjo formalizacije sporazumevanja in odnosov, ki bodo čim bolje ustrezali sposobnostim bodočih uporabnikov načrtovane tehnologije. Ponavljajoča uporaba osnovnega pristopa vzporednega načrtovanja po korakih glede na vidike avtomatizacije nalog, dinamike sprememb, prepletenosti mrežnih povezav in formalizacije sporazumevanja in odnosov omogoča postopen in obvladljiv razvoj človeku prijazne tehnologije. Pristop je pregledno predstavljen na Sliki 12.

V naslednjem poglavju (3.4) bodo predstavljeni kriteriji razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja, ki so bili povzeti iz prevoda knjige (P.F. Fronnhofen, 1994).

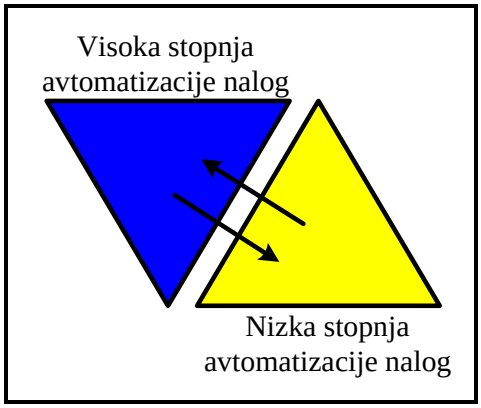
4.4 Opis kriterijev po metodologiji VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA

Metoda vzporednega načrtovanja vsebuje kriterije za analizo, vrednotenje in načrtovanje avtomatiziranih sistemov. Pri tem so upoštevani štirje vidiki, ki omogočajo osredotočenje na stopnjo avtomatizacije nalog, stopnjo dinamike sprememb, stopnjo prepletenosti mrežnih povezav in stopnjo formalizacije sporazumevanja in odnosov.

Prvi sklop kriterijev obravnava najbolj primerno stopnjo avtomatizacije sistema, drugi sklop kriterijev je osredotočen na hitrost sprememb v načinu dela (zaradi posodobljene ali nove tehnologije), tretji sklop kriterijev išče pravšnjo mero medsebojnih povezav, četrti sklop kriterijev pa je namenjen iskanju načina sporazumevanja med delavci, med stroji in med delavci in stroji.

4.4.1 Kriteriji za načrtovanje stopnje avtomatizacije nalog

Pri uporabi razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja primerjamo glede na "**stopnjo avtomatizacije nalog**" ideje in scenarije dobljene iz dveh medseboj nasprotnih pristopov: prvega, ki zagovarja kar najvišjo stopnjo avtomatizacije, in drugega, ki načrtuje tehnologijo na osnovi poteka (organizacije) dela, kot je prikazano na Sliki 15. Pri tej skupini kriterijev lahko razlikujemo med kvantitativno in kvalitativno dimenzijo avtomatizacije. Čeprav se na prvi pogled zdi, da je pri razširjenem pristopu vzporednega načrtovanja v ospredju vprašanje "**Do kakšne stopnje naj bi avtomatizirali?**", postane pri bolj poglobljeni obravnavi hitro jasno, da tega vprašanja ne smemo ločiti od vprašanja "**Kako naj bi avtomatizirali?**". Zato so v nadaljevanju opisani kriteriji, izpeljani na osnovi obeh navedenih vprašanj.



Slika 15: Stopnja avtomatizacije nalog

1. Ergonomija tehnološke opreme

Da bo delo z določeno tehnologijo izvedljivo in neškodljivo, morajo biti najprej izpolnjeni kriteriji, poznani iz ergonomije, ki zagotavljajo prilagoditev tehnologije na fiziološke in antropometrične parametre človeka. Ti kriteriji so tu zajeti pod pojmom ergonomija tehnološke opreme. Posamezni ukrepi za dosego ergonomije tehnološke opreme so na primer:

- okrogli robovi na mestih, kjer se človek lahko zadane,
- pokrovi pri nevarnostih npr. letečih odrezkov ali obdelovancev,

- fotocelice ali dvoročna stikala za vklop/izklop, kjer obstaja možnost, da pride človek s svojimi okončinami v delovno območje stroja,
- zaščitni zaslon pri izjemno močnih virih svetlobe (npr. laser, varilni aparat),
- oblikovanje stolov, miz, vzvodov, zaslonov itd. glede na telesne potrebe in sposobnosti človeka.

Ergonomija tehnološke opreme zajema poleg dejanskih zdravstveno-varstvenih ukrepov tudi ergonomsko načrtovanje tehnologije v smeri boljše izvedljivosti delovne naloge. Za delavca nedosegljiv vzvod ne ogroža samo njegovega zdravja, ampak je tudi "neergonomski" v tem smislu, ker človeka ovira pri izvajanju njegove delovne naloge.

2. Zmanjšanje zdravju škodljivega dela

Glede na vprašanja o stopnji avtomatizacije nalog, ki so tu postavljena v ospredje, je poleg vprašanj o stanju ergonomije pomembno tudi vprašanje o možnih škodljivosti dela. Tako se pojavi kot drugi kriterij zahteva po zmanjšanju zdravju škodljivega dela. V ospredju je predvsem preverjanje, ali je projekt avtomatizacije prispeval k zmanjšanju obremenitev za zdravje v primerjavi s predhodnim ročnim načinom izvajanja nalog.

3. Zmanjšanje emisij, vibracij, hrupa

Če naj bo nova tehnologija z večjo ali manjšo stopnjo avtomatizacije nalog brez škodljivih vplivov, potem niso pomembni le omenjeni ergonomski kriteriji tehnološke opreme, ampak tudi vpliv tehnologije na človeka, ki ga povzročajo plini, sevanje, zvočni valovi ali vibracije.

4. Ločitev človekovega dela od takta stroja

Delno avtomatizirana tehnologija ne more prispevati k delu, ob katerem bi se človek počutil sproščeno, kadar zaradi svojih načinov uporabe sili človeka k ponavljajočemu se in monotonemu delu, ne da mu pri tem dopušča možnosti za sprostitev oziroma menjavo načina obremenitve. Kadar delno avtomatizirani sistemi delajo s točno določenimi – pogosto kratkimi – časovnimi takti, potem je smiselno oblikovati vmesnik človek-stroj tako, da so potrebni posegi človeka v sistem ločeni od časovnih taktov stroja in je človeku dana možnost kar največjega samostojnega spreminjanja

hitrosti in zaporedja izvajanja nalog. Če želimo pri načinih skupinskega dela s širokim spektrom opravil povečati fleksibilnosti, ima ta kriterij še večji pomen.

5. Raznolikost zahtev

Če stremimo k delu, ki bo tehnično izvedljivo in ki bo obenem prispevalo k osebnemu razvoju delavca, potem mora biti tehnologija narejena tako, da je človeku, ki dela z njo, omogočeno učenje in zbiranje lastnih izkušenj. Iz tega sledijo zahteve tehnologije, ki od uporabnika terjajo oziroma mu omogočajo različne dejavnosti na različnih nivojih zahtevnosti; torej mora biti raznolikost zahtev tudi tehnično omogočena. Pri tem moramo seveda v čim večji meri izključiti možnost preobremenitve delavca.

6. Zanesljivost delovanja v primeru napak

Strokovni delavci se odlikujejo po visoki stopnji »skritega« znanja o “svojem” stroju in svojem delovnem področju. Pri motnjah so sposobni hitro reagirati in tudi s pomanjkljivimi stroji ali orodji vzdrževati tekočo proizvodnjo. Pri avtomatizaciji nalog se počasi izgubljajo sposobnosti neposrednega obvladovanja procesa in vzdrževanja produktivnosti ob nastopu napak v tehnologiji. Zaradi tega je za odločanje o primerni stopnji avtomatizacije pomembno naslednje načelo: avtomatizirani sistem je treba načrtovati tako, da lahko človek pri izpadu posameznega dela sistema ali pri motnjah prevzame vodenje procesa v svoje roke. Pri načrtovanju avtomatiziranega sistema moramo zato omejiti stopnjo avtomatizacije nalog tako, da imajo delavci možnost v enakomernih časovnih razmakih izvesti ročno vodenje sistema. Druga možnost za rešitev tega problema je v tem, da v primeru motenj prevzame vodenje človek ali pa nadomestni avtomat. Če nimamo na voljo obeh naštetih možnosti, obstaja veliko tveganje, da bodo ob motnjah nastopili večji izpadi proizvodnje. Razen tega bodo delavci v primeru nastopa napak izpostavljeni pritisku in nevarnostim napačnega odzivanja, če bodo prisiljeni prevzeti ročno vodenje stroja brez redne vaje in brez ustrezne tehnične podpore. Zaradi tega je potrebno pri vsakem načrtovanju sistema vodenja upoštevati, da s prenosom praktičnih ročnih (senzomotoričnih) dejavnosti iz človeka na stroj izgine tudi možnost, da delavec te sposobnosti izgrajuje in izpopolnjuje med vsakodnevnim delom. To namreč nujno vodi do izgube sposobnosti zaposlenih na njihovem delovnem področju.

7. Direktno ročno vodenje procesa

Izkušen strokovni delavec ima pogosto »občutek« za primeren način obdelave materiala. Na »njegovem« obdelovalnem stroju mu na primer uspe doseči zahtevam primerno obdelovalno površino s »pravim« podajanjem in »pravo« rezalno hitrostjo za določen material. Pri tem pogosto ne more eksplicitno reči, zakaj je prav izbrana hitrost podajanja »pravilna«. Pri njegovih sposobnostih gre delno za »skrito znanje« (tacit knowledge), ki pride do izraza posebno pri določenih ročnih operacijah. Delavec s pomočjo dejstev iz tega, kar vidi in sliši, določi, s kakšno kakovostjo površine bo izdelek izdelan. Te informacije oceni praviloma nezavedno, to je na osnovi svojih izkušenj, brez zavednega razmišljanja. Za dosego boljše kakovosti površine na primer reagira s povečanjem rezalne hitrosti. Pomembno za uspeh njegovega ravnanja je ozka in kontinuirana prepletenost med »zaznavanjem«, »vrednotenjem« in »ravnanjem«. Pri tem delavčevo ročno izvajanje operacij samodejno vodi njegovo senzomotorično zaznavanje, ne pa podatki nastavljeni na stroju. Če takšne operacije avtomatiziramo, pogosto izgine možnost takih direktnih interakcij med zaznavanjem in vodenjem operacij. Avtomatizacija delavca prisili k zavestnemu vnašanju ukazov, ki je v glavnem povezano z vnašanjem številčnih vrednosti parametrov. Sedaj ne bo mogel več izboljševati »nezavednih« izkušenj. Ostane mu le še intelektualni pristop k procesu vodenja dela, zaradi česar en del njegovih sposobnosti ostane neizrabljen. Iz tega sledi potreba, da delavec obdrži možnost direktnega ročnega vodenja procesa tudi pri avtomatizirani tehnologiji.

8. Prilagodljivost

Tudi skupina delavcev ni homogena, ampak je sestavljena – pri določenih podobnih karakteristikah – iz različnih ljudi z različnimi sposobnostmi in potrebami. Iz tega sledijo zahteve po prilagodljivosti oz. po prilagajanju tehnologije uporabniku, posebej takrat ko ima npr. uporabnik pri skupinskem delu opravka z večjim številom strojev. To pomeni, da mora biti tehnologija načrtovana tako, da se posebno pri vmesniku med človekom in strojem prilagodi na sposobnosti in izkušnje različnih delavk in delavcev. Tako naj imajo na primer začetniki možnost izbirati enostavne (čeprav včasih bolj dolgotrajne) načine za uporabo tehnologije. Nasprotno pa naj imajo izkušeni delavci, ki že dolgo upravljajo s to tehnologijo, možnost za učinkovito izvajanje nalog tudi pri morebitni zvečani stopnji zapletenosti uporabe.

9. Enostavnost popravil in vzdrževanja

Če naj bi izkušen delavec uporabljal tudi znanje o pomanjkljivostih in potrebah vzdrževanja »svojega« stroja, potem je enostavnost popravil in vzdrževanja ena od nadaljnjih pomembnih zahtev pri katerikoli vrsti tehnologije. Ta zahteva je posebno pomembna takrat, kadar naj bi se pri skupinskem delu razširil spekter dejavnosti delavca. Velika enostavnost popravil in vzdrževanja – ter manjše potrebe po popravilih pomagajo skrajšati čas zastojev, zmanjšati stroške popravil in prav tako zmanjšati potrebe po pomoči strokovnjakov proizvajalca tehnologije. Za razvoj tehnologije je potrebno upoštevati, da v slučaju popravila uporabnik stroja uporablja popolnoma drugačen vmesnik človek-stroj, kot pri normalni obdelavi, in da mora biti tudi ta drugi vmesnik za izvajanje vzdrževalnih opravil načrtovan dostopno in uporabno.

10. Fleksibilnost

Dandanes na delavca v proizvodnji oz. na njegove predpostavljene vedno pogosteje pritiskajo zahteve za doseganje velike raznolikosti izdelkov ter zahteve po doslednem spoštovanju (kratkih) dobavnih rokov in nižjih stroškov. To zahteva prilagodljivo odzivanje na kratkoročne zahteve trga in na nenadne motnje v proizvodnji. Fleksibilno reagiranje je oteženo, če avtomatizacija človeka preveč oddalji od obdelovalnega procesa, če je njegovo delo visoko informatizirano in če so njegovi posegi v neposredno proizvodnjo omejeni. Človek potrebuje tudi pri visoki stopnji avtomatizacije nalog tako tehnologijo, ki mu v turbulentnem okolju omogoča fleksibilno delovanje in reagiranje.

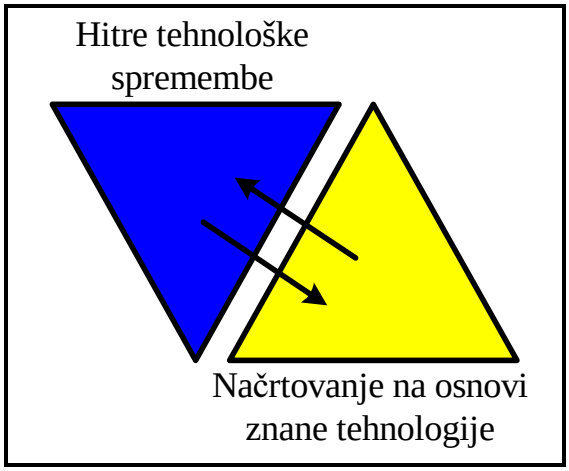
11. Pridobivanje in shranjevanje izkušenj

Ne le v primeru motenj, ampak tudi pri normalnem delovanju lahko avtomatizacija nalog vodi k temu, da delavec ne more zgraditi »znanja iz svojih izkušenj« o določenih uspešnih obdelovalnih strategijah v obliki tako imenovanega »skritega znanja«. Namesto tega se delavec počuti prisiljenega, da svoje izkustveno znanje izrazi in tudi ohrani za primere, ko ga bo kasneje potreboval. Pogosto pa delavec nima na voljo primerne tehnične podpore za izgradnjo in shranjevanje novih izkušenj, ki bi ustrezala njegovim izkušnjam in ki bi mu nudila ključne informacije o procesu ali enostavno možnost shranjevanja teh informacij, npr. v odvisnosti od določenega obdelovanega materiala. Iz tega izhaja zahteva po takem načrtovanju

tehnologije, ki uporabniku omogoča enostavno shranjevanje in razvoj izkušenj o stanju obdelave, vrsti obdelave in obdelovalnih problemih.

4.4.2 Kriteriji za načrtovanje stopnje dinamike sprememb

Po določitvi stopnje avtomatizacije nalog določimo drugi element razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja, to je stopnjo dinamike sprememb. Določiti moramo torej stopnjo hitrosti sprememb in hitrosti posodabljanja tehnologije. Pri tem izhajamo, podobno kot pri postopku za določitev stopnje avtomatizacije nalog, iz dveh različnih perspektiv: prizadevanja za uvajanje zelo hitrih sprememb na eni strani, ter na drugi strani prizadevanja za razvoj potencialnemu uporabniku kar najbolj znane tehnologije (Slika 16). Cilj je človeku dati možnost, da lažje sledi spremembam nove tehnologije, in preprečiti, da bi se človek zaradi prehitrega uvajanja tehničnega napredka počutil pod psihičnim pritiskom ali negotovega glede na njegove sposobnosti obvladovanja nove tehnologije. Istočasno mora biti tudi nadaljnji razvoj nove tehnologije človeku prijazen oz. primeren njegovi strokovni usposobljenosti.



Slika 16: Stopnja dinamike sprememb

1. Enostavna priučljivost

Enostavna priučljivost pomeni, da je uporabnik, ki se spozna na svoje delovno področje, sposoben razmeroma enostavno in s krajšim obdobjem šolanja svoje

delovne naloge z novo tehnologijo zadovoljivo opravljati (primer: operacijski sistem Apple-Macintosh). Ciljno področje tega kriterija podpirajo v novo tehnologijo vgrajene možnosti, da je uporabnik uspešen že pri prvem stiku z novim tehničnim pripomočkom. V istem smislu ugodno delujejo tudi možnosti, ki spodbujajo uporabnika k asociativnemu učenju, s tem da se način uporabe tehnologije navezuje na osebne izkušnje in na področje dejavnosti uporabnika. Enostavno priučevanje na delo s sistemom je mogoče podpreti na strani programske opreme med drugim s pomočjo uporabniku prilagojenih seznamov možnih ukazov (menijev) in programov za učenje (tutorial programs).

2. Samoopisljivost

Samoopisljivost je pogosto osnova za izvedljivost delovne naloge s tehničnim sistemom in za sprejemljivo stopnjo dinamike sprememb s stališča uporabnika. Zaradi tega mora biti ta zahteva izpolnjena tudi za vsak nov tehnični sistem in ne le za programsko opremo (glede na standard DIN 66234). Tako lahko zmanjšamo tveganje, da uporabnik poškoduje sebe ali druge zaradi pomanjkljivega znanja o nevarnostih in tveganjih.

3. Razumljiva dokumentacija

Pogoj za razumljivost dokumentacije je, da je v maternem jeziku uporabnika in da obstaja pregledna skrajšana verzija in podrobna daljša verzija. Nadalje morajo biti zapleteni pojmi in opisi grafično prikazani in enostavno razloženi s pomočjo poenostavljenih slik. Priročniki služijo na eni strani temu, da podajo pregled tehničnega sistema in zaradi tega olajšajo začetek uporabe. Na drugi strani pa so priročniki pogosto uporabni pri analizi napak med uporabo sistema. Zaradi tega je pomembno smiselno didaktično oblikovanje takega priročnika, ki vsebuje primerno razlago za različne zahteve.

4. Doslednost

Glede na stopnjo dinamike sprememb moramo opis doslednosti dopolniti s tem, da doslednost zajema ne samo skladnost enega sistema s podobnimi sistemi istega proizvajalca, ampak tudi skladnost sistemov različnih proizvajalcev, namenjenih za enake delovne naloge. Pri tem morajo biti skladni ne samo struktura in bistveni elementi dialoga, ampak tudi principi in način uporabe sistema. Ta zahteva ima

poseben pomen, kadar naj delavec v proizvodnem otoku kontrolira različne stroje. Taka doslednost bi omogočala lažje učenje z manj razočaranji. S tem bi bila dinamika razvoja tehnologije manj obremenjujoča za ljudi, ki delajo s to tehnologijo.

5. Spodbujanje k učenju

Zahteva po tem, da naj bi tehnologija spodbujala uporabnika k učenju, izhaja iz kriterija lahke priučljivosti uporabe tehnologije. To pomeni, da mora biti tehnologija načrtovana tako, da ponudi delavcu enostavne načine za začetek uporabe, obenem pa (kasneje) tudi možnosti za razširjanje njegovega znanja o tehnologiji in za spoznavanje njenih različnih funkcij za izvajanje delovnih nalog s pomočjo te tehnologije. Tako lahko tehnologija, ki podpira učenje, uresničuje tudi zahteve za omogočanje delavčevega osebnega razvoja.

6. Možnost individualne strategije uporabe

Zaradi posebnega pomena potrebe, da tehnologija omogoča uporabo individualnih strategij, je ta kriterij tu še enkrat omenjen, čeprav je vsebovan tudi v kriteriju "prilagodljivosti" pri načrtovanju stopnje avtomatizacije nalog. Ta kriterij moramo upoštevati še posebej v primeru, ko uporablja isti stroj več ljudi z različnimi kvalifikacijami oz. isti ljudje s spremenljivimi kvalifikacijami.

7. Opiranje na izkušnje

Človek bo tehnični sistem lažje uporabljal, če povežemo načrtovanje vmesnika človek-stroj z uporabnikovimi izkušnjami. Ko npr. strokovni delavec, ki je vrsto let delal na običajni stružnici, zamenja to s CNC stružnico, potem mu je začetek dela z novo tehnologijo olajšan, če razpozna njemu že poznane načine za vodenje z enako funkcionalnostjo. Primer usmerjenosti tehnologije na človekove izkušnje je npr. uporabniško okolje operacijskega sistema Apple-Macintosh, ki se usmerja na izkustveno okolje običajne pisalne mize, vključno s košem za smeti, ki je poznanano večini potencialnih uporabnikov tega operacijskega sistema.

8. Robustnost, opozorila na napake in napotki za ukrepanje

Izkušen strokovni delavec, ki direktno upravlja z običajnim obdelovalnim procesom, je navajen, da njegove napake vodijo k hudim posledicam oz. škodi. Praviloma pozna svoj stroj tako dobro, da se ne boji nobene presenetljive napake ali motnje na

stroju, ki je prej ne bi zaznal, npr. preko značilnega zvoka. Če tak delavec dinamike tehničnega napredka, ki seveda pogosto prinaša večje hitrosti in moči strojev, ne čuti kot ogrožanje, potem je pomembno, da je tehnologija načrtovana tako, da prav v procesu učenja iz napak pri vnašanju podatkov ne more nastati nobena napaka pri obdelavi ali celo poškodba na stroju. Tudi tehnične motnje ali napake (npr. napake iz programiranja) naj bodo v največji meri izključene. Robustnost in opozorilo na napake sta zahtevi, ki se ne nanašata le na programsko opremo, ampak tudi na celoten vmesnik med človekom in strojem.

9. Razširljivost

Nova tehnologija, npr. stroj ali računalniški program, mora biti projektiran tako, da pri nastanku novih nalog ni potreben nakup popolnoma nove tehnologije, ampak se lahko obstoječa tehnologija razširi. S tako tehnologijo npr. lahko delovne naloge proizvodne skupine prilagodimo spremenjenim zahtevam, ne da bi potrebovali popolnoma novo zasnovo tehnologije, organizacije in usposabljanja.

10. Združljivost

Pri zahtevah po združljivosti je pomembno, da so nove tehnične komponente prilagojene tistim, ki so že prisotne na določenem delovnem mestu. Ta zahteva pridobi na pomenu zaradi potreb skupinskega dela v proizvodnih otokih, ko lahko npr. enkrat izdelan program izvajamo na več strojih. Glede na stopnjo dinamike sprememb je združljivost pomembna, ker v mnogih podjetjih čutijo potrebo po združljivosti novih in starih tehnologij ter po novih in starih načinih uporabe obstoječe stare tehnologije v podjetju. Bistven element za doseganje združljivosti so enotni vmesniki za sodelovanje med človekom in strojem.

11. Možnosti simulacije

Simulacija lahko prikaže pomanjkljive ali neoptimalne možnosti delovnega procesa, ne da bi zaradi uporabnikovega napačnega vnosa podatkov prišlo do proizvodov z napako ali do poškodb stroja. Če uporabimo simulacijo smiselno in se pri tem zavedamo vseh poenostavitev, posplošitev in omejitev glede na resnično situacijo, potem lahko simulacija predstavlja dragocen pripomoček pri načrtovanju človeku prijazne nove proizvodne tehnologije.

12. Možnosti varovanja virov

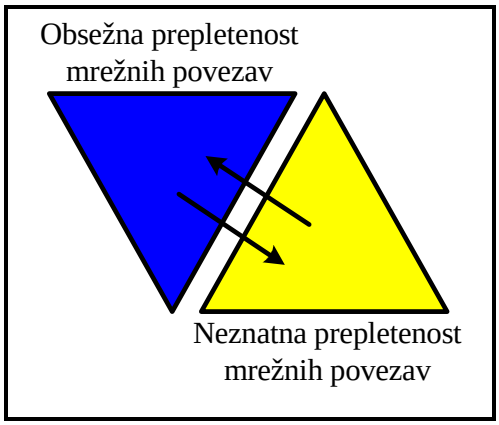
Ob preveliki dinamiki sprememb tehničnega razvoja obstaja nevarnost, da se naravni viri porabljajo v velikih količinah in so po določenem času uporabe zavrženi kot odpadek brez vrednosti. S tem sicer ne nastanejo nobeni neposredni škodljivi vplivi na delovna mesta oziroma na delavce. Posredno pa takšno situacijo kot obremenilno za okolje in njihovo materialno in duševno blaginjo doživljajo tudi zaposleni, podobno kot veliko ljudi v današnjem času. Omenjeno varovanje virov tako navajamo kot zadnjega izmed kriterijev za načrtovanje ustrezne stopnje dinamike sprememb nove tehnologije. Nove tehnologije naj bodo torej po možnosti izdelane tako, da potrebujejo malo virov (ljudje, sredstva, energija, oprema) in povzročajo malo obremenitev za okolje tako pri njihovem razvoju, kakor tudi med njihovo uporabo.

4.4.3 Kriteriji za razvoj stopnje prepletenosti mrežnih povezav

Tretje področje razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja je področje prepletenosti mrežnih povezav. Tukaj želimo s tehtanjem med skrajnima vizijama zelo visoke stopnje mrežnih povezav na eni strani in zelo nizke stopnje mrežnih povezav na drugi strani (Slika 17) najti variante, ki se približajo zahtevam za načrtovanje človeku prijazne tehnologije.

Ne le v podjetjih, ampak tudi v javni upravi in pri zagotavljanju javne strukture za elektronsko izmenjavo podatkov je cilj urediti stopnjo prepletenosti mrežnih povezav tako, da omilimo njeno negativno delovanje in izkoristimo njene prednosti.

Kot je bilo predstavljeno v prejšnjem poglavju, ima lahko visoka prepletenost mrežnih povezav tudi negativne vplive na samostojnost sodelujočih in vodi zaradi občutka nadzora k psihičnemu stresu. Razen tega obstaja pri omrežju bojazen, da se pri izpadu enega dela mreže ustavi cela mreža in da je težko zagotoviti varnost podatkov vseh, ki delajo z računalniki.



Slika 17: Stopnja prepletenosti mrežnih povezav

1. Preglednost

Preglednost pomeni, da mora biti stopnja prepletenosti mrežnih povezav načrtovana tako, da vsi sodelujoči na mreži vedo:

- kateri sistemi so priključeni na mrežo,
- kdo je priključen na mrežo in
- katere informacije (podatke, datoteke, programe) lahko on ali drugi mrežni uporabniki uporabljajo in zahtevajo.

Iz sistemsko - tehničnega pogleda na sistem ta kriterij zadovoljuje zahteve po:

- modularni zgradbi mreže,
- razumljivi predstavitvi informacij o stanju mreže in
- omejitvi dostopa za datoteke, ki jih potrebuje več kot en uporabnik.

2. Varovanje podatkov

Če naj delo na področju računalniško podprte mreže dolgoročno zadovolji zahtevam po neškodljivosti, potem morajo biti mreže načrtovane tako, da je zagotovljena varnost podatkov, še posebej tistih, ki spadajo v skupino osebnih podatkov (Schmitz, 1988, str. 11). Če varovanje podatkov ni zagotovljeno, obstaja nevarnost, da se zaposleni počutijo nadzorovane ter izpostavljene stalnemu pritisku, kar ima lahko za posledico psihične in zdravstvene težave ali omejeno sposobnost za delo.

3. Razumljiva pravila za dostop

Če so dostopi do podatkov v mreži zelo raznoliki in zadevajo veliko informacij, delovnih področij in programov, morajo funkcije tehnološkega sistema razumljivo podpirati vsa pravila in pravice dostopa do podatkov in programov. Tak primer lahko

nastopi v lokalni računalniški mreži podjetja, v katerem je možen dostop do konstrukcijskih risb pogosto uporabljenih sestavnih delov iz različnih oddelkov podjetja. V tem primeru je treba pravočasno razjasniti in vnesti v računalniške programe naslednje podatke:

- kdo lahko te risbe spreminja in
- kako lahko razlikujemo veljavne različice takih risb od starejših različic.

4. Možnost sodelovanja in komunikacije

Za omogočanje osebnega razvoja pri delu v računalniškem omrežju moramo omeniti kot kriterija za načrtovanje najprimernejše stopnje omrežnih povezav v podjetju in izven podjetja. Kdor vgrajuje računalniške mreže, se mora vprašati, do kakšne mere bo tehnološka mreža nadomestila običajno sporazumevanje med ljudmi. Na osnovi tega kriterija mora biti stopnja prepletenosti mrežnih povezav načrtovana tako, da zaradi nove tehnologije komunikacija in sodelovanje med ljudmi nista zmanjšani, ampak sta ustrezno podprti s tehnologijo.

5. Decentraliziran dostop do informacij

Ta kriterij pomeni, da imajo v eni mreži vsi zaposleni iz svojih delovnih mest dostop do informacij, ki so pomembne za njihovo delo ali jih zadevajo v kakršnemkoli smislu. Le tako imajo delavci možnost prispevati svoje sposobnosti zares produktivno in odgovorno, ne da bi za vsako podrobnost pri izvedbi naloge čakali na informacije in navodila »od zgoraj«. Kot posledica te zahteve se dandanes v mnogih obratih zbiranje podatkov iz proizvodnje ne smatra več kot sredstvo za nadzor delavcev, temveč kot sestavina obojestranskega delovnega sporazumevanja.

6. Decentralizirana svoboda delovanja

Če naj mrežna tehnologija podpira odgovornega delavca, potem se ne sme po omrežju pošiljati odločitve predpostavljenih, ampak mora tehnološka mreža omogočati delavcem v proizvodnji ali pisarni svobodo za izvajanje tolikšne mere pristojnosti in odločanja, kolikor je še organizacijsko in tehnično smiselno. Tako je npr. v veliko primerih smiselno iz centralnega mesta podati samo končne termine, podrobnejše planiranje izvedbe nalog pa prepustiti decentraliziranim oddelkom.

7. Decentralizacija pooblastil

K podpori izkušenega strokovnega delavca spada tudi možnost, da se izognemo s tehnologijo vnaprej določenim odločitvam. Pooblastila za (končno) odločanje morajo praviloma imeti zaposleni, ne pa tehnologija.

8. Decentralizirana podpora planiranja in razporejanja virov

Decentralizirana podpora planiranja in razporejanja virov naj bo podprta z ustreznimi programskimi sestavinami v okviru decentralizirano izvedene tehnične podpore.

9. Enostavno razumljivo upravljanje s podatki

V primeru, kadar naj bi proizvodna skupina z večjim številom delavcev dostopala do posebnih programskih orodij in pripadajočih datotek, je priporočljivo organizirati nazorno in lahko razumljivo upravljanje tovrstnih baz podatkov. Posebej to velja takrat, ko takšne programe deloma sestavljajo strokovni delavci sami, deloma pa njihovi kolegi programerji. Upravljanje takih baz podatkov mora omogočati tudi dopolnjevanje z dodatnimi informacijami.

10. Stabilnost tehnološke mreže

V neprimerno zavarovanem omrežnem sistemu lahko izpad enega člena vodi k izpadu celotne mreže. Kriterij stabilnosti izhaja iz tovrstnih izkušenj in terja take tehnične ukrepe, ki zagotavljajo stabilnost mreže tudi pri uporabniških napakah ali pri izpadu ene mrežne komponente. Če obstajajo tehnične rešitve za zvečanje stabilnosti mreže, lahko obstaja tudi taka rešitev problema stabilnosti, da se omeji stopnja prepletenosti mrežnih povezav. Decentralizirana samostojnost organizacijskih enot in tehnologije, katere elementi so povezani v računalniško mrežo, lahko deluje v smislu povečevanja zahtev stabilnosti.

11. Možnost mrežno neodvisnega delovanja

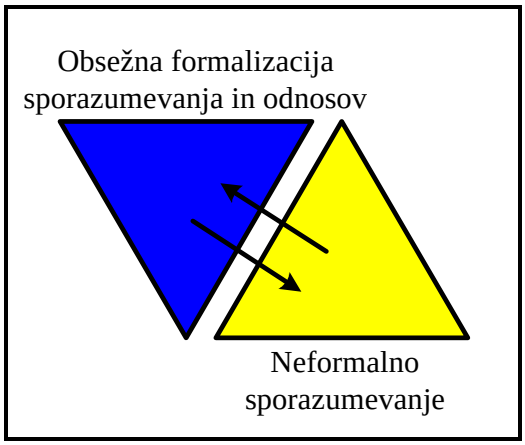
Kot nadaljnji kriterij za omejitev tu prikazanih tveganj zaradi nestabilnosti tehnološke mreže lahko omenimo tudi možnost mrežno neodvisnega delovanja. Posamezni računalniki ali stroji znotraj ene mreže naj imajo možnost, da npr. v primeru težav v omrežju delujejo tudi neodvisno od mreže. Pri tem naj bo predvidena

tudi možnost občasnega lokalnega (tj. popolnoma decentraliziranega) shranjevanja podatkov in nato obnavljanja podatkov pri ponovni vključitvi v mrežo.

4.4.4 Kriteriji za načrtovanje stopnje formalizacije sporazumevanja in odnosov

Kot zadnji element razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja sledi določitev primerne **stopnje formalizacije sporazumevanja in odnosov**. Pri tem iščemo optimalno ravnotežje med idejami za uveljavitev zelo visoke stopnje formalizacije in med skrajno neformaliziranimi komunikacijami (Slika 18), zato da bi dosegli človeku oziroma strokovnemu delavcu primerno tehnologijo.

Veliko današnjih strojev in naprav deluje z računalniško podporo. Računalniki delujejo po principu digitalne obdelave podatkov v smislu »da-ne« odločanja. Miniaturizacija zapletenih vezij, ki so v končni fazi sestavljena iz enostavnih “in”, “ali” in “ne” vrat, in njihova velika hitrost obdelave omogoča doseganje vedno večje učinkovitosti današnjih računalnikov. Kljub tej visoki učinkovitosti ne moremo enostavno razrešiti nasprotja med digitalnim načinom dela računalnika in analognim svetom človeka. Omenjeno nasprotje otežuje težnja načrtovalcev tehnologije, da bi strogo formalizirali tudi okolje računalnika, kar pa ni sprejemljivo za njegovega uporabnika. Če računalnik uporabimo za najrazličnejše naloge v najrazličnejših delovnih okoliščinah kot samostojno delovno sredstvo ali kot krmilno napravo kompleksne tehnologije, potem naj bo načrtovana stopnja formalizacije sporazumevanja in odnosov med človekom in tehnologijo skupaj s prizadetimi delavci. Tako lahko po eni strani ublažimo negativne vplive tehnologije na ljudi, na drugi strani pa izkoristimo možnosti računalniške tehnologije za lažje delo in večjo učinkovitost.



Slika 18: Stopnja formalizacije sporazumevanja in odnosov

1. Primernost naloge

Dialog med človekom in strojem naj bo oblikovan **nalogi primerno**; podpira naj izvrševanje delovnih nalog uporabnika, ne da ga po nepotrebnem obremenjuje s podrobnostmi tehnološke izvedbe dialoga. Uporabniku naj sistem sporazumevanja omogoča, da se resnično lahko osredotoči na logiko in zahteve svoje delovne naloge. Tehnologija ne sme uporabnika dodatno obremenjevati s človeku nasprotno logiko računalniškega sistema, ki je pogosto tudi nasprotna logiki izvajanja delovne naloge. Če tej zahtevi ne ugodimo, obstaja nevarnost, da ne bomo mogli zagotoviti izvedljivosti, neškodljivosti, svobode vplivanja in osebnega razvoja.

2. Samoopisljivost

Dialog je samoopisljiv, kadar (standard DIN 66234, del 8, stran 2):

a) lahko uporabnik po potrebi dobi pojasnilo o namenu uporabe, kakor tudi o celotnem obsegu možnosti dialoga, in

b) je vsak posamezen korak dialoga neposredno razumljiv ali

c) lahko uporabnik po potrebi dobi ustrezno razlago za vsak korak dialoga.

Za doseganje takšne samoopisljivost naj bo funkcionalnost dialoga načrtovana tako, da uporabnik lahko razume logični model ali princip oblikovanja dialoga iz že obstoječega znanja o svojem delovnem področju. Tako se lahko – tudi brez poznavanja vsake posamezne funkcije – hitro znajde pri uporabi sistema.

3. Vodljivost

Dialog je **vodljiv**, ko uporabnik lahko vpliva na hitrost poteka (dialoga) in tudi na zaporedje (menjave) delovnih sredstev oziroma na vrsto ter na obseg prikazovanja oziroma vpisovanja informacij. Vodljivost pomeni, da mora imeti vsakokratni uporabnik možnost prilagodljivega načina dela s sistemom in da so na voljo različne možnosti npr. glede na hitrost in zaporedje izvedbe naloge. Dialog je vodljiv le tedaj, ko ima uporabnik odprte možnosti za odločanje in določene stopnje prostosti v postopku dela s sistemom. To pomeni:

- da lahko uporabnik na vsaki točki dialoga izstopi in začne z opravljanjem druge naloge, ne da bi se moral bati izgube kakovosti dela, ali
- da lahko uporabnik določene korake dialoga po lastni odločitvi izvede hitro ali počasi.

Taka vodljivost tehnologije je tehnična osnova za izpolnitev zahteve za omogočanje osebnega razvoja pri delu.

4. Skladnost uporabnikovih pričakovanj

Skladnost s pričakovanji uporabnika lahko dosežemo z doslednostjo programske opreme in njeno skladnostjo z miselnim modelom uporabnika. Pri tem je potrebno poskrbeti za to, da lahko uporabnik pričakuje podobne funkcije pri podobnem obnašanju sistema, in da bo pri spremenjenih ali nepričakovanih akcijah sistema (npr. izpad sistema ali dolg čakalni čas) z vmesnimi sporočili obveščen o trenutnem stanju sistema. S tem se lahko izognemo nepotrebnim razočaranjem uporabnika nad tehnologijo, oviram pri njeni uporabi in tako uporabniku zagotovimo možnost vplivanja.

5. Neobčutljivost za napake

K neobčutljivosti sistema za napake lahko npr. prispeva funkcijo »prekliči«, ki razveljavi poljubno število predhodnih ukazov. Poleg tega je posebno pomembno izdelati razumljivo pojasnilo napak. Posebno pri ukazih z resnimi posledicami je potrebno vgraditi v dialog potrditev ukaza (npr. potrditev brisanja datotek) ali navodilo, ki uporabnika opozarja pred možnimi napakami. Taka neobčutljivost za napake podpira zahteve za izvedljivost in neškodljivost dela.

6. Možnost prilagajanja s strani uporabnika

K možnostim za osebni razvoj spadajo take lastnosti sistema, ki človeku pri delu omogočajo razvoj in uresničevanje lastnih idej in predstav v zvezi z izvajanjem njegovega dela. Pri tem lahko tehnologija služi kot pomoč, da določene sestavine programske opreme samostojno prilagodi svojim delovnim nalogam, svojim željam in svojim sposobnostim. To pomeni, da lahko uporabnik sam npr. poimenuje določena polja v seznamu možnih ukazov (meniju) ali da si izdela svoje lastne zaslonske prikaze. Pri skupinskem delu pa morajo seveda uporabniki takšne dopolnitve programske opreme izvesti v soglasju s celo svojo delovno skupino.

7. Prilagoditev ukaznega jezika in simbolike

Normalni ukazni jezik za uporabo računalnika, ki uporablja veliko simbolov in kratkih ukazov, je najpogosteje na voljo v angleščini. Razen tega je tak ukazni jezik praviloma izdelan z informacijskim pristopom razvijalca programa in ne s proizvodnim pristopom strokovnega delavca. Če naj bo računalniško podprta tehnologija uporabna tudi za strokovnega delavca, potem naj bosta ukazni jezik in simbolika sporazumevanja med človekom in strojem privzeta iz normalnega jezika in sveta izkušenj strokovnega delavca oziroma dejanskega uporabnika.

8. Podpora delovnim opravilom

Izkušenega strokovnega delavca pri njegovem delu predvsem zanimajo možnosti za ustrezno izvajanje delovnih opravil in neposredna proizvodnja, ne pa računalniško usmerjeno sporazumevanje. Zaradi tega je pomembno, da tehnologija delavca podpira pri delu. To zahtevo smo v splošnem nakazali že pri kriteriju »primernost naloge«. Če mora delavec npr. s CNC strojem narediti izvrtino, potem mora biti tehnologija načrtovana tako, da lahko vrta direktno. Strokovnemu delavcu je v tem primeru popolnoma odveč, da bi moral najprej napisati program in izvesti druge priprave, ki bi ga pravzaprav ovirale pri njegovem nameravanem dejanju, to je vrtanju luknje.

9. Raznolikost funkcij

V različnih primerih vodi vse večja formalizacija sporazumevanja in odnosov, ki je praviloma povezana z računalniško podporo, do omejene prilagodljivosti in funkcionalnosti tehnologije, kar velja za področje strojne in programske opreme. Zaradi tega je treba pri skupinskem delu posebej zagotavljati raznolikost funkcij računalniško podprte tehnologije. To pomeni, da tehnologija, ki se uporablja v okolju skupinskega dela, lahko izvaja z enim strojem različne korake izdelave ali pa omogoča izdelavo različnih verzij istega proizvoda.

10. Enotni uporabniški vmesniki

Kot je bilo pokazano že v začetku tega poglavja pri kriteriju »skladnost pričakovanj uporabnika« pridobi vidik »usmerjenosti na skupinsko delo« tukaj še dodatno na pomenu. Če namreč delavec lahko dela v izdelovalnem otoku na več strojih različnih proizvajalcev, potem mu pomaga, če imajo uporabniški vmesniki čimbolj enotno obliko, ki se kar najmanj razlikuje med različnimi proizvajalci. V tem primeru lahko delavec pričakuje brez večje negotovosti, da bodo reakcije novega stroja na določene vnose enake tudi pri prehodu z enega stroja na drugega. Tako ne potrebuje daljšega časa za priučevanje in se mu zdi prehod s stroja na stroj lažji, ker je potreba po spremembi načina komunikacije pri uporabi različnih strojev zmanjšana na najmanjšo možno mero. V pomoč je tu lahko določena stopnja formalizacije v smislu poenotenja, ki temelji na izkušnjah strokovnega delavca.

11. Zaznavnost realnih procesov

Delavec naj ne bo prisiljen zanesti se le na računalniško sliko realnega procesa, npr. računalniško simulacijo. Računalniška tehnologija mora biti namreč načrtovana tako, da človek v najširšem smislu obdrži stik z dejanskim procesom, tudi če je izvedba naloge podprta z računalniško tehnologijo. Pri različnih tehnologijah se lahko uporabljajo tehnični pripomočki, npr. v obliki posebnih oken za opazovanje ali ojačevalnikov zvoka. Tako lahko delavec tudi pri računalniško pogojeni fizični ločitvi od realnega procesa povezavo z realnim procesom dojema in ohranja. S tem lahko ublažimo izgubo občutka za zaznavanje realnosti, ki nastopa kot negativna

posledica uporabe računalnika pri opazovanju in vrednotenju dogajanja v realnem svetu.

12. Podpora sodelovanju in sporazumevanju

Z vidika formalizacije sporazumevanja in odnosov obstaja bojazen, da človek, ki veliko dela z računalniki ali računalniško podprto tehnologijo, izgubi sposobnost dojemanja stvarnosti. Tak človek se v raznolikem, včasih nerazumljivem in nelogičnem realnem svetu ne počuti več domač, ker v računalniškem svetu vedno veljajo le logični principi. Zaradi te nevarnosti mora biti računalniško podprta tehnologija zasnovana tako, da ne omejuje po nepotrebnem neposrednega sporazumevanja in sodelovanja med ljudmi, ampak jo, če je le možno, celo podpira. Kot pri načrtovanju stopnje prepletenosti mrežnih povezav velja tudi za področje formalizacije sporazumevanja in odnosov, da mora tehnologija ustvariti pogoje za to, da lahko načrtujemo delo in tehnologijo tako, da podpirata sporazumevanje in sodelovanje med ljudmi.

5. RAČUNALNIŠKI VPRAŠALNIK ZA VREDNOTENJE PO METODI VZPOREDNEGA NAČRTOVANJA

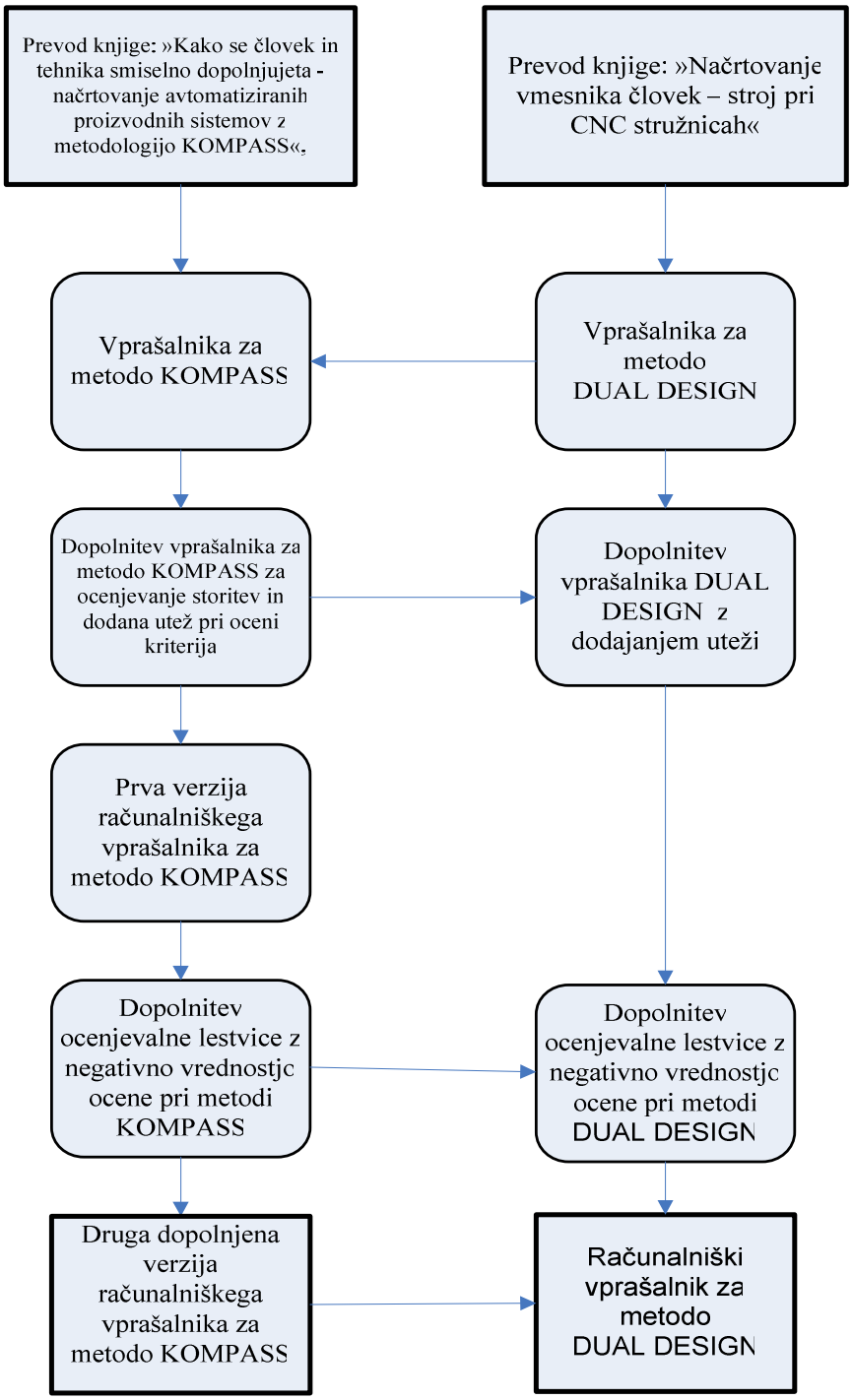
5.1 Nastanek vprašalnika

Za vrednotenje in analizo obstoječih sistemov je bilo potrebno najprej razviti orodje, ki bi to omogočalo. Tako je nastal vprašalnik, po katerem vrednotimo antropocentričnost obstoječih sistemov in iz katerega izhajajo priporočila za izboljšave v smeri človeku in družbi bolj prijazne tehnologije. Vprašalnik ima po 6 vprašanj za vsak sklop. To pomeni, da nekatera vprašanja združujejo več kriterijev v enem vprašanju. Vprašalnik sam je skozi leta spreminjal svojo obliko. Tako smo na začetku imeli vprašalnik z ocenami od 1 do 5, katerega smo uporabili pri vrednotenju našega sistema. Pri tem vprašalniku je glavna pomanjkljivost pravilno ovrednotiti predvsem kritične elemente sistema, ki najbolj prispevajo k antropocentričnosti. Zato se je že kmalu poleg ocene dodala še utež, ki je to pomanjkljivost delno odpravila. Vseeno pa se je zaradi razpona ocen od 1 do 5 pojavljal drug problem, saj je pomemben kriterij (tisti, ki ima veliko utež) vseeno v takem primeru kljub slabi oceni dodal preveč točk (zaradi velike uteži, ki se pomnoži s številom točk). Tako so se v nadaljnjem razvoju ocene spremenile in reducirale na -1, 1 in 3 točke. S takim načinom ocenjevanja je postala končna ocena mnogo bolj realna in je prikazala dejansko stanje opazovanega sistema. Zadnja faza v nastanku diplomskega dela je izdelava računalniškega vprašalnika, v katerem je tudi razlaga kriterijev in avtomatični prikaz rezultata ocenjevanja. Zaradi podrobne razlage kriterija v vprašalniku samem lahko na ta način pričakujemo bolj realne rezultate ocenitve, saj lahko ocenjevalec brez razlage vprašanja napačno razume zahteve.

Naj samo omenim, da se je vzporedno z razvojem vprašalnika po metodi vzporednega načrtovanja razvijal tudi vprašalnik za metodo KOMPASS. Zato se razvojne faze vprašalnikov prepletajo, saj so dobre izkušnje iz enega prenesene v drugega in obratno. Zato bodo tu zabeleženi tudi dogodki v razvoju vprašalnika po metodi KOMPASS. Več podatkov o metodi se nahaja v diplomskem delu

»Ovrednotenje antropocentričnosti sistema za vodenje šaržne nevtralizacije po metodi KOMPASS« (A. Marušič).

5.2 Razvojne faze pri nastanku vprašalnika



Slika 19: Razvojne faze vprašalnika

5.3 Opis vprašalnika

Vprašalnik je zgrajen iz štirih delov:

- navodila za izpolnjevanje,
- podrobna navodila za izpolnjevanje,
- podrobna razlaga kriterijev metode vzporednega načrtovanja,
- vprašalnik z vprašanji.

Pri prikazu »podrobna razlaga kriterijev metode vzporednega načrtovanja« imamo najprej razložene znanstvene zasnove za načrtovanje dela. Te obsegajo štiri ravni obravnave strokovnemu delavcu ustreznega dela:

- izvedljivost,
- neškodljivost,
- svoboda vplivanja in
- razvoj osebnosti.

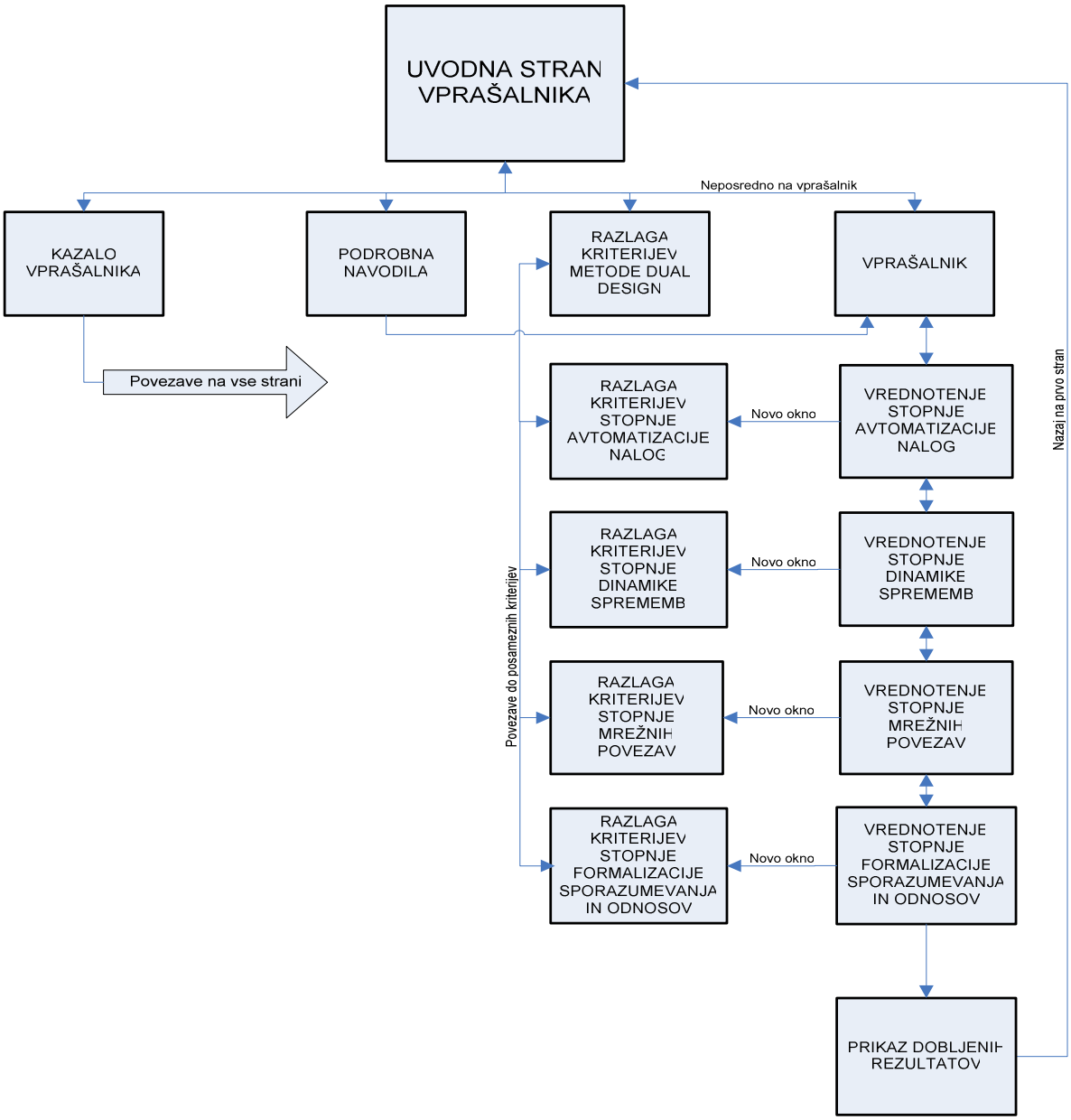
Vsaka izmed teh zahtev je natančneje pojasnjena na strani, ki se odpre s klikom na eno izmed štirih ravni. Sledi odlomek o načrtovanju vmesnika človek – stroj, ki je temelj za vsak tehnični proces. Kot tretje poglavje tega prikaza so tu kriteriji metode razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja. Najprej so na kratko razloženi vsi štirje kriteriji ocenjevanja, nato pa lahko s klikom na povezavo (kliknemo na naslovno vrstico kriterija) odpremo natančno razlago posameznih podkriterijev za ocenjevanje antropocentričnosti opazovanega sistema.

Prikaz »vprašalnik z vprašanji« je razdeljen na štiri sklope. V vsakem izmed njih ocenjujemo enega od kriterijev razširjenega pristopa vzporednega načrtovanja. Vsako vprašanje se oceni z ocenami od 1 do 5, pri čemer 1 pomeni, da opazovani sistem ne izpolnjuje zahtev kriterija, najvišja ocena 5 pa pomeni, da sistem ustreza vsem zahtevam opisanim v kriteriju. Za lažjo predstavo ocen je na koncu vsakega sklopa kriterijev tudi povprečna ocena kriterija.

Ko izpolnimo celoten vprašalnik, nadaljujemo na zadnjo stran vprašalnika, kjer se prikažejo rezultati vrednotenja.

5.4 Zgradba vprašalnika

Sam vprašalnik je narejen s programom Microsoft Front Page v HTML jeziku. Ta jezik je bil izbran, ker je v današnjem času najbolj uporabljen in razširjen po vsem spletu. Prav splet je naše ciljno mesto, saj hočemo, da bi bil vprašalnik dostopen vsem, ki bi želeli antropocentrične vidike upoštevati pri načrtovanju novih sistemov, oziroma pri vrednotenju obstoječih. Strukturna zgradba vprašalnika je prikazana na Sliki 20.



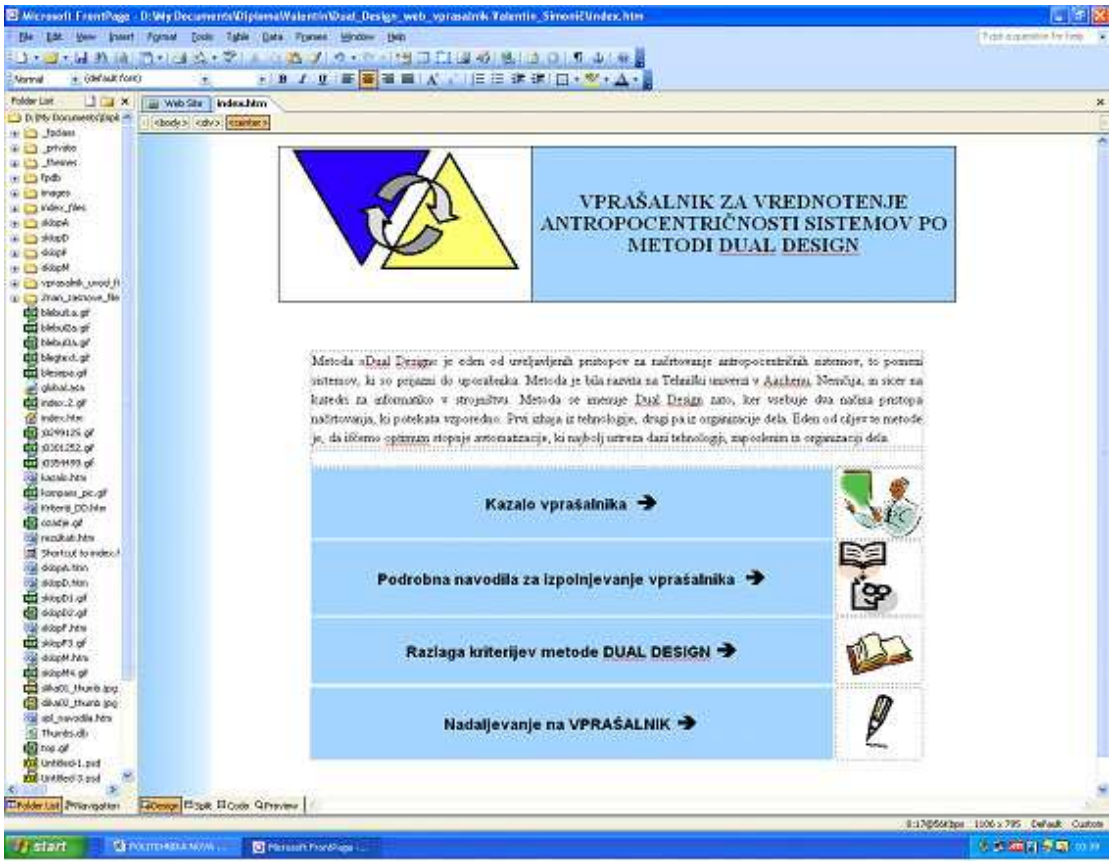
Slika 20: Skica zgradbe vprašalnika in povezav znotraj vprašalnika

5.4.1 HTML - HyperText Markup Language

HTML je jezik, ki se uporablja za pisanje spletnih strani. Jezik je sestavljen iz nabora posebnih oznak, ki so neodvisne od platforme. HTML je razvil Tim Berners - Lee iz Evropskega laboratorija fizike delcev v Ženevi (CERN). Jezik se še razvija skupaj s pregledovalniki (Browsers) zato nekatere oznake niso standardizirane.

HTML dokument je tako imenovani ASCII dokument, ki ga oblikujemo s tekstualnimi urejevalniki kot sta beležnica v Windows okolju ali Edit v DOS-u. Z razmahom svetovnega spleta so se pojavili tudi HTML urejevalniki, ki omogočajo, da v načinu »to kar vidiš, to dobiš« (What You See Is What You Get) oblikujemo HTML dokumente.

Takšen je tudi program, ki smo ga uporabili pri izdelavi našega spletnega vprašalnika, Microsoft Front Page, ki je prikazan na Sliki 21.



Slika 21: Osnovni prikaz v Microsoft Front Page

Ta program omogoča izdelavo spletnih strani, brez vnašanja HTML kode. Namesto nas program sam ustvarja kodo, ki je potrebna za elemente, ki jih vnašamo na spletno stran. Tako se lahko bolj posvetimo sami obliki in funkcionalnosti spletne strani in ne izgubljamo časa z zamudnim pisanjem kode. Delo v Front Page-u je podobno delu v ostalih programih zbirke Microsoft Office, zato lahko uporabnik, ki že ima izkušnje pri uporabi programov kot so Word in Excel, kmalu osvoji način dela tudi pri programu za izdelavo spletnih strani Front Page.

Kljub temu da je HTML jezik standardiziran pa vsak spletni pregledovalnik (Browser) prikaže spletno stran malce drugače. Naš spletni vprašalnik je prirejen za prikaz v Microsoft Internet Explorer, saj sta oba programa od istega proizvajalca in zato tudi najbolj združljiva med seboj. To pa še ne pomeni, da ga ne moremo pognati tudi v drugih pregledovalnikih, pomeni le, da bo prikaz v teh malce drugačen (različen prikaz velikosti in stila pisav, manjša odstopanja pri postavitvi elementov itd.). Pri vsem tem pa ostaja funkcionalnost nespremenjena.

HTML jezik omogoča tudi vnašanje skript v drugih računalniških jezikih. Za programiranje nekaterih elementov v našem spletnem vprašalniku (povprečja po posameznih sklopih in izris grafa pri prikazu dobljenih rezultatov), smo uporabili Java jezik, saj z golim HTML jezikom tega preprosto ni mogoče izvesti.

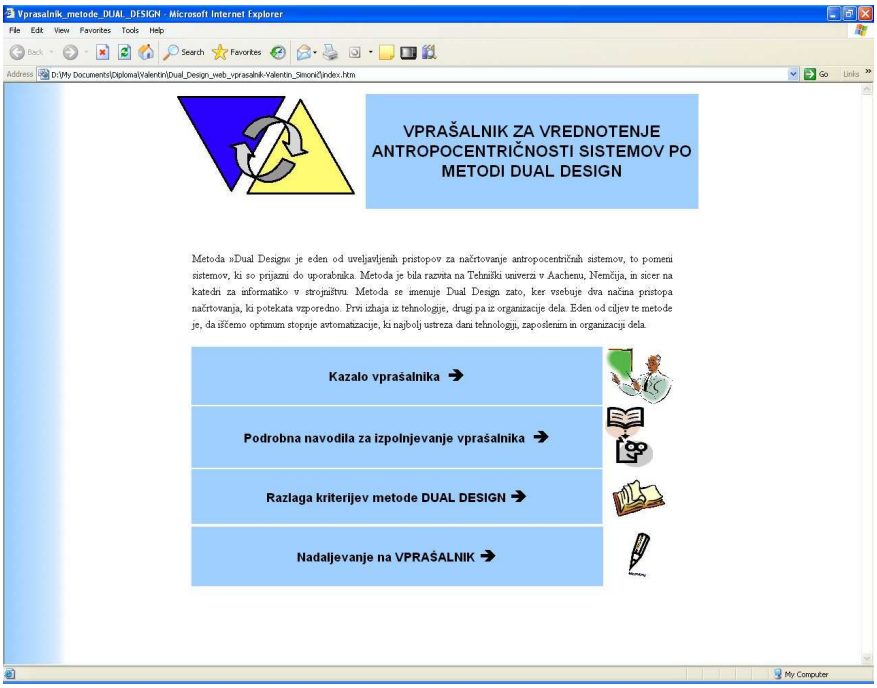
5.4.2 Zahteve za strojno in programsko opremo

1. Priporočila za strojno opremo (računalnik ali dlančnik s podporo HTML jeziku):
   - Procesor vsaj 300Mhz (Pentium II ali ekvivalent)
   - 64MB delovnega spomina
   - 10 MB prostega trdega diska
   - monitor (priporočljiva resolucija 1024×768)
2. Zahteve za programsko opremo:
   - spletni pregledovalnik (Internet Explorer 5 in novejši, Netscape Navigator 4 in novejši, Mozilla idr.).

5.4.3 Prikaz vmesnika in delo z vprašalnikom

Vmesnik je narejen s pomočjo programa Microsoft Front Page in je prilagojen za zaslon z ločljivostjo 1280 × 1024 slikovnih točk. Pri tej nastavitvi se strani v večji meri prikažejo na enem zaslonu in ni potrebno neprestano premikanje po zaslonu.

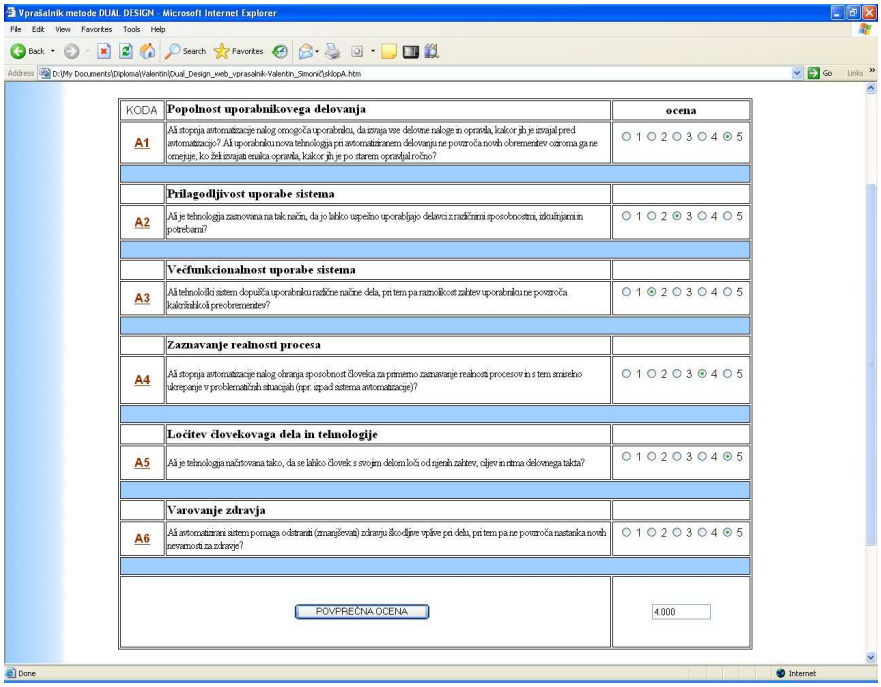
Najprej imamo uvodno stran (Slika 22) s katere je možno dostopati direktno v vprašalnik ali pa si lahko najprej pogledamo strukturo samega internetnega vprašalnika in vseh njegovih sklopov, potem imamo navodila za izpolnjevanje vprašalnika na koncu pa še razlago kriterijev metode vzporednega načrtovanja.



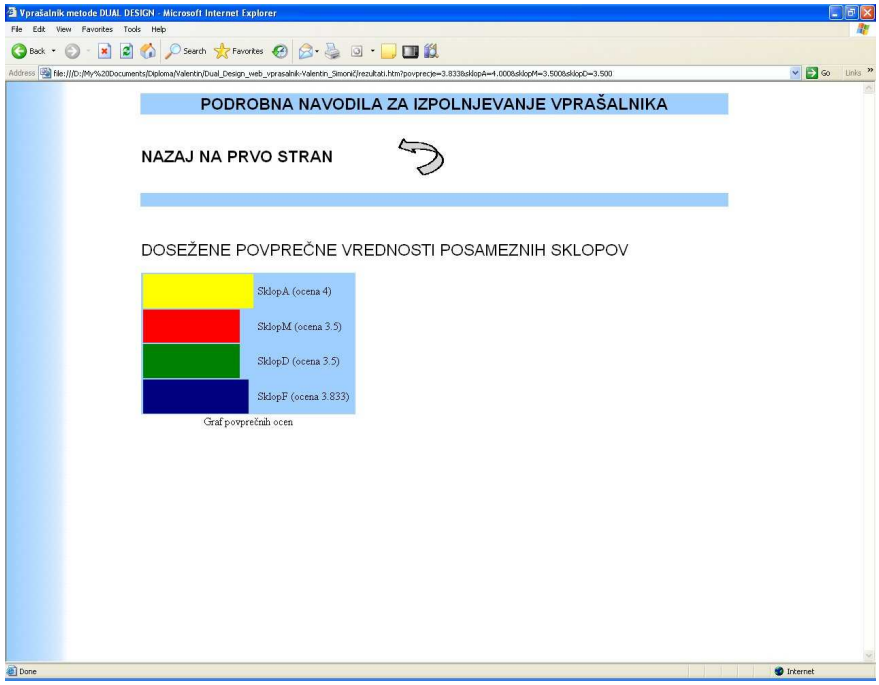
Slika 22: Prikaz uvodne strani

Sam vprašalnik je zgrajen iz petih strani, od katerih so prve štiri strani namenjene ocenjevanju, na peti strani pa se izpišejo rezultati in izriše graf dobljenih rezultatov (Slika 24). Pri izpolnjevanju vprašalnika imamo na izbiro 5 ocen, ki so prikazane z uporabo izbirnih polj, ki že nekako instinktivno pokažejo, koliko je ocenjeni sistem antropocentrično zasnovan, saj že s pogledom na izpolnjeno stran vidimo, kam se rezultati nagibajo. Če so pike v večini bolj levo zamaknjene, imamo slabše

antropocentrično zasnovan sistem, kot če so bolj na desni. Na Sliki 23 vidimo primer ocenitve izpolnjenega vprašalnika.



Slika 23: Prikaz vprašalnika

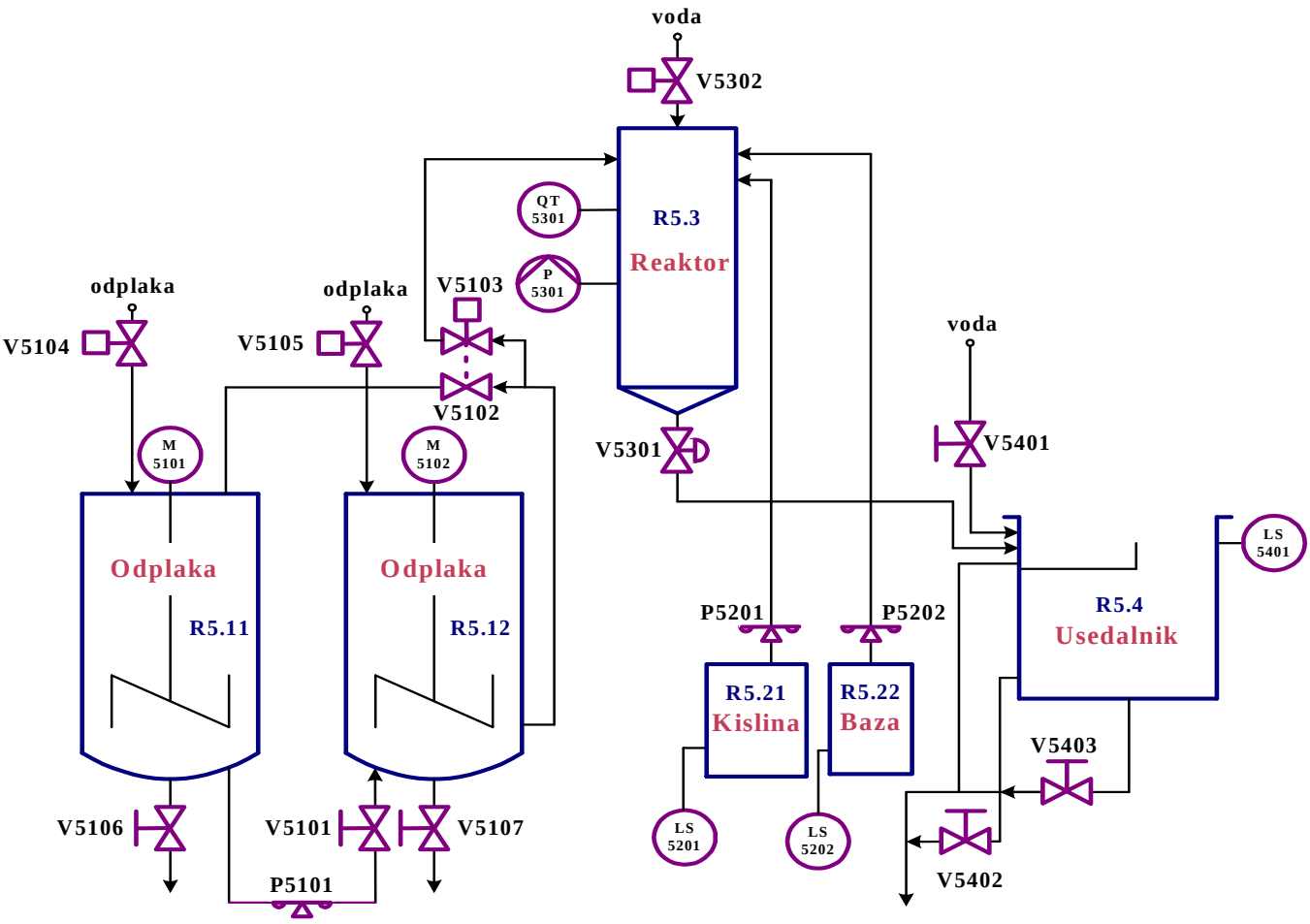


Slika 24: Prikaz rezultatov vprašalnika

6. PRIMER UPORABE VPRAŠALNIKA ZA VREDNOTENJE ANTROPOCENTRIČNOSTI SISTEMOV

6.1 Kratek opis vodenega procesa

Slika 25 prikazuje shemo procesa kemijske nevtralizacije. Vhodna odplaka se natoči preko ročnih ventilov V5104 in V5105 v 250 litrski posodi R5.11 in R5.12 (spodaj levo). Za enakomerno mešanje odplake služita mešali M5101 in M5102 ter obtok med posodama, ki ga reguliramo z ročnim ventilom V5101. Obe posodi imata tudi nivojski stikali (LS 5201 in LS 5202). Prav tako ima vsaka posoda ventil za izpraznitev. To sta ročna ventila V5106 in V5107. Pripravljena odplaka (v rezervoarjih R5.11 in R5.12) se prečrpa preko ventilske kombinacije V5102/V5103 s črpalko P5101 v 50 litrski reaktor R5.3 (zgoraj na sredini). Tu merilnik pH (merilnik QT5301) izmeri pH odplake in glede na izmerjeno vrednost se začne v posodo dovajati nevtralizacijsko sredstvo (kislina oziroma baza). Kislina je shranjena v posodi R5.21, baza pa v R5.22 (spodaj na sredini). Če je odplaka v reaktorju bazična (izmerjeni pH je med 7 in 14), se začne preko črpalke P5201 dodajati kislina, dokler ne dosežemo želenega pH odplake. Nasprotno, če je v reaktorju kisla odplaka (izmerjeni pH je med 0 in 7), se preko črpalke P5202 dodaja baza. Ves čas v reaktorju meša odplako obtočna črpalka P5301. Potek nevtralizacije spremljamo z merjenjem pH z merilnikom QT5301, ki je nameščen na obtoku reaktorja. Ko se nevtralizacija zaključi, nevtralizirano odplako izpustimo preko ventila V5301 v usedalnik R5.4, kjer se usedejo med nevtralizacijo izločeni trdni delci. Usedalnik ima dva ročna ventila za izpust: ventil V5402 ima odtok približno 5 cm nad dnom, ventil V5403 pa ima odtok na dnu in tako služi za popolno izpraznitev in čiščenje usedalnika. Ročni ventil V5401 je namenjen dotoku vode za čiščenje. Usedalnik ima tudi nivojsko stikalo LS 5401 za indikacijo maksimalnega nivoja, sicer pa njegov volumen zadošča za nevtralizacijo vsebine obeh posod z odplako. Po končani seriji



šarž reaktor izperemo reaktor s čisto vodo preko ventila V5302 in izpustimo preko ventila V5301 v usedalnik.[1]

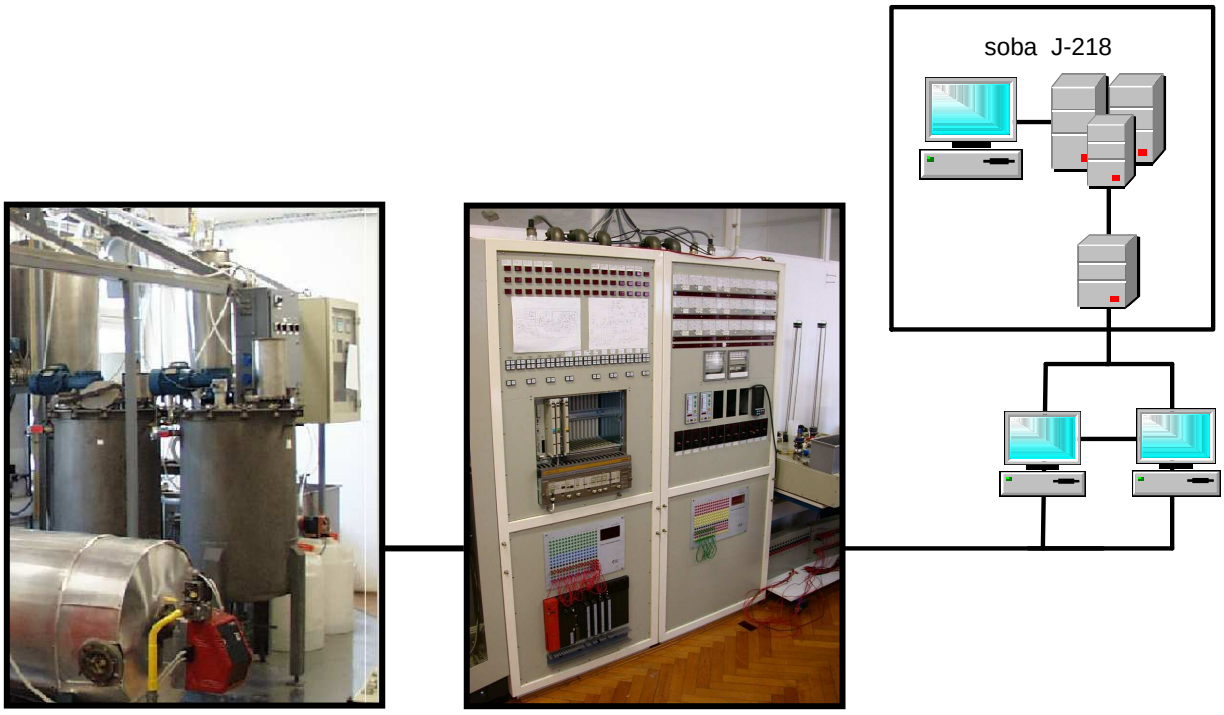
Slika 25: Shema nevtralizacije

6.2 Kratek opis sistema za vodenje procesa šaržne nevtralizacije

Na levem delu Slike 26 vidimo fotografijo vodenega procesa, iz katere so razvidni zbiralnika odplake (veliki sivi pokončni posodi), reaktor (pokončna posoda iz nerjavečega jekla za desnim zbiralnikom), v katerem poteka nevtralizacija, posodi s kislino in bazo (beli plastični posodi z nevtralizacijskim sredstvom desno spodaj), v

[1] **B. Hauptman, G. Godena, G. Kandare**: Programska oprema sistema vodenja procesnega laboratorija, IJS Delovno poročilo DP – 8280, Ljubljana 2000.

ozadju pa je usedalnik nevtralizirane odplake, iz katerega se ta izpušča v odtok. Osrednji del Slike 26 prikazuje krmilno omaro, v kateri so zbrani krmilniki in druga elektronika za upravljanje procesa. Krmilna omara je povezana z dvema računalnikoma, ki sta predstavljena na sliki desno spodaj. Med izvajanjem nevtralizacije je na zaslonu prikazano stanje vodenega procesa, preko računalnikov pa tudi vodimo celoten postopek. Možen je tudi prikaz stanja in upravljanje procesa preko lokalne mreže ali interneta (računalniki v okviru desno zgoraj na Sliki 26).



Slika 26: Slika sistema za vodenje šaržne nevtralizacije

6.3 PRIMER OCENITVE

Antropocentričnost sistema za vodenje šaržne nevtralizacije smo izvedli iz vloge operaterja, ki ima nalogo izvajati šarže po predhodno pripravljenih receptih, nima pa pristojnosti za definiranje oziroma spreminjanje receptov šarž.

Za spoznavanje vodenega procesa in sistema vodenja smo delno avtomatizirani postopek izvajanja šarž večkrat ponovili. Ocenjevali smo trije ocenjevalci skupaj (dr.

Janko Černetič, Andreja Marušič in Valentin Simonič), vsak je povedal svoj predlog ocene in odločitev argumentiral. Potem smo posamične ocene poenotili, iz utemeljitev pa smo deloma podali tudi predloge za izboljšave sistema vodenja.

Rezultate našega ocenjevanja podajamo za vsak vidik posebej. Rezultati so prikazani s pomočjo tabele in razlage posamezne ocene. Vsak sklop kriterijev vsebuje po štiri vprašanja, na katere smo odgovorili z ocenami od 1 do 5, na koncu pa je podana še povprečna ocena za vsak sklop in priporočila za izboljšave.

6.3.1 AVTOMATIZACIJA NALOG

Tabela 3: Ocene stopnje avtomatizacije

AVTOMATIZACIJA						
1.	Popolnost uporabnikovega delovanja	1	2	3	4	5
2.	Prilagodljivost uporabe sistema	1	2	3	4	5
3.	Večfunkcionalnost uporabe sistema	1	2	3	4	5
4.	Zaznavanje realnosti procesa	1	2	3	4	5
5.	Ločitev človekovega dela in tehnologije	1	2	3	4	5
6.	Varovanje zdravja	1	2	3	4	5

Popolnost uporabnikovega delovanja:

Sprašuje po tem, ali lahko uporabnik dela podobno, kot je delal pred avtomatizacijo, in če mu sprememba pri delu ne povzroča novih obremenitev. Mislimo, da je v primeru našega sistema to ustrezno rešeno in zato smo ocenili z visoko oceno. Uporabnik z novo tehnologijo lahko opravlja vse naloge kot doslej, pri tem pa mu nova tehnologija ne povzroča dodatnega bremena.

Prilagodljivost uporabe sistema:

Sprašuje po tem, ali je tehnologija zasnovana na tak način, da jo lahko uspešno uporabljajo delavci z različnimi izkušnjami in potrebami. Ocena je tu nekoliko nižja,

saj je za upravljanje sistema potrebno predhodno uvajanje. Tehnologija je enostavna za uporabo in je primerna tudi za delavce z nižjo strokovno kvalifikacijo.

Večfunkcionalnost uporabe sistema:

Sprašuje po tem, ali tehnologija dopušča uporabniku različne načine dela. Ker sistem po našem mnenju ne dopušča različnih načinov dela, smo se odločili za oceno 2. Sistem namreč dopušča le izbiro med ročnim ali daljinskim vodenjem sistema.

Zaznavanje realnosti procesa:

Sprašuje po tem, ali sistem ohranja sposobnost človeka za zaznavanje realnosti procesa. Na zaslonu so prikazani nivoji tekočin v glavnih posodah, ne pa tudi v dozirnih posodah za bazo in kislino. Ni tudi prikaza pH vrednosti v nevtralizacijski posodi. Tudi dovod sveže vode je premalo natančno označen.

Ločitev človekovega dela in tehnologije:

Sprašuje po tem, ali je tehnologija načrtovana tako, da se delavec lahko loči od delavnega takta stroja. V našem primeru lahko uporabnik v vsakem trenutku postopek zadrži in ga ponovno zažene.

Varovanje zdravja:

Sprašuje po tem ali tehnologija pomaga odstranjevati zdravju škodljive vplive pri delu. V našem primeru to zagotovo drži, saj delavcu omogoča nadzor in opravljanje nalog prek zaslona brez potrebe po neposrednem delu s kislinami ali bazami.

6.3.2 PREPLETENOST MREŽNIH POVEZAV

Tabela 4: Ocena stopnje omreženja

OMREŽENJE						
1.	Varnost in zanesljivost sistema	1	2	3	4	5
2.	Pravila dostopa	1	2	3	4	5
3.	Stabilnost sistema	1	2	3	4	5
4.	Decentralizirane strukture	1	2	3	4	5
5.	Preglednost sistema	1	2	3	4	5
6.	Vodljivost sistema	1	2	3	4	5

Varnost in zanesljivost prenosa podatkov:

Sprašuje po tem, ali so podsistemi decentralizirane enote, kjer lahko uporabniki delujejo samostojno. Ocenili smo z oceno 3, ker je prisotna zakasnitev pri prenosu podatkov. S tem lahko pride do zmanjšanja natančnosti pri delu. Zakasnitev je predvsem posledica nenatančnih in premalo odzivnih senzorjev in bi se jo pri zamenjavi senzorjev dalo odpraviti.

Pravila dostopa

Sprašuje po tem, ali je dostop do sistema oziroma podatkov urejen na tak način, da je uporabniku znano kdo, kdaj in v kakšnem primeru ima dostop in pravico spremembe podatkov in programov. V našem primeru je dostop do računalnika zaščiten z geslom. Program za vodenje šarž pa ni zaščiten. Seveda brez gesla za zagon računalnika ne moremo uporabljati programa za vodenje procesa vendar bi vseeno bilo zaželeno geslo tudi za zagon programa. Program pa vsebuje dnevnik, v katerem je zapisano kdo (uporabnik – user, ki se je prijavil na računalnik), kdaj in kaj je delal.

Stabilnost sistema

Sprašuje po tem, ali je stabilnost sistema zagotovljena tudi pri napačni uporabi, izpadu posameznih sestavnih delov omrežja ali pri njegovi visoki obremenitvi. V našem primeru se ob izpadu računalniškega sistema (pri morebitni programski napaki, zaradi nestabilnosti sistema ali zaradi okvare komponent v računalniku

samem) tekoča šarža varno zaključi, saj so krmilniki tako programirani, da varno zaključijo šaržo, ki je v teku. Še vedno pa je mogoč ročni nadzor krmilnikov in ostale opreme prek stikal na krmilni omari. Nismo pa preizkusili, kaj se zgodi ob izpadu električnega toka, vendar bi to težavo lahko odpravili s pomočjo dodatnih napajalnikov, ki bi jih vezali pred našo napravo.

Decentralizirane strukture

Sprašuje, ali so v omrežju podsistemi izvedeni kot decentralizirane neodvisne sestavine (strukture), v katerih lahko uporabniki delujejo samostojno. V našem konkretnem primeru je možno izvajanje šarž ročno ali daljinsko oziroma samo z enega računalnika, vendar pri tem izgubimo preglednost stanja v procesu. Zaradi te pomanjkljivosti smo se odločili, da sistem ni v celoti decentraliziran in smo ga ocenili s 4.

Preglednost sistema

Sprašuje, ali se lahko vsi uporabniki sistema poučijo o tem, kdo in s katerim sistemom je priključen na omrežje ter katere informacije (podatke, programe) lahko uporablja. Vprašanje o preglednosti sistema je za naš primer brezpredmetno, saj nimamo kakšne večje mreže, da bi lahko ocenjevali njeno preglednost. Izvajanje šarže lahko opravi ena sama oseba in ne potrebuje pri tem še drugih sodelavcev, ki bi pri tem sodelovali.

Vodljivost sistema

Sprašuje, ali so izpolnjene zahteve za tehnološka omrežja, ki uporabniku omogočajo samostojno odločitev o načinu vključitve v omrežje ter načinu, kako bo z ozirom na zaščito in varovanje podatkov z njim in v njem tudi delal. Res je, da se ga da voditi tudi na daljavo, vendar se ga ne da iz oddaljene lokacije tudi pognati. Zato smo ta kriterij ocenili z 2, saj nujno potrebujemo osebo, ki bi sistem zagnala. Seveda bi se tudi to težavo dalo odpraviti s tem, da bi prek enega računalnika, ki je vedno v omrežju kontrolirali še stikala za vklop naprave.

6.3.3 DINAMIKA SPREMEMB

Tabela 5: Ocena stopnje dinamike sprememb tehnologije

DINAMIKA						
1.	Ergonomičnost opreme	1	2	3	4	5
2.	Združljivost sistemov	1	2	3	4	5
3.	Doslednost sistema	1	2	3	4	5
4.	Podpora pri učenju	1	2	3	4	5
5.	Preglednost uvajanja sistema	1	2	3	4	5
6.	Usposobljenost uporabnikov	1	2	3	4	5

Ergonomičnost strojne in programske opreme

Sprašuje, ali strojna in programska oprema ustrezata temeljnim zahtevam za načrtovanje ergonomičnega in človeku primernega sistema. Naš sistem ima pri ročnem vodenju vsa stikala na enem mestu in so vsa v dosegu rok. Razporejena so tako, da so v eni gruči stikala tipa 0,1 v drugi gruči pa zvezna stikala. Vsako stikalo ima tudi svojo oznako, ki pove, kaj s stikalom kontroliramo. Vse oznake najdemo na skici, ki je postavljena na krmilni omari. Stikala pa niso opremljena s svetlobnim signalom.

Pri vodenju s pomočjo računalnika pa proces vodimo prek programskega orodja, v katerem so že upoštevani vidiki ergonomičnosti (vse se odvija na enem ekranu, barve za prikaz nivojev, stanje krmilnikov in drugih dogajanj v procesu so kontrastne itd.). Zato smo ta kriterij ocenili s 4.

Združljivost sistemov

Sprašuje, ali so sestavni deli strojne in programske opreme novega sistema združljivi z že obstoječo tehnologijo ter ali so načini vnosa in izpisa podatkov iz sistema združljivi z načinom razmišljanja in delovanja uporabnika. Način avtomatiziranega vodenja je združljiv z načinom razmišljanja navadnega uporabnika, vendar mora uporabnik poznati osnovne koncepte iz teorije vodenja šarž.

Doslednost in zanesljivost delovanja sistema

Sprašuje, ali se lahko uporabnik zanese na to, da se bo sistem v različnih situacija odzval na podoben način in da bodo enaki sistemi različnih proizvajalcev v enakih

okoliščinah enako reagirali. Ugotovili smo, da se sistem vedno odziva na predvidljiv način tudi v različnih situacijah, zato smo dali visoko oceno 5. Delo s sistemom je načeloma tudi zelo enostavno in lahko priučljivo. Na žalost nismo imeli možnosti testirati drugih sistemov.

Podpora uporabnikom pri izobraževanju v sistemu

Sprašuje, ali tehnologija vzpodbuja in dopušča uporabnikom, da si ob delu razširjajo znanja o sistemu ter izvršujejo delovne naloge s pomočjo različnih pristopov. Pri 4. kriteriju smo dali oceno 1 zato, ker sistem po naših izkušnjah operaterju ne omogoča eksperimentiranja in s tem ne omogoča razširjanja uporabnikovega znanja. Potrebo je tudi krajše predhodno usposabljanje uporabnikov. Seveda pa se ob tem zavedamo, da prav to omogoča večjo varnost vodenja in stabilnost sistema.

Preglednost uvajanja sistema

Sprašuje, ali je uvedba novega sistema, kot tudi njegova vgradnja v že obstoječi sistem, načrtovana dovolj nazorno za vse prizadete. Upravljanje sistema poteka preko računalnika, zato je predpogoj za delo s sistemov, predhodno poznavanje dela z računalnikom. Večina uporabnikov je že vajena dela z računalnikom in ga tudi obvlada, zato bo pri uvajanju potrebna razlaga le nekaterih specifičnih funkcij programa, ki ga sistem uporablja. Sistem smo ocenili z oceno 4.

Usposobljenost uporabnikov

Sprašuje, ali je uvedba novega sistema povzročila korenite spremembe na področju potreb po usposobljenosti uporabikov. Kot smo že omenili, večina uporabnikov že dela preko računalnika, vendar pa je vseeno potrebno predhodno usposabljanje. Zato smo tudi tu ocenili s 4.

6.3.4 FORMALIZACIJA SPORAZUMEVANJA IN ODNOSOV

Tabela 6: Ocena stopnje formalizacije sporazumevanja in odnosov

FORMALIZACIJA						
1.	Medčloveško sporazumevanje	1	2	3	4	5
2.	Izkustvenost stvarnih procesov	1	2	3	4	5
3.	Zaščita podatkov	1	2	3	4	5
4.	Omrežno sodelovanje	1	2	3	4	5
5.	Povratna informacija	1	2	3	4	5
6.	Uskladitev človeka in sistema	1	2	3	4	5

Neposredno človeško sporazumevanje – s tehnologijo podprto sporazumevanje

Sprašuje, ali je sistem človek – stroj načrtovan tako, da se človek sporazumeva s pomočjo uporabe tehnologije samo v omejenem delu svojega delovnega časa, preostali čas pa opravlja delo z neposrednim komuniciranjem in v sodelovanju z drugimi ljudmi. Sistem v vsakem trenutku dovoljuje komuniciranje med uporabniki in to celo v taki meri, da celotno šaržo zadržimo in jo potem poženemo od mesta, kjer smo jo prekinili.

Izkustvenost stvarnih procesov – izkušnja navidezne resničnosti

Sprašuje, ali sistem uporabnika vedno znova spodbuja k sporazumevanju z drugimi ljudmi in mu tako omogoča ohraniti povezavo z realnostjo in življenjem? V našem primeru sistem za vodenje uporabnika ne spodbuja k sporazumevanju z drugimi sodelavci, vendar ga pa pri tem ne ovira. Če je uporabnik nagnjen k komunikaciji, mu bo ta omogočena, na žalost pa tistih, ki k temu niso nagnjeni, nič ne vzpodbudi.

Zaščita podatkov kot pravica do informacijskega samoodločanja

Sprašuje, ali so za zaščito podatkov predvideni posebni preventivni ukrepi, s katerimi lahko v omrežjih zaščitimo osebne podatke, zapiske, pa tudi govorjeno besedo pred zbiranjem in izkoriščanjem tretje osebe. Za dostop v računalnik (lokalno mrežo) je potrebno poznati geslo za dostopanje. Vsi podatki o izvajanju šarž so zapisani tako,

da je razvidno, kdo in kdaj je kaj delal, in na ta način omogočajo identifikacijo zlonamernega uporabnika.

Omrežno sodelovanje

Sprašuje, ali lahko uporabnik sam odloča, na kakšen način bosta v delovnem procesu organizirana njegovo s tehnologijo podprto sporazumevanje in sodelovanje? Med izvajanjem šarže ima operater na razpolago sporazumevanje z uporabo internetne povezave (e-pošta, brskalnik itd.).

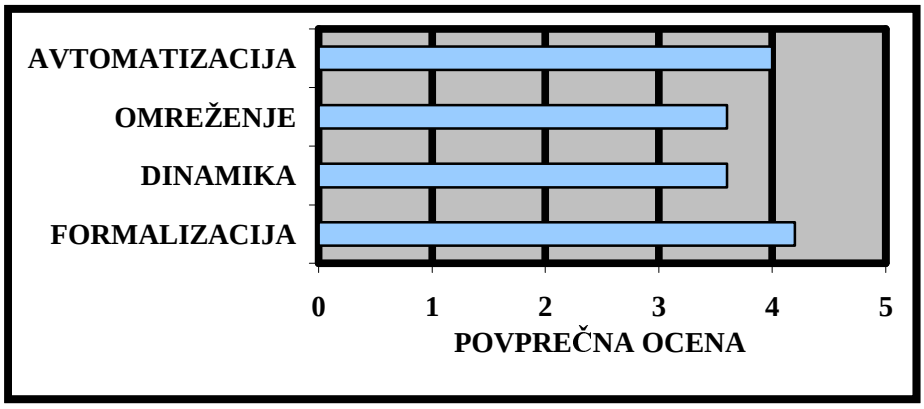
Povratna informacija sistema uporabniku

Sprašuje, ali sistem zagotavlja uporabniku povratne informacije v obliki iskanja prisotnih napak in predlogov za njihove popravke, vključno z informacijami o zmogljivosti in obremenitvah sistema. Naš sistem nas sicer opozori na napake, vendar pa ne daje predlogov za njihovo odpravo.

Uskladitev človeka in sistema

Sprašuje, ali lahko uporabnik obseg zmogljivosti in stopnjo težavnosti uporabe sistema hitro prilagodi svojemu trenutnemu izkustvenemu znanju, obenem pa sistem tudi razširi z lastnimi ustvarjalnimi zamislimi. Sistem omogoča spreminjanje receptov, vendar so slike prikazov in zbirke ukazov fiksne.

6.3.5 ZAKLJUČKI IN PREDLOGI ZA OCENJENI SISTEM



Slika 27: Skupne ocene sistema za vodenje šaržne nevtrlizacije

Skupni prikaz dobljenih rezultatov ocenjevanja po metodi vzporednega načrtovanja prikazuje Slika 27. Vidimo, da je pri vseh štirih vidikih ocena višja od sredine. To pomeni, da je sistem dobro antropocentrično načrtovan, seveda pa se ga da tudi izboljšati, še posebej pri omreženju in dinamiki sprememb.

Pri ocenjevanem sistemu za vodenje šaržne nevtralizacije bi precej izboljšali preglednost in s tem zaznavanje stvarnosti s strani uporabnika, če bi dodali še dodatne merilnike. Merilniki in stikala bi morali v sistem za vodenje tudi pošiljati povratne informacije o stanju naprav, to pomeni ali je ventil odprt ali zaprt, pri analognih ventilih pa podatek o odprtosti ventila. V našem primeru tega ni in lahko o stanju naprav le sklepamo po posledici (za odprtost ventila na primer vemo, če se nivo tekočine niža oziroma viša), neposredne informacije o tem pa nimamo. Sicer z ukazom na zaslonu povemo, naj se ventil odpre in se tudi prikaže kot odprt, vendar pa ne vemo, če se je odprl, ker ni povratne informacije.

Dobra stran sistema je v tem, da ni potrebno veliko uvajanja v sistem, saj je v celoti dokaj razumljiv. Velika pomanjkljivost računalniškega vmesnika za vodenje šaržne nevtralizacije pa je v tem, da uporabnik ne more izbirati količine informacij, ki jih v določenem trenutku želi videti. Zato bi moral vmesnik imeti možnost, da uporabnik sam odloči, katere informacije naj se mu izpišejo na zaslonu.

Nenazadnje je velika pomanjkljivost sistema tudi v tem, da uporabnik ne more veliko preizkušati in se ob tem učiti, vendar pa je po drugi strani s tem poskrbljeno za stabilnost sistema in varnost uporabnika oziroma upravljavca. Lahko pa izdelujemo nove recepte, ki jih potem vnesemo v našo napravo in preizkusimo, če delujejo pravilno. V našem primeru tega nismo počeli, saj bi zato potrebovali veliko več časa, da bi se naučili še izdelovanja receptov.

7. Zaključek

V diplomski nalogi smo predstavili metodo vzporednega načrtovanja (Dual Design), ki je ena od uveljavljenih metod za ovrednotenje antropocentričnosti sistemov. V diplomski nalogi je natančno razložena metoda vzporednega načrtovanja in njej pripadajoč vprašalnik, ki smo ga uporabili na konkretnem primeru.

Cilji diplomske naloge so bili: preučiti metodo vzporednega načrtovanja, izdelava računalniškega vprašalnika in uporaba vprašalnika na konkretnem primeru. Ovrednotili smo sistem za vodenje šaržne nevtralizacije, ki je nameščen na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani, na odseku za sisteme in vodenje (E2). Naše rezultate smo tudi predstavili sodelavcem odseka, ki so ta sistem postavili, ga dobro poznajo in ga tudi večkrat uporabljajo.

Tukaj prikazane ocenitve smo izvajali še z uporabo papirnatega vprašalnika zato smo prišli do zamisli o izdelavi računalniško podprtega vprašalnika. Ta vsebuje tudi razlago posameznih kriterijev, s čimer je ocenjevanje olajšano in tudi mnogo bolj realno, saj lahko poiščemo razlago posameznih vprašanj kar med reševanjem.

Metoda vzporednega načrtovanja išče ravnovesje med dvema pristopoma načrtovanja; prvi izhaja iz načrtovanja na osnovi tehnologije, drugi pa iz načrtovanja na osnovi delovnega procesa. To ravnovesje med obema pristopoma dosega preko štirih vidikov:

1. **avtomatizacija nalog**: ravnovesje med najvišjo stopnjo avtomatizacije in na tehnologijo načrtovano na osnovi poteka dela,

2. **dinamika sprememb**: ravnovesje med zelo hitrim spremembami na eni strani (veliko sprememb za uvajanje novih tehnologij) in razvoj uporabniku kar najbolj znane tehnologije (malo sprememb pri delu s tehnologijo),

3. **prepletenost mrežnih povezav**: ravnovesje med zelo visoko stopnjo mrežnih povezav na eni strani in pa zelo nizko stopnjo mrežnih povezav na drugi strani,

4. **formalizacija sporazumevanja in odnosov**: ravnovesje med popolnoma formaliziranim sporazumevanjem (računalniški jezik: DA in NE, 0 in 1) in neformaliziranim sporazumevanjem (človeško sporazumevanje, pri katerem je potrebno razmišljanje in upoštevanje neverbalnih gibov).

Metoda vzporednega načrtovanja nudi uporabnikom podporo pri analizi in vrednotenju obstoječih sistemov, ki bi jih želeli posodobiti v smislu človeku bolj prijazne tehnologije. Še posebej pa pride do izraza uporabnost metode pri načrtovanju tehnologije oziroma pri uvajanju novih tehnologij.

Pri proučevanju metode vzporednega načrtovanja smo prišli do zaključka, da je pri projektiranju avtomatiziranih tehnoloških sistemov nujno potrebno upoštevati tudi uporabnika te tehnologije, saj le tako lahko zagotovimo kar se da učinkovito izrabo tehnologije. Poleg tega nam ta metoda pomaga načrtovati sisteme, ki iz uporabnikov izvlečejo njihovo skrito znanje, jih bolj motivirajo pri delu, so do uporabnikov manj škodljivi in zato tudi finančno bolj donosni.

V tej diplomski nalogi smo izdelali računalniško podprti vprašalnik, ki ga lahko izpolnjujemo z uporabo pregledovalnika internetnih strani. Napisan je v HTML jeziku (z dodatki v Java jeziku) in s tem omogoča, da ga na nekem strežniku tudi gostimo in omogočimo vsem z internetno povezavo dostop do njega in uporabo antropocentričnih načel pri vrednotenju njihovih sistemov. S tem lahko v veliki meri prispevamo k uveljavljanju antropocentričnih načel, ki, kot že rečeno, pripomorejo k večji in predvsem boljši, bolj kakovostni produktivnosti podjetja. Ta načela zagotavljajo tako zadovoljstvo uporabnikov tehnologije kot tudi kupcev proizvodov, ki pri uporabi te tehnologije nastajajo.

8. LITERATURA

1. **Fuchs-Frohnhofen P.** (1994): Zur facharbeiterorientierten Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bei CNC –Drehmaschinen«, Aachener Reihe »Mensch und Technik«, Verlag der Agustinus Buchhandlung, Aachen, Nemčija
2. **Černetič J. in Noč-Razinger M.** (2003): Metoda vzporednega načrtovanja človeku prijazne tehnologije (prevod in povzetek knjige Paul Fuchs-Frohnhofen: Zur facharbeiterorientierten Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bei CNC –Drehmaschinen), IJS Delovno poročilo DP – 8038, Ljubljana
3. **Hauptman B., Godena G., Kandare G.** (2000): Programska oprema sistema vodenja procesnega laboratorija, IJS Delovno poročilo DP – 8280, Ljubljana
4. **Černetič J.** (1998): Priporočila za načrtovanje informacijsko podprtih tehnoloških sistemov in omrežij, IJS Delovno poročilo DP – 7942, Ljubljana
5. **Černetič J.** (1998): Koncepti antropocentričnih proizvodnih sistemov, IJS Delovno poročilo DP – 7873, Ljubljana
6. **Gill K. S.** (1996): Human Machine Symbiosis – The Foundations of Human-centred Systems Design, Springer, London, Velika Britanija
7. **Černetič J. in Brandt D.** (1999): Načrtovanje antropocentričnih proizvodnih sistemov, IJS Delovno poročilo DP – 8020, Ljubljana
8. **Brandt D.** (2003): Human – Centred System Design; First: People, Second: Organization, Third: Technology; 20 Case Reports; ARMT, Aachen, Nemčija
9. **Brandt D., Tschiersch I. in Henning K.** (1998): The Design of Human – Centred Manufactoring System, izdano: C. T. Leondes (ur.), Computer – Aided and Integrated Manufactoring System – Techniques and Applications, Gordon and Breach International Series in Engeneering, Technology and Applied System, Newark, New York, Združene države Amerike
10. **Marušič A.** (2004): Ovrednotenje antropocentričnosti sistema za vodenje šaržne nevtralizacije po metodi KOMPASS, diplomska naloga, Nova Gorica