

Uspješnost i proizvodni proces

EFFIZIENZ UND PRODUKTIONSPROZESS

Mr. Vjekoslav Međurečan, dipl. inž.
Tvornica mehaničke prerade drva
Belišće, d.d.

Stručni rad

Sažetak

Iskorištenje materijala i proizvodnost dvije su najvažnije pojave koje utječu na razinu uspješnosti proizvodnog procesa svakog sustava. U radu je prikazana mogućnost primjene mjerila količinskog iskorištenja materijala (sirovine) u postupku izračunavanja proizvodnosti. Razrađena je zakonitost promjene proizvodnosti, za koju je dokazano da se podvrgava promjeni funkcije cotangensa. Na taj je način i grafički dokazano da npr. ravnomjerno smanjenje utroška vremena za pretvorbu jedinične količine materijala u proizvod uzrokuje progresivno povećanje proizvodnosti. Konačni ishod postupka daje mogućnost izrade unaprijed općenito primjenjive tablice proizvodnosti.

Ključne riječi: proces, iskorištenje, proizvodnost, zakonitost, uspješnost.

Zusammenfassung

Die Werkstoffausnutzung und die Produktivität sind die wichtigsten Faktoren, die die Effizienz eines Produktionsprozesses beeinflussen. Die Zusammenhänge zwischen der Mengenausnutzung (Rohstoffe) und der Produktivität wurden untersucht, wobei die Mengenausnutzung als Maß für die Änderungen der Produktivität herangezogen wurden. Die Untersuchung ergab, dass die Änderungen regelmässig sind und eine Kotangensfunktion verfolgen. Daraus geht hervor, dass z.B. eine gleichmässige Abnahme des Zeitverbrauchs bei der Verarbeitung einer Einheitsmenge des Werkstoffs eine progressive Zunahme der Produktivität zur Folge hat. Es ist also möglich, eine allgemein gültige Produktivitätstabelle im voraus zu schaffen.

Schlüsselwörter: Verfahren, Ausnutzung, Produktivität, Regelmässigkeit, Effizienz.

1. UVOD

Postignuto količinsko iskorištenje materijala (sirovine) i proizvodnost važne su pojave koje u konačnici utječu na uspješnost proizvodnog procesa.

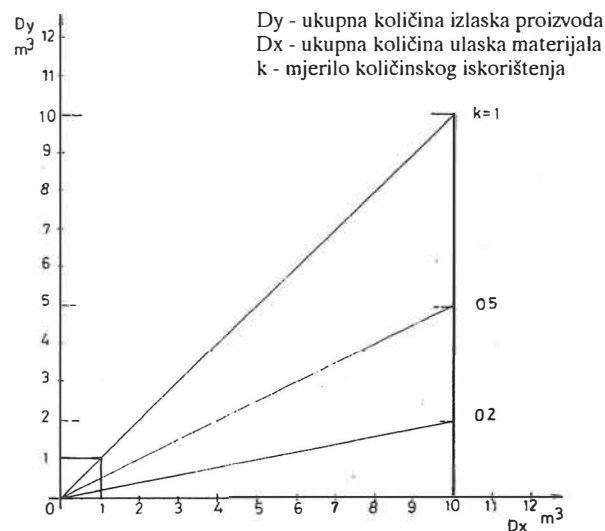
Naime, u konkretnom razmatranju, prema ABC-analizi, na temelju predviđenog zadatka za 1993. godinu od 67 činitelja troška prva su dva - osnovni materijal i bruto-plaće, iznosila 48%, a u jednom dijelu procesa i 68%, ukupnih troškova. Stoga je potrebno iskorištenju i proizvodnosti pridati najveće značenje. Za poboljšanje kvalitete rada na tom području nameće se potreba razrade i primjene smišljenih postupaka s ciljem njihova usvajanja kao standarda za tvornicu, i to:

- prilagođavanja mjerila količinskog iskorištenja pogodnoga za povezivanje i utemeljenoga na zakonitosti njegove promjene
- utvrđivanja utjecaja količinskog iskorištenja na proizvodnost i zakonitost promjene proizvodnosti
- izgrađivanja općenito primjenjive tablice proizvodnosti
- povezivanja proizvodnosti i ekonomičnosti.

Predloženi se postupci mogu primijeniti i drugdje, a zakonitost ionako vrijedi općenito. Međutim, temeljna im je namjera kvalitativno unapređivanje procesa proizvodnje u nadolazećem razdoblju. Naime, promjena političkoga i privrednog sustava, kojemu je bitno obilježje pretvorba društvenog vlasništva, zasigurno će se u tom smjeru kretati unaprijed. Kor-

jeniti zaokret na tom području potrebno je očekivati kada "ljudski faktor" promjeni način rada i navike. Prema [1], takvo je istraživanje za tvornicu već provedeno.

2. ISKORIŠTENJE MATERIJALA KAO ČINITELJ USPJEŠNOSTI



Slika 1 Povezanost Dx, Dy i k
Bild 1. Zusammenhang zwischen Dx, Dy und k

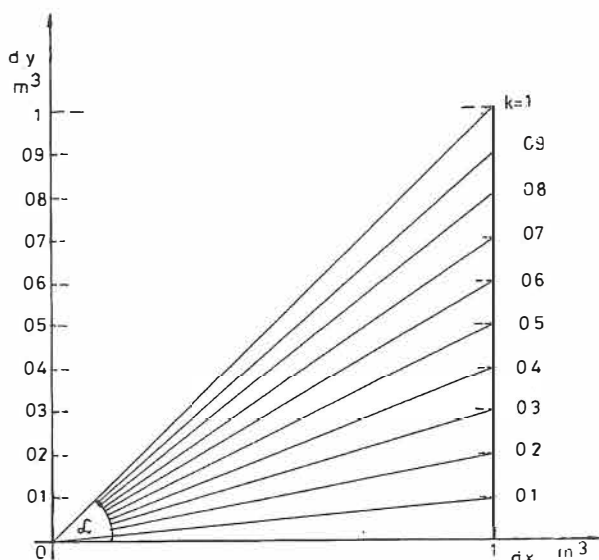
Iskorištenje materijala ili bilo kojeg drugog resursa posljedica je njegove pretvorbe u procesu. Poslije konačnoga ili faznog izvođenja procesa dobiva se informacija o postignutome npr. o količinskom iskorištenju materijala, što je općenito poznata činjenica (sl. 1).

Dakle, računski rezultat omjera određene ukupne količine izlaska pojedinačnog proizvoda ili strukture proizvoda (Dy) iz procesa i određene ukupne količine ulaska pojedinačnog materijala u proces mjerilo je količinskog iskorištenja materijala (k).

Prema slici 1, moguće je bilo koju ukupnu količinu ulaska materijala iskazati u omjeru s bilo kojom količinom izlaska proizvoda, uz uvjet da je:

$$Dy \leq Dx, \text{ tj. } \frac{Dy}{Dx} = k \dots \quad (1)$$

Očito je (k) u tom slučaju koeficijent, odnosno prosječna apsolutna brojna veličina. Naime, grafički je to jedinični kvadratić na slici 1, uvećano prikazan na slici 2.



dy - prosječna količina izlaska pojedinačnog proizvoda ili strukture proizvoda postignuta pretvorbom jedinične količine materijala u procesu
 dx - jedinična količina ulaska materijala u proces pretvorbe
 k - mjerilo količinskog iskorištenja

Slika 2. Povezanost dx , dy i k
 Bild 2. Zusammenhang zwischen dx , dy und k

Na temelju načela u izrazu (1), sa slike 2. proizlazi da je:

$$k = \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{t} dy \dots \quad (2)$$

Sa slike 2. i na temelju izraza (2) proizlaze ovi zaključci i mjerila (k):

- identično sa dy znači da ta veličina ujedno pokazuje kolika je količina proizvoda postignuta iz dx

- da se (k) podvrgava zakonitosti promjene funkcije tga , a kutovi se utvrđuju prema matematičkom pravilu
 - da je najveći mogući iznos $k=1$, tj. $tga=45^\circ$
 - da se promjena događa linearno tj. po pravcu
 - da se (k) može iskazati za pojedinačni proizvod, skupinu proizvoda, odnosno cjelokupnu strukturu proizvodnog programa

- da odražava načelo količinske ekonomičnosti sa stajališta utroška jedinične količine materijala
 - da je u biti kvalitativna veličina jer znatno utječe na troškove, ukupan prihod, dobitak, tj. određuje razinu uštede materijala.

Tako je prema (2) moguće dokazati kako se dobitak uvećava brže od količinskog iskorištenja. Za konkretno razmatranje, prema ideji iz (2), model glasi:

$$Db = [(k \times up) - (k \times tv) + tn] \times Dx \dots \quad (3)$$

Pritom je:

Db - dobitak

up - ukupan prihod iskazan po jediničnoj količini gotovog proizvoda

tv - varijabilni trošak iskazan po jediničnoj količini izlaska gotovog proizvoda

tn - nepromijenjeni trošak iskazan po jediničnoj količini ulaska materijala.

Na osnovi podataka iz predviđenog zadatka za plan 1993. godine te određene vrste drva proizlazi:

$$DB = [(0,63 \times 152634,22) - (0,63 \times 27292,15) + 67732,06] \times 5000 = 56167220,5$$

$$Db = [(0,635 \times 152634,22) - (0,63 \times 27292,15) + 67732,06] \times 5000 = 59300772,25$$

Znači, uvećanje iskorištenja za 0,005 ili 0,79% uzrokovalo je uvećanje dobitka za 5,58%. Prema tome, lako je zaključiti da na uspješnost procesa proizvodnje bitno utječe povećanje iskorištenosti materijala.

Jasno mjerilo količinskog iskorištenja moguće je iskazati i relativnim brojnim iskazom.

3. PROIZVODNOST KAO ČINITELJ USPJEŠNOSTI

Ako se izraz (2), prema ideji iz (3), pomnoži prosječno utrošenim vremenom potrebnim za pretvorbu jedinične količine materijala iskazanim satima (t), dobije se izraz za izračunavanje proizvodnosti, tj.:

$$k = dy/x(t)^{-1} = \frac{k}{t} = \frac{dy}{t} = pr \dots \quad (4)$$

u kojem je pr proizvodnost rada.

Proizvodnost utvrđena na taj način definira se kao omjer postignute prosječne razine količinskog iskorištenja, tj. količine proizvoda proizvedene od

jedinične količine materijala i utrošenoga ljudskog rada, tj. prosječno potrebnog vremena za pretvorbu jedinične količine materijala. Tako definirana proizvodnost mjeri se npr. prostornim metrima po utrošenom satu radnika, tj. m^3/t .

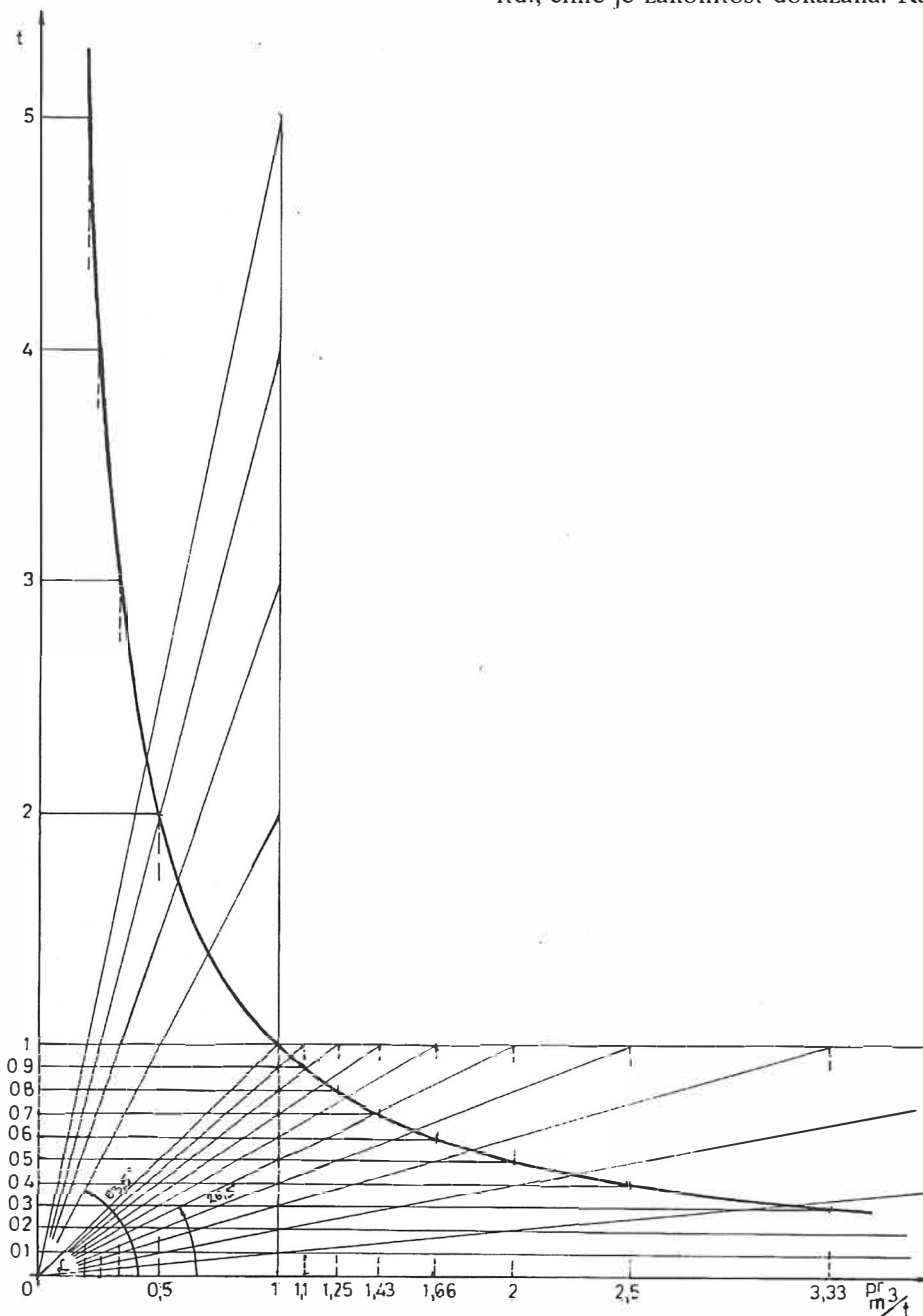
Na taj je način dokazan utjecaj količinskog iskorištenja materijala na proizvodnost rada, pri čemu povećanje količinskog iskorištenja, jasno u granicama od 0 do 1, daje proporcionalno povećanje proizvodnosti. Ispravnost opisanog postupka te zakonitost promjene proizvodnosti može se dokazati i grafički, uz pretpostavku da je $k = 1$ te uz slobodno izabrano vrijeme u granicama od 0,1 do 5 sati (sl. 3).

Sa slike 3. proizlazi zakonitost da je promjena proizvodnosti identična promjeni funkcije ctga, pri čemu se kutovi utvrđuju prema matematičkom pravilu. Tako je $\text{ctg} 26,5^\circ = 2,005$ ili, računski, na temelju izraza (3):

$$pr = \frac{1}{0,5} = 2 \text{ m}^3/t.$$

To znači: ako se za pretvorbu jedinične količine materijala utroši 0,5 sati, postigne se proizvodnost 2 m^3/t .

Za $\text{ctg} 63,5^\circ = 0,4986$ računski je $pr = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ m}^3/t$ itd., čime je zakonitost dokazana. Različitost ishoda,



Slika 3. Tijek promjene proizvodnosti
Bild 3. Verlauf der Produktivitätsänderung

jasno, proizlazi iz moguće točnosti očitavanja iznosa kutova.

Općenito je poznato da su vrijeme i proizvodnost obrnuto ovisne veličine, tj. da imaju negativan koeficijent korelacije. Međutim, sa slike 3. i grafički se jasno uočava zakonitost prema kojoj umanjivanje utroška vremena rezultira progresivnim uvećanjem proizvodnosti.

Navedena je mogućnost važna za unapređenje proizvodnog procesa u kvalitativnom smislu, što je u službi razvoja naprednih kretanja. U tablici 1. prikazano je kretanje proizvodnosti za ravnomjerno umanjivanje vremena.

Usporedba promjene vremena i proizvodnosti
Vergleich zwischen der Zeit- und der
Produktivitätsveränderung **Tablica 1.**
Tabelle 1.

Skraćivanje vremena		Povećanje proizvodnosti	
apsolutno	relativno	apsolutno	relativno
(sat)	(%)	(m ³ /t)	(%)
5 - 1 = 4	20	0,2+0,05=0,25	25
4 - 1 = 3	25	0,25+0,0833=0,33	33,33
3 - 1 = 2	33,33	0,33+0,166=0,4993	50
2 - 1 = 1	50	0,5+0,5=1	100
0,2-0,1=0,1	50	5+5=10	100

Sa slike 3. iz tablice 1. moguće je uočiti da dokazana zakonitost djeluje to značajnije što se vrijeme (t) u većim razmacima bliži 1, odnosno 0,1. Dakle, osim iskorištenja materijala ističe se značenje mjerenja obujma i racionalnog iskorištenja vremena, što je predmet razmatranja discipline studija rada. Zasiurno je umjesno pitanje kakva je praktična korist od razrađenog postupka.

4. MOGUĆA PRIMJENA

Za praktičnu primjenu utvrđenu je zakonitost sa slike 3. na temelju izraza (4) potrebno prikazati kao brojčane podatke. Tako je načinjena tablica 2, uz uvjet $k=1$, te uz realno izabrano vrijeme u granicama 1 - 5,95 sati i na uvećavanje npr. za 0,05 sati, odnosno 3 minute. Jasno, izabrano vrijeme i njegovu podjelu za izrađivanje tablice 2. potrebno je uskladiti sa stvarnim utroškom vremena u konkretno razmatranom procesu.

Dakle, za praktičnu primjenu tablice 2. potrebno je ponajprije znati stvarno utrošeno vrijeme za pretvorbu jedinične količine materijala. (ako je npr. $t=2,45$ sati, postupak je sljedeći:

- na sjecištu kolone (cijelog sata, tj. 2) i retka (dijela sata, tj. 0,45) odčita se iznos proizvodnosti, tj. $0,408 \text{ m}^3/\text{t}$
- otčitani se iznos proizvodnosti pomnoži stvarno postignutim koeficijentom količinskog iskorištenja.

Ako je stvarno postignuti koeficijent količinskog iskorištenja npr.:

- u prioritetoj skupini proizvoda, $k = 0,646$
- u dopunskoj skupini proizvoda, $k = 0,286$
- ukupno: $k = 0,932$,

tada stvarno postignuta proizvodnost u konkretno razmatranom procesu iznosi:

$$0,408 \times 0,646 = 0,263 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$0,408 \times 0,286 = 0,1167 \text{ m}^3/\text{t}$$

$$0,408 \times 0,929 = 0,378 \text{ m}^3/\text{t}.$$

Računski iznosi čija se promjena podvrgava zakonitosti sa slike 3. **Tablica 2.**

Rechnerische Ergebnisse, deren Veränderung der
Gesetzmässigkeit auf Bild 3 entspricht **Tabelle 2.**

Red. br.	Min	Sati					
		0	1	2	3	4	5
		Proizvodnost					
1.			1,000	0,500	0,333	0,250	0,200
2.	3	0,05	0,952	0,488	0,328	0,247	0,198
3.	6	0,10	0,909	0,476	0,323	0,244	0,196
4.	9	0,15	0,870	0,465	0,317	0,241	0,194
5.	12	0,20	0,833	0,455	0,313	0,238	0,192
6.	15	0,25	0,900	0,444	0,308	0,235	0,190
7.	18	0,30	0,769	0,435	0,303	0,233	0,189
8.	21	0,35	0,741	0,426	0,299	0,230	0,187
9.	24	0,40	0,714	0,417	0,294	0,227	0,185
10.	27	0,45	0,690	0,408	0,290	0,225	0,183
11.	30	0,50	0,667	0,400	0,286	0,222	0,182
12.	33	0,55	0,645	0,392	0,282	0,220	0,180
13.	36	0,60	0,625	0,385	0,278	0,217	0,179
14.	39	0,65	0,606	0,377	0,274	0,215	0,177
15.	42	0,70	0,588	0,370	0,270	0,213	0,175
16.	45	0,75	0,571	0,364	0,267	0,211	0,174
17.	48	0,80	0,556	0,357	0,263	0,208	0,172
18.	51	0,85	0,541	0,351	0,260	0,206	0,171
19.	54	0,90	0,526	0,345	0,256	0,204	0,169
20.	57	0,95	0,513	0,339	0,253	0,202	0,168
0	1	2	3	4	5	6	7

Jasno, za svaki se koeficijent količinskog iskorištenja može izraditi posebna tablica 2 ili grafički prikaz tako da se iznos proizvodnosti izravno odčita, što je nepraktično. Međutim, cjelokupni je postupak lako kompjutorizirati. Proizvodnost, kao i količinsko iskorištenje, u biti je kvalitativna pojava jer prikazuje razinu sponoznosti procesa s gledišta iskorištenja materijala i vremena, izabrane strukture proizvodnog programa i drugih činitelja. Stoga ona znatno utječe na troškove, a time i na standard zaposlenih.

Tako prema [1] većina zaposlenih smatra da "dvostruko viši OD nije nedostižan", da bi se podmirile temeljne životne potrebe, što, nažalost, vrijedi i za današnje prilike.

5. POVEZANOST PROIZVODNOSTI I EKONOMIČNOSTI

Izraz (4) za izračunavanje proizvodnosti istodobno određuje i načelo fizičkog oblika ekonomičnosti sa

stajališta utroška jediničnog vremena. Značenje proizvodnosti iskazuje se, kao i ostale korisne pojave, ako je pratimo u njezinoj dinamičnosti, uključivši i bazne vrijednosti.

$$\text{Tako je } \frac{k}{t} \times \frac{V_y}{V_t} = \text{pr} \times \text{kv} = \text{ke.pr.} \dots \quad (5)$$

pri čemu je:

V_y - vrijednost jedinične količine gotovog proizvoda

V_t - vrijednost radnikova sata

kv - koeficijent vrijednosti

ke.pr. - vrijednosni koeficijent ekonomičnosti uslijed proizvodnosti s gledišta radnikova sata kao troška.

Koeficijenti ekonomičnosti uvijek se mogu međusobno povezivati i komparirati u određenom razdoblju, npr. u baznome i tekućemu, te pretvoriti u učinak ekonomičnosti sa stajališta razmatranog utroška, što pridonosi dinamičnosti praćenja. Međutim, to je područje potrebno posebice razmotriti.

6. ZAKLJUČAK

Mjerilo količinskog iskorištenja prema izrazu (1) i (2) pokazuje dokle se, u pojedinom slučaju stiglo s obzirom na ukupno moguće iskorištenje materijala, u ovom slučaju drva, tj. prirodnog bogatstva.

Prema tome, ukupni iznos koeficijenta od 0,9 do 0,95 iz konkretnog razmatranja pokazuje da korisni izlazak iznosa 0,9 - 0,95 m³ drva od 1 m³ ulaska tog materijala u proces, a ostatak je neiskorišten, odnosno čini gubitak.

Kako je u razmatranom slučaju već praktično doseguta gornja razina količinskog iskorištenja, daljnji učinci na tom području mogu se očekivati povećanjem količinskog iskorištenja vrednijih proiz-

voda unutar strukture, kako je predočeno izrazom (3). Prema tome, nužno se usredotočiti na strukturu, tj. kvalitetu odnosa u području ukupnog iskorištenja odnosno stalnu optimizaciju proizvodnog programa.

Iskorištenje je prema izrazu (4), sastavni dio proizvodnosti, pa je proizvodnost moguće proporcionalno povećati s gledišta količinskog iskorištenja sve do $k \sim 1$, ali i njegovim prestrukturiranjem.

Sa stajališta utrošenog vremena proizvodnost se može povećavati sve do $7 \sim 0$, i to prema utvrđenoj zakonitosti sa slike 3. i iz tablice 1. Dakle, lako je razabrati da je smanjenje utroška vremena u skladu s rezultatima progresivnih ciljeva razvoja, tj. s povećavanja uspješnosti.

Postupak koji obuhvaća upotrebu općenito primjenjive tablice 2. upozorava, i to ponajprije rukovoditelje, na potrebu sustavnog pristupa utvrđivanju podataka nužnih za izračunavanje iskorištenja i proizvodnosti. U konkretnom procesu tvornice Belišće osobito su velike mogućnosti na području povećanja proizvodnosti, i to skraćanjem odnosno racionalizacijom vremena i optimizacijom strukture proizvodnog programa. Dakle, napredak je moguće očekivati, trenutačno i bez investiranja, promjenom pristupa pojavama koje imaju ponajveće značenje za uspješnost proizvodnog procesa tvornice i njezina šireg okružja.

LITERATURA

- [1.] Lovrić N., Međurečan V. i dr.: Ljudski faktor i proizvodni proces, "Privreda" br. 5, Osijek, 1988.
- [2.] Mileusnić N., Nešić M.: Programiranje proizvodnje i poslovanja i komandno kontrolni sistem, Udruženje za unapređivanje poslovanja, Beograd, 1962.
- [3.] Međurečan V.: Optimalizacija korištenja drvne mase u Kombinat "Belišće", magistarski rad, Osijek, 1981.