



FAKULTETA ZA ORGANIZACIJSKE VEDE KRANJ

Katedra za proizvodne sisteme

Tone LJUBIČ
tone.ljubic@fov.uni-mb.si
http://www.fov.uni-mb.si/ljubic

**PLANIRANJE
IN VODENJE
PROIZVODNJE**
metode, modeli, tehnike

00 Proizvodni sistemi in proizvodni procesi

00.010 NASLOVNICA © Tone Ljubič 12.04

PROIZVODNJA

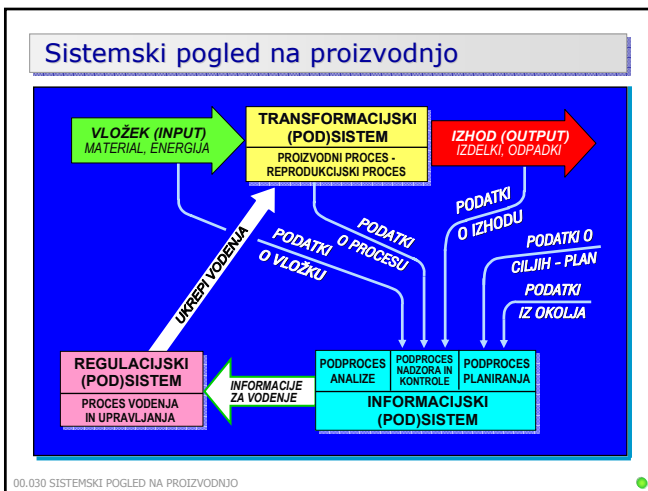
JE VSAKO USTVARJANJE NOVE VREDNOSTI ZAVESTNO DEJANJE **PROIZVAJANJA** NEČESA KORISTNEGA TO "KORISTNO" JE **PROIZVOD**

MATERIALNI (FIZIČNI) **IZDELEK** NEMATERIALNA (ABSTRAKTNA) **STORITEV**

Proizvodni proces je proces proizvajanja (izdelave) proizvodov; sistem, v katerem se dogaja proizvodni proces, je proizvodni sistem.

Ista načela veljajo tako za izdelavo (fizičnih) izdelkov - materialno proizvodnjo ('manufacturing') kot za opravljanje (nudenje) (abstraktnih) storitev - nematerialno proizvodnjo ('services') !

00.020 KAJ JE PROIZVODNJA



V proizvodnem sistemu se dogajajo procesi:

- ❖ v **transformacijskem (pod)sistemu** proizvodnja, temeljni **transformacijski** (reprodukcijski) **proces**, v katerem se dogaja fizična transformacija vložka (inputa – materiala, energije ter informacij) v izhod (output – izdelke/ storitve, odpadke ter informacije),
- ❖ v **regulacijskem (pod)sistemu** **regulacijski proces**, proces vodenja in upravljanja, ki vodi (krmili) in upravlja transformacijski proces ter
- ❖ v **informacijskem (pod)sistemu** **informacijski proces**, sestavljen iz podprocesov planiranja, nadzora (kontrola) in analize, ki zajema podatke o vložku, dogajanju v procesu, izhodu iz procesa, podatke o ciljnih procesa in podatke iz okolja, jih obdeluje (procesira), pretvori v informacije ter zagotavlja informacijsko podporo za odločanje v regulacijskem procesu.

00.040 PROCESI V PROIZVODNEM SISTEMU

Entitete v proizvodnem procesu

- MATERIAL** → materialni vložek (input) v transformacijski proces: surovine, materiali, kupljeni deli (trgovsko blago) - nabavljeno
- IZDELEK** → materialni izhod (output) iz transformacijskega procesa: (končni izdelki - za prodajo, vmesne faze v procesu - (obdelovanci), sestavni deli, sestavi (gradniki) - izdelano
- ČLOVEK** → delavec – ki lahko izvaja fizično delo, krmili stroj ali programira - pripravlja in vodi transformacijski proces
- STROJ** → delovno sredstvo, s katerim se izvaja transformacija
- ORODJE** → za prilagoditev stroja za izvedbo neke konkretne obdelave
- OBDELAVA** → način (tehnologija) izvedbe transformacije
- ENERGIJA** → za pogon strojev in/ali za izvedbo transformacije
- ODPADEK** → nekoristni del izhoda iz proizvodnega procesa
- INFORMACIJA** → navodilo za izvedbo neke transformacije in/ali obvestilo o stanju entitete

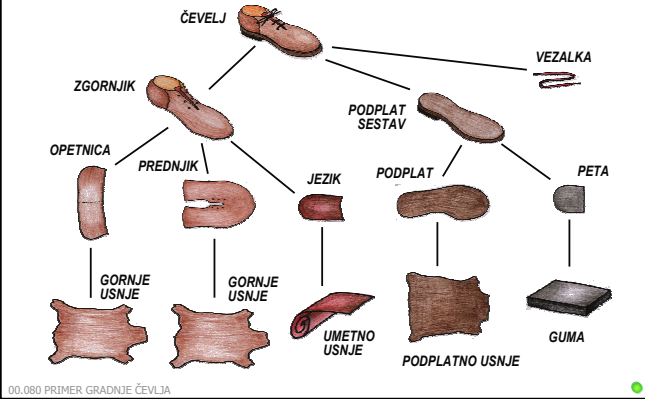
00.050 ENTITETE V PROIZVODNEM PROCESU

Oblike izdelkov proizvodnih procesov

- Monolitni (enostavni) izdelki**
 - najpogosteje malo sestavin, ki pa se fiksno vežejo med seboj (kemijski, termični, pa tudi mehanski procesi izdelave),
 - v načelu jih ni mogoče razstaviti na njihove (izhodiščne) sestavine,
 - običajno (ne pa nujno) so rezultat kontinuirane procesne proizvodnje,
 - primer: kruh, cement, izdelki kemijske industrije ...
- Kompleksni strukturirani(sintetični) izdelki**
 - veliko število sestavin, ki se fiksno ne vežejo med seboj (predvsem mehanski procesi izdelave),
 - (načeloma) jih je do neke mere mogoče razstaviti na njihove (izhodiščne) elemente - sestavine,
 - načelo gradnje po stopnjah (modularna gradnja),
 - običajno so rezultat diskretnih (diskontinuiranih) proizvodnih procesov (enkratna, ponavljajoča - posamična oziroma serijska in včasih tudi kontinuirana proizvodnja),
 - primer: motorna vozila, elektronske naprave, bela tehnika ...

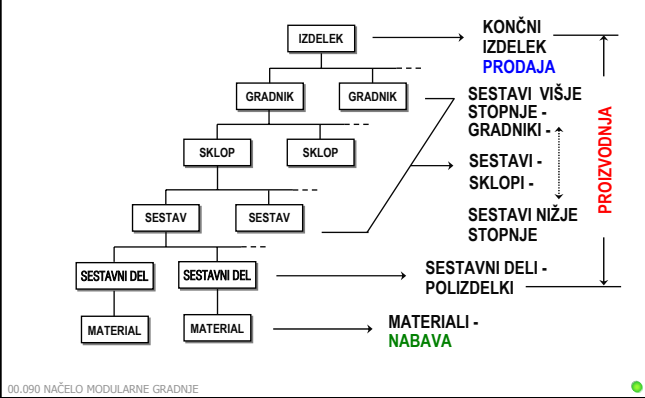
00.060 OBLIKE IZDELKOV

Postopna gradnja kompleksno strukturiranih izdelkov - proizvodna struktura



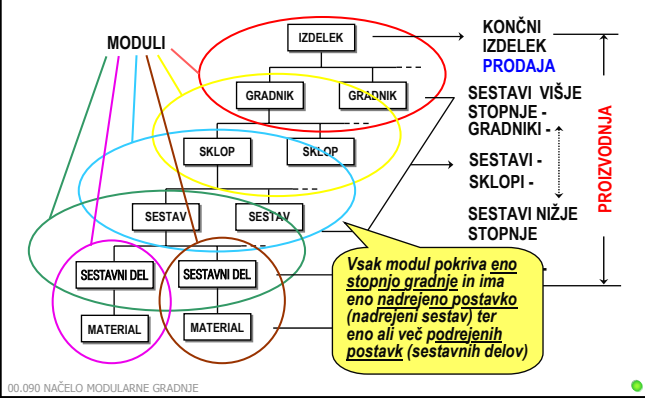
00.080 PRIMER GRADNJE ČEVLJA

Postopna gradnja kompleksno strukturiranih izdelkov - načelo modularne gradnje



00.090 NAČELO MODULARNE GRADNJE

Postopna gradnja kompleksno strukturiranih izdelkov - načelo modularne gradnje



00.090 NAČELO MODULARNE GRADNJE

Vrste proizvodnih procesov

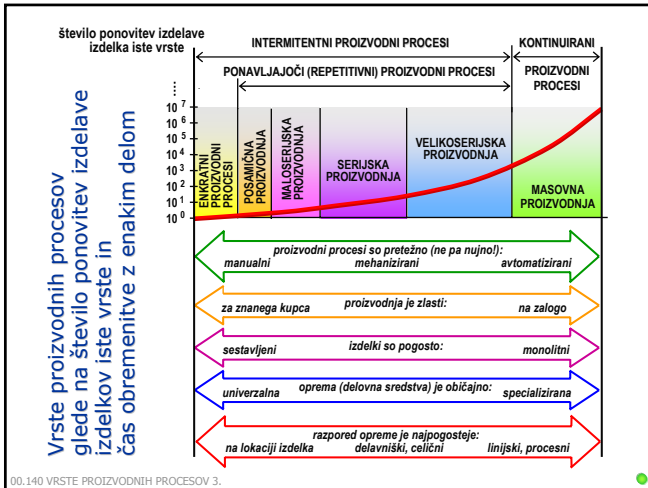
Glede na obvladljivost:

- ☑ deterministični (v celoti obvladljivi) proizvodni procesi,
- ☑ stohastični (delno obvladljivi) proizvodni procesi.

Glede na število ponovitev izdelave izdelkov iste vrste (in čas obremenitve z enakim delom)

- ☑ **kontinuirani** proizvodni procesi
 - ☑ **masovna** (kontinuirana) proizvodnja: dalj časa nepretrgana izdelava velike količine enakih izdelkov, proces je kontinuiran;
- ☑ **intermitentni** (diskretni) proizvodni procesi -
 - ☑ **enkratna** (individualna, naročilniška) proizvodnja: izdelava le enega izdelka hkrati, za znanega kupca, vsak izdelek je unikat in se njegova izdelava v načelu ne ponavlja;
 - ☑ **ponavljajoča** - serijska (repetitivna) proizvodnja: občasna izdelava neke količine (serije) enakih izdelkov hkrati, proces se lahko prekinja (je diskontinuiran), izdelava iste vrste izdelkov - serija se po nekem času lahko ponovi.

00.130 VRSTE PROIZVODNIH PROCESOV 2.



Vrste proizvodnih procesov

Enkratna (naročilniška, individualna) proizvodnja

1 izdelek vrste X

1 izdelek vrste Y

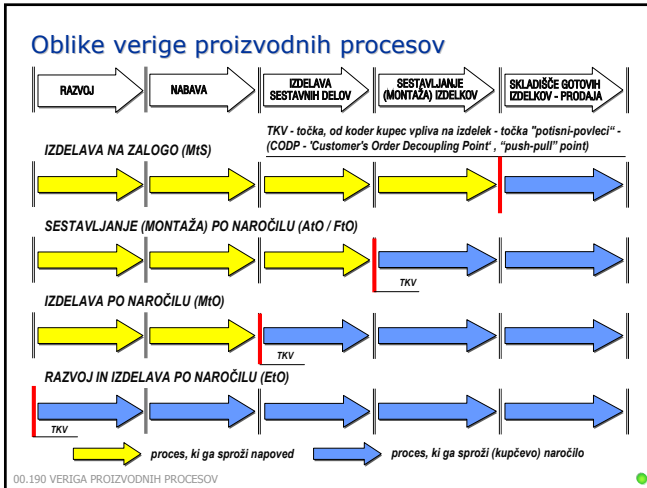
1 izdelek vrste Z

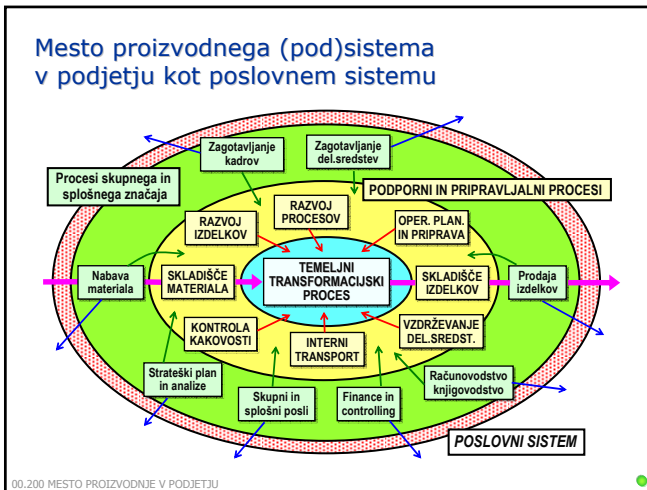
čas

med izdelavo posameznih vrst izdelkov proizvodnja lahko stoji

- veliko število različnih vrst izdelkov, ki pa so si po nekih značilnostih vsi podobni,
- (cenovno) dragi izdelki,
- vsak izdelek je unikat, vedno za znanega kupca,
- na istih delovnih mestih se izdeluje več različnih vrst izdelkov,
- univerzalni stroji, delavniški raspored,
- delavci širokega profila, dovoljuje se improvizacija,
- razmeroma dolg proizvodni interval,
- razvoj se pogosto izvaja vzporedno s proizvodnjo,
- ne preveč natančna proizvodna dokumentacija in normativi.

00.150 ENKRATNA PROIZVODNJA





Osnovna proizvodna (tehnična) dokumentacija

Če želimo proizvodni proces planirati, nadzirati, analizirati in voditi, morajo biti zagotovljeni podatki, s katerimi so

- ⊖ definirani izdelki in
- ⊖ definiran proizvodni proces (oziroma delni proizvodni procesi).

Izdelek je (zadovoljivo) definiran, če je zanj poznano:

- ⊖ značilnosti: oblika in dimenzije,
- ⊖ vrste, oblika, dimenzije in število nastopanj njegovih sestavin,
- ⊖ za vsako sestavino vrsta in kvaliteta materiala, iz katere je izdelana.

Proizvodni proces pa je definiran, če so definirani posamezni delni proizvodni procesi in s tem:

- ⊖ vrste obdelav in njihovo zaporedje,
- ⊖ stanje, v katerega mora preiti obdelovanec po posamezni operaciji,
- ⊖ opis dela oziroma navodila za delo,
- ⊖ časovni normativ za posamezne operacije,
- ⊖ orodja, potrebna za posamezne operacije,
- ⊖ normativi materiala za vse sestavne dele / sestave / izdelke.

Definicije izdelkov in proizvodnega procesa so zapisane v osnovni proizvodni (tehnični) dokumentaciji.

00.210 OSNOVNA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA 1.

Osnovna proizvodna (tehnična) dokumentacija

Definicije izdelkov:

- **katalog materialnih postavk** - matični podatki o materialnih postavkah (artiklih – 'item'), za planiranje so potrebni na primer:
 - identifikacija,
 - ključ izvora (kupljeno/izdelano),
 - dobavni čas za (kupljene) materiale,
 - varnostni čas,
 - delež slabe kakovosti (materialni izmet);
- **kosovnice** – proizvodna struktura (po modulih):
 - vse (podrejene) komponente, iz katerih se gradijo (nadrejeni) gradniki/izdelki,
 - normativne količine,
 - časovni zamik pri vgrajevanju
 - tehnološki odpadek (obdelavni izmet);
- **normativi materiala**;
- **tehnične risbe** (načrti - sestavnice/sestavne risbe izdelkov in gradnikov, detajlne risbe sestavnih delov).

00.220 OSNOVNA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA 2.

Opis - katalog materialnih postavk

En zapis podatkov za vsako materialno postavko; za planiranje so potrebni na primer:

- identifikacija (enosmiselna šifracija postavk),
- ključ izvora (kupljeno/izdelano),
- dobavni čas za (kupljene) materiale,
- varnostni čas,
- delež slabe kakovosti (materialni izmet) ...

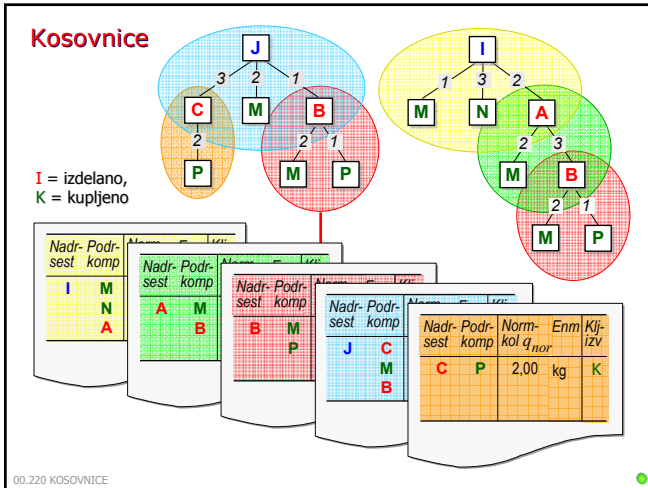
Ident	Naziv - opis	Enm	Izvor	Dob-čas	Var-čas	%-izm	Cena	...
1234567	Material M	kg	K	12	1	2,5	456,25	
1357902	Polizdelek P	kos	I	(6)	-	1,0	812,15	
1466778	Izdelek J	kos	I	(30)	2	0,5	12.456,00	
1512345	Material N	m	K	5	-	8,0	2.345,00	
1661161	Sestav S	kos	I	(4)	-	0,0	3.175,55	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4567890	Material O	m ²	K	15	1	5,0	15,00	
5234512	Sestav T	kos	I	(12)	3	0,0	7.945,25	
6194521	Izdelek I	kos	I	(20)	2	2,0	25.812,75	

00.200 KATALOG MATERIALNIH POSTAVK

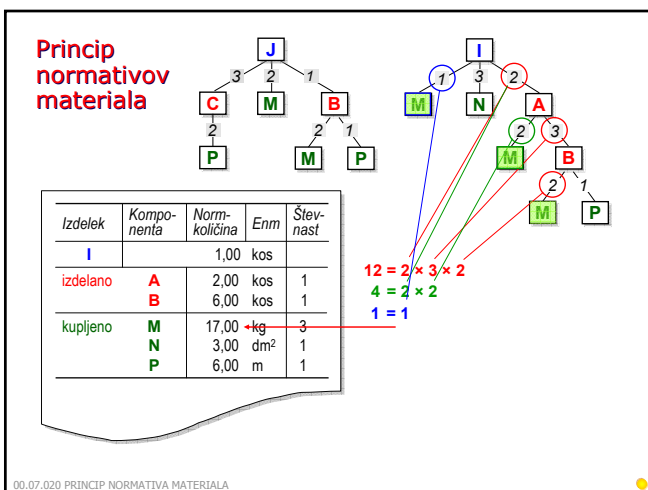
Kosovnica ('Bill-of-Material' = BOM)

- je dokument, na katerem je opredeljena
 - fizična (materialna) **struktura** (zgradba) **izdelka** - (podrejene) komponente, iz katerih je izdelek zgrajen
 - količine, s katerimi komponente vstopajo v izdelek;
- kosovnice za izdelek so vedno zgrajene po modulih, zato so to **modularne kosovnice**;
- za **vsak modul** obstoji vedno le **ena kosovnica**, ne glede na to, ali nastopa v proizvodnih strukturah na večih različnih mestih v izdelku ali v različnih izdelkih, v izdelku je lahko več modulov.
- Zaradi preglednosti se za (končni) izdelek iz večih kosovnic za posamezne module lahko sintetizira **strukturna kosovnica**, na kateri je na primeren način prikazana tudi drevesna struktura gradnje izdelka.
- Od kosovnice obraten dokument je **pregled uporabe** (vgradnje - 'Where-Used'), ki kaže, v katere (nadrejene) izdelke / sestave se vgrajuje neka komponenta.

00.06.010 OPTIS KOSOVNICE



- ### Normativ materiala - pregledna kosovnica
- je dokument
 - na katerem so navedene vse materialne postavke, potrebne za izdelavo nekega izdelka,
 - brez posebej prikazane proizvodne strukture - en sam normativ materiala ne glede na to, iz kolikorih modulov je zgrajen izdelek;
 - z ustreznimi skupnimi količinami, ki se verižno množijo po vejah strukture,
 - če neka materialna postavka v izdelku nastopa večkrat, se količine seštejejo
 - in navaja se število nastopanj.
 - Običajno se ločujejo materiali (kupljene komponente) in sestavi/sestavni deli (iz lastne proizvodnje).
 - Normativi materiala - pregledne kosovnice se generirajo iz strukturnih kosovnic.
- 00.07.010 OPIS NORMATIVA MATERIALA



Princip normativov materiala

Izdelek	Komponenta	Norm-količina	Enm	Štev-nast
I		1,00	kos	
izdelano	A	2,00	kos	1
	B	6,00	kos	1
kupljeno	M	17,00	kg	3
	N	3,00	dm ²	1
	P	6,00	m	1

Izdelek	Komponenta	Norm-količina	Enm	Štev-nast
J		1,00	kos	
izdelano	B	1,00	kos	1
	C	3,00	kos	1
kupljeno	M	4,00	kg	2
	P	7,00	m	2

00.07.020 PRINCIP NORMATIVA MATERIALA

Osnovna proizvodna (tehnična) dokumentacija
Definicije proizvodnega procesa:

- [katalog kapacitet](#) - matični podatki o (proizvodnih) kapacitetah:
 - stroji / delovna mesta,
 - kapacitivna mesta,
- [proizvodni \(tehnološki\) postopki](#), za planiranje so potrebni npr.:
 - zaporedje (sekvenca) obdelav,
 - delovna mesta (stroji), kjer se obdelave izvajajo,
 - orodja, potrebna za izvedbo obdelav,
 - kosovni (tehnološki) časi za izvedbo obdelav (operacij),
 - pripravljajno-zaključni časi,
 - prehodni časi med operacijami (časi medoperacijskih zastojev),
 - prekrivanje operacij, itd.;
- [normativi kapacitet](#) (dela);
- opisi/risbe ureditve delovnih mest in navodila za varno delo;
- podatki o zahtevah in postopkih kontrole kakovosti
- [delovni \(tovarniški\) koledar](#).

00.230 OSNOVNA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA 2.

Opis - katalog delovnih mest

En zapis podatkov za vsako delovno mesto / kapacitivno mesto; za planiranje so potrebni na primer:

- identifikacija (enosmiselna šifracija delovnih mest),
- vrsta delovnega mesta (ročno / mehanizirano / avtomatizirano),
- nazivna kapaciteta (število delovnih ur v planski terminski enoti),
- povprečen izkoristek kapacitet,
- čas zagona / priprave delovnega mesta

Ident	Naziv - opis	Vrsta	Štev-str	Štev-izm	DU/dan	%-izk	Uma-stop	...
1234	Stružnica ABC	S	1	1	8	85	4.256,45	
1357	Stružnica BCD	S	2	1	16	90	6.128,15	
1466	Montaža izdelkov IJK	R	1	1	8	75	5.640,00	
1512	Ročna obdelava TUV	R	1	1	8	80	4.345,00	
1661	Obdelovalni center XYZ	A	1	3	24	100	35.175,00	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
4567	Ročna obdelava UVW	R	2	1	16	50	4.215,00	
5234	Rezkalni stroj EFG	S	3	2	48	70	7.954,50	
6194	Montaža sestavov DEF	R	2	1	16	90	5.182,55	

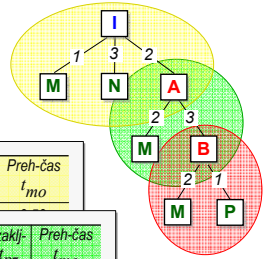
00.250 KATALOG DELOVNIH MEST

Proizvodni (tehnološki) postopek ('Routing')

- je dokument, na katerem je opredeljen način fizične izdelave izdelka:
 - delovne operacije (obdelave),
 - delovna mesta, kjer se operacije izvajajo,
 - časovni normativi dela (običajno v decimalnih delovnih urah):
 - kosovni (tehnološki) čas - čas za izvedbo operacije na enem obdelovancu / bazni količini obdelovancev,
 - pripravljajalno-zaključni čas - čas za pripravo delovnega mesta pred izvedbo obdelave in pospravljanje delovnega mesta po izvedeni obdelavi,
 - tehnološko pogojeni čas medoperacijskega zastoja (čas prehoda med operacijami);
 - delavci, potrebni za izvedbo operacije,
 - orodja / priprave, potrebna za izvedbo operacije, itd.
- Proizvodni postopki so vedno zgrajeni modularno.
- Vsak modul, ki ima kosovnico, mora imeti tudi proizvodni postopek, ne glede na to, ali nastopa v proizvodnih strukturah na večih različnih mestih v izdelku ali v različnih izdelkih.

00.09.010 PROIZVODNI POSTOPEK

Princip proizvodnih postopkov



Izdelek	Ope-racija	Del-mesto	Baza B	Kos-čas t_k	Prip-zaklj-čas t_{pz}	Preh-čas t_{mo}
A	10	V				
	20	U				
B	10	T	10	0,50	0,30	1,70
	20	U	10	0,20	1,00	-

00.09.020 PRINCIP PROIZVODNEGA POSTOPKA

Normativ kapacitet - dela

- je dokument, na katerem so navedene vse kapacitete (količina dela) po delovnih mestih, skupno potrebne za izdelavo izdelka v celoti, vključno izdelavo vseh sestavnih delov, iz katerih je zgrajen;
- upošteva se (a se ne prikaže) proizvodna struktura (en normativ kapacitet ne glede na to, iz kolikorih modulov je zgrajen izdelek);
- normativi kapacitet se običajno podajajo v normnih urah (NU), to je v času, ki ga proizvodni postopki predpisujejo za izvedbo posameznih operacij, ali v (decimalnih) delovnih urah (DU).
- Normativi kapacitet se generirajo iz strukturnih kosovnic in proizvodnih postopkov.
- Izračunavajo se za neko določeno količino izdelkov (največkrat za 100 ali 1000 izdelkov) in nato preračunajo na en kos.

00.10.010 OPIS NORMATIVA KAPACITET

Princip normativa kapacitet

Izdelek	Operacija mesto	Del. mesto	Baza B	Kos-čas t _k	Pripr-zaklj-čas t _{pz}
I					
A					
B	10	T	10		
	20	U	10		

Izdelek	Del-mesto	Normativ kapacitet	En-časa
I	T	0,41	NU
	U	0,18	NU
	V	0,06	NU
skupno			0,65 NU

za 1 enoto izdelka

00.10.020 PRINCIP NORMATIVA KAPACITET

Delovni koledar

JANUAR	FEBRUAR	MAREC	APRIL	MAJ	JUNIJ
22 plačanih dni 20 delovnih dni	22 plačanih dni 21 delovnih dni	22 plačanih dni 21 delovnih dni	22 plačanih dni 20 delovnih dni	23 plačanih dni 21 delovnih dni	22 plačanih dni 21 delovnih dni
leto	3101 Sr 270 57			3004 To 332 69	3105 Pe 363 73
0101 Po ■■	0102 Če 271	0103 Pe 281 61	0104 Po 312 65	0105 Sr ■■	0106 So ○○○
0201 To ■■	0202 Pe 272	0203 So ○○○	0204 To 313	0205 Če ■■	0206 Ne ○○○
0301 Sr 250 53	0302 So ○○○	0303 Ne ○○○	0304 Sr 314	0305 Pe □□	0306 Po 354
0401 Če 251	0402 Ne ○○○	0403 Po 292	0404 Če 315 66	0405 So ○○○	0406 To 355 74
0501 Pe 252	0502 Po 273	0503 To 293	0504 Pe 316	0505 Ne ○○○	0506 Sr 356
0601 So ○○○	0602 To 274	0603 Sr 294	0604 So ○○○	0605 Po 333	0606 Če 357
0701 Ne ○○○	0702 Sr 275 58	0703 Če 295 62	0704 Ne ○○○	0705 To 334	0706 Pe 358
0801 Po 253	0802 Če ■■	0803 Pe 296	0804 Po ■■	0805 Sr 335 70	0806 So 359
0901 To 254	0902 Pe □□	0903 So ○○○	0904 To 317	0905 Če 336	0906 Ne 360
1001 Sr 255 54	1002 So ○○○	1003 Ne ○○○	1004 Sr 318	1005 Pe 337	1006 Po 359
1101 Če 256	1102 Ne ○○○				
1201 Pe 257	1202 Po 276				
1301 So ○○○	1302 To 277				
1401 Ne ○○○	1402 Sr 278				
1501 Po 258	1502 Če 279				

LEGENDA: delovni dnevi: datum, dan v tedru, številka delovnega dneva, terminska enota; drugi dnevi: datum, dan v tedru; sodele / nedele, državni prazniki (plačani), dnevi, ki se dopolnijo, kolektivni dopust

00.11.010 DELOVNI KOLEDAR
