

# Izračun stroškovnih nosilcev oz. kalkulacije s pomočjo analize in sinteze poteka dela po metodi REFA

## The Model of the Prime Cost Calculation by Analysis and Synthesis According to REFA Methods

I. Cundrič, M. Lah, S. Mihelčič, M. Hladnik, Železarna Jesenice

*Prikazan je model kalkulacij za hladno valjane jeklene izdelke v obratu Hladne valjarne Bela, ACRONI METALURGIJA - Železarna Jesenice. Model je izdelan s pomočjo ANALIZE in SINTEZE poteka dela po REFA metodah. Izračun stroškovnih nosilcev je izdelan z dodatki in strojnimi urami. Kot primer je naveden izračun izdelavnih časov in stroškov postopka.*

*Ključne besede: hladna valjarina, kalkulacija, REFA*

*The model of the prime cost calculation for cold rolled steel products in Cold Rolling Plant Bela -Iron and Steel Works Jesenice is presented. It is made with the help of ANALYSIS and SYNTHESIS according to REFA methodes. The calculation of costs carriers is made with additions and engine costs. The calculation of the manufacturing times and the costs of process is shown as an example.*

*Key words: cold rolling plant, calculation, REFA*

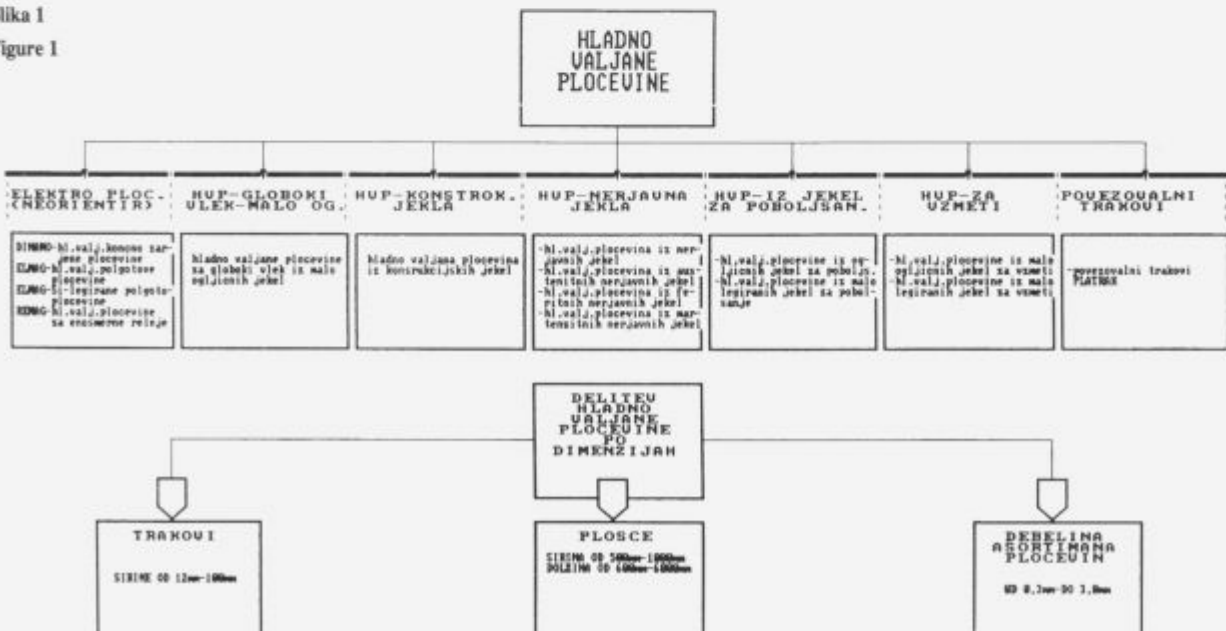
### 1. Uvod

Z modelom kalkulacij, ki ga objavljamo, želimo poudariti problem obvladovanja stroškov. Študijo objavljamo v zborniku zato, da z njo seznanimo tudi druge tehnične strokovnjake.

Vprašanja možnosti proizvodnje, ustrezne kvalitete in doseganja optimalnih stroškov so neločljivo povezana. Pri nas

velja prepričanje, da so kalkulacije le stvar ekonomistov in ne tehničnega kadra. Kako zmotno je to mišljenje smo spoznali na REFA izobraževanju, kjer smo obravnavali tudi naslovno temo. Do izračuna pridemo le s povezovanjem znanj iz področij tehnike-tehnologije, študija dela in časa, ekonomije in ostalih področij. V podjetjih obstajajo kalkulacije, iz katerih lahko le zaključimo, da je lastna cena previsoka. Te kalkulacije ne povedo,

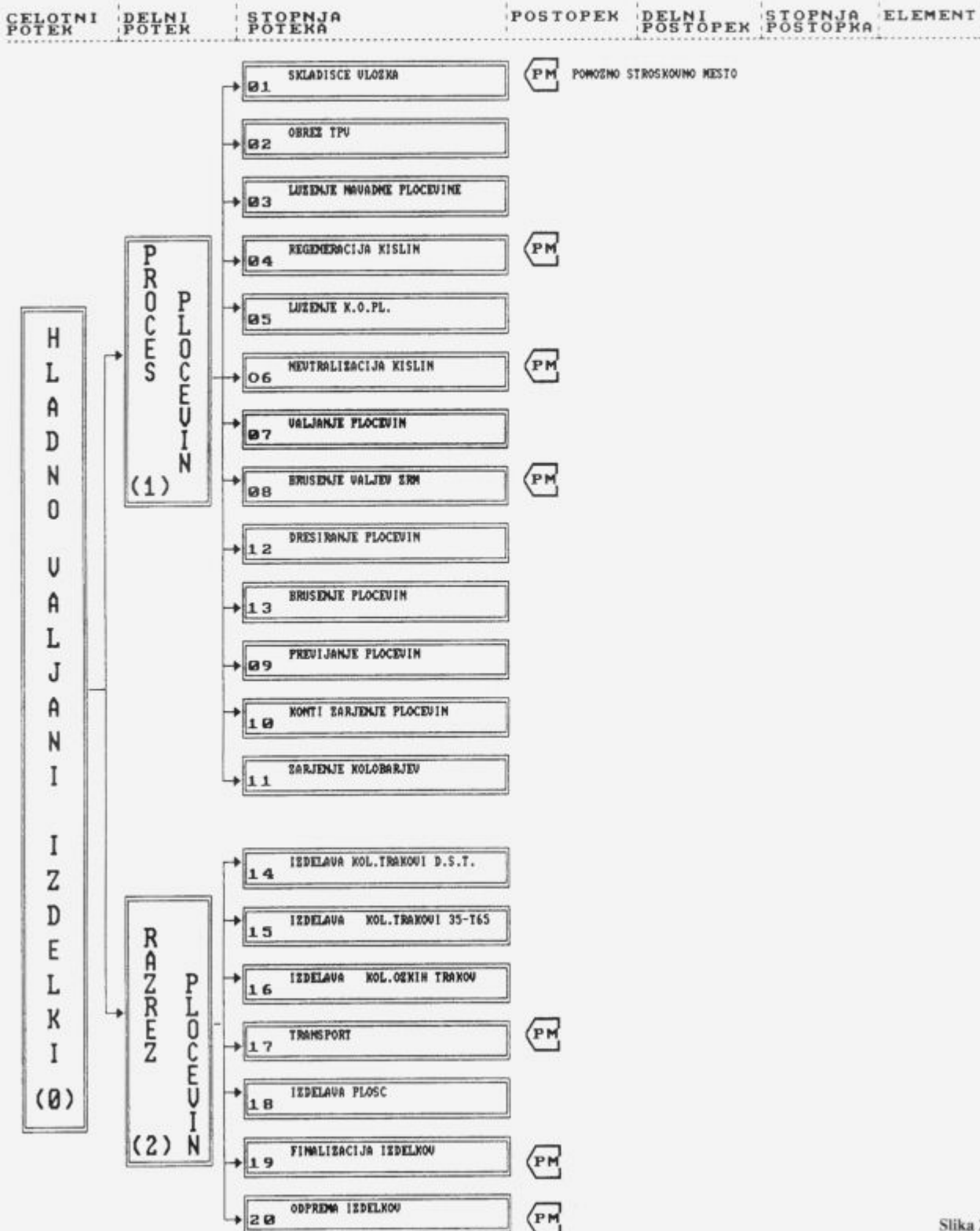
Slika 1  
Figure 1



# ANALIZA DELA

RAZCLENITEV DELOUNEGA POTEKA U HUB-(SIFRANT POTEKA A-B-CC-D)  
12.10.1992 ANALIZATOR

ODSEKI POTEKOV →



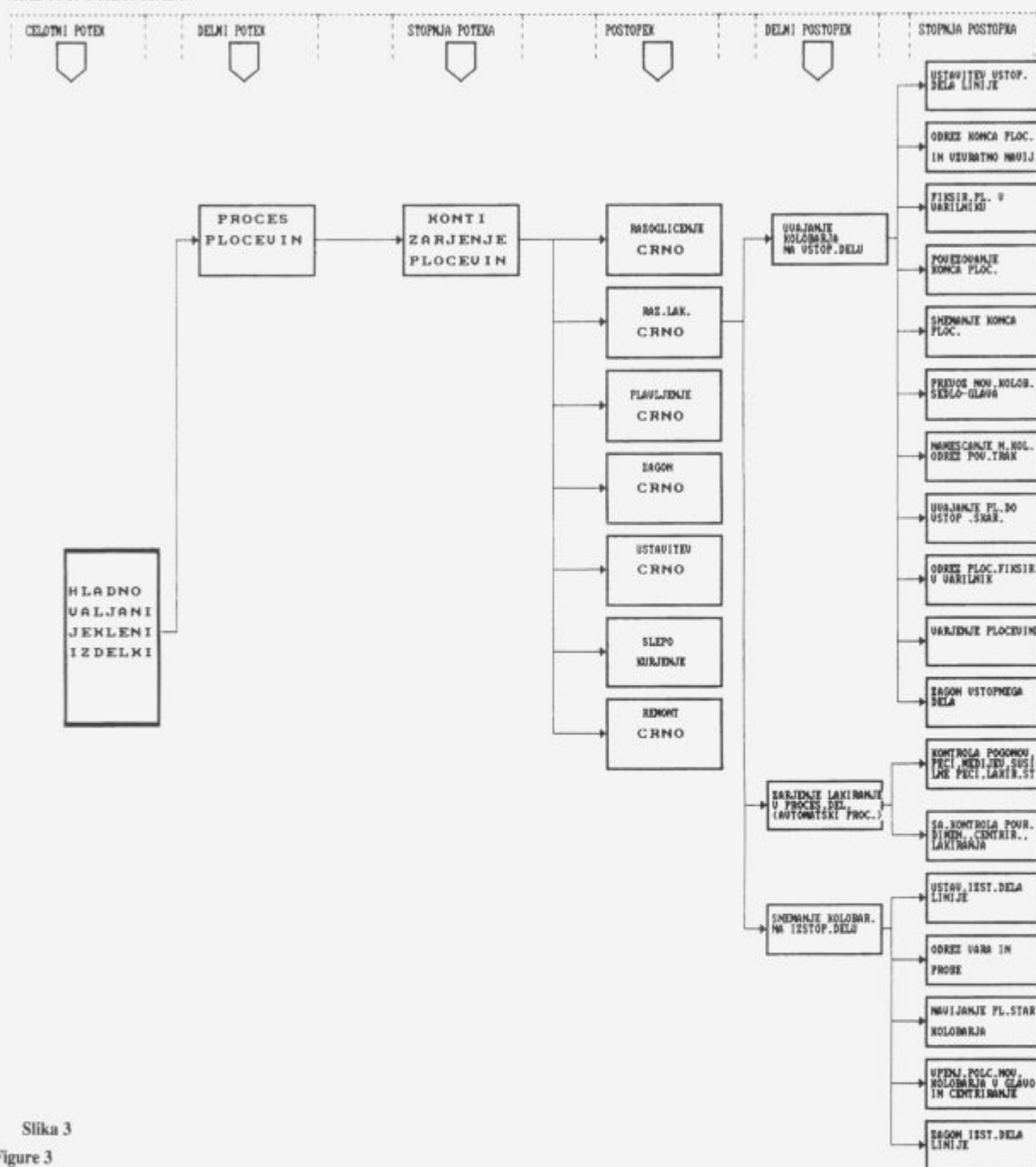
Slika 2  
Figure 2

## ANALIZA POTEKA DELA

22. 09. 1992

PRIMER KONTI ZARJENJA PLOCEVIN

TABELE 1



Slika 3

Figure 3

kaj naj naredimo, kje naj ukrepamo in kakšne možnosti sploh imamo, da proizvode pocenimo. Kalkulacije bi morale izhajati iz analize in sinteze poteka dela, vrst časov in stroškov.

S študijem dela sta se že v začetek našega stoletja ukvarjala Friderik W. Taylor in Frank B. Gilbert. Leta 1924 je bila ustanovljena v Berlinu REFA zveza, ki je po drugi svetovni vojni postala privatna neprofitna zveza, v kateri so zastopani različni predstavniki delodajalcev in delojemalcev.

REFA daje osnovo za uspešno organiziranost podjetij v več kot dvajsetih državah Evrope, Latinske Amerike in Azije. V letu 1989 je bila ustanovljena REFA zveza tudi v Sloveniji kot RE-

FA center pri Delavski univerzi Maribor, ki je pričela s programom izobraževanja.

Usmeritev REFA je razvoj in uporaba metod za dvig produktivnosti in humanizacije dela na vseh področjih gospodarstva in negospodarstva. Če se bomo pripravljene spoprijeti z reševanjem nakopičenih problemov, bomo morali upoštevati REFA metode.

## 2. MODEL KALKULACIJ

### 2.1 Predstavitev proizvodnje obrata

Izdelave modela smo se lotili v najbolj vitalnem delu ŽELEZARNE JESENICE, v obratu HLADNA VALJARNA

BELA, ki je finalni obrat in izdeluje različne vrste hladno valjanih izdelkov. Asortiman izdelkov oz. pločevin, ki nastopajo kot trakovi in plošče v različnih širinah in težah in so vseh debelin, je razviden iz **slike 1**.

Proizvodnja pločevin poteka na trinajstih proizvodnih linijah (avtomatizirane proizvodne linije) s kontinuirnim in nekontinuirnim načinom dela. Za oskrbo teh glavnih linij služijo še pomožne naprave in dejavnosti.

Vsaka vrsta pločevine ima svojo tehnološko pot (zaporedje in število naprav), zato imamo deset glavnih tehnoloških poti. Če upoštevamo ves debelinski in širinski assortiman ter vse vrste izdelkov, dobimo preko devetsto poti. Tehnološke poti imajo skupne le nekatere naprave. Na istih napravah so za različne kvalitete pločevin različni tehnološki parametri (hitrost, število operacij itd.). Ti so potem še odvisni od ostalih vplivnih veličin, kot so teža in dimenzija vložka, izdelka, pripravljalni časi, serija naročila itd. Kvalitete pločevin imajo lahko na istih napravah dodatne porabe materialov in različno porabo energije (izklopi določenih delov naprav).

## 2.2 Analiza poteka dela

Pred izdelavo modela smo naredili podrobno razčlenbo ali ANALIZO celotnega poteka dela do najmanjših smiselnih odsekov poteka:

- analizo izdelkov
- analizo celotnega poteka dela po odsekih
- analizo izplena materiala
- analizo tehnoloških poti po postopkih
- analizo vrst dejavnosti

- analizo časovnih vrst vseh postopkov
- analizo vrst stroškov vseh postopkov

Na **sliki 2** je prikazana celotna analiza poteka dela po odsekih.

Celotni potek hladno valjanih izdelkov razdelimo najprej na delne poteke, kot sta proces pločevin in razrez pločevin, nato pa naprej na pripadajoče stopnje potekov. Nadaljnja razčlenba na postopke in naprej do stopenj postopkov je prikazana s primerom stopnje poteka KONTI ŽARJENJE PLOČEVIN na **sliki 3**. Na vsakem odseku združujemo (sinteza) različne vrste izračunov časov in stroškov, kar je prikazano na **sliki 4**. Prejšnja razčlenba do stopnje postopka je potrebna za ugotavljanje pomožnih časov, ki jih potem dobimo s časovnim snemanjem. Ugotavljanje pomožnih časov je potrebno, saj predstavljajo lahko od 30 do 80% časa v izdelavnem času postopkov.

## 2.3 Sinteza poteka dela

S pomočjo SINTEZE poteka dela, ki je prikazana na **sliki 4** izdelamo model izračuna kalkulacij, ki smo ga predvideli v naslednjih korakih:

- izdelavni časi postopkov
- izdelavni stroški postopkov
- izdelavni stroški izdelka
- materialni stroški izdelka
- proizvodni stroški izdelka
- lastna cena izdelka

### 2.3.1 Izdelavni časi in izdelavne ure postopkov

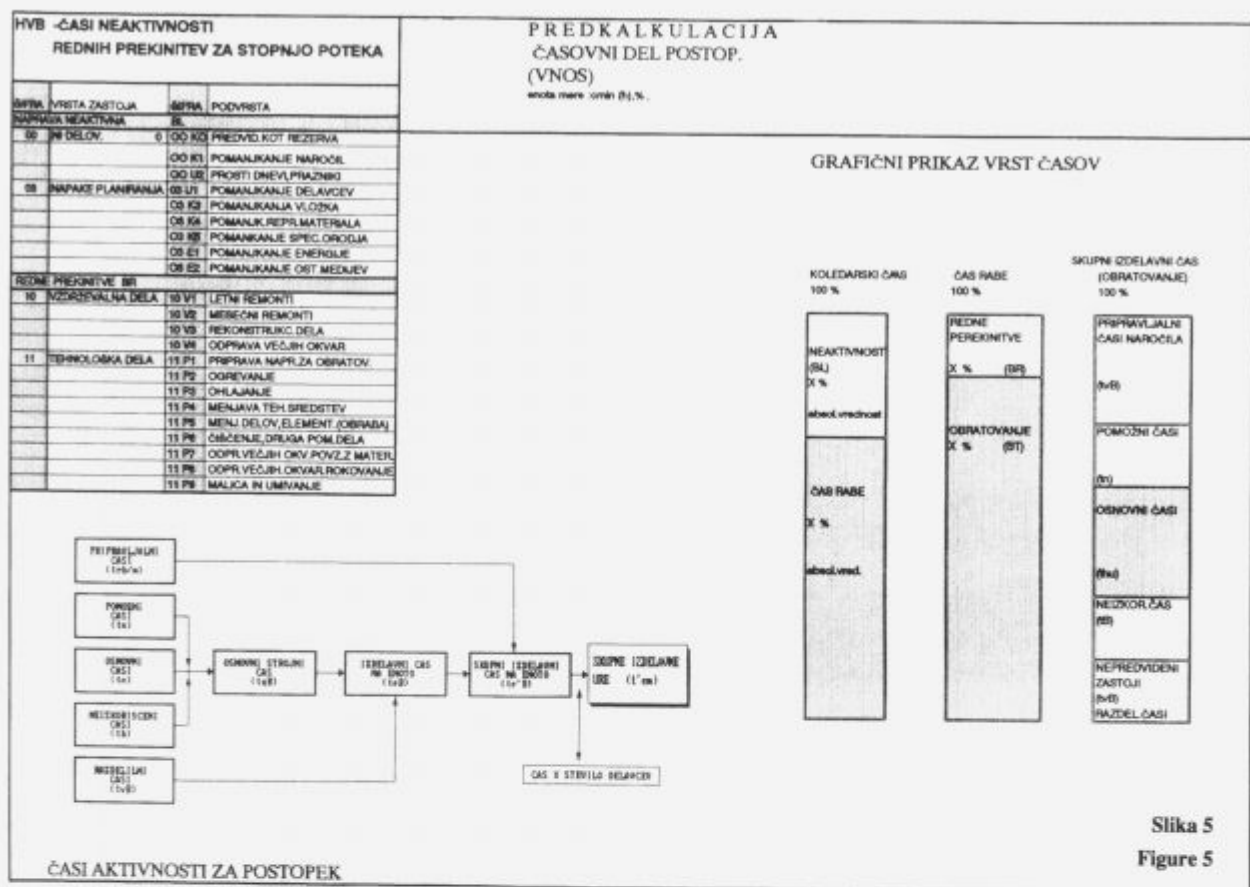
Vrste časov, izdelavne čase in izdelavne ure postopka, ki so prirejeni našim napravam in načinu dela, prikazuje **slika 5**.

PREGLED ZAJEMANJA ČASOV IN STROSKOV NA ODSEKIH POTEKOV DELA IN METODE DOLOČEVANJA

Slika 4

Figure 4

ANALIZA POTEKA DELA	SINTEZA POTEKA DELA			
	CASI	METODE DOLOČ.	STROŠKI	METODE DOLOČEVANJA
PROJEKTA	- REAKTIVNOST - REDNE PREDIKTIVE - OBRATOVNOST	- PLANIRANJE - PLANIRANJE, PRIMERJAVNE - IZVARN	- STROŠKI MESTO (NAPRAVA) - NAL. OPISI (NA) - NAL. OBRISTI (IZ) - STR. PROSTORA (OD) - STR. IZKORISVALJA (KI) - SPLOŠNI STROŠKI IZDEL.	- VREDNOTENJE, OCNILNOSTI - PLANIRANJE - PLANIRANJE, PRIMERJAVNE - PLANIRANJE, PRIMERJAVNE - OBRAT. STROŠK. LIST (SAB)
POSTOPEK	SKUPNI IZDELAVNI ČAS NA ENOTO (t'eB)	- IZVARN	STR. ENKOSTI IN POTROŠKI (OD)	- METRICE, PRIMERJAVNA
	SKUPNE IZDELAVNE URE (t'eB)	- IZVARN	POSRENI POS. STR. IZDEL. IZKORISTEN MATERIALA (IZPLEN)	- ZAVT. RUPCEV, PRIMERJAVNA - PLANIRANJE, PRIMERJAVNE - IZVARN
	TEHNOLOŠKA POT (ZAPORODJE VSEH POSTOP.)			
DELNI POSTOPEK	- PRIPRAVLJALNI ČAS NA ENOTO (t'eBw)	- ČASOVNO SREDNOST, PRIMERJAVNE		
	- RAZREZILNI ČAS (t'eB)	- PRIMERJAVNE		
	- OSNOVNI ČAS NAPRAVE (t'gB)	- IZVARN		
STOPNJA POSTOPKA	- POMOŽNI ČAS (t'e)	- ČASOVNO SREDNOST		
	- OSNOVNI ČAS (t'eB)	- IZVARN PROCESNI ČASOV		
	- NEIZKORISČENI ČAS (t'e)	- ČASOVNO SREDNOST		
	- TEŽE IN DIMENZIJE IZDELKOV (ENOTI) - ŠTEVILU OPERACIJ IN HITROSTI	- ČASOVNO SREDNOST, IN ZAVTIVE RUPCEV - TEHNIČNE ZNANOSTI - OBRAT.		



Slika 5  
Figure 5

Navadno govorimo, da imamo vse kapacitete zasedene in da ne moremo nič storiti. Če pogledamo vrste časov na **sliki 5**, vidimo, da to ne drži. Izdelujemo oz. proizvajamo le v osnovnem času, v vseh drugih časih pa naprava miruje. Za nekontinuirne naprave se gibljejo osnovni časi od 20 do 70%, za kontinuirne naprave pa od 70 do 100% izdelavnih časov. Lahko si predstavljamo, kaj se zgodi npr. s fiksnimi stroški, če povečamo delež osnovnih časov, oz. zmanjšamo ostale čase. Delež osnovnih časov je zato najvažnejši pokazatelj nivoja proizvodnje.

Večkrat pozabljamo na pripravljalne čase, ki so močno odvisni od serije naročila, saj so v večini primerov večji od izdelavnih časov. Razdelilni časi so časi nepredvidenih zastojev. Kažejo, kako obvladujemo proizvodni proces, kako imamo vzdrževane stroje, s kakšnim vložnim materialom delamo, kako imamo izučene delavce. Neizkoriščeni časi so posledica neuklajenosti kapacitet in organizacijskih težav.

S spremljanjem vrst časov oz. dejavnosti na napravah ugotavljamo, kako smo se odmaknili od vnaprej določenih časov. Vnaprej določene čase moramo postaviti kot normativne čase, ki služijo nagrajevanju različnih nivojev.

### 2.3.2 Izdelavni stroški postopkov

Pod stroški razumemo v denarju ovrednoteno porabo dobrin in storitev za nek proizvodni postopek. Stroške razporedimo po vrstah stroškov, ki nastopajo v glavnem v kontnem razredu 4. Najpomembnejše vrste stroškov so:

- stroški izdelavnega materiala
- stroški direktnih in režijskih OD
- stroški odpisa in obresti
- stroški vzdrževanja

Stroške združujemo na stroškovnih mestih, kjer tudi nastajajo. Na **sliki 6** so prikazani stroški na stroškovnem mestu za določen postopek.

Stroške nato preračunamo na nosilce stroškov (izdelek ali storitev), kar je v našem primeru kolobar hladno valjane pločevine (osnovna enota). Na sliki prikazana strojna ura je sestavljena iz stroškov za obratna sredstva in za pomožna sredstva, ki jih lahko direktno pripišemo stroškovnemu nosilcu. Tako ostane le del stroškov kot splošni strošek izdelave.

Kalkulativni odpis (amortizacija) je največji strošek. V ceno izdelka vračunamo delež amortizacije, zato da dobimo povrnjeno investicijo. Ker investicija predstavlja kapital, moramo vračunati tudi obresti. Letno amortizacijo dobimo, če nabavno ceno (investicijo) naprave delimo z življenjsko dobo, ki smo jo predvideli za to napravo. Če to delimo še s časom obratovanja v letu, dobimo vrednost amortizacije na uro. Stroški prostora predstavljajo najemnine, zavarovalnine, stroške zgradb, amortizacije zgradb itd, ki so po ključu (m<sup>2</sup> prostora) pripisane stroškovnemu nosilcu.

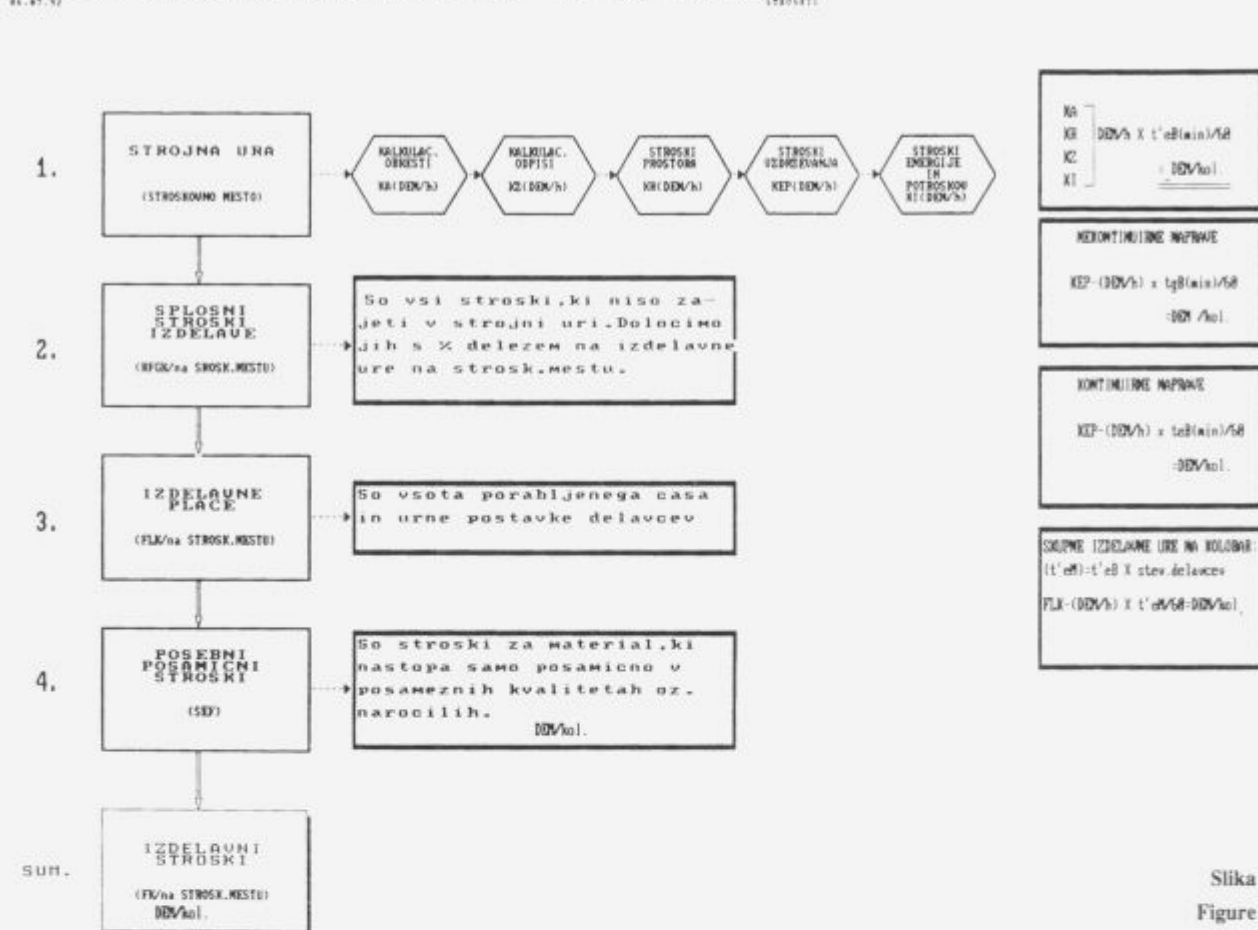
Ker so stroški izraženi v SIT oz. DEM na obratovalno uro, jih moramo preračunati na osnovno enoto izdelka, tako da jih pomnožimo s skupnim izdelovalnim časom t'eB, porabljenim na enoto izdelka. Skupni izdelovalni čas dobimo s seštevanjem pripravljalnega časa (deleža), razdelilnega časa, pomožnih časov, osnovnega časa in neizkoriščenega časa, prikazanih na **sliki 5**.

### 2.3.3 Primer izdelavnih stroškov postopka

Obdelali smo primer izdelavnih stroškov za enega od devetdesetih postopkov poteka dela, kjer je procent glavne rabe zelo ugoden. Prvi primer je izračunan za eno, dvo in triizmensko delo z deležem rednih prekinitev 20,4%, obratovanjem 79,6% v času tako imenovane rabe stroja.

V drugem primeru npr. z boljšo organizacijo zmanjšamo čas rednih prekinitev za 30% in razdelilni čas (nepredvideni zastoji) za 50%.

## IZDELAJNI STROŠKI NA STROSKOUNEM MESTU - za določen postopek



Slika 6  
Figure 6

Za tretji primer veljajo predpostavke prejšnjega primera, povečamo pa težo osn. enote (kolobarja) za 100% oz. iz 8 na 16t.

Razlike stroškov v prvem primeru med eno, dvo in tri izmenskem delu so izrazite. Stroški nam padejo iz 111.6 na 63.6 DEM/t, kar je razvidno iz prvih treh stolpcev primerjave stroškov na **sliki 8**. Razlika je zaradi zmanjšanja stroška amortizacije zaradi večjega obsega obratovanja. Deleži vrst časov v izdelavnem času ostajajo enaki za vse tri variante prvega primera in so prikazani v prvem stolpcu primerjav časov na **sliki 7** in **8**.

V drugem primeru so se spremenila razmerja časov v izdelavnih časih. Povečal se je delež osnovnega časa in zaradi tega so se zmanjšali izdelavni stroški postopka.

V tretjem primeru so se razmerja spremenila še naprej v dobro izdelavnih časov in dobimo najmanjše izdelavne stroške 48.3 DEM/t.

### 2.3.4 Izdelavni, materialni in proizvodni stroški izdelka

Izdelavne stroške izdelka dobimo s seštevanjem vseh postopkov poteka dela po tehnološki poti. Izdelavni stroški procesa so stroški izdelka HVPN, ki pomeni hladno valjano pločevino s toplotno in drugo končno obdelavo, maksimalne širine in v obliki kolobarja. Ta izdelek potem še vzdolžno in prečno razrezujemo in dobimo iz njega ostale izdelke, ki nastopajo pri razrezu. S seštevanjem vseh izdelavnih stroškov, direktnih ter splošnih materialnih stroškov dobimo PROIZVARNI STROŠKE nekega izdelka, kar prikazuje **slika 9**.

Direktni stroški materiala so najvišji stroški, saj pomenijo več kot 70% stroškov. V našem primeru predstavljajo stroške vložnega materiala oziroma toplo valjano pločevino in posebne embalažne in druge materiale. Izredno važen je izkoristek

vložnega materiala. S pomočjo analize poteka dela smo izdelali model izkoristkov materiala, ki upošteva tehnične možnosti izdelave in predstavlja ciljni izkoristek. Vsekakor je potrebno dosegati take izkoriste, kot jih dosegajo konkurenti.

### 2.3.5 Lastna cena izdelka

Da pridemo do končnega izračuna LASTNE CENE, moramo proizvodnim stroškom dodati še prevajene stroške, ki jih dodamo kot ustrezne procenete proizvodnih stroškov, kar prikazuje **slika 10**.

## 3. Zaključek

Pred izdelavo kalkulacij smo morali pridobiti vse potrebne podatke. Glavna opora pri zbiranju podatkov je bila analiza celotnega poteka dela. S to analizo smo razčlenili celotni potek dela do najmanjših odsekov poteka oz. do stopnje postopka. S pomočjo primerjanja, časovnega snemanja, izvrednotenja, planiranja smo prišli do podatkov vseh vrst časov in potroškov.

S pomočjo sinteze smo postavili odnose med podatki. Kot osnovo za potek dela smo vzeli postopek. Na nivoju postopka po modelu izračunamo izdelavne čase, izdelavne ure in izdelavne stroške. Tehnološka pot izdelave izdelka je sestavljena iz posameznih postopkov na napravah. S seštevanjem ustreznih postopkov izračunamo izdelavne stroške izdelka. Proizvajalni stroški izdelka so sestavljeni iz izdelavnih in materialnih stroškov izdelka. Lastno ceno dobimo, ko proizvodnim stroškom dodamo še prevajene stroške.

Iz izračunov, ki smo jih izdelali, je razvidno, da moramo čim bolj izkoristiti koledarski čas, zmanjšati neaktivnosti in redne



## PRIMER 1.3

## PLANSKI ČASI :

Čas rabe	: 6264 h/leto	100.0 %
Redne prekinitve:	1278 h/leto	20.4 %
Obratovanje	: 4986 h/leto	79.6 %

## TEHNOLOŠKI PODATKI:

Teža kolobarja	: 8000 kg
Vhodna širina	: 1000 mm
Vhodna debelina	: 2.4 mm
Končna debelina	: 0.5 mm
Serijska naročila	: 20
Plan prevlekov	: EN 2.4/0.5/5

## IZRAČUN ČASOV :

1. Redne prekinitve (BR)	:			20.4 %
2. Pripravljalni čas (trB/M)	:	1.00 min./kol.	0.13 min./t	2.3 %
3. Pomožni čas (tn)	:	9.00 min./kol.	1.13 min./t	20.4 %
4. Osnovni čas (thu)	:	20.09 min./kol.	2.51 min./t	45.4 %
5. Neizkoriščeni čas (tb)	:	2.00 min./kol.	0.25 min./t	4.5 %
6. Osnovni čas naprave (tgB)	:	31.09 min./kol.	3.89 min./t	
6. Razdelilni čas (tvB)	:	3.11 min./kol.	0.39 min./t	7.0 %
Izdel.čas na enoto (teB)	:	34.20 min./kol.	4.27 min./t	
Skupni izd.čas na enoto (t"eB):	:	35.20 min./kol.	4.40 min./t	
Skupne izdelavne ure (t"eM)	:	140.80 min./kol.	17.60 min./t	

## IZRAČUN STROŠKOV :

1. Kalkul. odpisi KA	:	164.73 DEM/kol.	20.59 DEM/t	32.4 %
2. Kalkulacijske obresti (KZ):	:	16.47 DEM/kol.	2.06 DEM/t	3.2 %
3. Stroški prostora (KR)	:	10.88 DEM/kol.	1.36 DEM/t	2.1 %
4. Stroški vzdrževanja (KI)	:	98.84 DEM/kol.	12.35 DEM/t	19.4 %
5. Stroški energije (KE)	:	62.73 DEM/kol.	7.84 DEM/t	12.3 %
6. Stroški sp.orođij+olj (KP):	:	93.10 DEM/kol.	11.64 DEM/t	18.3 %
7. Splošni stroški (RFGK)	:	33.79 DEM/kol.	4.22 DEM/t	6.6 %
8. Izdelavne plače (FLK)	:	28.16 DEM/kol.	3.52 DEM/t	5.5 %
9. Posebni pos. stroški	:	0.00 DEM/kol.	0.00 DEM/t	0.0 %
Izdelavni stroški	:	508.69 DEM/kol.	63.59 DEM/t	

Slika 7

Figure 7

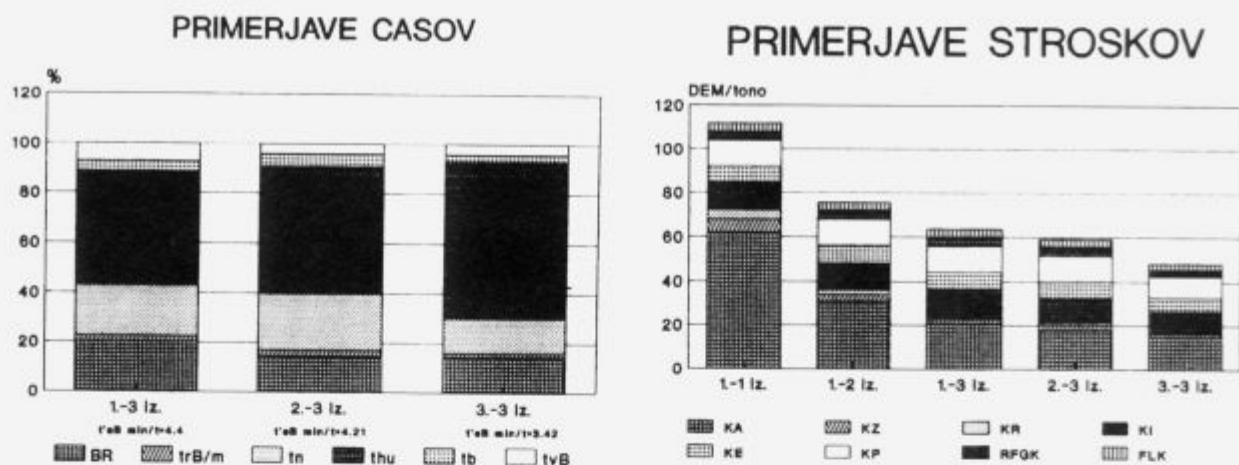
prekinitve, saj s tem občutno zmanjšujemo fiksne stroške. Znotraj obratovanja pa moramo skrajšati vse vrste časov (pripravljalni, pomožni, osnovni, neizkoriščeni, razdelilni čas), da dobimo čim krajše izdelavne čase in s tem manjše izdelavne stroške. Zavedati se moramo, da proizvajamo le v osnovnem času, ki predstavlja manjši delež vsega razpoložljivega časa obratovanja. Iz modela vidimo tudi vpliv materialnih stroškov in vseh prevaljenih stroškov, ki jih pripišemo našemu izdelku.

Pomembno je, da vse čase, porabe in potroške, ki jih vnesemo v kalkulacijo, postavimo kot normative, s katerimi spremljamo dejanska doseganja v proizvodnji in drugod. Izračun lastne cene smo izdelali kot računalniški model za PC računalnik. Plani, predpostavke, meritve, ugotovitve, izvednotenja, cene, izkoristki, tehnološke poti itd. predstavljajo datoteke. Kot zunanji vnos smo predvideli vse poznane vplivne veličine, ki nastopajo pri izračunu. Lastno ceno lahko izračunamo kot mejno kalkulacijo, kjer ne upoštevamo splošnih stroškov, upoštevamo pa

vsekakor amortizacijo. Delovne naprave so izredno drage in ne upoštevanje amortizacije pomeni "samomor".

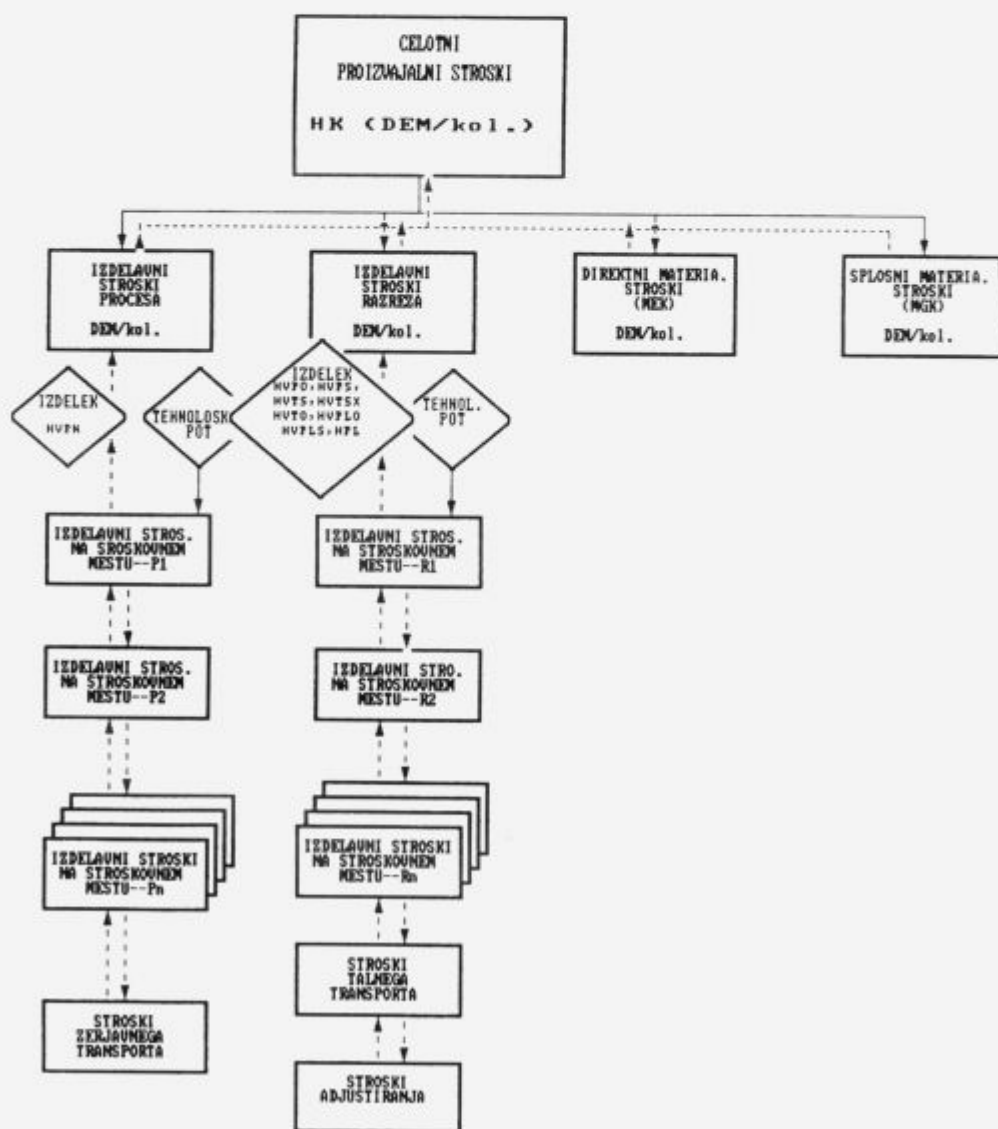
Model izračuna bomo predvideli tudi kot izračun pokalkulacije. Iz obračuna dejanskih stroškov moramo dobiti ustrezne podatke, ki jih potem vnesemo v model. Na žalost pa stroškovni sistem tega ne omogoča. Potreben je korenite prenove, ki se mora pričeti pri šifrantih materialov, stroškovnih vrstah, stroškovnih mestih pri osnovnih sredstvih, pri vseh predpisih, potrebnih dogovorjenih ključih, planskih cenah itd. Končno je potrebno izdelati obratni stroškovni list BAB, ki je osnova za izdelavo pokalkulacije. Iz časovnega dela stroškovnega izračuna lahko izpeljemo sistem normiranja časov, terminiranje proizvodnih postopkov, pretočne čase in čase naročila.

Z analizo in sintezo poteka dela postavimo osnove zagotavljanja kakovosti, ugotavljamo število potrebnih delovnih mest in drugo. Iz modela kalkulacij lahko načrtujemo potrebne racionalizacije, investicije, izpeljemo donosnost izdelkov itd.



Slika 8  
Figure 8

**HEMA CELOTNIH STROSKOV (HK)**  
 07.07.92 STROSK12



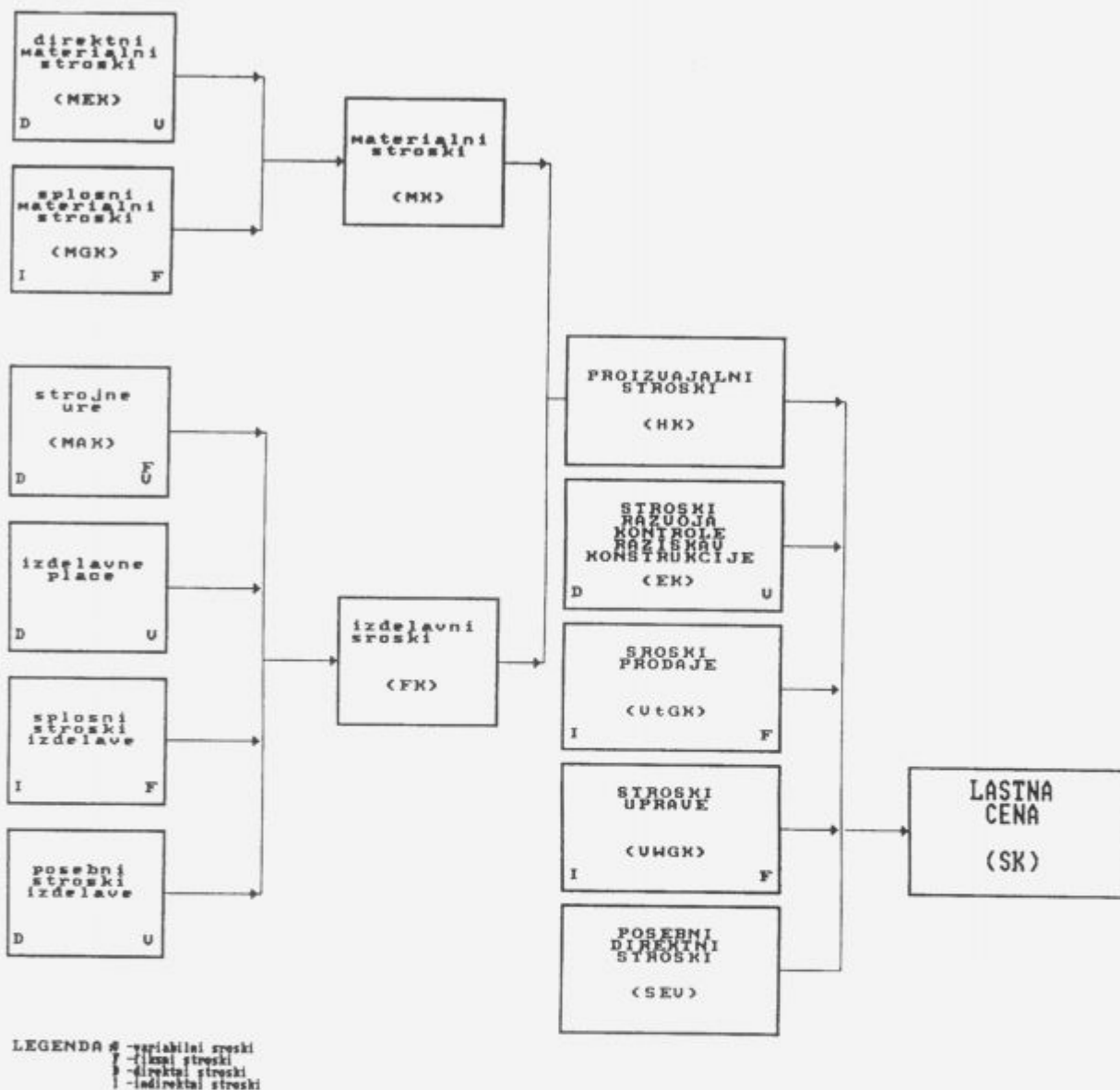
Slika 9  
Figure 9



**POLNA KALKULACIJA z dodatki in strojnimi urami (osnovna shema)**

18. 07. 1992

VERBAND



Slika 10  
Figure 10

Na koncu se moramo zahvaliti kolegom, ki so razumeli našo iniciativo. Prišli smo do zanimivih in upoštevanja vrednih ugotovitev in prepričani smo, da brez REFA znanj v prihodnosti ne bo šlo.

**4. Literatura**

1 REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation: Methodenlehre des Arbeitsstudiums Teil 1, 2, 3