

UNIVERZA V NOVI GORICI  
POSLOVNO-TEHNIŠKA FAKULTETA

**UPORABA METOD POPISA PROIZVODNIH  
PROCESOV V DELU PROIZVODNJE PODJETJA  
ISKRA AVTOELEKTRIKA**

DIPLOMSKO DELO

**Miha Markič**

Mentor: pred. Valter Rejec, univ. dipl. inž. stroj.

Nova Gorica, 2010



## **ZAHVALA**

Najprej bi se rad zahvalil mentorju na fakulteti gospodu Valterju Rejcu, ki je sprejel mentorstvo in mi pomagal pri izdelavi in oblikovanju diplomskega dela.

Posebna zahvala gre tudi sodelavcem v podjetju Iskra Avtoelektrika, ki so mi pomagali z nasveti in mi nudili pomoč, kadar sem jo potreboval.

Na koncu bi se rad zahvalil še svojim najbližjim, ki so me podpirali in spodbujali v času študija in pri izdelavi diplomskega dela.



## **NASLOV**

### **Uporaba metod popisa proizvodnih procesov v delu proizvodnje podjetja Iskra Avtoelektrika**

## **POVZETEK**

Za uspešno podjetje je pomembno, da ima nadzor nad izgubami, ki nastajajo v proizvodnih procesih. Za ta namen se uporabljajo različne metode popisa proizvodnega procesa. Namen diplomskega dela je ugotoviti lastnosti teh metod, ki se najpogosteje uporabljajo v podjetju Iskra Avtoelektrika d.d. (v nadaljevanju IAE). To so: analize časovnih vrednosti operacij (metodi REFA in faktor dela), analiza proizvodnega procesa (interna metoda) in analiza toka vrednosti. V podjetju IAE ni natančno določenih priporočil, kako in kakšno metodo uporabiti za popis proizvodnega procesa. Ob zahtevi vodstva določene proizvodne enote za izdelavo analize določenega proizvodnega procesa, se mora analitik na podlagi lastnih izkušenj odločiti katera metoda je najprimernejša za doseganje zelenih ciljev. Za podjetje IAE je torej praktična vrednost diplomskega dela, da služi kot priročnik pri odločanju o uporabi ustrezne metode in za izvajanje različnih analiz popisa proizvodnega procesa.

Diplomsko delo je nastalo s preučevanjem metod za popis proizvodnega procesa iz literature, obstoječih primerov v podjetju ter z analiziranjem več primerov proizvodnih procesov iz proizvodnje IAE. Vse obravnavane metode so predstavljene na enak način, tako, da so po predstavitvi posamezne metode podani napotki za njihovo izvedbo s primeri iz proizvodnje IAE. V zaključku vsake obravnavane metode je predstavljena analiza, ki smo jo izvedli na primeru izdelave rotorja v IAE. Z izdelavo več analiz z različnimi metodami na istem proizvodnem procesu (izdelava rotorja), smo podali priporočila za primernost uporabe posamezne metode v določeni situaciji.

## **KLJUČNE BESEDE**

Faktor dela, analiza proizvodnega procesa, vitka proizvodnja, analiza toka vrednosti, časovna norma, dodana in ne dodana vrednost.

## **TITLE**

**The use of production processes inventory methods in one of the production sections of the Iskra Avtoelektrika company**

## **ABSTRACT**

For the successful company is important to have control over the losses which appear during production processes. The objective of this bachelor thesis is to find out the characteristics of individual production process inventory methods most commonly used at the Iskra Avtoelektrika d.d. (IAE). These are: analysis of operation time values (methods REFA and work factor), analysis of the production process, which is (an internal analysis method), and value stream mapping. In the IAE company there are no specific recommendations on which method to use to make an inventory of the production process and how to do it. Upon request of the management of a specific production unit to make an analysis of certain manufacturing processes, the analyst has to decide on the basis of his own experience which method is most suitable to obtain the desired goal. Therefore, the practical value of this bachelor thesis for the IAE company is that it can serve as a manual while deciding which is the appropriate method to be used, and for the execution of various inventory analysis of the production process.

This bachelor thesis was created by researching production process inventory methods in literature, the methods in use by the company and by analyzing several production process examples at the IAE. All used methods are presented in the same way so that descriptions of methods are followed by guidances for their implementation with examples from the production of the IAE. In the conclusion of each method discussed, the analysis is presented which we performed in case of the manufacture of a rotor in the IAE. Based on an analysis conducted on the same production process (production of the rotor) with all the methods discussed, we made recommendations for the appropriateness of each method in a particular situation.

## **KEYWORDS**

Work factor, analysis of the production process, lean production, value stream mapping, time norm, added and not added value.

## KAZALO

1	UVOD.....	1
2	PREDSTAVITEV PODJETJA ISKRA AVTOELEKTRIKA.....	3
2.1	Organiziranost skupine Iskra Avtoelektrika .....	3
2.2	Proizvodni program .....	5
3	ORGANIZACIJA DELA V PROIZVODNJI .....	6
3.1	Sistemi vnaprej predvidenih časov .....	7
3.1.1	Prilagajanje WF evropskim razmeram.....	8
3.1.2	Zgodovina razvoja WF.....	8
3.2	Snemanje časa.....	9
3.2.1	Zgodovina REFA .....	12
4	ANALIZE ČASOVNIH VREDNOSTI OPERACIJ SKOZI METODE REFA IN WORK FACTOR.....	13
4.1	Algoritem časovne norme .....	14
4.1.1	Dopolnilni količnik .....	18
4.1.2	Določanje normativa .....	21
4.2	Določanje normativa na primeru izdelave rotorja .....	22
4.3	Priporočila za rabo metod REFA in WF pri analizah časovnih vrednosti operacij.....	25
5	ANALIZA PROIZVODNEGA PROCESA V PODJETJU ISKRA AVTOELEKTRIKA .....	27
5.1	Osnovni koncept izdelave analize procesa .....	27
5.2	Delovanje in način dela programa Analiza proizvodnega procesa.....	29
5.3	Primeri analize proizvodnega procesa v podjetju Iskra Avtoelektrika .....	32

5.3.1	Primer 1: obdelava odlitkov .....	32
5.3.2	Primer 2: barvanje .....	32
5.3.3	Primer 3: struženje .....	33
5.4	Analiza proizvodnega procesa na primeru izdelave rotorja.....	34
5.5	Priporočila za uporabo Analize proizvodnega procesa.....	38
6	VITKA PROIZVODNJA IN TOK VREDNOSTI.....	39
6.1	Vitka proizvodnja .....	40
6.1.1	Izgube.....	42
6.1.2	Dodana in ne dodana vrednost .....	44
6.2	Analiza toka vrednosti (VSM).....	46
6.2.1	Potek analize toka vrednosti.....	46
6.2.2	Analiza toka vrednosti na primeru izdelave rotorja .....	51
6.2.3	Uporabnost in prednosti analize toka vrednosti .....	54
7	ZAKLJUČEK .....	55
8	LITERATURA .....	58



## KAZALO SLIK

Slika 1: Organiziranost skupine Iskra Avtoelektrika .....	4
Slika 2: Proizvodni program .....	5
Slika 3: Standardni program REFA za snemanje časa.....	11
Slika 4: Algoritem za izračun časovne norme.....	18
Slika 5: Pretok materiala skozi proces izdelave rotorja .....	24
Slika 6: Postopek Analize proizvodnega procesa .....	28
Slika 7: Pričetek vnosa podatkov .....	30
Slika 8: Vnos podatkov .....	30
Slika 9: Vnos podatkov za primer 1 .....	32
Slika 10: Vnos podatkov za primer 2 .....	33
Slika 11: Vnos podatkov za primer 3 .....	34
Slika 12: Rezultati analize procesa .....	36
Slika 13: Grafično poročilo .....	36
Slika 14: Načela vitkega razmišljanja .....	39
Slika 15: Sedem izgub.....	42
Slika 16: Razmerje dodajanja in ne dodajanja vrednosti .....	45
Slika 17: Potek analize toka vrednosti (VSM) .....	47
Slika 18: Simboli analize toka vrednosti.....	50
Slika 19: Primer obstoječega stanja .....	50
Slika 20: Primer bodočega stanja .....	51

Slika 21: Obstoječe stanje za Rotor AZF-TR ..... 52

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Definicije v algoritmu časovne norme .....	17
Tabela 2: Priznavanje časov v IAE .....	20
Tabela 3: Definicije za izračun dopolnilnega količnika.....	20
Tabela 4: Definicije za določanje normativa.....	21
Tabela 5: Proces izdelave rotorja .....	23
Tabela 6: Normativi za procese v izdelavi rotorja .....	25
Tabela 7: Primerjava metod WF in REFA .....	26
Tabela 8: Opis simbolov .....	31
Tabela 9: Vneseni podatki za rotor .....	35
Tabela 10: Tabelarično poročilo .....	37
Tabela 11: Razlike med masovno in vitko proizvodnjo.....	41
Tabela 12: Prednosti vitke proizvodnje.....	41
Tabela 13: Sedem vrst izgub .....	43
Tabela 14: Primer sledenja napredka .....	49
Tabela 15: Časi dodajanja in časi ne dodajanja vrednosti.....	53
Tabela 16: Uporabnost in primerjava obravnavanih metod .....	57



# 1 UVOD

Danes se pojavljajo v literaturi različne metode popisa proizvodnega procesa. Vsaka ima določene prednosti in slabosti. Osnovni namen je praktično vedno isti, in sicer, prikazati kompleksno sliko v neki urejeni, pregledni, pretežno grafični obliki. Ta oblika je dopolnjena z bolj ali manj kompleksnimi podatki, ki opredeljujejo proizvodni proces. Podatki se nanašajo na pretok materiala in informacij ter porabe prvin proizvodnega procesa.

Vse metode služijo dvema osnovnima ciljema, in sicer, postavitvi novega proizvodnega procesa ter analizi obstoječega stanja in izboljšavam le-tega.

Ob kopici metod, ki so pretežno statične narave, kar pomeni, da ne vsebujejo simulacije dogodkov v proizvodnji skozi diskretne modele, se pojavlja vprašanje, kateri pristop je za podjetje primeren. V IAE se pojavlja problem pri izbiranju najprimernejše metode za popis in analiziranje določenega procesa. V podjetju se uporablja več različnih metod, za pomoč pri odločanju pa ni nobenega priporočila, kdaj katero metodo uporabiti in zakaj.

Namen diplomske naloge je analizirati obstoječ proizvodni proces z različnimi metodami njenega popisa. Opredeliti je potrebno prednosti in slabosti posamezne metode z vidika kakovosti informacij in potrebnega časa za izdelavo analize. V osnovi bo skozi primer iz proizvodnje IAE prikazano zaporedje analiz od najenostavnejše do najkompleksnejše, in sicer:

- analiza časovnih vrednosti operacij skozi metode REFA (metoda se imenuje po odboru za študij dela- nemško Reichsausschuss für Arbeitsstudien, v nadaljevanju REFA) in faktor dela (angleško work factor, v nadaljevanju WF),
- analiza proizvodnega procesa, ki je interna metoda v IAE, programska oprema je izdelana na osnovi priporočil iz literature,
- analiza toka vrednosti (angleško value stream mapping, v nadaljevanju VSM).

Glavni cilj dela je ugotoviti lastnosti posamezne analize na obstoječem izdelku z vidika kakovosti rezultatov in potrebnega časa za izdelavo analize. Posledično je cilj, da diplomsko delo služi kot priročnik v IAE pri odločanju za uporabo ustreznih metod in za izvajanje različnih analiz popisa proizvodnega procesa.

Bistvena korist diplomskega dela za podjetje je prihranek na času, saj je včasih nesmiselno izdelovati kompleksne analize, če na primer lahko z neko manjšo stopnjo kompleksnosti pridemo do praktično enake osnove za nadaljnje odločanje. Prava analiza za določene cilje, ki jih postavi naročnik, nedvomno pomeni tudi večjo produktivnost dela strokovnih služb podjetja.

Metodologija je temeljila na proučevanju literature in primerov iz prakse. Drugi pomemben vir podatkov so bile že izdelane analize v podjetju, na katerih smo ugotovili trenutno stopnjo obvladovanja analiz v podjetju. Iz vsega tega smo izdelali analizo na specifičnem primeru proizvodnje IAE. Iz celotnega nabora izdelanih analiz smo opredelili konkretne prednosti in slabosti posamične metode ter izdelali priporočila za izbiro ustrezne simulacije glede na cilje, ki jih poda naročnik. Slednji je običajno področje tehnologije določene strateške poslovne enote.

## **2 PREDSTAVITEV PODJETJA ISKRA AVTOELEKTRIKA**

IAE je globalni dobavitelj zaganjalnikov in generatorjev za motorje z notranjim zgorevanjem, avtonomno napajanih enosmernih električnih pogonskih sistemov in drugih zahtevnejših komponent za avtomobilsko industrijo. Programe dopolnjujeta še tehnološki razvoj ter proizvodnja posebne opreme in orodij.

IAE razvija, proizvaja in globalno trži z lastno proizvodnjo in prodajno-logistično mrežo, ki poleg podpore industrijskim odjemalcem trži tudi širok izbor proizvodov za drugo vgradnjo. IAE je prepoznavna po inovativnosti, trajnostnem razvoju, visoki kakovosti ter veliki tržni in razvojni podpori svojim odjemalcem. Prepoznavnost temelji na kompetentnih ljudeh in fleksibilnih procesih.

Začetki delovanja IAE segajo v leto 1960, ko je bila ustanovljena poslovna enota avtoelektrike podjetja Iskra Kranj v Šempetru pri Gorici, vanjo pa prenesena proizvodnja avtoelektričnih delov. Temu je sledilo obdobje hitre rasti zaradi naraščajočih potreb domače avtomobilske industrije in vstopa družbe na tuje trge. Hitro rast proizvodnje in prodaje je spremljal razvoj na ostalih področjih.

Danes je IAE uveljavljeno evropsko podjetje na področju razvoja, proizvodnje in trženja avtoelektričnih izdelkov in enosmernih motorjev.

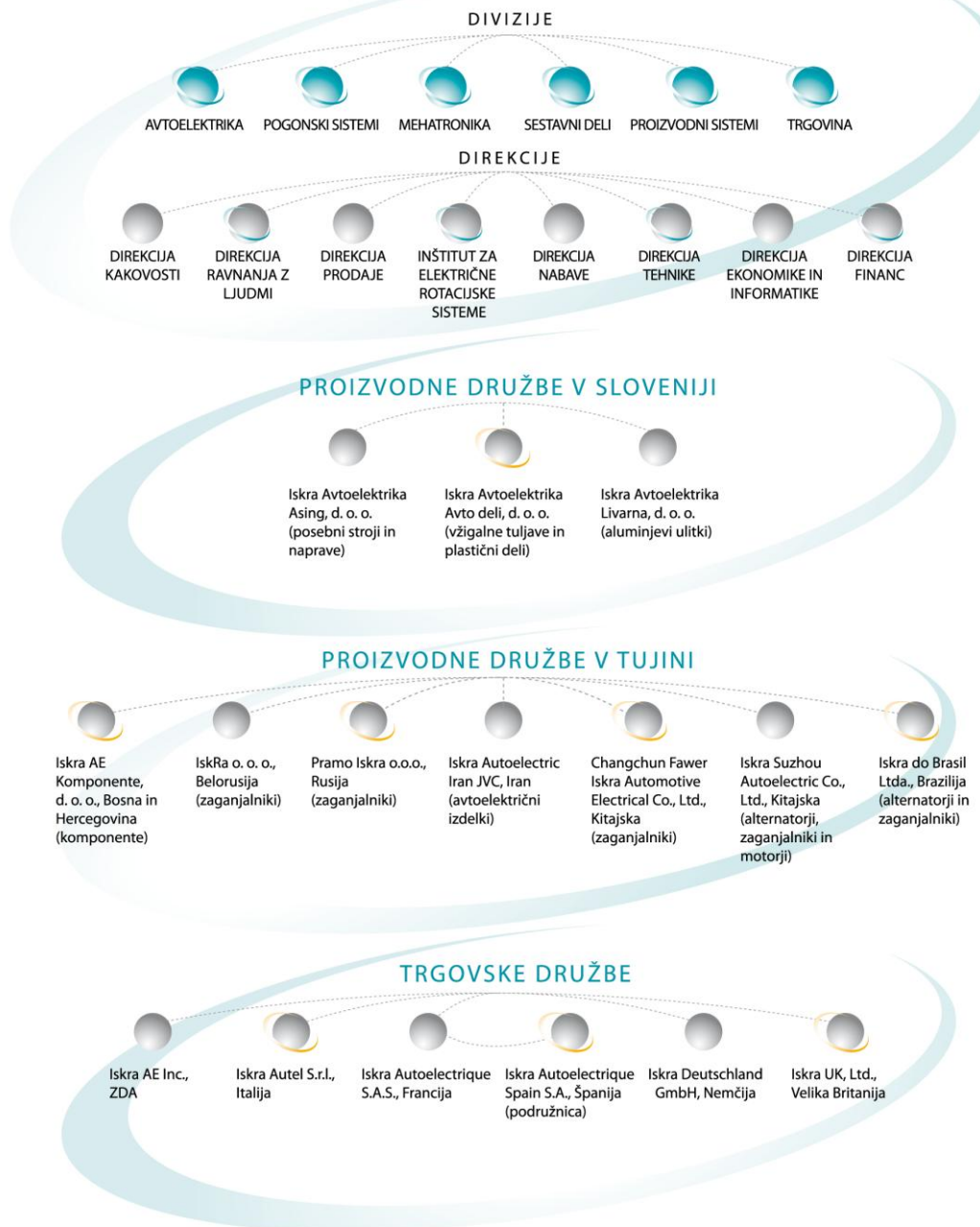
### **2.1 Organiziranost skupine Iskra Avtoelektrika**

Podjetje obvladuje vse funkcije poslovnega procesa v okviru devetih direktij in šestih strateških poslovnih enot. V skupini IAE deluje v Sloveniji in v svetu več proizvodnih in trgovskih družb. Organiziranost skupine IAE je prikazana na sliki 1.



# Skupina Iskra Avtoelektrika

## ISKRA AVTOELEKTRIKA d.d.



Slika 1: Organiziranost skupine Iskra Avtoelektrika

(Letno poročilo, 2007)



## 2.2 Proizvodni program

V IAE in njenih hčerinskih družbah razvijajo, izdelujejo in tržijo električno opremo za vozila, plovila in mobilno hidravliko. Sem sodijo zaganjalniki, alternatorji, enosmerni motorji, pogonski sistemi, stikala, krmilniki, vžigalne tuljave, hladno oblikovani deli, navitja, plastični deli in aluminijasti ulitki iz tlačnega litja, orodja za kovinsko-predelovalno industrijo ter posebna proizvodna in kontrolna oprema. Izdelki proizvodnih programov IAE so prikazani na sliki 2.

IAE ustvarja trajnostni razvoj in hoče z lastno blagovno znamko biti med vodilnimi svetovnimi dobavitelji zaganjalnikov in generatorjev, avtonomno napajanih enosmernih električnih pogonskih sistemov na izbranih tržnih segmentih.



Slika 2: Proizvodni program

(Intranet IAE, 2009)

### 3 ORGANIZACIJA DELA V PROIZVODNJI

Samo področje organizacije dela in njegov začetek sega zelo daleč v človeško zgodovino. Prve preproste organizacije dela se pojavijo že zelo zgodaj v človeški zgodovini s prvimi preprostimi človeškimi civilizacijami. Skozi različna obdobja v zgodovini pa se pojavljajo z različnimi civilizacijami različne oblasti in oblike družbenega združevanja za doseg ciljev. »Tako je na primer Babilonski kralj Hamorabi že 2000 let pred našimi štetjem uporabljal veliko število mer za organiziranje dela, med katerimi so preračuni števila delavcev in delavnih dni, opis dela in podatki o potrebnem delovnem času kakor tudi o minimalnem zaslužku. Poleg tega v svojem zakoniku govori o pravicah in dolžnostih pri izvedbi dela. Posebno pozornost posveča pravicam in odgovornostim za nakazovanje na njihovo ne razdvojeno povezanost. Imel je razdelan sistem načrtovanja in kontrole ter določene čase za izvedbo dela.« (Polajnar, 1999, str. 38)

Nekje do devetnajstega stoletja ni bilo predpisanih metod in sistemov za organizacijo dela, pač pa so posamezni organizatorji delo organizirali vsak na svoj način, kakor jim je najbolj ustrezalo, to pa je vključevalo merjenje časa, razdelitev dela na operacije, snemanje prijemov in odmore pri delu. Šele po prvi svetovni vojni so bila ustanovljena razna združenja v tovarnah, univerzah in inštitutih, katerih dejavnost je vsebovala študij časa, študij gibov, materialno simulacijo, študij hierarhijskih odnosov in to je pomenilo začetek zapletenega urejanja dela. Tako so nastale prve temeljne metode za sodobno organizacijo dela. Iz tega obdobja je med najpomembnejšimi Gilbrethov študij dela s pomočjo filma. Gibe, ki jih delavec opravlja pri delu, je snemal s kronociklografom in s filmsko kamero. Z utemeljitvijo pravil za določanje gibov je tako ta študij postal osnova vseh sistemov vnaprej določenih časov in je ključnega pomena še danes (REFA priročnik 1 - Metode študija dela, 1973).

Leta 1919 je bil na pobudo Društva Narodov v Parizu ustanovljen sistem ILO (International Labor Organization). Naloge sistema so zviševanje proizvodnosti dela, izboljševanje organizacije dela, študij in oblikovanje dela ter poučevanje študija dela.

Leta 1938 so v Parizu začeli razvijati sistem BTE (Bureau des Temps Elementaires), katerega glavni namen je bil poenotenje metode analize in študije dela v industriji;

novost pa je v usposabljanju delavcev za to področje, torej izobraževanje strokovnjakov za organizacijo dela.

### **3.1 Sistemi vnaprej predvidenih časov**

Sistemi vnaprej predvidenih časov oziroma norm so specialne tehnike študija dela in časa. S pomočjo časovnih vrednosti za posamezne človeške gibe, ki so razporejeni po vrstah in pogojih dela, se jih uporablja tako, da s pomočjo analiz dela dobimo čas za določeno delovno nalogo z natančno vgrajeno in vnaprej predvideno učinkovitostjo (standardna ali normalna učinkovitost). V IAE smo prevzeli sistem faktor dela, zato je v nadaljevanju z oznako WF označen sistem vnaprej predvidenih časov.

Sam izraz WF pomeni, da gre za faktor dela oziroma sistem, ki pri merjenju človeškega dela upošteva delo mišic in napor, kar velja vsepovsod pri delu v industriji.

Za vsak gib, ki ga človek opravi pri svojem delu, porabi določen čas. Toda ljudje zaradi svojih psihofizičnih lastnosti ne delamo z enakim tempom. Prav zato so razvijalci WF pustili tempo dela takšen, kakršnega je večina delavcev uporabljala, s čvrstim namenom, da dobijo dejansko povprečje tempa izvajanja dela. Potrebno je poudariti, da so dobljeni časi standardni povprečni časi za osnovne gibe, ki jih rabi povprečno sposoben delavec, ki je dobro izurjen za delo in če dela v normalnih delovnih pogojih, brez izrazitih zastojev. Pri tem je pomembno dejstvo, da so delavci plačani na osnovi norme, s čimer je podan pomemben pogoj za tako imenovano "hitrost WF dela". Tem časom pravimo, da so čisti časi, kar pomeni, da ne vsebujejo nikakršnih dodatkov za različne časovne izgube, ki pri delu vedno nastajajo in se izražajo v obliki utrujenosti zaradi težkega dela, vpliva okolice ter osebne in organizacijske izgube.

Največja prednost WF je predvsem v tem, da vsebuje povprečno 100 % intenzivnost izvajanja dela. Z njim se lahko vnaprej izdelata vrsto variant opravljanja dela, izmed katerih se izbere najučinkovitejšo. Z WF se lahko zanesljivo določi okoliščine bodočega dela, kar je podlaga za realne kalkulacije. WF omogoča poenostavljanje dela, racionalizacija človeškega dela pa je težišče študija dela.

### **3.1.1 Prilagajanje WF evropskim razmeram**

Sistem WF je nastal v Združenih državah Amerike (v nadaljevanju ZDA). Ob uvajanju WF v Evropi je izstopil problem intenzivnosti dela, ki je v Evropi nižja kot v ZDA. Odbor za študij dela (nemško, Reichsausschuss für Arbeitsstudien, v nadaljevanju REFA) in veliko podjetij je določilo, da se čisti čas, dobljen z analizo dela po WF, za ročna dela poveča s korekturnim faktorjem ( $K_{wf} = 1,30$ ). Na tak način se izravnava tempo normalnega dela med WF in REFA.

### **3.1.2 Zgodovina razvoja WF**

Izvirna razvojna dela in snovanje WF sistema je opravil J. H. Quick s svojo delovno skupino. Na osnovi spoznanja, da je družba vedno zainteresirana za celovito poenostavitev del, kar pa je mogoče predvsem s pomočjo sistema vnaprej predvidenih časov, ki omogočajo mikro vpogled v delo, so z oblikovanjem sistema WF pričeli leta 1934 pri podjetju Philco Corporation v Philadelphiji, v ZDA. V začetku so ga označevali kot Q. S. K. sistem (po prvih črkah priimkov tvorcev: Quick, Shea, Kohler).

Delovne operacije so razstavili na enostavne gibe delov telesa, ki so bili opazni; pokazalo se je, da je veliko večino delovnih faz možno razdeliti na jasno ločljive ter medsebojno popolnoma razmejene elemente dela ali gibe ter da se ti vedno znova pojavljajo pri vsakem delu. Le redki vsebujejo tudi umsko delo. Zato so delo razdelili na področje fizičnega in umskega dela.

V maju 1945 je bil objavljen prvi članek, v katerem je bil WF sistem opisan in razložen. Ta objava je omogočila oceno dobrega dela in izsledke strokovnjakov, ki so oblikovali merilo za merjenje človeškega dela.

Leta 1946 je bila v Haddonfieldu v ZDA osnovana družba Work-Factor Company, ki se ukvarja z uvajanjem sistema v industrijska podjetja po celem svetu.

Od takrat se WF nenehno razvija ter dopolnjuje. Močno se je razširil predvsem zaradi svoje visoke kakovosti zlasti v ZDA in na Japonskem, kjer ga tudi najbolj uporabljajo. V Evropo je prišel preko podjetja Philips, ki je že med vojno iskal razloge, zakaj je vlada ZDA pred vojno prepovedala merjenje dela s

kronometriranjem in čemu je potreben zakon, ki je med vojno omogočal najemanje posojil za razširitev proizvodnje le pod pogojem, če je najemnik dokazal, da v svojem podjetju meri delo s sistemom vnaprej predvidenih časov.

Prvotno je bil sistem sicer namenjen le za predkalkuliranje, kasneje pa so ga začeli uporabljati tudi za določevanje norm oziroma delovnih časov, vendar so kmalu spoznali, da je njegova največja vrednost v tem, da služi kot pripomoček za planiranje, oblikovanje, poenostavljanje dela in analizo vrednosti.

Glede na obseg proizvodnje in število delovnih operacij, ki so za proizvodnjo določenega izdelka potrebne, so razvijalci sistem WF razdelili na osnovni postopek za merjenje fizičnega dela ter osnovni postopek za merjenje mentalnega dela. Oba postopka sta nadalje razdeljena na niz metod, ki predstavljajo izpeljavo iz osnovnega postopka. Te metode se medsebojno ločijo glede na dolžino časa, ki je potreben za izvedbo delovne operacije (Leber in Polajnar, 2000).

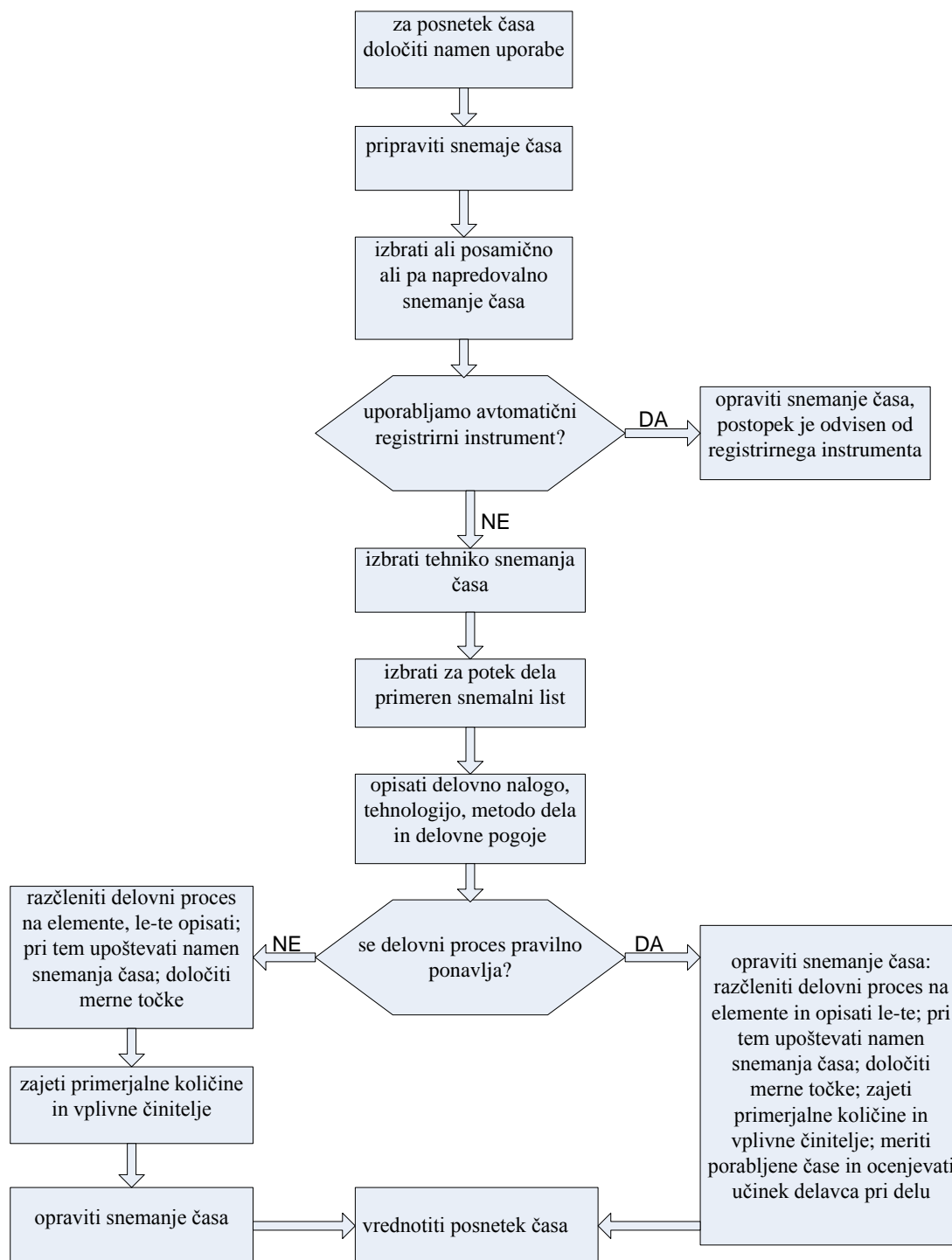
### **3.2 Snemanje časa**

Po definiciji je snemanje časa ugotavljanje predvidenega časa z merjenjem in vrednotenjem porabljenega časa. Snemanje časa obsega izdelavo opisa delovnega sistema, metode dela in delovnih pogojev, poleg tega obsega še določitev primerjalnih količin, določitev stopnje učinka pri delu in ugotavljanje porabljenega časa za posamezne elemente delovnega procesa. Postopek snemanja časa je močno odvisen od dela, ki ga raziskujemo, in cilja, ki ga želimo s snemanjem doseči. Pri snemanju časa snemamo čas, ki je vezan na delavca v delovnem procesu, časi, ki jih dobimo pa morajo biti uporabni za krmiljenje in kontrolo proizvodnje kot tudi za razdeljevanje osebnih dohodkov. Bistvo pri snemanju časa je, da snemalec (analitik za delo) pozorno opazuje delovni proces in si zbrane ugotovitve in meritve ustrezno zapisuje na snemalni list. Podatki o merjenju na snemalnem listu pa morajo biti ponovljivi.

Za merjenje časa se najpogosteje uporablja navadna ura štoparica, razširjeno pa je tudi snemanje z uro, ki ima minutni krog razdeljen na sto delov, kjer en del predstavlja vrednost 1/100 minute. Celoten postopek snemanja časa po standardnem programu REFA prikazuje slika 3.

Pred pričetkom snemanja časa moramo izvesti nekatere predpriprave, ki so pogoj za praktično izvedbo snemanja:

- odločiti se moramo o tehniki snemanja (napredovalno snemanje ali posamično snemanje),
- izberemo ustrezen merilnik časa,
- izberemo ustrezen snemalni list (lahko si ga naredimo tudi sami),
- potek dela razčlenimo na posamezne značilne elemente delovnega procesa,
- določimo merne točke v posameznih elementih delovnega procesa (REFA priročnik 2 - Metode študija dela, 1973; Siekloča, 1979).



Slika 3: Standardni program REFA za snemanje časa

(REFA priročnik 2 - Metode študija dela, 1973)

### **3.2.1 Zgodovina REFA**

V Nemčiji je bil, za razliko od ZDA, kjer so bili v ospredju zelo sposobni posamezniki, razvoj študija dela plod kolektivnega tehničnega strokovnega dela. Tako so po dolgoletnih pripravah v Berlinu leta 1924 ustanovili Odbor za določanje izdelavnih časov (REFA). Temeljna naloga odbora REFA je bila pridobivanje vseh podatkov v zvezi z določanjem izdelavnih časov, ki so bili na razpolago v znanosti (literatura) in praksi (podjetja). Zbrane podatke so preverili ter jih javnosti ponudili v obliki člankov in seminarjev. Prelomno leto v organizaciji je bilo 1936, ko se je REFA odbor za določanje izdelavnih časov (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung) preimenoval v Odbor za študij dela (Reichsausschuss für Arbeitsstudien). Sprememba imena je bila posledica spremembe cilja, ki se je iz področja dela razširil na oblikovanje in vrednotenje dela. Od leta 1947 do leta 1951 so se deželna združenja REFA združevala in na koncu združila v zvezno združenje za študij dela REFA. Do danes je REFA razvila vrsto metod študija dela in je postala ena vplivnejših šol organizacije dela v svetu. Njeno uredništvo izdaja strokovne knjige in revije (REFA priročnik 1 - Metode študija dela, 1973).



#### **4 ANALIZE ČASOVNIH VREDNOSTI OPERACIJ SKOZI METODE REFA IN WORK FACTOR**

Časovni normativi so osnova za veliko nadaljnjih izračunov in analiz v vsakdanjem življenju podjetja. Uporabljajo se za ugotavljanje doseganja pričakovane produktivnosti, terminiranje dela, izračun stroškov dela v izdelku (lastna cena) ali določenem nalogu, načrtovanje zasedenosti kapacitet.

Ker so to vhodni podatki, je nujno, da jih imamo pravilno zastavljene. V nasprotnem primeru so vsi nadaljnji izračuni vprašljivi. Samo določanje je v domeni področja, ki se ukvarja z dejavnostjo merjenja dela. Pri določevanju imamo veliko vplivnih parametrov, katere moramo ustrezno ovrednotiti.

Realne normative lahko po eni od metod merjenja dela določi le tisti, ki je zato primerno usposobljen in ima dovolj izkušenj s tega področja. Zato traja proces usposobitve dobrega analitika precej časa. Same metode merjenja dela niso niti tako velika težava. Večjo predstavlja potrebna samozavest in izkušnje analitika, ki je podvržen pritiskom z več strani. Pritiski prihajajo vedno s strani zaposlenih, ki delo opravljajo, to pa ni najhujše, saj analitiki praviloma take situacije obvladujejo. Izhajamo iz dejstva, da v IAE analitik nima nobene koristi za določevanje »pre intenzivnih«  
normativov. Navsezadnje danes normativi niso več osnova za stimulacijo v okviru gibljivega dela plače.

Veliko preglavic povzročajo pritiski z višjega nivoja po »rezanju norm«. Navadno se to dogaja, ker se iz realizacije v proizvodnji opazijo »nenavadna«  
preseganja pričakovane produktivnosti. Ko opazimo, da določen delavec dosega 180 % produktivnost, to za veliko večino ni sprejemljivo. Če je analitik upošteval vse vplivne dejavnike v okviru opazovanega dela in če je analizo izvedel po eni od metod merjenja dela, za katero je usposobljen, lahko le ponovno pregleda, ali je analiza pravilna. Vsakršno »rezanje«  
ali potvarjanje analiz za ta namen je nesprejemljivo in dejavnost merjenja dela v podjetju izgubi svoj smisel. Za primer lahko navedemo ZDA, kjer so v prvih desetletjih 20. stoletja postavljali normative tako, da so za osnovo vzeli prav delavce, ki so bili nadpovprečno sposobni. Na tak način je jasno, da velika večina delavcev ne bi bila nikoli zmožna doseči postavljenih normativov. To je tako kot, če bi od vseh nas pričakovali, da na 100 metrov tečemo s

časom državnega rekorda. Zato je »rezanje« normativov ali pa postavljanje normativov na podlagi nadpovprečnega časa zaposlenih popolnoma nesprejemljivo. Danes je v IAE večja pozornost namenjena vplivom delovnih metod na obremenitve delavcev.

Za določitev normativov moramo v osnovi ugotoviti:

- čisti čas obravnavane operacije in
- dodatke na čisti čas.

Na podlagi zgornjih podatkov se preko ustreznega algoritma določi časovni normativ.

#### **4.1 Algoritem časovne norme**

V tem poglavju je prikazano, kako pridemo do časovnega normativa. Predstavljen je algoritem in ne specifične posameznih operacij, kot so delo na več strojih ali skupinski normativi. V glavnem časovni normativ ocenimo preko dveh metod merjenja dela:

- sistemi vnaprej predvidenih časov (WF metoda) in
- z merjenjem časov (REFA metoda).

Oba načina imata svoje zahteve, kakor tudi prednosti in slabosti. Držati se je potrebno tudi spodnjih pravil:

- za hitro pridobivanje podatkov potrebnih za okvirne analize se uporablja REFA metoda;
- za vsa ročna dela na montažah in individualnih delovnih mestih se uporablja WF metoda;
- za vse strojne čase na montažah in individualnih delovnih mestih se uporablja REFA metoda.

Pri delu po WF metodi velja mnenje, da je z njo več dela, kakor če bi normative določevali preko REFA metode. Dejansko pa stoji to prepričanje na zelo trhljih temeljih, saj dobro analizo po REFA metodi ni mogoče izdelati »na hitro«. WF

metoda je primerna, ker izključuje subjektivno ocenjevanje s strani analitika, ki je sestavni del REFA metode. Tukaj lahko trdimo, da analitik, ki pozna in dela po WF metodi, lahko objektivneje odloča učinkovitost izvajalca pri REFA metodi zaradi lažjega določanja koeficienta storilnosti ( $Kst$ ).

Za določitev normativa potrebujemo čas cikla neke operacije (operativni čas -  $To$ ). Do njega pridemo v IAE preko WF ali pa REFA metode. Tega je potrebno korigirati s koeficientom dodatnih časov ( $Kd$ ).

Pravilo, ki se ga je potrebno držati je, da se analize, kjer je prisotno ročno delo, analizira po WF metodah, strojne in pomožne čase pa po REFA. Obstajajo tudi odstopanja od pravila, ki pa so odvisna od namena analize.

V času cikla lahko razločimo tri različne vrste dela. V neki analizi tako lahko nastopajo:

- tehnološki ročni čas ali čas ročnega dela v fazi ( $tr$ ),
- tehnološki strojni čas ali čas strojnega dela v fazi ( $ta$ ),
- pomožni čas za izvajanje del, ki so neposredno vezana na nadaljevanje operacije in se ne izvajajo vzporedno s strojnim časom ( $tp$ ).

Znotraj vsebine obravnavanega dela se ti časi lahko prekrivajo ali pa ne. Pri delu po WF, potem ko te čase definiramo, moramo določiti še druge vplivne veličine. Te so:

- koeficient napora ( $Kn$ ),
- koeficient mikro motenj ( $Km$ ),
- izenačevalni faktor med REFA in WF metodo ( $Kwf$ ),
- koeficient okolice ( $Ko$ ).

Koeficient napora je potrebno ugotavljati, ko pri določeni vsebini dela nastopa fizična obremenitev delavca, ki na dolgi rok povzroča utrujanje. To pomeni, da ni realno pričakovati, da bo izvajalec ves čas opravljal delo z enako intenzivnostjo. Koeficient mikro motenj je potrebno prav tako ugotavljati. V IAE naj bi ta za končne montaže znašal 4 %. Ta vrednost je prisotna v IAE že od samih začetkov aktivnosti merjenja dela. Enako velja za izenačevalni faktor med WF in REFA metodo.

Koeficient okolice nam kompenzira pogoje, ki nam zmanjšujejo produktivnost (vlaga, hrup, temperatura).

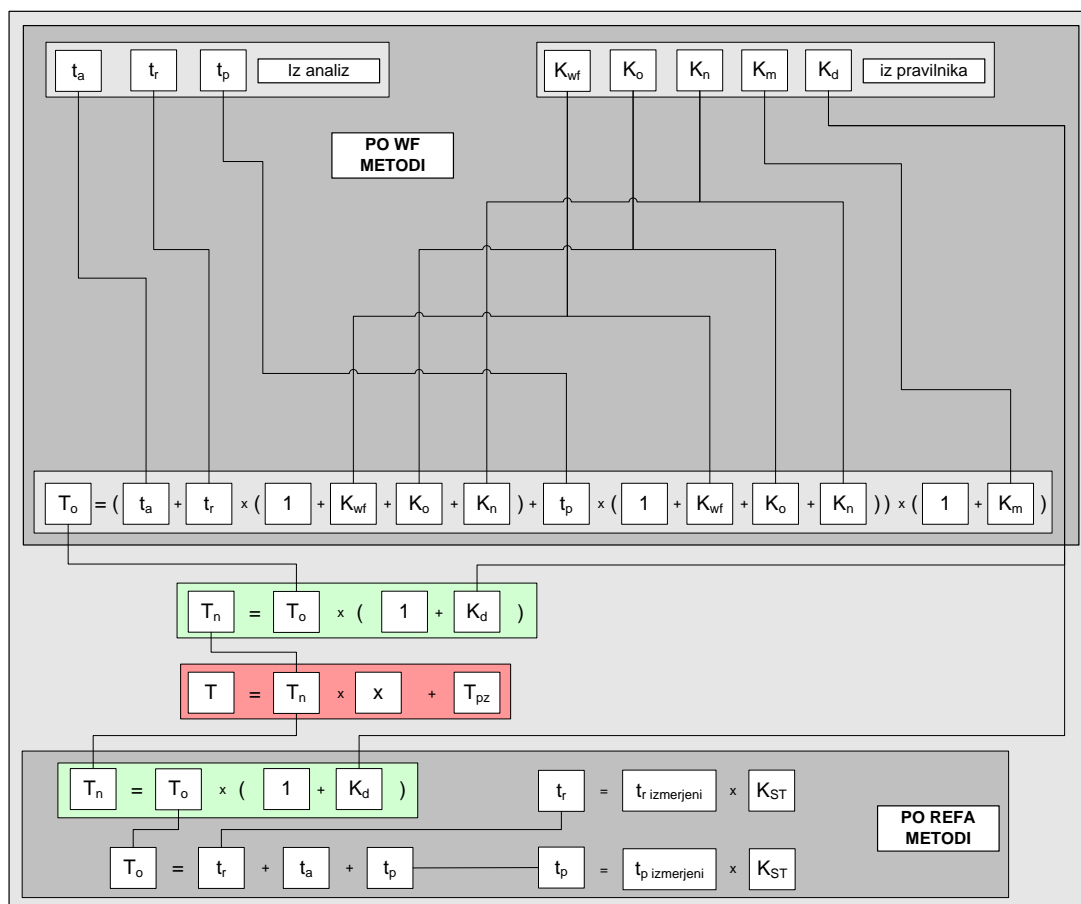
Preko zgoraj definiranih vrednosti pridemo do operativnega časa ( $T_o$ ), ki predstavlja osnovo za določanje normativa. Čisti čas je pri delu po metodi WF dejansko razdeljen v tri že omenjene komponente ( $t_r$ ,  $t_a$ ,  $t_p$ ). Podobno je pri metodi REFA, vendar tam ne korigiramo teh časov za zgoraj opisane koeficiente.

Pomemben koeficient, katerega mora sprejeti vodstvo podjetja, je tisti, ki določa čas odmorov, ki jih delavcem priznavamo med delom. Pravimo mu koeficient dodatnih časov ali dopolnilni količnik ( $K_d$ ).

Algoritem za izračun časovne norme po REFA metodi in WF metodi je predstavljen na sliki 4, vrednosti, ki nastopajo v algoritmu, pa v tabeli 1.

Tabela 1: Definicije v algoritmu časovne norme

$T$	Čas za izvedbo nekega dela ali delovnega procesa, ki je naročen z novim delovnim nalogom.
$T_{pz}$	Pripravljalno zaključni čas, potreben za pripravo delovnega mesta glede na nov delovni nalog.
$x$	Število kosov v naročeni seriji.
$T_n$	Časovna norma je čas, ki pove normirano porabo časa na enoto izdelka.
$T_o$	Izdelavni čas, ki je potreben za dejansko delo (operativni čas izvedbe operacije).
$tr$	Tehnološki ročni čas (čas ročnega dela v fazi).
$ta$	Tehnološki strojni čas (čas strojnega dela v fazi).
$tp$	Pomožni čas (izvajanje del, ki so neposredno vezana na nadaljevanje operacije in se ne izvajajo vzporedno s strojnim časom).
$Kn$	Koeficient napora, ki upošteva časovne izgube delavca zaradi nastopajoče utrujenosti (fizične, umske).
$Km$	Koeficient mikro motenj, ki upošteva časovne izgube zaradi slabega materiala, osnovnih sredstev, itd.
$Kwf$	Izenačevalni faktor med REFA in WF metodo.
$Kd$	Dopolnilni koeficient, ki definira dejansko razpoložljiv čas za delo v eni izmeni (priznamo upravičene izgube časa).
$Kst$	Koeficient storilnosti pri snemanju po REFA.
$Ko$	Koeficient okolice, ki upošteva odstopanja od povprečnega stanja z vidika temperature, vlage, hrupa, itd.



Slika 4: Algoritem za izračun časovne norme

#### 4.1.1 Dopolnilni količnik

Pri določitvi norme, ki je zapisana v informacijskem sistemu, ki ga uporabljajo v IAE za poslovanje (v nadaljevanju SAP), se dopolnilni količnik ( $Kd$ ) v IAE ne upošteva več. Ta je že zajet v definiranju kapacitete na delovnem mestu v SAP (410 minut efektivnega dela na izmeno). Ostaja pa pomembna sama definicija tega koeficienta, ker natančno definira, katere so časovne izgube pri delu, ki jih priznavamo (70 minut). Ko iz analiz dobimo operativni čas, ga moramo primerno korigirati in tako pridemo do normativnega časa. Velikost korekcije določa dopolnilni količnik. Če bi normativ določili brez upoštevanja dopolnilnega količnika ( $Kd$ ), torej le preko operativnega časa ( $T_o$ ), bi to dejansko pomenilo, da v 450 minutah za izvajalca ne predvidimo prekinitev.

Dopolnilni količnik ( $Kd$ ) upošteva med delom osebne potrebe človeka ( $Ios$ ) in organizacijske izgube ( $Ior$ ). Človek ima med delom osebne potrebe ( $Ios$ ), ki jih

delimo na fiziološke (mala in velika potreba, pitje vode, telesno razgibavanje itd.) in civilizacijske (pitje kave, klepet itd.). Osebnosti potrebe vrednotimo s povprečnim časom, ki je potreben za zadovoljitev le-teh. Analitik časa pa mora upoštevati tudi čas, potreben za oblačenje zaščitne obleke ali obutve, če delo to zahteva. Osebnosti potrebe pa so večje, če je garderoba daleč od delovnega mesta, če si je potrebno iz tehnoloških razlogov med delom večkrat umiti roke. Običajno zadostuje 15 minut za kavo in klepet ter 15 minut za fiziološke potrebe. Osebnosti potrebe tako skupaj znašajo 30 minut. Te osebnosti potrebe s stališča stroškov pomenijo osebnosti izgube časa.

Organizacijske izgube (*Ior*) so v manjši količini vedno prisotne. Vanje prištevamo vse drobne izgube, ki delavca motijo med delom in mu jemljejo delovni čas zunaj določil znotraj čistega časa. Ker se jih ne splača obravnavati kot reklamacije časovne norme, jih priznavamo tehnološkemu procesu primerno v pavšalu. Običajno zadostuje 15 minut dnevno. Kljub na videz majhni časovni izgubi (npr. 15 minut/dan) je treba skrbeti, da so tudi majhni organizacijski zastoji analizirani in odpravljeni do ekonomske meje, torej si prizadevamo do meje, po kateri so stroški odpravljanja motenj večji od koristi. V IAE se priznava čase, ki so prikazani v tabeli 2.

Tabela 2: Priznavanje časov v IAE

(Intranet IAE, 2009)

Opredeljeni časi kateri pripadajo zaposlenim (v minutah)		Skupinska in individualna ročna dela	Dela s stroji in napravami
1	dnevni odmor	30	30
2	priprava na delo (slačenje in oblačenje)	5	5
3	za vodenje evidence dela, stat. podatkov in priprava delovnega mesta	/	5
4	mala potreba	2 X 10	2 X 10
5	velika potreba		
6	splošni predah (sistematični počitek)		
7	pitje telesu potrebnih tekočin		
8	priprava na malico	7	7
9	pospravljanje in čiščenje delovnega mesta	3	8
10	umivanje in oblačenje po delu – odhod	5	5
Σ'	skupni odbitek od 450'	40	50
Σ'	dejan.razpolož.čas dela v izmeni	410	400
<b>Kd</b>	<b>dopolnilni količnik</b>	<b>0,097</b>	<b>0,125</b>

Vrednosti za izračun dopolnilnega količnika so predstavljene v tabeli 3, izračunamo pa ga po enačbi 1. Pri določanju normativa upoštevamo dopolnilni količnik po enačbi 2 (Polajnar, 1999).

Tabela 3: Definicije za izračun dopolnilnega količnika

<i>Kd</i>	Dopolnilni količnik
<i>Ios</i>	Osebne izgube
<i>Ior</i>	Organizacijske izgube
450	Za delo razpoložljiv čas izražen v minutah (brez malice)

$$Kd = \frac{Ios + Ior}{450 - (Ios + Ior)} \quad (1)$$

Dopolnilni količnik *Kd* izračunamo po enačbi (1).



$$N = \frac{\check{S}td \cdot (1 + Kd) \cdot To}{36} \text{ [ur/100 kos]} \quad (2)$$

Normativ določimo z upoštevanjem dopolnilnega količnika po enačbi (2).

#### 4.1.2 Določanje normativa

Za določitev normativa smo v zgornjih poglavjih obdelali vse vplivne parametre in lahko po enačbi 3 zelo okvirno določimo normativ. Bistveno je, da znamo določiti čas, »periodo« proizvodnje. Vrednosti za določanje normativa so predstavljene v tabeli 4.

Tabela 4: Definicije za določanje normativa

<i>N</i>	normativni čas [ur/100 kos]
<i>Štd</i>	število delavcev, ki opravljajo delo
<i>To</i>	takt. čas »periode« v sekundah

$$N = \frac{To \cdot \check{S}td}{36} \text{ [ur/100 kos]} \quad (3)$$

Normativ določimo po enačbi (3).

Zgornja enačba je primerna tako za skupinska delovna mesta (končne montaže, montaže podsestavov), kakor tudi za individualna delovna mesta (ročna ali dela na strojih). Pri skupinskih moramo ugotoviti takt ozkega grla. Za delo na več strojih in skupinsko delo pa je pristop za določanje normativa drugačen, kar pa tukaj ni obravnavano.

Takt lahko ugotavljamo s kronometriranjem (REFA), pri čemer moramo paziti, kaj upoštevamo (merilne točke). Pri tej metodi moramo izmerjeni čas korigirati še za stopnjo učinkovitosti, ki jo je potrebno oceniti, kar je glavna slabost te metode. Druga možnost hitre ocene normativov je na podlagi natančnih parametrov o realizaciji, ki jih zbiramo v proizvodnji. Iz njih lahko pridobimo veliko koristnih podatkov za načrtovanje, kalkulacije, produktivnost in preurejanja.

## **4.2 Določanje normativa na primeru izdelave rotorja**

Celoten postopek izdelave rotorja je sestavljen iz več procesov, in sicer: natiskanja rotorskega lista na gred, montaže, impregniranja, struženja, balansiranja in končne kontrole, končni izdelek pa se uporabi kot podsestav pri montaži zaganjalnikov. Material za izdelavo rotorja pride na linijo izdelave z viličarjem iz skladišča AEL (tip 0010). Med samimi procesi pa se za transport uporablja ročni voziček.

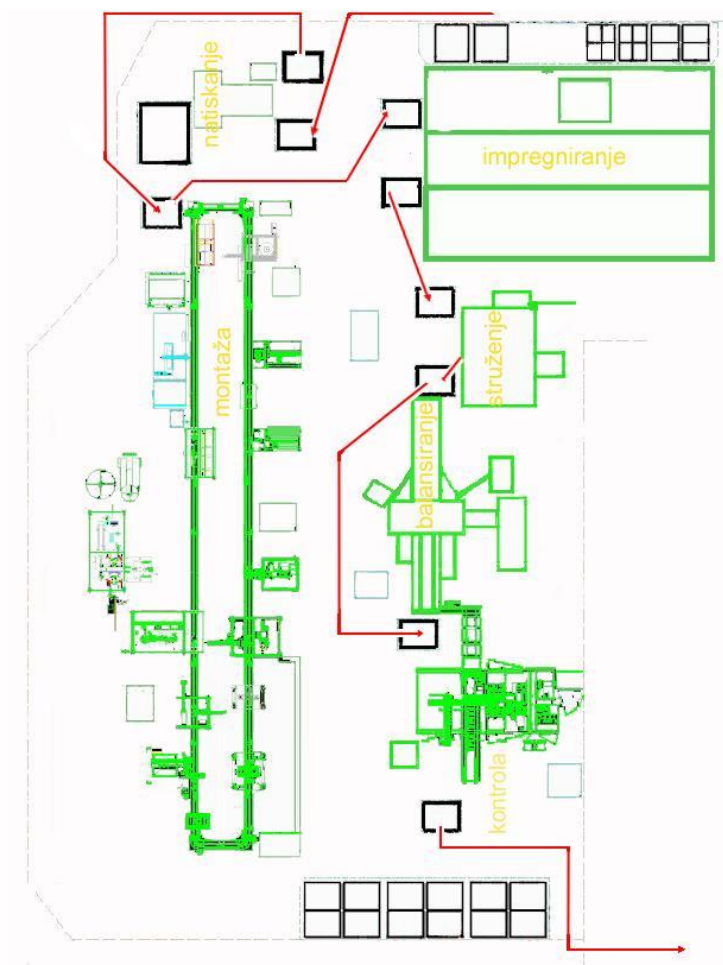
Proces izdelave rotorja je predstavljen v tabeli 5, v tabeli 8 na strani 30 pa so pojasnjeni simboli, uporabljeni v tabeli 5.

Tabela 5: Proces izdelave rotorja

Načrt		Opis operacije
▼	S	Skladišče AEL
→	TV	Transport rotorske gredi do odlagalnega mesta na liniji rotorja
●	O	Natiskanje rotorskega lista na gred
■	K	Kontrola dimenzij znotraj procesa
→	TV	Transport do procesa montaže rotorja
●	O	Vstavljanje O- izolacija
●	O	Vstavljanje rotorskih palic
●	O	Predkrivljenje rotorskih palic
●	O	Fluksanje in kositranje rotorskih palic
●	O	Krivljenje rotorskih palic
●	O	Natiskanje kolektorja
●	O	Odrežavanje koncev rotorskih palic
●	O	Varjenje
●	O	Natiskanje bandažnih obročev
■	K	Avtomatska kontrola
■	K	Ročna kontrola
→	TV	Transport do procesa impregniranje
●	O	Impregniranje 1
●	O	Impregniranje 2
■	K	Kontrola impregniranja
→	TV	Transport do procesa struženje
●	O	Struženje
■	K	Meritev
→	TV	Transport do procesa balansiranje
●	O	balansiranje
→	TV	Transport do kontrolne naprave
■	K	Končna kontrola
→	TV	Transport do skladišča
▼	S	Skladišče ZAG

Izdelava rotorja se prične s transportom rotorske gredi iz skladišča AEL do odlagalnega mesta na liniji rotorja. Transport opravi predelavec z viličarjem in sicer pripelje eno paletu, na kateri je 3000 kosov (v nadaljevanju kos) gredi. Skozi obdelavo pa je v seriji en zaboj in sicer 216 kosov. Naloga predelavca je tudi, da poskrbi za morebitna preurejanja in nato prevzeme proces na stiskalnici. Prvo operacijo v procesu natiskanja rotorskega lista na gred opravi delavec tako, da sestavi gred s tulko, nato pa še rotorski list in sproži strojni cikel natiskanja. Po opravljeni operaciji opravi kontrolor linije še kontrolo. Po opravljenem prvem procesu se prične proces montaže, ki je sestavljen iz devetih avtomatiziranih operacij ter kontrole, ki je

avtomatska in vizualna. Po prevzemu procesa se opravi morebitna preurejanja ter se nato prične s prvo operacijo »Vstavljanje O- izolacije«. Ostale operacije v tem procesu so: vstavljanje rotorskih palic, pred krivljenje rotorskih palic, fluksanje in kositranje rotorskih palic, krivljenje palic, natiskanje kolektorja, odrezavanje koncev rotorskih palic, varjenje in natiskanje bandažnih obročev. Za pravilno delovanje vseh avtomatiziranih operacij skrbi predelavec. Po transportu z vozičkom se izdelava nadaljuje s procesom impregniranja, ki je sestavljen iz dveh operacij impregniranja ter kontrole, ki jo izvede kontrolor linije. Sledi proces struženja, ki je sestavljen iz ene operacije struženja in kontrole ter procesa balansiranja. Transporte med procesi opravi predelavec z vozičkom. Po balansiranju se prične še končni proces kontrole ter nato z viličarjem transport v skladišče, kjer izdelek čaka na nadaljnjo vgradnjo. Pretok materiala skozi vse procese je prikazan na sliki 5.



Slika 5: Pretok materiala skozi proces izdelave rotorja

Normativ za izdelavo rotorja smo izračunali po enačbi 3 na strani 21 za vsak proces posebej. Ker smo uporabili enačbo brez uporabe dopolnilnega količnika ( $Kd$ ), moramo za osnovo upoštevati 410 minut efektivnega dela na izmeno. Izdelavni čas za posamezen proces smo dobili s snemanjem celotnega procesa. Snemanje smo opravili z uro štoparico in sicer za vsak proces več ponovitev. Določeni normativi za vsak proces so prikazani v tabeli 6.

Tabela 6: Normativi za procese v izdelavi rotorja

Proces	To [s]	Št. delavcev	Normativ [ur/100 kos]
Natiskanje rotorskega lista na gred	37	1	1,03
Montaža	35	1	0,97
Impregniranje	24	1	0,67
Struženje	38	1	1,06
Balansiranje	25	1	0,69
Končna kontrola	25	1	0,69

#### 4.3 Priporočila za rabo metod REFA in WF pri analizah časovnih vrednosti operacij

Odločitev za rabo posamezne metode je odvisna od potreb in zahtev po želenih ciljih ter od tega, kaj želimo analizirati.

WF metodo uporabljamo, ko izvajamo analizo na montažah in individualnih delovnih mestih, kjer se opravljajo ročna dela. Metoda je v primerjavi z REFA bolj objektivna, saj analitik nima vpliva nanjo s svojim ocenjevanjem. Dobra lastnost metode je tudi v tem, da postavlja enako osnovo za vse sredine, ki se analizirajo. V IAE je tako na primer na montažah čas za pritisk gumba za prepust palete 0,7 sekunde, kjer so pogoji za to fazo enaki. Metodo WF uporabimo za balansiranje montažnih operacij, saj je edina, ki zagotavlja uspeh.

Slaba stran uporabe metode WF je, da nam analiza s to metodo vzame zelo veliko časa, zato moramo to upoštevati že na začetku dela. Zato v primerih, kjer je pomembna hitrost izvedene analize in nam zadostujejo zgolj okvirni rezultati analize (ne zelo natančni), uporabimo metodo REFA.

Metodo REFA uporabljamo na montažah in individualnih delovnih mestih za vse strojne čase. Poleg tega, da je metoda REFA bistveno hitrejša od WF, je tudi čas za priučitev analitika krajši kot pri WF metodi. Za neizkušenega analitika, ki nima znanja o WF metodi, pa se pri analizi z REFA metodo pojavi problem, saj je zelo težko določiti koeficient storilnosti (ocena je zelo dvomljiva). To lahko stori le izkušen analitik. Slaba stran pri analiziranju z metodo REFA je tudi težko zagotavljanje zahtevanih pogojev, kot tudi ta, da nam metoda REFA sama po sebi ne nudi pogleda na neracionalne gibe.

Obe metodi imata svoje zahteve, kakor tudi prednosti in slabosti. Zato moramo pri odločitvi upoštevati, kje se bo metoda uporabljala, željene cilje, čas, ki je potreben za izvedbo, kako obsežno bomo analizo izvedli ter zelo pomembna so sposobnosti analitika. Za hitrejši pregled je v tabeli 7 prikazana primerjava metod WF in REFA.

Tabela 7: Primerjava metod WF in REFA

	WF	REFA
Ročna delovna mesta	✓	
Strojna delovna mesta		✓
Balansiranje montažnih operacij	✓	
Večja objektivnost	✓	
Hitrost opravljene analize		✓
Zahtevnost izdelave analize	✓	
Obširnost analize	✓	
Krajši čas za priučitev analitika		✓

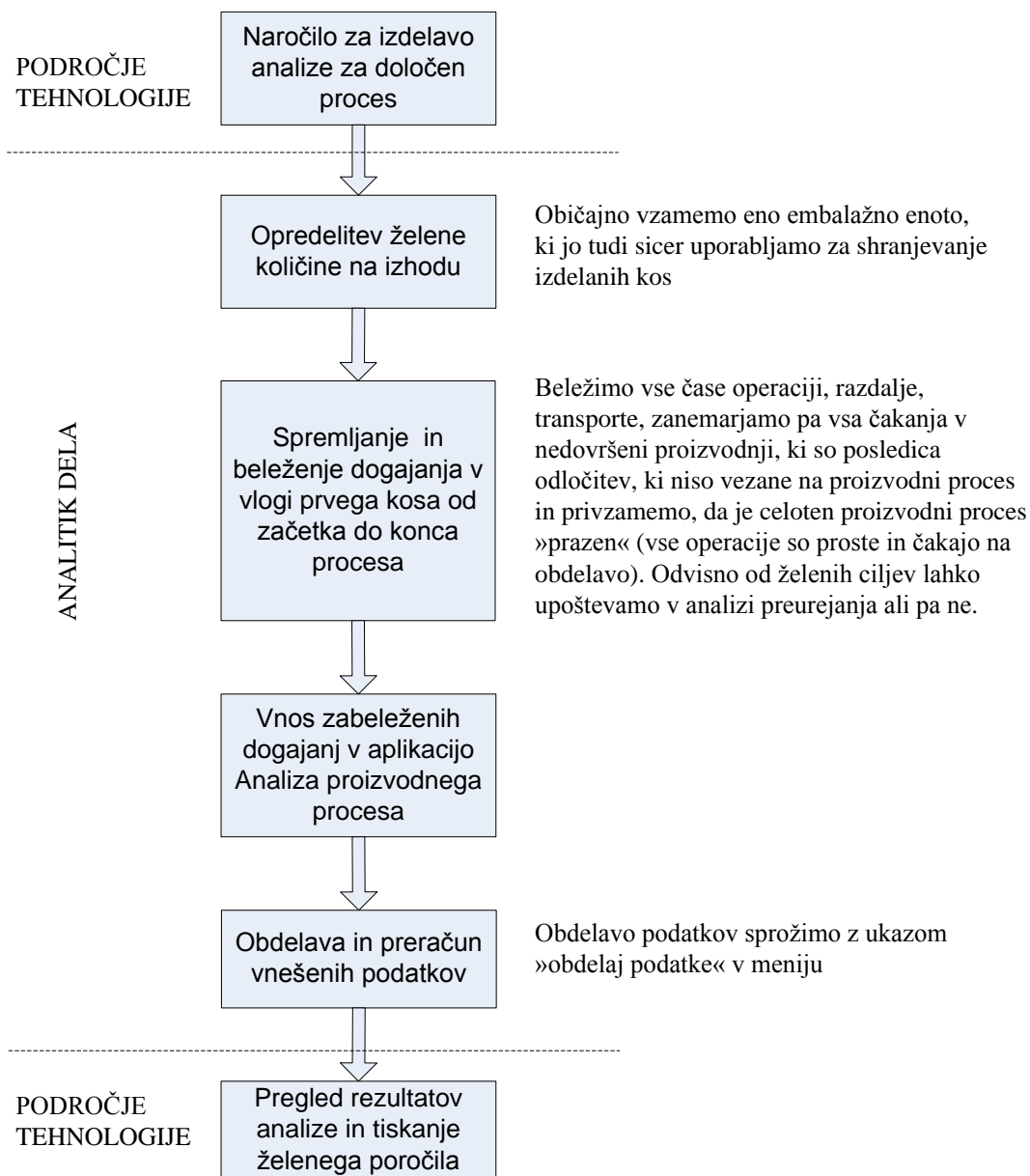
## **5 ANALIZA PROIZVODNEGA PROCESA V PODJETJU ISKRA AVTOELEKTRIKA**

V IAE za analizo proizvodnega procesa uporabljajo interno metodo, ki temelji na programski opremi, izdelani na osnovi priporočil iz literature. S pomočjo programa Analiza proizvodnega procesa se ugotavlja, kakšne zmogljivosti dosega izbrani proizvodni proces. To ugotavljamo preko grafične upodobitve in ustreznih izračunov parametrov. Grafično je oblika podobna razširjenemu sinoptičnemu načrtu, v katerem upoštevamo poleg operacij in kontrol še nekatere druge dogodke v proizvodnji. V preteklosti pa tudi še danes so se po popisu procesa parametri (npr. pretočni čas) preračunavali peš. Z aplikacijo Analiza proizvodnega procesa pa je veliko pokazateljev moč dobiti preprosto tako, da izpolnimo potrebna vnosna polja s podatki, ki jih dobimo po popisu procesa in sprožimo analizo. S tem načinom analize so v IAE

bistveno skrajšali čas izdelave analiz in poenotili pristop. Ob predpostavki, da imamo že vse potrebne podatke, ki smo jih pridobili s popisom procesa, je potrebno le še osvojiti znanje za vnašanje dogodkov v aplikacijo.

### **5.1 Osnovni koncept izdelave analize procesa**

Naročnik za izdelavo analize za določen proces v proizvodnji je v IAE navadno področje tehnologije določene strateško poslovne enote. Analizo izvaja analitik dela. Ko se na podlagi zelenih ciljev analize odločimo, da bomo proizvodni proces analizirali po metodi Analiza proizvodnega procesa, se držimo postopka, ki je opisan na sliki 6.



Slika 6: Postopek Analize proizvodnega procesa

Postopanje po zgoraj opisani metodologiji da teoretični pretočni čas proizvodnega procesa določenega izdelka. To je osnova za izdelavo predvidenega stanja, kjer je glavni cilj, izboljšanje same pretočnosti.



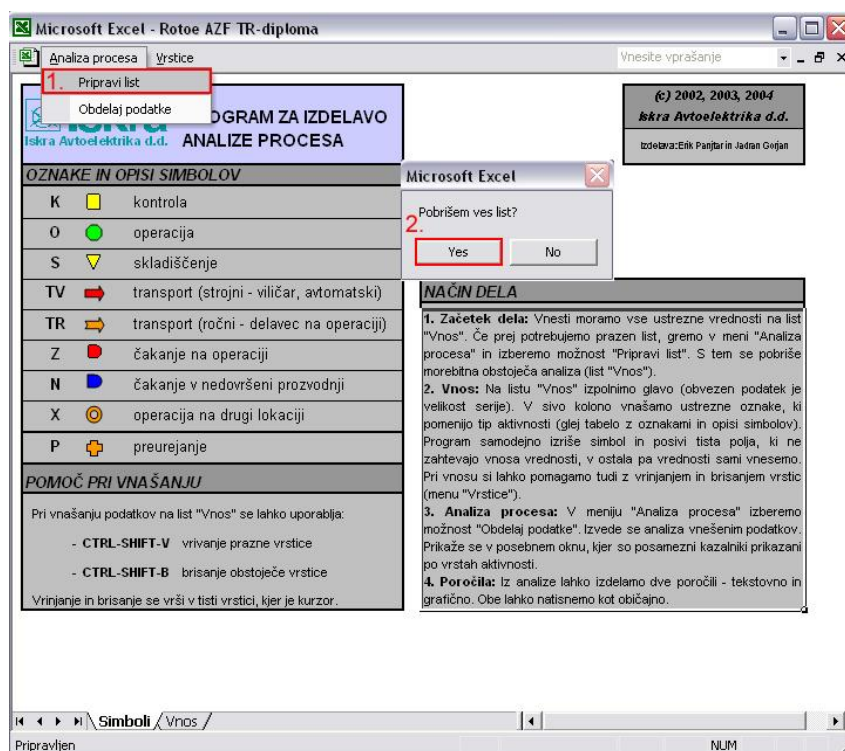
## 5.2 Delovanje in način dela programa Analiza proizvodnega procesa

Program za temeljno podlago uporablja program Microsoft Excel 2000 ali novejšo izdajo. Programiranje je izvedeno v Visual Basic for Applications, ki ga lahko dobimo v vsakem Microsoft Office-ovem programu in je izdelana tako, da kar se da olajša in pospeši delo. Ker je izdelana v Microsoft Excelu se obnaša kot vsaka Excelova datoteka (lahko jo kopiramo, preimenujemo, itd).

Smiselno je vsako analizo za določen izdelek izdelati v novi datoteki, prav tako pa to velja tudi za več različnih izdelav istega izdelka, kjer izdelujemo simulacije bodočih stanj. Ker program ne omogoča izdelave vzporednih vej, ampak samo izdelavo analize za določen segment proizvodnje, vsako vzporedno vejo procesa predstavlja druga analiza torej druga Excel-ova datoteka. Vzporedne veje so dejansko podsestavi, ki morajo imeti izdelane svoje lastne analize. Če želimo imeti v analizah reference do vzporednih analiz, potem lahko v polju »vgrajeni« vnesemo identifikacijsko številko izdelka in ga povežemo z njegovo analizo (hyperlink).

Ob odprtju datoteke moramo obvezno izbrati opcijo »omogoči makre« ali »enable macros«, saj nam v nasprotnem primeru program ne bo deloval. Program nas ob zagonu postavi na list »Simboli« in začasno prilagodi Excel-ovo okolje tako, da so omogočeni le ukazi, povezani z delom s tem programom. Paziti moramo, da so med delom vse ostale Excelove datoteke zaprte. Če pričnemo z izdelovanjem nove analize, mora biti list »Vnos« prazen. To zagotovimo z izbiro ustreznega ukaza v meniju, kot prikazuje slika 7. Na ta list vnašamo podatke, ki smo jih pridobili s popisom proizvodnega procesa. Vnos podatkov pričnemo z izpolnjevanjem glave obrazca, kjer je nujen podatek o količini, opazovani v analizi, prav tako pa je smiselno izpolnjevanje ostalih podatkov, nadaljujemo pa z vnosom posameznih dogodkov. Vnosna maska programa je prikazana na sliki 8. Simbole za posamezne dogodke in operacije vnašamo s pomočjo oznak, ki so prikazane v tabeli 8, to so standardni simboli iz literature, dodani pa so še nekateri novi simboli, ki so se izkazali za potrebne pri izdelavi analiz. Na podlagi vnosa se izriše simbol in posivijo polja v vrstici, katera ne zahtevajo vnosa. Ostala, ki jih program ne posivi, moramo izpolniti. Tako nadaljujemo z vnosom podatkov po vrsticah (za vnašanje imamo na voljo 80 vrstic), pri tem pa moramo paziti, da ne puščamo praznih vrstic. Z določeno kombinacijo tipk lahko vrivamo in brišemo vrstice v analizi. Pri vnosu podatkov

moramo upoštevati dejstvo, da se analiza vedno začne in konča s simbolom skladiščenja.



Slika 7: Pričetek vnosa podatkov

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)










Ko zaključimo z vnašanjem podatkov v vnosno shemo, poženemo izračun karakterističnih kazalnikov procesa (ukaz »Obdelaj podatke« v meniju). Rezultati analize se izpišejo v posebnem obrazcu (slika 12: Rezultati analize procesa), ki nam med drugim omogoča tudi tiskanje poročil.



Slika 8: Vnos podatkov

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

Tabela 8: Opis simbolov

Simbol	Oznaka	Opis simbola
	S	<b>Skladišče:</b> Pod tem simbolom označujemo nek material, podsestav oziroma sestavni del, ki ga opazujemo tekom poteka procesa. Simbol stoji na začetku in na koncu analize procesa.
	TV	<b>Transport – viličar ali avtomatiziran:</b> Simbol uporabljamo, ko želimo prikazati neko pot, ki jo opazovani izdelek opravi s pomočjo zunanjih OE ali pa z neko avtomatizirano napravo.
	TR	<b>Transport – ročni:</b> Simbol uporabimo za prikaz transporta, ki ga mora delavec, ki opravlja operacijo, izvesti, preden prične z delom na operaciji. To je lahko neka priprava zaboja s surovi iz odlagalnega mesta na delovno mesto.
	O	<b>Operacija:</b> Simbol predstavlja delo, ki ga v procesu opravljamo z namenom dodajanja vrednosti. Gre za spremembo oblike, fizičnih lastnosti, položaja v primerjavi z drugimi predmeti z namenom, da predmetu dodamo vrednost. Odvisno od tehnologije je, kako učinkovita je operacija (% dodajanja vrednosti).
	K	<b>Kontrola:</b> Aktivnosti kontrole so v proizvodnem procesu vedno v določeni meri potrebne. Vpisujemo jo v analizo po operaciji. Parametri pri kontroli so čas trajanja, perioda kontroliranja in ali poteka kontrola zaporedno z operacijo (param. 100 %, operacija stoji) ali vzporedno (0 %, operacija proizvaja nemoteno).
	N	<b>Čakanje v nedovršeni proizvodnji:</b> Simbol uporabljamo vedno, ko hočemo prikazati čakanje neke količine podsestavov ali nedovršene proizvodnje. Količina čaka na nadaljnjo obdelavo določen čas in nato spet preko transporta potuje na nadaljnje obdelave.
	Z	<b>Čakanje na obdelavi:</b> To je simbol, ki ga uporabljamo vedno za operacijo (če ni kontrole) ali kontrolo. Predstavlja čakanje prvega obdelanega kosa na ostale v opazovani količini, da se obdelajo in transportirajo na nadaljnje aktivnosti. V ta čas ne upoštevamo kontrole, ker jo program upošteva samodejno.
	X	<b>Operacija na drugi lokaciji:</b> Je primer, ko prekinemo proces tako, da se nadaljuje procesiranje izven družbe (kooperacija). V analizo vnesemo čas, ki je potreben za tako operacijo (od odpreme do vhodne kontrole).
	P	<b>Preurejanje:</b> Večino operacij bomo pričeli izvajati šele, ko bomo napravo ali stroj pripravili za delo. To pomeni, da bo potrebno iz predhodnega izdelka stroj ali napravo preurediti za delo na novem izdelku.

## 5.3 Primeri analize proizvodnega procesa v podjetju Iskra Avtoelektrika

### 5.3.1 Primer 1: obdelava odlitkov

Primer prikazuje preprosto obdelavo 150 odlitkov, ki jih od skladišča peljemo na obdelovalni stroj, tam pripravimo delovno mesto in pričnemo z obdelavo. Obdelava traja 50 sekund, med njo kos prepotuje 2 metra (od zaboja do zaboja) in dodajanje vrednosti poteka v 60 % časa obdelave. Dodajanje vrednosti praktično predstavlja strojni cikel. Ni vključenega predhodnega preurejanja stroja (sicer ga lahko vključimo, če bi bilo prisotno). Prisotna je kontrola, ki traja 40 sekund in jo izvajamo vsakih 10 kosov. Pri kontroli pomeni 0 %, da jo izvajamo znotraj cikla operacije, torej ne vpliva na pretočni čas. Prvi obdelan kos čaka 7450 sekund (50 sekund vsak, vseh pa je 149 kosov), da se zaboj zapolni s preostalimi kosi in šele nato izvedemo transport. Slika 9 prikazuje vnos podatkov za primer 1.

ŠTEVILO KOSOV V SERIJI:		150	KODA:			NAZIV:								
IZDELAL:			OS.ŠT.:			DATUM:			SPE:			ODE:		
št.	simbol	opis	transp. enota (in količina)	transportno sredstvo	razdalja (m)	čas (sek)	kos (kos)	masa (kg)	število delavcev	(%)* za K: 100 ali 0	kosi (vgrajeni)			
1	S	odlitki	zaboj (150)				150	203,00						
2	TV	do obdelave odlitkov	zaboj (150)	viličar LOG	200,0	500	150	203,00	1					
3	TR	do obdelovalnega stroja	zaboj (150)	voziček	5,0	120	150	203,00	1					
4	O	obdelava odlitkov			5,0	50	1		1	60%				
5	K	mere				40	10		1	0%				
6	Z	čakanje na dokončanje zaboja	zaboj (150)			7.450	149							
7	TV	do odlagalnega mesta	zaboj (150)	viličar SPE	25,0	150	150	180,00	1					
8	S	skl. do nadaljnjih obdelav	zaboj (150)				150	180,00						

Slika 9: Vnos podatkov za primer 1

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

### 5.3.2 Primer 2: barvanje

Primer obravnava barvanje. Obdelovane materiale delavec namešča na obešala in jih jemlje z obešal, ko se ti vrnejo z barvanja. Za to porabi 10 sekund. Ta operacija nima dodajanja vrednosti. Potovanje do barvanja, ki traja 30 minut, lahko obravnavamo kot avtomatiziran transport ali pa operacijo, ki nima dodajanja vrednosti. Samo barvanje traja 20 sekund in v tem primeru dodajamo vrednost 100 %. Sledi sušenje,

ki traja 1 uro in nima nobenega dodajanja vrednosti. Barvamo 100 kosov. Vsak kos delavec po barvanju vizualno kontrolira (3 sekunde). Ko so vsi kosi obdelani, jih transportiramo do skladiščnega mesta. Vnos podatkov za primer 2 prikazuje slika 10.

IZDELAL:		OS.ŠT.:		DATUM:		SPE:		ODE:			
št.	simbol	opis	transp. enota (in količina)	transportno sredstvo	razdalja (m)	čas (sek)	kos (kos)	masa (kg)	število delavcev	(%) <sup>F</sup> za K: 100 ali 0	kosi (vgrajeni)
1	0	nalaganje nepobarvanih			1,5	5	1		0,5	0%	
2	TV	avtomatiziran transport do barvanja	1 kos	trak	15,0	1.800	1	6,00	0		
3	0	barvanje			1,0	20	1		1	100%	
4	0	sušenje			30,0	3.600	1		0	0%	
5	0	odlaganje pobarvanih			1,5	5	1		0,5	0%	
6	K	kontrola pobarvanih				3	1		0	0%	
7	Z	čakanje na dokončanje obravnavane količine	zaboj (100)			1.980	99				
8	TV	transport pobarvanih izdelkov	zaboj (100)	viličar	25,0	150	100	600,00	1		
9	S	obravnavana količina	zaboj (100)				100	600,00			

Slika 10: Vnos podatkov za primer 2

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

### 5.3.3 Primer 3: struženje

Primer je namenjen prikazu rabe vseh simbolov, na primeru struženja 100 gredi. Material pride iz skladišča na delovno mesto, kjer delavec namesti 1 kos in pred pričetkom dela preuredi stroj. Časi in razdalje so približno določeni. Operacija se izvaja tako, da delavec kos prime, ga vpne, sproži obdelavo in na koncu odpne in odloži kos v zaboj z obdelanimi gredmi. Ker se vrednost dodaja le s struženjem, ne pa z rokovanjem, je delež dodajanja vrednosti operacije 70 %. Kontrola nad gredmi se izvaja vsakih 20 kos in medtem stroj stoji (kontrola in poprava parametrov stroja). Po končani obdelavi celotne količine se izvede transport polizdelka do naslednje operacije, ki jo izvaja kooperant. Obdelani izdelki se vrnejo in se namestijo v skladišče. Slika 11 prikazuje vnos podatkov za primer 3.

IZDELAL:		OS.ŠT.:	DATUM:		SPE:		ODE:				
št.	simbol	opis	transp. enota (in količina)	transportno sredstvo	razdalja (m)	čas (sek)	kos (kos)	masa (kg)	število delavcev	(%) <sup>*</sup> za K: 100 ali 0	kosi (vgrajeni)
1	S	gredi	zaboj (100)				100	60,00			
2	TV	do obdelave	zaboj (100)	viličar LOG	150,0	300	100	60,00	1		
3	TR	do delovnega mesta	zaboj (100)	voziček	5,0	80	100	60,00	1		
4	P	preurejanje stroja				1.500			1		
5	O	struženje			2,0	40	1		1	70%	
6	K	mere				25	20		1	100%	
7	Z	čakanje na dokončanje	zaboj (100)			3.960	100				
8	TV	do mesta prevzema s strani kooperanta	zaboj (100)	viličar SPE	100,0	250	100	50,00	1		
9	X	operacija v kooperaciji				518.400		50,00			
10	TV	do mesta skladiščenja	zaboj (100)	viličar LOG	30,0	150	100	50,00	1		
11	S	skladiščenje	zaboj (100)				100	50,00			

Slika 11: Vnos podatkov za primer 3


(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

#### 5.4 Analiza proizvodnega procesa na primeru izdelave rotorja

V poglavju 4.2 smo določili normativ na primeru izdelave rotorja, v tem poglavju pa smo za isti izdelek opravili Analizo proizvodnega procesa, ki smo jo izdelali po postopku, ki je prikazan na sliki 8. Postopek izdelave rotorja je že opisan v zgoraj navedenem poglavju (slika 6).

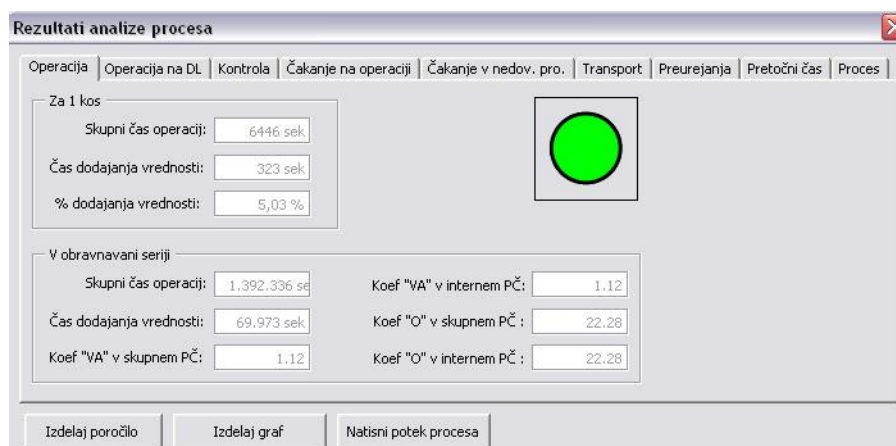
Analizo smo pričeli tako, da smo na samem kraju izdelave rotorja najprej popisali vse procese ter operacije, ki se odvijajo v posameznem procesu. Nato smo sledili materialu iz skladišča skozi vse operacije do zaključka celotnega procesa, ter si beležili dogodke na snemalni list. Za snemalni list smo uporabili vnosni obrazec iz programa za analizo. Ko smo imeli popisane vse dogodke (operacije, Transporte, itd), smo se zopet postavili v vlogo materiala in šli z enim kosom skozi celoten proces ter ga snemali ter vrednosti beležili na snemalni list. Za snemanje časa smo uporabili navadno uro štoparico, transportne poti pa smo izmerili z metrom. Snemanje časa smo opravili po standardnem programu REFA za snemanje časa (slika 3, stran 11). Po končanem snemanju smo vse dobljene podatke s snemalnega lista vnesli v programsko aplikacijo Analiza proizvodnega procesa. Vnos teh podatkov prikazuje tabela 9.

Tabela 9: Vneseni podatki za rotor  
(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

Št.		simbol	opis	transp. enota (in količina)	transportno sredstvo	razdalja (m)	čas (sek)	kos (kos)	masa (kg)	število delavc ev	(%) za k: 100 ali 0	kosi (vgraj ni)
												
STEVILO KOŠOV V SERIJI:				216	KODA:	16.361.132	NAZIV:	ROTOR				
IZDELAL: Miha Markič				OS.ŠT.:		DATUM:	30.4.2009	SPE:	AEL	ODE:		
1	S	Gred	Paleta (3000)					3.000	1.500,00			
2	TV	Gred do odlagalnega mesta (linija rotorja)	Paleta (3000)	Mličar LOG	500,0	120	3.000	1.500,00	1			
3	TR	Gred na stiskalnico	Košara(100)	Vzičiek	15,0	10	100	50,00	1			
4	P	Preurejanje in prevzem procesa na stiskalnici					600			1		
5	O	Natiskanje rotorskega lista na gred			2,0	20	1			1	60 %	0
6	K	Kontrola dimenzij znotraj procesa					60	1		1	0 %	
7	Z	Cakanje na dokončevanje embalažne enote	Zaboj(216)				4.300	215				
8	TV	Rotor do velike montaže rotorja	Zaboj(216)	Mličar ODE	15,0	45	216	399.6	1			
9	P	Preurejanje in prevzem procesa na v. montaži r.					5.400			1		
10	O	Vstavljanje O-izolacije			1,0	35	1			1	84 %	0
11	O	Vstavljanje rotorskih palic			1,0	35	1			1	85 %	0
12	O	Predkrivljenje rotorskih palic			1,0	35	1			1	35 %	0
13	O	Fluksanje in kosiranje rotorskih palic			1,0	35	1			1	55 %	0
14	O	Krivljenje palic			1,0	35	1			1	85 %	0
15	O	Natiskanje kolektorja			1,0	35	1			1	60 %	0
16	O	Odreževanje koncev rotorskih palic			1,0	35	1			1	40 %	0
17	O	Vrtenje			1,0	35	1			1	85 %	0
18	O	Natiskanje bandažnih obročev			1,0	35	1			1	85 %	0
19	K	Avtomatska kontrola					35	1		1	100 %	
20	K	Ročna kontrola					35	1		1	0 %	
21	Z	Cakanje na dokončevanje zaboja (rotor)	Zaboj(216)				7.525	215				
22	TV	Do impregniranja	Zaboj(216)	Mličar ODE	10,0	20	216	499.5	1			
23	O	Impregniranje (1)			20,0	6.000	1			1	0 %	0
24	O	Impregniranje (2)			2,0	18	1			1	100 %	0
25	K	Kontrola impregniranja					15	1		1	0 %	
26	Z	Cakanje na dokončanje embalažne enote-zaboj	Zaboj(216)				3.870	215				
27	TV	Do operacije struženja	Zaboj(216)	Mličar ODE	12,0	20	216	499.5	1			
28	P	Preurejanje in prevzem procesa struženja					600			1		
29	O	Struženje			2,0	45	1			1	85 %	0
30	K	Kontrola mer					15	1		1	0 %	
31	Z	Cakanje na dokončevanje zaboja	Vzičiek(100)				4.455	99				
32	TV	Do operacije balansiranja	Vzičiek(100)	Vzičiek	4,0	10	100	198,00	1			
33	P	Preurejanje in prevzem procesa balansiranja					1.200			1		
34	O	Balansiranje			2,0	48	1			1	85 %	0
35	Z	Cakanje na dokončevanje zaboja	Zaboj(216)				10.320	215				
36	TV	Do operacije ročne kontrole	Zaboj(216)	Mličar ODE	10,0	22	216	493,00	1			
37	K	Kontrola					23	1		1	100 %	0
38	Z	Cakanje na dokončevanje zaboja	Zaboj(216)				4.945	215				
39	TV	Do skladišča	Zaboj(216)	Mličar ODE	70,0	70	216	493,00	1			
40	S	ROTOR-skladišče ZAG	Zaboj(216)					216	493,00			

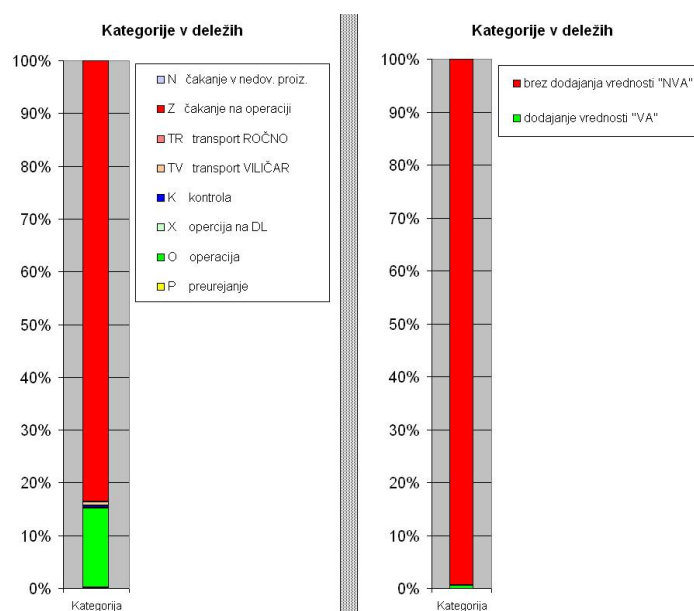
Po uspešnem vnosu vseh podatkov v program smo prišli z izbiro ukaza v meniju »obdelaj podatke« (slika 8) do cilja analize, ki se izpiše v obrazcu »Rezultati analize procesa«, prikazan je na sliki 12. Na posameznih zavihkih so izračunani vsi potrebni kazalniki, predstavljeni pa so tudi rezultati procesa in pretočni čas. Opis posameznih kazalnikov in njihovih izračunov pa je opisan v prilogi 1. Programska oprema

omogoča tudi izpis poročila in sicer v tabelarni in v grafični obliki. Primer tabelarnega poročila nam prikazuje tabela 10, primer grafičnega pa slika 13.



Slika 12: Rezultati analize procesa

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)



Slika 13: Grafično poročilo

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)



Tabela 10: Tabelarično poročilo

(Analiza proizvodnega procesa, 2009)

Iskra pos. tehnološki inštitut		ANALIZA PROCESA		KODA	SPE	ODE	Datum
				16361132	AEL	Rotor-ZAG	30.4.2009
<b>Nelegatna uporaba?</b>							
<b>SPLOŠNI PREGLED</b>				Za 1 kos		<b>SKUPNI PRETOČNI ČAS</b>	
Oznaka	Vrsta	Sek	%			Skupni PČ	
P	preurejanje	36	0,1 %			62.506 sek	
O	operacija	6.446	15,2 %			Interni PČ	
X	operacija na DL	0	0,0 %			62.506 sek	
K	kontrola	183	0,4 %			% internega PČ	
TV	transport VILIČAR	307	0,7 %			100 %	
TR	transport ROČNO	10	0,0 %			Enoizdelčni PČ	
Z	čakanje na operaciji	35.415	83,5 %			14.621 sek	
N	čakanje v nedov. proiz	0	0,0 %			Razmerje skup. PČ z enoizd. PČ	
SKUPAJ		42.397	100%			1 : 4,275	
<b>OPERACIJE ZA 1 KOS</b>				<b>KONTROLA</b>			
Skupni čas operacij "O"				Skupni čas kontrol "K"			
6446 sek				183 sek			
Čas dodajanja vrednosti				Čas kontrole na 1 kos			
324 sek				183 sek			
% dodajanja vrednosti				% kontrole na operacijo			
5,03 %				2,84 %			
<b>ANALIZA ČAKANJA NA OPERACIJI</b>				<b>ANALIZA ČAKANJA V NEDOV. PRO.</b>			
Skupni čas čakanja "Z"				Skupni čas čakanja "N"			
35.415 sek				0 sek			
% čakanja v internem PČ				% čakanja v internem PČ			
56,7 %				0,0 %			
% čakanja v skupnem PČ				% čakanja v skupnem PČ			
56,7 %				0,0 %			
<b>TRANSPORT</b>				<b>ANALIZA PROCESA (1 kos)</b>			
Skupni transport "TV" in "TR"				% operacij v skupnem PČ			
317 sek ; 636 m				10,313 %			
Transport z viličarjem "TV"				% operacij v internem PČ			
307 sek ; 621 m				10,313 %			
Ročni transport "TR"				% dod. vred. v skupnem PČ			
10 sek ; 16 m				0,518 %			
Razmerje med "TV" in "TR"				% dod. vred. v internem PČ			
97 : 3 (sek) ; 98 : 2 (m)				0,518 %			
<b>ANALIZA PREUREJANJ</b>				% kontrole na kos v skupnem PČ			
Skupni čas preurejanj				0,293 %			
7.800 sek				% kontrole na kos v internem PČ			
% preurejanj v internem PČ				0,293 %			
12,5 %							
% preurejanj v skupnem PČ							
12,5 %							
				<b>OPERACIJE NA DRUGI LOKAC.</b>			
				Skupni čas ODL			
				0 sek			
				% ODL v pretočnem času			
				0,0 %			
				<b>ANALIZA SERIJE</b>			
				Velikost obravnavane serije			
				216			
				Čas trajanja operacij v seriji			
				1.392.336 sek			
				Čas trajanja kontrol v seriji			
				39.528 sek			
				Čas dodajanja vrednosti v seriji			
				69.973 sek			
				KOEf "O" v skupnem PČ (serija)			
				22,28			
				KOEf "O" v internem PČ (serija)			
				22,28			
				KOEf "VA" v skupnem PČ (serija)			
				1,12			
				KOEf "VA" v internem PČ (serija)			
				1,12			
				KOEf "K" serije v skupnem PČ			
				0,63			
				KOEf "K" serije v internem PČ			
				0,63			

## **5.5 Priporočila za uporabo Analize proizvodnega procesa**

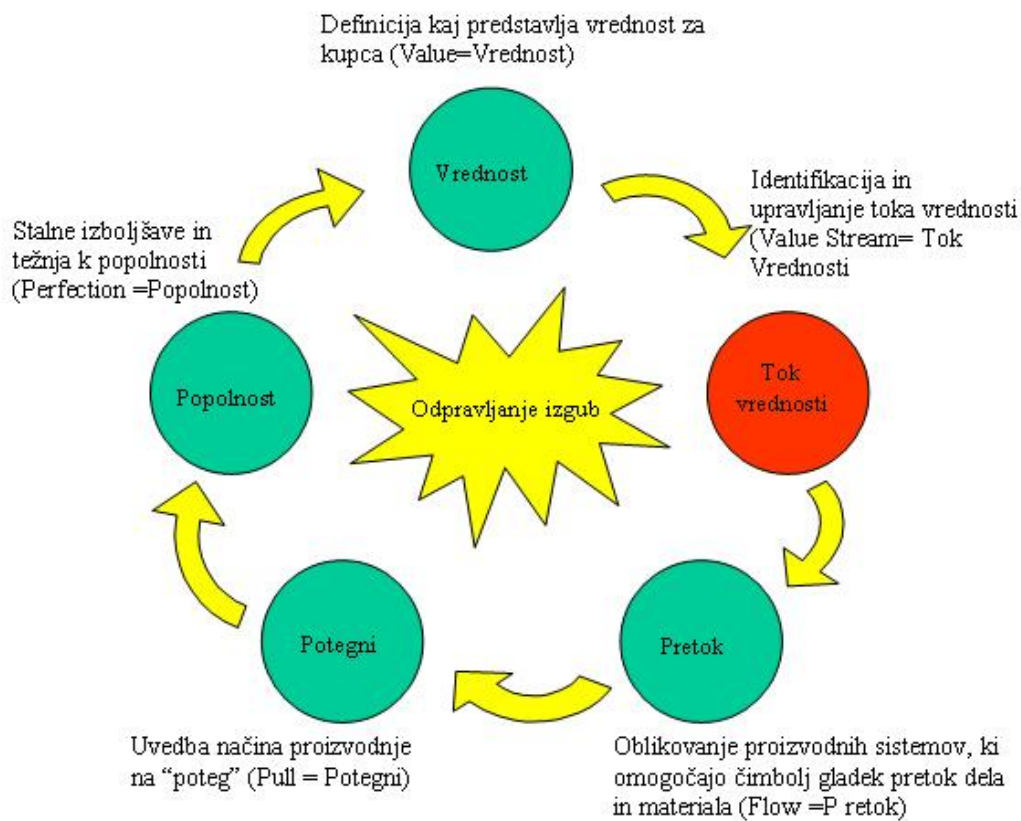
Analiza je primerna za preračun sposobnosti proizvodnega procesa z vidika uporabljene tehnologije. Analiza toka vrednosti (VSM) vključuje dejansko stanje na proizvodni lokaciji, kar pomeni, da pri VSM analizi popišemo to, kar vidimo. Vključen je vpliv vseh dogodkov, ki niso izključno posledica uporabljene tehnologije, temveč tudi planiranja, dobav, problemov s kakovostjo itd. Zaradi tega dobljeni pretočni čas ne odraža dejanskih sposobnosti proizvodnega procesa z vidika uporabljene tehnologije.

Z namenom, da odpravimo pomanjkljivosti VSM z vidika pretočnega časa, ki ga je sposoben sam proizvodni proces, se poslužujemo Analize proizvodnega procesa. Bistvena prednost te analize je v hitrosti izdelave le-te, saj je celotno analizo mogoče izdelati v samo enem dnevu. Zaradi hitrosti izdelave je uporabna pri snovanju bodočega stanja, saj lahko v zelo kratkem času predvidimo delovanje bodočega sistema. V sami aplikaciji lahko združujemo posamezne operacije in tako si pomagamo pri uravnavanju procesov ter tako z več načini združevanja pridemo do različnih teoretičnih rezultatov, na podlagi katerih se lahko odločimo, kako bomo v praksi uravnali proces.

## 6 VITKA PROIZVODNJA IN TOK VREDNOSTI

Vitka proizvodnja je filozofija optimizacije procesov, s katero zmanjšamo potrat časa, dela in materiala, kupcem pa dobavljamo izdelke po naročilu ter zmanjšamo stroške ob hkratnem povečanju kvalitete. Cilj je uvedba enokosovnega prehoda v proizvodnji (angleško one piece flow).

Da bi zagotovili vse pogoje vitke proizvodnje, se moramo držati petih načel vitkega razmišljanja, ki pomagajo pri procesu načrtovanja le-te. Ta načela prikazuje slika 14. Eno od načel oziroma orodij, ki močno prispevajo k izboljšavi notranjega delovanja industrije in s tem zmanjšajo izgube na minimalno vrednost je tok vrednosti ali value stream mapping (VSM), kateri bo podrobneje predstavljen v nadaljevanju.



Slika 14: Načela vitkega razmišljanja

(Organizacija logistike po principih vitke proizvodnje, 2007)

## 6.1 Vitka proizvodnja

Proizvodnja v današnjih časih se močno razlikuje od tiste iz preteklih let, ki ne segajo tako daleč v preteklost. K temu sta še posebno botrovala visok napredek tehnologij in visoka konkurenca globalizacijskih trgov. Podjetja, ki se niso znala prilagajati koraku modernega industrijskega razvoja, so bila obsojena na propad. Izraz vitka proizvodnja se vedno uporablja, ko je govora o proizvodnji brez izgub. Seveda idealnega proizvodnega sistema ni mogoče doseči, ampak lahko s predhodnimi analizami glede na obstoječe sisteme postavljamo modele, ki nam z ustrezno uporabo orodij znotraj programa pomagajo doseči čim manjšo odstopanje od idealnega proizvodnega sistema.

Prvi primeri vitke proizvodnje so se pojavili v avtomobilski industriji. Začetna proizvodnja avtomobilov je najprej potekala po naročilu oziroma v obrtniških delavnicah, do leta 1905 jih je bilo večina v Zahodni Evropi in Severni Ameriki. Ko je enkrat avtomobilska industrija bila v razcvetu, ni bilo več mogoče slediti koraku izdelave po naročilu. Prvi, ki je začel uveljavljati sistem moderne proizvodnje, je bil Henry Ford in sicer leta 1908, ko je na trg prišel nov model avtomobila serije T. Glavni lastnosti avtomobila sta bili enostavnost izdelave, ki je omogočala velike serije, in posledično najcenejši avtomobil na trgu. Sledili so mu ostali proizvajalci in do leta 1950 se je masovna proizvodnja avtomobilov razširila po celem svetu (GM, VW, Fiat, Renault, Daimler-Benz). Vodilno vlogo pri izdelavi je imel še vedno Ford, ki je sestavljal avtomobile na tekočem traku v tovarni River Rouge.

Za preobrat iz masovne na vitko proizvodnjo pa je poskrbelo japonsko podjetje Toyota. Leta 1937 ustanovljeno podjetje, ki se je ukvarjalo z obrtniško izdelavo tovornjakov za vojaške namene, se je leta 1949 znašlo v krizi zaradi drastičnega vpada proizvodnje. Preobrat v Toyoti se je zgodil leta 1949, ko sta Eiji Toyoda in Taiichi Ohno prišla do spoznanja, da Japonci ne morejo kopirati načina dela iz ZDA, saj je japonski trg majhen in zahteva veliko različnih vrst avtomobilov. Poleg tega pa Japonska zaradi povojne politike ni mogla kupovati tuje tehnologije, avtomobilska industrija zunaj Japonske pa je bila že tako močno razvita, da ne bi bili konkurenčni. Iz tovrstnih razlogov se je rodil Toyota production system (Vitka proizvodnja), nov, širši, pametnejši in optimalni sistem proizvodnje, kjer je zajemal manjše stroške proizvodnje, večjo fleksibilnost in boljšo kakovost. V tabeli 11 so prikazane glavne

razlike med masovno in vitko proizvodnjo, v tabeli 12 pa prednosti vitke proizvodnje.

Tabela 11: Razlike med masovno in vitko proizvodnjo

Masovna	Vitka
Predolgi pretočni časi in zaloge.	Krajši pretočni časi in manjše ali odpravljene zaloge, ki upoštevajo potrebe kupca.
Slabo zadovoljevanje potreb kupcev zaradi prodaje iz zalog.	Manjše zaloge oziroma se jih reducira na minimalno vrednost, dobava po naročilu (just in case).
Veliko izgub med proizvodnim procesom.	Sistematično odpravljanje izgub z optimizacijo procesov.
Zahtevno napredovanje, planiranje, terminiranje in upravljanje z materialom.	Delo v teamih mnogostranskih strokovnjakov, fleksibilni stroji, stalne izboljšave, itd.

Tabela 12: Prednosti vitke proizvodnje

MANJŠI STROŠKI	Manj delavcev pri enaki proizvodnji
	Manjši stroški izmeta
	Manj zalog
	Manjša površina
	Več predlogov za izboljšave
VEČJA FLEKSIBILNOST	Krajši pretočni časi
	Krajši dobavni roki
BOLJŠA KAKOVOST	Odpravljanje pomanjkljivosti med proizvodnjo
	Višji kakovostni standard

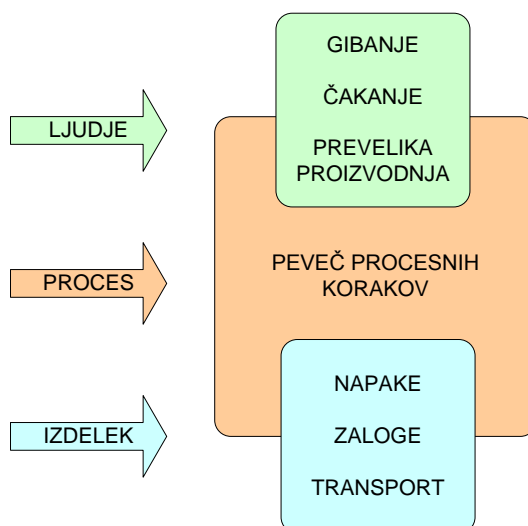
### 6.1.1 Izgube

Izgube so vse, kar kupec ni naročil in ni pripravljen plačati ter jih je nemogoče v celoti odpraviti in so povsod prisotne, vendar pa jih lahko z ustreznimi metodami zmanjšamo. Izgube pomenijo strošek, odvečno breme, ki ga kupec ne bo plačal, zato stremimo k temu, da so naše izgube čim manjše in s tem tudi stroški, ki gredo v breme proizvajalca. Največja težava je prepoznati izgube in iz tega razloga je treba vzpostaviti pravilni režim izbire orodja za odkrivanja izgub. Ena od teh je Analiza toka vrednosti (VSM).

Analize so pokazale, da večina aktivnosti, ki se jih opravlja v nekem podjetju predstavlja 95 % izgub. Vitka proizvodnja temelji na prepoznavanju in odpravljanju teh izgub. Glede na to, da je izkoristek le 5 %, se da z ustreznimi pristopi obravnavanja in reševanja problemov močno vplivati in izboljšati proizvodni proces.

Vitka proizvodnja upošteva načelo sedmih izgub, tako da izgube zaradi ne dodane vrednosti razdelimo na različne segmente, tako kot prikazuje slika 15. Vsakemu segmentu pripišemo definicije izgub in nato skušamo s sistematičnim vizualnim pristopom te reševati.

Tabela 13 opisuje sedem vrst izgub ter vzroke za njihov nastanek.



Slika 15: Sedem izgub

(Organizacija logistike po principih vitke proizvodnje, 2007)

Tabela 13: Sedem vrst izgub

Vrsta izgube	Vzroki
<b>GIBANJE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• slaba ergonomija delovnih mest</li> <li>• neučinkoviti tlorisi pisarn in proizvodnih hal</li> <li>• razdalje med stroji (izgube časa med gibanjem)</li> <li>• oddaljenost orodij</li> <li>• oddaljenost ali pomanjkanje drugih proizvodnih virov (material, zaloge, itd)</li> <li>• raztresen material in orodja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neučinkoviti tlorisi</li> <li>• premalo vizualnih kontrol</li> <li>• slabo dokumentirani procesi</li> <li>• slaba organizacija delovnih mest</li> </ul>
<b>ČAKANJE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• opazovanje strojev</li> <li>• dolgi časi nastavitvev strojev</li> <li>• pomanjkanje materiala</li> <li>• pomanjkanje informacij</li> <li>• zastoj strojev</li> <li>• čakanje na proste stroje</li> <li>• ozka grla</li> <li>• čakanje na proste usposobljene ljudi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomanjkanje materiala oz. opreme</li> <li>• predolgi časi nastavitvev</li> <li>• slab izkoristek strojev</li> <li>• slabo vzdrževanje strojev (potrebni redni servisi in vzdrževalna dela)</li> <li>• premalo specializiranih ljudi za popravilo določenega stroja</li> </ul>
<b>PREVELIKA PROIZVODNJA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• proizvodnja na zaloge</li> <li>• majhne kapacitete</li> <li>• planirana polna zasedenost strojev</li> <li>• zunanja skladišča</li> <li>• povečan izmet zaradi zastaranja materiala</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• avtomatizacija na napačnih mestih</li> <li>• premalo kapacitet</li> <li>• nagrajevanje "Just In Case"</li> <li>• pomanjkanje komunikacije</li> <li>• predolgi časi nastavitvev</li> <li>• lokalne optimizacije</li> <li>• slab izkoristek strojev</li> <li>• slabo planiranje</li> </ul>
<b>PREVEČ PROCESNIH KORAKOV</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• slabo vzdrževanje strojev</li> <li>• slabo načrtovani izdelki</li> <li>• nezadostna usposobljenost delavcev</li> <li>• slabo načrtovani procesi</li> <li>• veliko kopij vsakega dokumenta</li> <li>• veliko potrebnih odobritev</li> <li>• nejasne zahteve kupcev</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odločanje na nepravem nivoju</li> <li>• neučinkovite procedure odobritev</li> <li>• premalo informacij o zahtevah kupcev</li> <li>• slabi standardi kakovosti</li> </ul>

<b>NAPAKE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapleteni pretoki materiala</li> <li>• velika zaloga končnih izdelkov</li> <li>• veliko pregledov, veliko reklamacij</li> <li>• velik delež izmeta</li> <li>• nedoseganje plana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prevelika variabilnost v procesu</li> <li>• prevelike zaloge</li> <li>• neustrezna orodja ali stroji</li> <li>• premalo usposobljeni delavci</li> <li>• neučinkoviti tlorisi</li> </ul>
<b>ZALOGE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• planiranje velikih proizvodnih serij</li> <li>• kupovanje materiala na zalogo</li> <li>• dobavljanja v velikih serijah</li> <li>• velike razkladalne rampe</li> <li>• veliko dodelav končnih izdelkov</li> <li>• polna skladišča (LIFO namesto FIFO)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• slabe napovedi prodajne službe</li> <li>• premalo kapacitet</li> <li>• slabi dobavitelji</li> <li>• lokalne optimizacije</li> <li>• predolgi časi nastavitvev</li> <li>• neuravnotežene kapacitete po liniji</li> <li>• slabo planiranje</li> </ul>
<b>TRANSPORT</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kompleksno ravnanje z zalogami</li> <li>• veliko število skladišč</li> <li>• velike razdalje med obrati ali linijami</li> <li>• neučinkoviti tlorisi obratov</li> <li>• veliko poškodovanega materiala</li> <li>• veliko transportnih sredstev</li> <li>• pomanjkanje odlagalnih mest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neustrezni tlorisi</li> <li>• velike vmesne zaloge</li> <li>• velike serije</li> <li>• slabo planiranje</li> <li>• slaba organizacija delovnih mest</li> </ul>

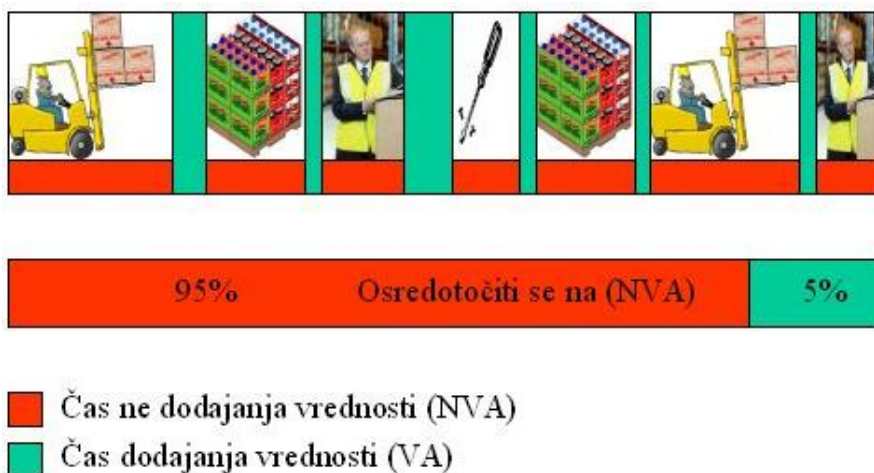
### 6.1.2 Dodana in ne dodana vrednost

Pri analizi toka vrednosti je pomembno razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo (angleško value added ratio, v nadaljevanju VAR). Vsako vitko podjetje stremi k temu, da bi izboljšalo procentualno razmerje, saj je to dobro merilo za uspešnost. Izgube po analizah toka vrednosti se določajo med razmerjem dodane in ne dodane vrednosti. Dodana vrednost je tista vrednost, ki jo dodajamo v posameznem procesu, na kateri se ustvarja produkt, dobiček. Zanima nas predvsem čas dodajanja te vrednosti in ustvarjanja dobička. Na drugi strani, ko proces stoji



oziroma nimamo ne pretoka materiala ne pretoka dela, je to ne dodana vrednost oziroma izguba.

Večina proizvojenj stremi k temu, da bi izboljšali samo majhen delež (5 %), ta delež zajema izboljšave na samem delovnem mestu (stroj, operacije, izboljšava delovnega mesta). Osredotočiti pa se je potrebno na večji delež (95 %), kjer imamo večji razpon možnosti izboljšav. Slika 16 prikazuje razmerje dodajanja in ne dodajanja vrednosti (Delphi, 2001; Phelps in Hoenes, 2003).



Slika 16: Razmerje dodajanja in ne dodajanja vrednosti  
(Organizacija logistike po principih vitke proizvodnje, 2007)

Za primer kako izračunamo VAR smo uporabili podatke iz slike 19, kjer znaša čas dodajanja vrednosti 30 sekund, ne dodajanja pa 26 minut. Iz tega sledi rezultat po enačbi 4, za VAR 1,8 %.

$$VAR = \frac{VA \cdot 100}{(VA + NVA)} [\%] \quad (4)$$

Razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo izračunamo po enačbi (4).

## **6.2 Analiza toka vrednosti (VSM)**

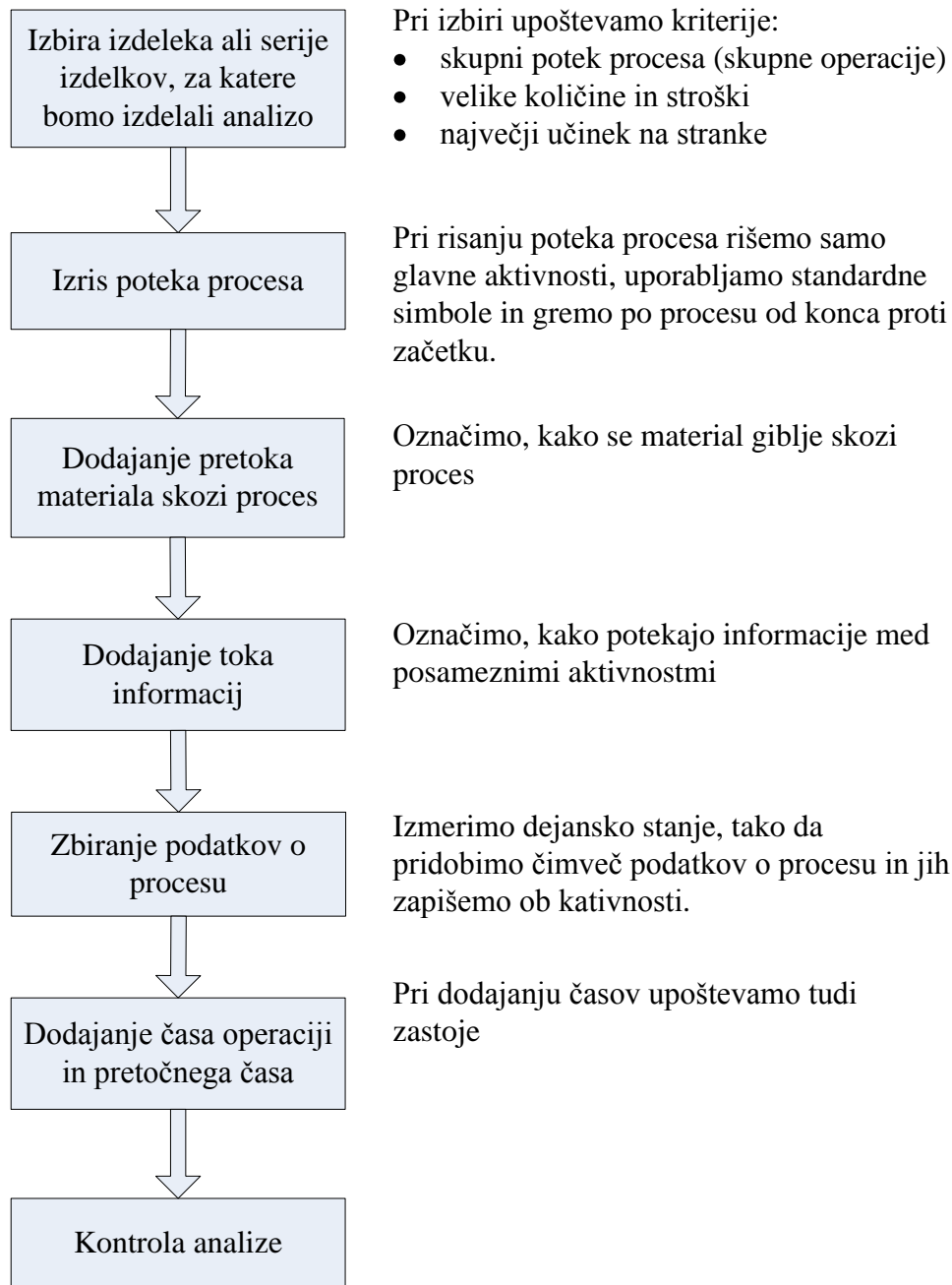
VSM je nabor vseh aktivnosti, ki so potrebne, da spravimo izdelek (ali storitev) skozi vse vidike procesa vodenja:

- vidik reševanja problemov (koncept, razvoj, uvajanje novega proizvoda),
- informacijski vidik (sprejem naročila, planiranje, terminiranje, dobava),
- vidik fizične pretvorbe (od surovin do končnega izdelka).

VSM je sistematičen vizualni pristop k odkrivanju in odpravljanju potrat- izgub preko stalnega izboljševanja pretoka. Uporablja se za vizualizacijo pretoka materiala in informacij, kar je običajno nevidno v celotnem toku vrednosti. Vsi vpleteni imajo prikazano dejansko stanje procesa (Value stream mapping & VM, 2009).

### **6.2.1 Potek analize toka vrednosti**

Potek analize toka vrednosti je prikazan na sliki 17, same analize pa se lotimo v treh fazah. Pri analizi toka vrednosti uporabljamo simbole, ki so prikazani na sliki 18.



Slika 17: Potek analize toka vrednosti (VSM)

V prvi fazi pričnemo z risanjem obstoječega stanja. Pri tem raje uporabljamo svinčnik in list papirja kot računalnik. Zapisujemo korake procesa vključno s ključnimi podatki kupca in samega procesa. Celotno fazo opravimo v treh korakih. Primer obstoječega stanja je prikazan na sliki 19.

V prvem koraku izberemo produktno skupino, ki jo bomo analizirali. Vedno začnemo gledati pri koncu oziroma pri odpremi ter izhajamo s perspektive kupca (kaj

je zanj pomembno). Identificirati moramo zahteve kupca: način dobave, tipične količinske zahteve, embalažo, frekvenco odprem, posebne zahteve, itd.

V drugem koraku izvedemo fizični sprehod preko vseh korakov procesa ter opazujemo in beležimo naslednje stvari:

- čas cikla stroja – čas med enim in naslednjim izhodom (cycle time - C/T [s]),
- čas menjave med enim in naslednjim izdelkom (changeover times - C/O [s]),
- število operaterjev na korak procesa (no. of operators),
- razpoložljiv čas (brez odmorov, sestankov, čiščenja - available working time - AWT [s]),
- razpoložljivost stroja (Machine up time - UT [%]),
- velikost serije (production batch size; every part every X days - EPE ),
- število variant produkta (no.of product variations),
- pakirne količine (pack size),
- delež nekakovosti (Scrap rate [%]).

V tretjem koraku čimveč pridobljenih podatkov zapišemo v bloke diagrama procesa.

V fazi 2 moramo osnovati bodoče stanje, kot nam prikazuje slika 20 ter spremljati napredek glede na prejšnje (obstoječe stanje), kot je prikazano v tabeli 14. Pri snovanju bodočega stanja moramo:

- razmišljati izven okvirjev,
- razvijati alternative ob obstoječem stanju,
- preveriti pri vsakemu predlogu, če podpira TOP:
  - Takt time (čas cikla),
  - One piece flow (enokosovni prehod),
  - Pull (vlečni sistem),
- razvijati shemo bodočega stanja z vizualizacijo cilja,
- realizacije korakov se moramo lotiti projektno,
- izkoriščati potencialne zaposlenih,
- vključiti operaterje v delavnice izboljšav.

Tabela 14: Primer sledenja napredka

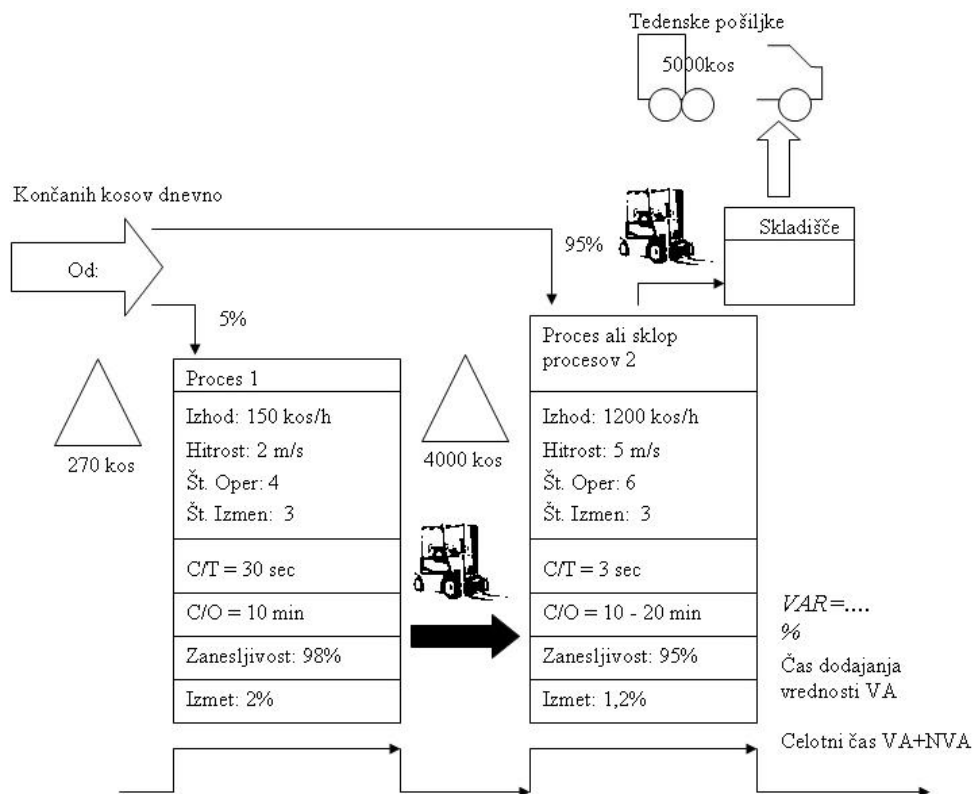
<b>Prej</b>	<b>Potem</b>	<b>Napredek</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 dvigal</li> <li>• 28,188 kom v WIP</li> <li>• 36,2 h pretočni čas</li> <li>• 273 delovnih h/t</li> <li>• potrebnih 9000 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 dvigal</li> <li>• 10,188 kom v WIP</li> <li>• 3,7 h pretočni čas</li> <li>• 235 delovnih h/t</li> <li>• potrebnih 2760 m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 % znižanje</li> <li>• 64 % znižanje</li> <li>• 89 % znižanje</li> <li>• 14 % znižanje</li> <li>• 70 % znižanje</li> </ul>

V tretji fazi je potrebno oblikovanje in izvedba akcijskega načrta za doseg bodočega stanja. Načrt je treba razdeliti v posamezne zanke, katere morajo imeti jasno definirane cilje:

- zanka Pacemakerja (zanka, ki določa takt celotnemu procesu),
- zanka procesa C,
- zanka procesa B,
- zanka procesa A,
- zanka dobavitelja.

Narediti je potrebno value stream letni načrt z merljivimi cilji, vmesnimi kontrolnimi točkami in imeni odgovornih oseb. Vzpostaviti je potrebno value stream organizacijo, value stream izboljšave pa so del vsakodnevnega razmišljanja (Delphi, 2002; Schultz, 2002).





Slika 20: Primer bodočega stanja

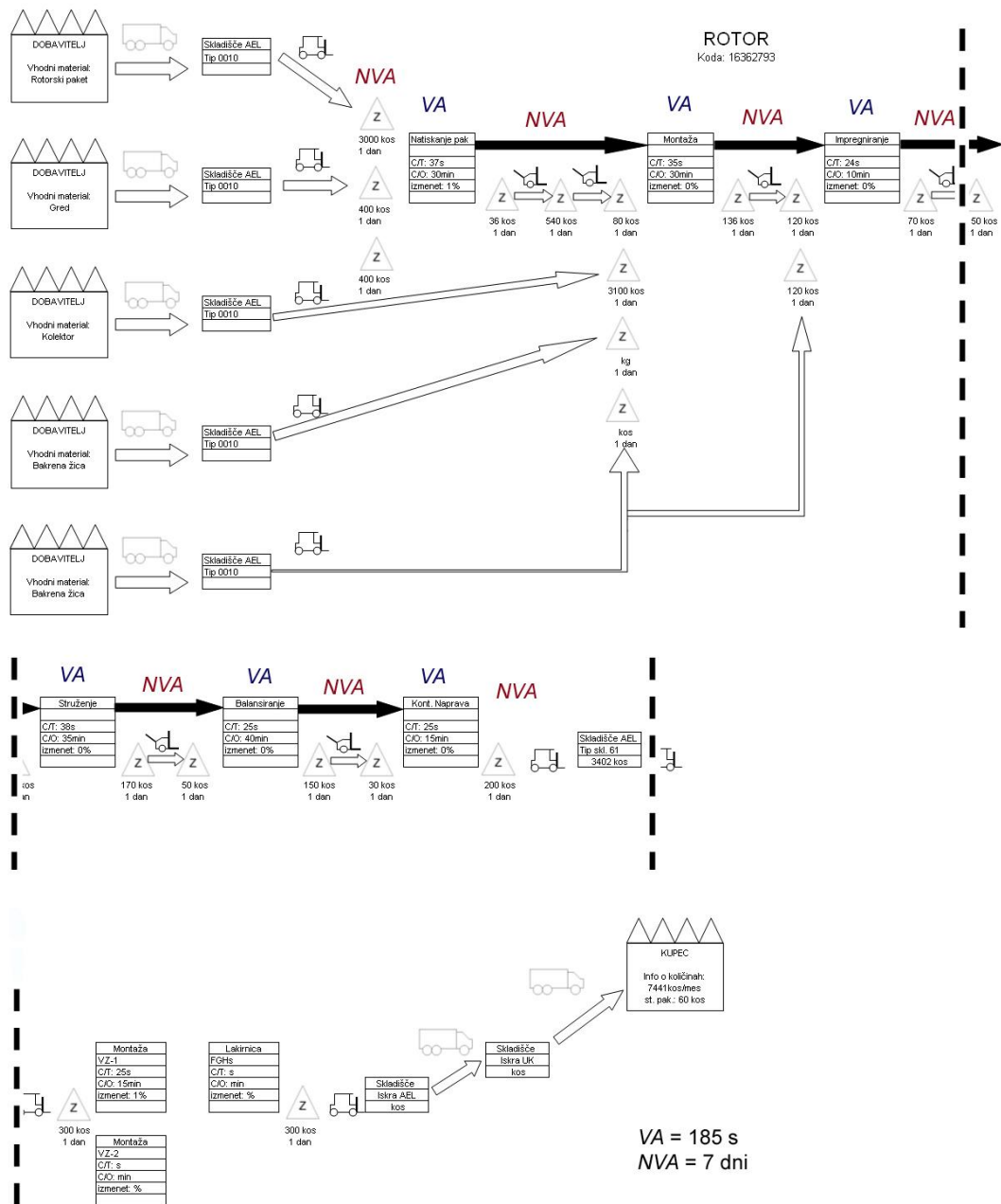
## 6.2.2 Analiza toka vrednosti na primeru izdelave rotorja

Po napotkih obravnavanih v tem poglavju smo izdelali, na že prej obravnavanem primeru izdelave rotorja, še analizo toka vrednosti. Podatke o procesih in transportih v celotnem procesu izdelave rotorja smo popisali že v prejšnjih analizah, tako da smo se tukaj osredotočili na zbiranje podatkov o dobaviteljih in količinah materiala ter o kupcih oziroma odjemalcih ter njihovih potrebah. Končni izdelek, ki ga obravnavamo, je rotor in se uporablja na montaži zaganjalnika. Zato so nas zanimale potrebe kupca po zaganjalniku, saj te posledično narekujejo dnevne potrebe rotorjev na montažni liniji zaganjalnikov.

Rotor se vgrajuje v zaganjalnik na dveh montažnih linijah zaganjalnikov in sicer liniji VZ1 in liniji VZ2. Po opravljenih vseh procesih na montažni liniji VZ1 oz. VZ2 gre končani zaganjalnik še v lakirnico na proces lakiranja ter nato v skladišče IAE. Od tam pa se izvede transport v skladišče Iskra UK v Veliki Britaniji, naprej pa do kupca. Popis procesa smo nadaljevali od konca proti začetku skozi vse procese ter sledili vhodnim materialom, ki se vgrajujejo v posamičnih procesih, od mesta

vgradnje do dobavitelja. Na poti popisa procesa smo sledili tudi vsem zalogam, ki nastajajo med procesi, kar v prejšnjih analizah nismo upoštevali.

Ko smo zbrali vse potrebne podatke smo izdelali analizo obstoječega stanja (slika 21).



Slika 21: Obstoječe stanje za Rotor AZF-TR



Iz analize obstoječega stanja lahko razberemo čase dodajanja in čase ne dodajanja vrednosti, prikazani so v tabeli 15. Iz teh podatkov smo izračunali razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo po enačbi 4 na strani 44.

Tabela 15: Časi dodajanja in časi ne dodajanja vrednosti

Dodajanje vrednosti (VA)		Ne dodajanje vrednosti (NVA)	
Procesi		Zaloge med procesi	
natiskanje	38 s	pred natiskanjem	1 dan
montaža	35 s	po natiskanju	1 dan
impregniranje	24 s	po montaži	1 dan
struženje	38 s	po impregniranju	1 dan
balansiranje	25 s	po struženju	1 dan
kontrolna naprava	25 s	po balansiranju	1 dan
		po kontrolni napravi	1 dan
<b>SKUPAJ</b>	<b>185 s</b>		<b>7 dni</b>

$$VAR = \frac{185s \cdot 100}{(185s + 604800s)} = 0,03\% \quad (5)$$

Razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo za primer obstoječega stanja na sliki 21 (5).

Dobljeno razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo za primer izdelave rotorja znaša 0,03 %. Zelo nizek procent pomeni, da proizvodnja rotorja ni vitka in potrebno je stremeti k temu, da se razmerje izboljša. Potrebno je zmanjšati (sčasoma pa v celoti odpraviti) zaloge, ki nastajajo med samimi procesi in s tem doseči vitko proizvodnjo.

### 6.2.3 Uporabnost in prednosti analize toka vrednosti

Analiza toka vrednosti se uporablja pri oblikovanju vitke proizvodnje. Analiza je zelo obširna, saj zajema celoten proizvodni proces (vodenje, pretok informacij in materiala). Prednosti analize toka vrednosti so:

- z analizo razberemo, kaj je aktivnost z dodano vrednostjo,
- osredotoči se na pretočne čase procesov in dobavni rok in se usmerja na zahtevo stranke,
- nauči nas gledati pretok in ne koraka procesa,
- odpre oči za potrate (njihov izvor),
- sproža diskusijo med člani skupin različnih profilov,
- izdelava akcijski načrt sprememb,
- opozori na povezavo med pretokom informacij in materiala v odvisnosti od pretoka ljudi,
- enostaven pristop: svinčnik in A3 list,
- zaposleni se navadijo na razmišljanje o bodočem stanju.

VSM je najobširnejša metoda, ki smo jo obdelali v diplomskem delu. Za popolno izvedbo analize porabimo veliko časa, vendar le VSM vodi k vitki proizvodnji v podjetju. Zavedati se moramo, da končana analiza ne pomeni zaključka dela, saj je potrebno neprestano spremljati spremembe v proizvodnem procesu.

## 7 ZAKLJUČEK

Proizvodne procese je potrebno neprestano nadzirati, da lahko sproti odkrivamo napake, ki nastajajo v njih. Za nadziranje proizvodnih procesov imamo na voljo več različnih metod, s katerimi lahko popisujemo proizvodne procese v proizvodnji ter pridobljene podatke uporabimo za izvajanje različnih analiz.

Velikokrat se v želji, da bi določen proces čim bolj analizirali, zgodi, da izberemo najobsežnejšo metodo, ki pa nam med drugim vrne tudi rezultate analize, ki so za nas nepomembni. To pa so za podjetje prav tako izgube, saj smo za analizo porabili bistveno več časa, kot bi ga če bi izbrali ustrezno, manj obsežno metodo. Zato lahko trdimo, da je to bistveni pogoj za dobro analizo že pred začetkom izvajanja le-te in poudarimo sledeče:

- Odločitev, na kakšen način in s kakšno metodo bomo določen proces analizirali, moramo sprejeti po tehtnem razmisleku
- Obsežnost analize je pogojena s časom, ki je potreben za izvedbo le-te
- Pretehtati moramo med namenom in želenimi rezultati analize ter obsežnostjo metod, s katerimi bomo analizirali proces
- Ni vsak analitik dovolj usposobljen za izvajanje zahtevnejših analiz.

Po preučitvi obravnavanih metod in njihovi uporabi na primeru rotorja, lahko podamo naslednje ugotovitve.

WF naj se uporablja pri izvajanju analize na montažah in individualnih delovnih mestih, kjer se opravljajo ročna dela. Uporablja naj se tudi pri snovanju bodočega stanja, saj z njim lahko vnaprej izdelamo vrsto variant opravljanja dela, izmed katerih nato po preučitvi izberemo najustreznejšo. Priporočljivo je, da metodo WF uporabljamo tudi pri balansiranju montažnih linij in pri določanju normativov. Normativi določeni po WF metodi veljajo za zelo realne, vendar zahtevajo svoj čas. V primerih, ko želimo na hitro dobiti normative, pa se poslužujemo metode REFA, ki je hitrejša. Uporablja naj se na montažah in individualnih delovnih mestih, kjer imamo strojne čase.

Analiza proizvodnega procesa je primerna za preračun sposobnosti proizvodnega procesa z vidika uporabljene tehnologije, saj odraža dejanske sposobnosti proizvodnega procesa. Bistvena prednost te analize je v hitrosti izdelave, saj lahko v zelo kratkem času analiziramo sposobnosti obstoječega sistema. Zaradi preprostosti uporabe jo lahko uporabimo tudi za predvidevanja, pred uvajanjem sprememb v proizvodnem procesu.

Analiza toka vrednosti je orodje, s katerim dosegamo cilje vitkega proizvodnje. Z analizo toka vrednosti analiziramo vse aktivnosti, ki so potrebne za izdelavo končnega izdelka. Izdelana analiza je realna slika celotnega procesa, ki razkrije vse potrate in njihov izvor, ki jih lahko nato odpravimo. Z odpravljanjem izgub pa zagotovimo višje razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo, ki je pokazatelj vitkosti podjetja. Za primer, ki smo ga obravnavali v diplomskem znaša VAR 0,03%, kar ni tako slabo, stremeti pa moramo k še višjemu odstotku. V IAE je že zelo dobro če znaša razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo 0,1%.

Tabela 16 prikazuje predloge za hitro odločanje, kdaj uporabiti katero metodo glede na želene cilje ter primerjavo med hitrostjo, obširnostjo in zahtevnostjo izvedene analize z izbrano metodo.

Tabela 16: Uporabnost in primerjava obravnavanih metod

	WF	REFA	APP *	VSM
Natančno določanje normativov	✓			
Hitro in okvirno določanje normativov		✓		
Analiza na ročnih delovnih mestih	✓			
Analiza na strojnih delovnih mestih		✓		
Analiza celotnega proizvodnega procesa				✓
Balansiranje montažnih operacij		✓	✓	
Hitro snovanje bodočega stanja			✓	
Analiza bodočega stanja	✓		✓	
Pregled pretoka materiala skozi proces				✓
Popis proizvodnega procesa		✓	✓	
Iskanje izgub v proizvodnem procesu				✓
Izboljševanje pretoka materiala				✓
Strmenje k vitkosti podjetja				✓
Hitrost izvedbe analize		✓	✓	
Obširnost analize	✓			✓
Zahtevnost izdelave analize	✓			✓

\* APP Analiza proizvodnega procesa

## 8 LITERATURA

**Analiza proizvodnega procesa** (2009). Računalniški program. (Iskra Avtoelektrika)

**Delphi** (2001). Delphi Manufacturing System. Verzija 3.1. Interno gradivo. (Iskra Avtoelektrika)

**Delphi** (2002). Value Streams and Mapping. Interno gradivo. (Iskra Avtoelektrika)

**Intranet IAE** (2009). Šempeter pri Gorici: Iskra Avtoelektrika

**Leber M., Polajnar A.** (2000). Študij dela za delo v praksi. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

**Letno poročilo** (2007). Šempeter pri Gorici: Iskra Avtoelektrika.

**Organizacija logistike po principih vitke proizvodnje** (2007). Interno gradivo. (Iskra Avtoelektrika)

**Phelps T., Hoenes T.** (2003). Building a Lean Supply Chain. Interno gradivo. (Iskra Avtoelektrika)

**Polajnar A.** (1999). Študij dela. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

**REFA** priročnik 1 - Metode študija dela (1973). Kranj: Moderna organizacija.

**REFA** priročnik 2 - Metode študija dela (1973). Kranj: Moderna organizacija.

**Schultz N. C.** (2002). Value Stream Mapping. Interno gradivo. (Iskra Avtoelektrika)

**Siekloča D.** (1979). Merjenje dela. Kranj: Moderna organizacija.

**Value stream mapping & VM.** Pridobljeno 3.3.2009 s svetovnega spleta:  
[http://www.value-eng.org/knowledge\\_bank/attachments/T20507.pdf](http://www.value-eng.org/knowledge_bank/attachments/T20507.pdf)

## PRILOGA 1: SLOVAR TUJIH IZRAZOV IN KRATIC

IAE - Iskra Avtoelektrika d.d.

REFA (nemško Reichsausschuss für Arbeitsstudien) - Odbor za študij dela

VSM (angleško value stream mapping) - analiza toka vrednosti

VAR (angleško value added ratio) - razmerje med dodano in ne dodano vrednostjo

WF (angleško, work factor) - faktor dela

PRILOGA 2: OPIS KAZALNIKOV

<b>OPERACIJE V OBRAVNAVANI SERIJI</b>		
<b>Skupni čas operacij v seriji</b>		
Preračuna se tako, da se skupni čas trajanja operacij za en kos $t_o$ , pomnoži s številom kosov v obravnavani seriji $n_s$ .	$t_{os} = t_o \cdot n_s$	$n_s$ ...število kosov v seriji $t_o$ ...skupni čas operacij v seriji $t_{os}$ ...skupni čas operacij v seriji
<b>Čas dodajanja vrednosti v seriji</b>		
Dobimo ga tako, da skupni čas dodajanja vrednosti za en kos $t_{od}$ , pomnožimo s številom kosov v obravnavani seriji $n_s$ .	$t_{ods} = t_{od} \cdot n_s$	$n_s$ ...število kosov v seriji $t_{od}$ ...čas dodajanja vrednosti na kos $t_{ods}$ ...čas dodajanja vrednosti v seriji
<b>Koeficient dodajanja vrednosti »VA« v skupnem pretočnem času »PČ<sub>s</sub>«</b>		
Pove, kolikšen je delež dodajanja vrednosti vseh operacij v obravnavani seriji $t_{ods}$ , v skupnem pretočnem času serije $PČ_s$ .	$K_{VAS} = \frac{t_{ods}}{PČ_s}$	$t_{ods}$ ...čas dodajanja vrednosti v seriji $PČ_s$ ... skupni pretočni čas $K_{VAS}$ ...koeficient »VA« v skupnem pretočnem času
<b>Koeficient dodajanja vrednosti »VA« v internem pretočnem času »PČ<sub>i</sub>«</b>		
Pove, kolikšen je delež dodajanja vrednosti vseh operacij v obravnavani seriji $t_{ods}$ , v internem pretočnem času serije $PČ_i$ .	$K_{VAI} = \frac{t_{ods}}{PČ_i}$	$t_{ods}$ ...čas dodajanja vrednosti v seriji $PČ_i$ ... interni pretočni čas $K_{VAI}$ ...koeficient »VA« v internem pretočnem času
<b>Koeficient operacij »O« v skupnem pretočnem času »PČ<sub>s</sub>«</b>		
Pove, kolikšen je delež vseh operacij v obravnavani seriji $t_{os}$ , v skupnem pretočnem času serije $PČ_s$ .	$K_{OS} = \frac{t_{os}}{PČ_s}$	$t_{os}$ ...skupni čas operacij v seriji $PČ_s$ ... skupni pretočni čas $K_{OS}$ ...koeficient »O« v skupnem pretočnem času
<b>Koeficient operacij »O« v internem pretočnem času »PČ<sub>i</sub>«</b>		
Pove, kolikšen je delež vseh operacij v obravnavani seriji $t_{os}$ , v internem pretočnem času serije $PČ_i$ .	$K_{OI} = \frac{t_{os}}{PČ_i}$	$t_{os}$ ...skupni čas operacij v seriji $PČ_i$ ... interni pretočni čas $K_{OI}$ ...koeficient »O« v internem pretočnem času



<b>OPERACIJE ZA 1 KOS</b>		
<b>Skupni čas operacij</b>		
Preračuna se tako, da se vrednosti časa trajanja operacij $t_{oi}$ na listu »Izhodišče« seštejejo. Vedno mora biti v tabeli »Izhodišče« za operacijo v stolpcu »I« 1 kos in v stolpcu »H« naveden čas trajanja.	$t_o = \sum_{i=1}^n t_{oi}$	$n$ ...število operacij $t_{oi}$ ... čas i-te operacije $t_o$ ...čas operacij
<b>Čas dodajanja vrednosti</b>		
Dobimo ga tako, da seštejemo vse čase dodajanja vrednosti na operacijah. Čas dodajanja vrednosti na operaciji je čas trajanja operacije $t_{oi}$ pomnožen z deležem dodajanja vrednosti $d_i$ le-te.	$t_{od} = \sum_{i=1}^n t_{oi} \cdot d_i$	$n$ ...število operacij $t_{oi}$ ... čas i-te operacije $d_i$ ... delež dodajanja vrednosti i-te operacije $t_{od}$ ...čas dodajanja vrednosti
<b>% dodajanja vrednosti</b>		
Pove, kolikšen je delež dodajanja vrednosti v skupnem času vseh operacij $t_o$ (razmerje med zgornjima kazalnikoma).	$dv = \frac{t_{od}}{t_o} \cdot 100$	$t_{od}$ ...čas dodajanja vrednosti $t_o$ ...čas operacij $dv$ ...delež dodajanja vrednosti

<b>OPERACIJE NA DRUGI LOKACIJI</b>		
<b>Skupni čas operacij na drugi lokaciji</b>		
Preračuna se tako, da se vrednosti posameznih časov trajanj operacij na drugi lokaciji $t_{odli}$ na listu »Izhodišče« seštejejo. Vedno mora biti v tabeli »Izhodišče« za operacijo v stolpcu H naveden čas.	$t_{odl} = \sum_{i=1}^n t_{odli}$	$n$ ...število operacij na drugi lokaciji $t_{odli}$ ... čas i-te operacije na drugi lokaciji $t_{odl}$ ...čas operacij na drugi lokaciji
<b>% operacij na drugi lokaciji v skupnem pretočnem času (<math>PC\check{s}</math>)</b>		
Pove, kolikšen delež predstavlja trajanje operacij na drugi lokaciji $t_{odl}$ v skupnem pretočnem času $PC\check{s}$ .	$d_{odl} = \frac{t_{odl}}{PC\check{s}} \cdot 100$	$t_{odl}$ ...čas operacij na drugi lokaciji $PC\check{s}$ ... skupni pretočni čas $d_{odl}$ ... delež oper. na dr. lokac. v skupnem pretočnem času

<b>TRANSPORT</b>		
<b>Skupni transport</b>		
Je vsota vseh transportov, ki jih izdelek ali obdelovanec opravi znotraj obravnavanega segmenta proizvodnje. Kazalnik pove čas trajanja in prepotovano razdaljo.	$t_t = t_{tv} + t_{tr}$ $l_t = l_{tv} + l_{tr}$	$t_t, l_t$ ...skupni čas oz. razdalja transporta $t_{tv}, l_{tv}$ ...čas oz. razdalja transporta z viličarjem $t_{tr}, l_{tr}$ ... čas oz. razdalja transporta z ročnim transportom
<b>Transport z viličarjem – TV</b>		

Je vsota posameznih transportov $t_{tvi}$ , $l_{tvi}$ , ki jih izdelek ali obdelovanec opravi znotraj obravnavanega segmenta proizvodnje z viličarjem ali kako drugo avtomatizacijo. Kazalnik pove čas trajanja $t_{tv}$ in prepotovano razdaljo $l_{tv}$ .	$t_{tv} = \sum_{i=1}^n t_{tvi}$ $l_{tv} = \sum_{i=1}^n l_{tvi}$	$n$ ...število transportov z viličarjem ali drugo avtomatizacijo $t_{tvi}$ , $l_{tvi}$ ...čas oz. razdalja i-tega transporta z viličarjem... $t_{tv}$ , $l_{tv}$ ...čas oz. razdalja transporta z viličarjem ali...
<b>Ročni transport – TR</b>		
Je vsota vseh transportov $t_{tri}$ , $l_{tri}$ , ki jih izdelek ali obdelovanec opravi znotraj obravnavanega segmenta proizvodnje ročno. Ta predstavlja dejansko rokovanje z izdelkom na operacijah. Kazalnik pove čas $t_{tr}$ trajanja in prepotovano razdaljo $l_{tr}$ .	$t_{tr} = \sum_{i=1}^n t_{tri}$ $l_{tr} = \sum_{i=1}^n l_{tri}$	$n$ ...število ročnih transportov $t_{tri}$ , $l_{tri}$ ...čas oz. razdalja i-tega ročnega transporta $t_{tr}$ , $l_{tr}$ ...čas oz. razdalja ročnega transporta
<b>Razmerje med TV in TR</b>		
Kazalnik kaže razmerje med transportoma z vidika poti in časa.	$dt = t_{tv} : t_{tr}$ $lt = l_{tv} : l_{tr}$	$t_{tv}$ , $l_{tv}$ ...čas oz. razdalja transporta z viličarjem $t_{tr}$ , $l_{tr}$ ...čas oz. razdalja ročnega transporta $dt$ ...razmerje med transportoma (čas) $lt$ ... razmerje med transportoma (razdalja)

<b>PREUREJANJA</b>		
<b>Skupni čas preurejanj</b>		
Definira čas, ki smo ga izgubili za preurejanja na vseh operacijah $t_{pri}$ v analizi.	$t_{pr} = \sum_{i=1}^n t_{pri}$	$n$ ...število preurejanj $t_{pri}$ ... čas i-tega preurejanja $t_{pr}$ ...čas preurejanja
<b>% preurejanj v internem pretočnem času (<math>P\check{C}_i</math>)</b>		
Dobimo ga tako, da čas preurejanj $t_{pr}$ delimo z internim pretočnim časom $P\check{C}_i$ serije.	$dpr_i = \frac{t_{pr}}{P\check{C}_i} \cdot 100$	$t_{pr}$ ...skupni čas preurejanj $P\check{C}_i$ ... interni pretočni čas $dpr_i$ ...delež preurejanj v internem pretočnem času
<b>% preurejanj v skupnem pretočnem času (<math>P\check{C}_s</math>)</b>		
Dobimo ga tako, da čas preurejanj $t_{pr}$ delimo s skupnim pretočnim časom $P\check{C}_s$ serije.	$dpr_s = \frac{t_{pr}}{P\check{C}_s} \cdot 100$	$t_{pr}$ ...skupni čas preurejanj $P\check{C}_s$ ... skupni pretočni čas $dpr_s$ ...delež preurejanj v skupnem pretočnem času

<b>KONTROLA ZA 1 KOS</b>		
<b>Skupni čas vseh kontrol</b>		
Je čas, ki predstavlja seštevek vseh časov kontrol $t_{ki}$ , ki smo jih definirali v analizi.	$t_k = \sum_{i=1}^n t_{ki}$	$n$ ...število kontrol v analizi $t_{ki}$ ... čas i-te kontrole $t_k$ ...skupni čas kontrol
<b>Čas kontrole na en kos</b>		
Predstavlja seštevek posameznih časov kontrol $t_{ki}$ , deljenih s številom nastopanja $k_i$ (npr. $t_{ki}=5$ sek, vsakih $k_i=10$ kosov, predstavlja 0,5 sek/kos).	$t_{kk} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ki}}{k_i}$	$n$ ...število kontrol v analizi $t_{ki}$ ...čas i-te kontrole $k_i$ ...i-to število pojavljanja kontrole $t_{kk}$ ...čas kontrole na en kos
<b>% kontrole na operacijo</b>		
Predstavlja čas kontrole na en kos $t_{kk}$ , deljen s časom trajanja operacij za en kos $t_o$ .	$dk = \frac{t_{kk}}{t_o} \cdot 100$	$t_{kk}$ ...čas kontrole na en kos $t_o$ ...čas operacij $dk$ ...delež kontrol na operacijo

<b>KONTROLA V OBRAVNAVANI SERIJI</b>		
<b>Čas trajanja kontrol</b>		
Je čas, ki predstavlja zmnožek časa kontrole na en kos $t_{kk}$ in števila kosov v obravnavani seriji $n_s$ .	$t_{tk} = t_{kk} \cdot n_s$	$n_s$ ...število kosov v seriji $t_{kk}$ ...čas kontrole na en kos $t_{tk}$ ...čas trajanja kontrol v obravnavani seriji
<b>Koeficient kontrol »K« v skupnem pretočnem času »PČs«</b>		
Pove, kolikšen je delež vseh kontrol v obravnavani seriji, v skupnem pretočnem času serije $PČ_s$ .	$K_{KS} = \frac{t_{tk}}{PČ_s}$	$t_{tk}$ ... čas kontrole na en kos $PČ_s$ ... skupni pretočni čas $K_{KS}$ ...koeficient »K« v skupnem pretočnem času
<b>Koeficient kontrol »K« v internem pretočnem času »PČi«</b>		
Pove, kolikšen je delež vseh kontrol v obravnavani seriji, v internem pretočnem času serije $PČ_i$ .	$K_{KI} = \frac{t_{tk}}{PČ_i}$	$t_{tk}$ ... čas kontrole na en kos $PČ_i$ ... interni pretočni čas $K_{KI}$ ...koeficient »K« v internem skupnem pretočnem času

Pri kontroli je važen podatek o deležu kontrole v obravnavani količini. Ta ima lahko le vrednosti ali 0 % ali 100 %. 0 % pomeni, da se kontrola izvaja znotraj obdelave na predhodni operaciji, torej ne vpliva na pretočni čas. Po drugi strani pa 100 % pomeni, da med kontrolo operacija stoji. Kontrolo lahko štejemo kot ugotovitev skladnosti s predpisanimi vrednostmi in korekturo morebitnih parametrov na stroju. Pri vnašanju

moramo definirati poleg %, tudi čas trajanja kontrole in periodo kontroliranja v polje »kos« (npr. za vsakih 10 kosov vnesemo 10).

<b>ČAKANJA - ZASTOJI</b>		
<b>Skupni čas zastojev</b>		
Je čas, ki predstavlja seštevek vseh časov zastojev $t_{zi}$ , ki smo jih definirali v analizi.	$t_z = \sum_{i=1}^n t_{zi}$	$n$ ...število zastojev v analizi $t_{zi}$ ... čas i-tega zastoja $t_z$ ...skupni čas zastojev
<b>% zastojev v internem pretočnem času »PČ<sub>i</sub>«</b>		
Predstavlja delež zastojev v internem pretočnem času $PČ_i$ .	$d_{zi} = \frac{t_z}{PČ_i} \cdot 100$	$t_z$ ...skupni čas zastojev $PČ_i$ ... interni pretočni čas $d_{zi}$ ... delež zastojev v internem pretočnem času
<b>% zastojev v skupnem pretočnem času »PČ<sub>s</sub>«</b>		
Predstavlja delež zastojev v skupnem pretočnem času $PČ_s$ .	$d_{zs} = \frac{t_z}{PČ_s} \cdot 100$	$t_z$ ...skupni čas zastojev $PČ_s$ ... skupni pretočni čas $d_{zs}$ ... delež zastojev v skupnem pretočnem času
<b>Čas zastoja na kos (kazalnika ni na poročilu)</b>		
Predstavlja čas zastoja na en kos. Dejansko je to kazalnik, ki ne pove veliko o procesu, zato kazalnika ni v poročilu.	$t_{zk} = \frac{t_z}{n_s}$	$t_z$ ...skupni čas zastojev $n_s$ ...število kosov v seriji $t_{zk}$ ...čas zastoja na en kos

Ko prvi kos čaka v zaboji obdelavo celotne količine, je to čakanje. Vnesemo ga tako, da množimo čas operacije s preostalimi kosi v količini.

<b>ČAKANJE V NEDOVRŠENI PROIZVODNJI</b>		
<b>Skupni čas čakanja</b>		
Je čas, ki predstavlja seštevek vseh časov čakanj v nedovršeni proizvodnji $t_{ni}$ , ki smo jih definirali v analizi.	$t_n = \sum_{i=1}^n t_{ni}$	$n$ ...število čakanj v nedovršeni proizvodnji v analizi $t_{ni}$ ... čas i-tega čakanja $t_n$ ...skupni čas čakanj v nedovršeni proizvodnji
<b>% čakanja v internem pretočnem času »PČ<sub>i</sub>«</b>		
Predstavlja delež čakanj v nedovršeni proizvodnji v internem pretočnem času $PČ_i$ .	$d_{ni} = \frac{t_n}{PČ_i} \cdot 100$	$t_n$ ...skupni čas čakanj v nedovršeni proizvodnji $PČ_i$ ... interni pretočni čas $d_{ni}$ ... delež čakanj v internem pretočnem času
<b>% čakanja v skupnem pretočnem času »PČ<sub>s</sub>«</b>		

Predstavlja delež čakanj v nedovršeni proizvodnji v skupnem pretočnem času $PC\check{s}_s$ .	$d_{ns} = \frac{t_n}{PC\check{s}_s} \cdot 100$	$t_n$ ...skupni čas čakanj v nedovršeni proizvodnji $PC\check{s}_s$ ... skupni pretočni čas $d_{ns}$ ... delež čakanj v skupnem pretočnem času
<b>Čas čakanja na kos (kazalnika ni na poročilu)</b>		
Predstavlja čas čakanja na en kos. Dejansko je to kazalnik, ki ne pove veliko o procesu, zato kazalnika ni v poročilu.	$t_{nk} = \frac{t_n}{n_s}$	$t_n$ ...skupni čas čakanj v nedovršeni proizvodnji $n_s$ ...število kosov v seriji $t_{nk}$ ...čas čakanja na en kos

<b>PRETOČNI ČAS</b>		
<b>Skupni pretočni čas</b>		
Je podatek, ki nam pove, koliko časa potrebujemo, da na obravnavani seriji zaključimo z obdelavo.	$PC\check{s}_s = t_o + t_{odl} + \sum_{i=1}^n t_{ki} \cdot \frac{n_s}{k_i} + t_z + t_t + t_{pr}$ Pri i-ti kontroli v polju (%) mora biti vrednost 100 %, da i-ta kontrola vpliva na pretočni čas	$t_o$ ...čas operacij $t_{odl}$ ...čas operacij na drugi lokaciji $t_{ki}$ ...čas i-te kontrole $k_i$ ...i-to število pojavljanja kontr. $n_s$ ... število kosov v seriji $n$ ...število kontrol v seriji $t_z$ ...čas zastojev $t_t$ ...čas transportov $t_{pr}$ ...čas preurejanj
<b>Interni pretočni čas</b>		
Je podatek, ki nam pove, koliko časa potrebujemo, da na obravnavani seriji zaključimo z obdelavo. Ne upoštevamo časov obdelave na drugi lokaciji.	$PC\check{s}_i = t_o + \sum_{i=1}^n t_{ki} \cdot \frac{n_s}{k_i} + t_z + t_t + t_{pr}$ Pri i-ti kontroli v polju (%) mora biti vrednost 100%, da i-ta kontrola vpliva na pretočni čas	$t_o$ ...čas operacij $t_{ki}$ ...čas i-te kontrole $k_i$ ...i-to število pojavljanja kontr. $n_s$ ... število kosov v seriji $n$ ...število kontrol v seriji $t_z$ ...čas zastojev $t_t$ ...čas transportov $t_{pr}$ ...čas preurejanj
<b>% internega pretočnega časa v skupnem</b>		
Kazalnik prikazuje vpliv operacij na drugi lokaciji na pretočni čas.	$d_{p\check{c}} = \frac{PC\check{s}_i}{PC\check{s}_s} \cdot 100$	$PC\check{s}_s$ ... skupni pretočni čas $PC\check{s}_i$ ... interni pretočni čas
<b>Enoizdelčni pretočni čas</b>		
Čas predstavlja tisti scenarij, ko bi dejansko obdelani kos šel takoj na drugo operacijo, ne da bi čakal.	$EP\check{C} = t_o + t_{odl} + \sum_{i=1}^n t_{ki} + t_t + t_{pr}$ Pri i-ti kontroli v polju (%) mora biti vrednost 100 %, da i-ta kontrola vpliva na pretočni čas	$t_o$ ...čas operacij $t_{odl}$ ...čas operacij na drugi lokaciji $t_{ki}$ ...čas i-te kontrole

		$n$ ...število kontrol v seriji $t_t$ ...čas transportov $t_{pr}$ ...čas preurejanj
Razmerje skupni pretočni čas : enoizdelčni pretočni čas		
Prikazuje, kako daleč od optimalnega stanja (enoizdelčni pretok) smo.	$1 : d = EPČ : PČ_s$	$PČ_s$ ... skupni pretočni čas $d$ ...mnogokratnik $EPČ$ $EPČ$ ...enoizdelčni pretočni čas

PROCES		
Velikost obravnavane serije		
Je podatek, ki nam pove, koliko kosov smo vzeli pod drobnogled.	/	$n_s$ ... število kosov v seriji
% operacij »O« v skupnem pretočnem času » $PČ_s$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa, ko dejansko izvajamo operacije na enem kosu $t_o$ znotraj skupnega pretočnega časa $PČ_s$ .	$d_{ospč} = \frac{t_o}{PČ_s} \cdot 100$	$t_o$ ...čas operacij $PČ_s$ ... skupni pretočni čas
% operacij »O« v internem pretočnem času » $PČ_i$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa, ko dejansko izvajamo operacije na enem kosu $t_o$ znotraj internega pretočnega časa $PČ_i$ .	$d_{oipč} = \frac{t_o}{PČ_i} \cdot 100$	$t_o$ ...čas operacij $PČ_i$ ...interni pretočni čas
% dod. vred. »VA« v skupnem pretočnem času » $PČ_s$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa, ko dejansko dodajamo vrednost na enem kosu $t_{od}$ znotraj skupnega pretočnega časa $PČ_s$ .	$d_{dvspč} = \frac{t_{od}}{PČ_s} \cdot 100$	$t_{od}$ ...čas operacij $PČ_s$ ... skupni pretočni čas
% dod. vred. »VA« v internem pretočnem času » $PČ_i$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa, ko dejansko dodajamo vrednost na enem kosu $t_{od}$ znotraj internega pretočnega časa $PČ_i$ .	$d_{dvič} = \frac{t_{od}}{PČ_i} \cdot 100$	$t_{od}$ ...čas operacij $PČ_i$ ...interni pretočni čas
% kontrole »K« na kos v skupnem pretočnem času » $PČ_s$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa kontrol $t_k$ znotraj skupnega pretočnega časa $PČ_s$ .	$d_{kspč} = \frac{t_k}{PČ_s} \cdot 100$	$t_k$ ...čas kontrol $PČ_s$ ... skupni pretočni čas
% kontrole »K« na kos v internem pretočnem času » $PČ_i$ «		
Je podatek, ki nam pove delež časa kontrol $t_k$ znotraj internega pretočnega časa $PČ_i$ .	$d_{kipč} = \frac{t_k}{PČ_i} \cdot 100$	$t_k$ ...čas kontrol $PČ_i$ ...interni pretočni čas