



FAKULTETA ZA ORGANIZACIJSKE VEDE KRANJ

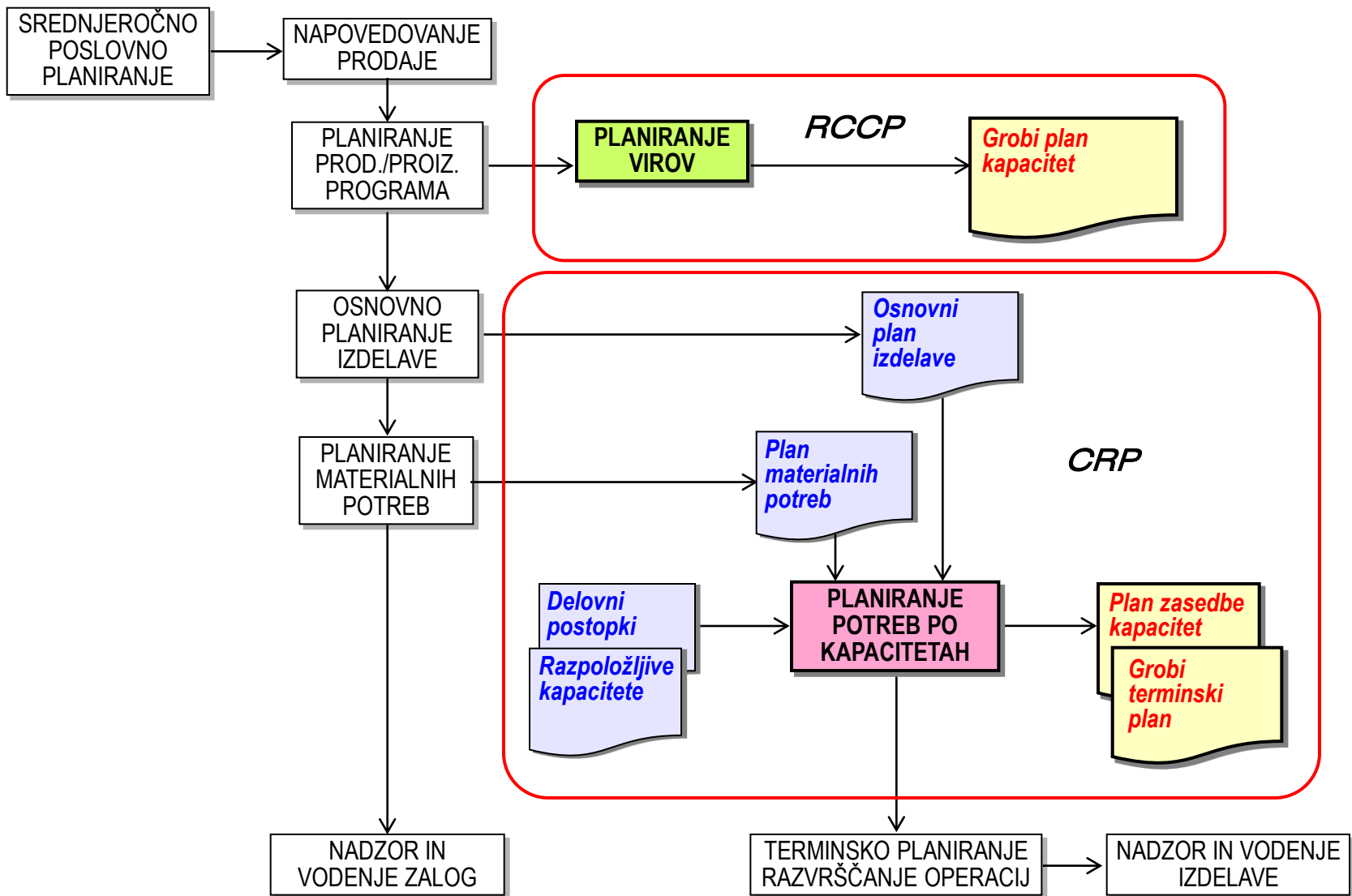
Katedra za poslovne in
delovne sisteme

Matjaž ROBLEK

METODE IN TEHNIKE PLANIRANJA

*07 Planiranje kapacitet in
grobo terminsko planiranje*

Plan potreb po kapacitetah



Planiranje potreb po kapacitetah

(RCCP = Rough-Cut Capacity Planning,
CRP = Capacity Requirements Planning)

- Grobi plan potreb po kapacitetah (na strateški ravni) se nanaša na plan prod./proiz. programa in okvirno določa
 - kapacitete - delovne ure strojev in delavcev po oddelkih / kapacitivnih / delovnih mestih (strojih)

potrebne za izdelavo izdelkov ali storitev

- s primerjavo z razpoložljivimi kapacitetami, ki predstavljajo predvsem ozka grla se potrjuje izvedljivost plana prodajno/proizvodnega programa
- in pomaga pri srednjeročnem odločanju o kapacitetah (nabava novih strojev, kooperacije).

Planiranje potreb po kapacitetah

(RCCP = Rough-Cut Capacity Planning,
CRP = Capacity Requirements Planning)

- Na taktični / operativni ravni se določa grobi terminski plan
 - v katerih ožjih terminskih obdobjih bodo delovna mesta obremenjena z delom, potrebnim za izdelavo sestavnih delov / sestavljanje izdelkov po osnovnem planu izdelave in planu materialnih potreb,
- določi se stopnjo obremenitve kapacitet - delovnih mest in opozori na morebiti potrebne kratkoročne ukrepe za občasno spremembo kapacitet (nadure, delo ob dela prostih dnevih);
- je tudi izhodišče za morda potrebne spremembe osnovnega plana izdelave.

Planiranje potreb po kapacitetah

- plan obremenitve kapacitet

PLAN OBREMENITVE KAPACITET za teden: 12/marec 20XX

Stran: 25

=====
Ident Naziv-opis-delovnega-mesta Št-str Št-izm Št-del Kapac-DU/dan
1122 Rezilka na stojalu d = 230 1 1 1 8,00

<i>Dan</i>	<i>Razp-kap</i>	<i>Potr-kap</i>	<i>Zased</i>	<i>0% obremenitev</i>	<i>100%</i>	<i>200%</i>
303	8,00	8,00	100%	=====	-----	---
304	8,00	13,00	162%	=====	=====	---
305	8,00	14,00	175%	=====	=====	---
306	8,00	2,00	25%	=====	-----	---
307	8,00	6,00	75%	=====	-----	---
skupaj	40,00	43,00	108%	=====	=====	---

<i>Predv-del-nalog</i>	<i>Količina</i>	<i>Op</i>	<i>Oper-čas</i>	<i>Preh-čas</i>	<i>Rok-zač</i>	<i>Rok-kon</i>
52372	1.500,00 kos	030	42,00	1,00	229/3	304/4
21432	800,00 kos	010	5,00	0,00	304/2	304/7
30301	925,00 kos	055	6,00	1,00	305/1	305/7
43018	3.400,00 kos	030	12,00	0,00	304/4	305/7
83172	20,00 kos	050	4,00	0,00	306/6	307/2
10711	440,00 kos	020	48,00	2,00	307/4	313/4

Kdo je zadolžen za planiranje potreb po kapacitetah in grobo terminsko planiranje ?

- služba operativnega planiranja in vodenja izdelave (OPP).

Kako pogosto ?

- na strateškem nivoju statično, letno za obdobje leta,
- na taktičnem / operativnem nivoju drsno, odvisno od izdelavnega intervala:
 - pogosto mesečno za naslednje tri mesece

Kako natančno ?

- na strateškem nivoju ohlapno,
- na taktičnem nivoju popolnoma natančno in podrobno.

Koliko zanesljivo ?

- zelo zanesljivo – verjetnost preko 90%.

Problematika razpoložljivih kapacitet

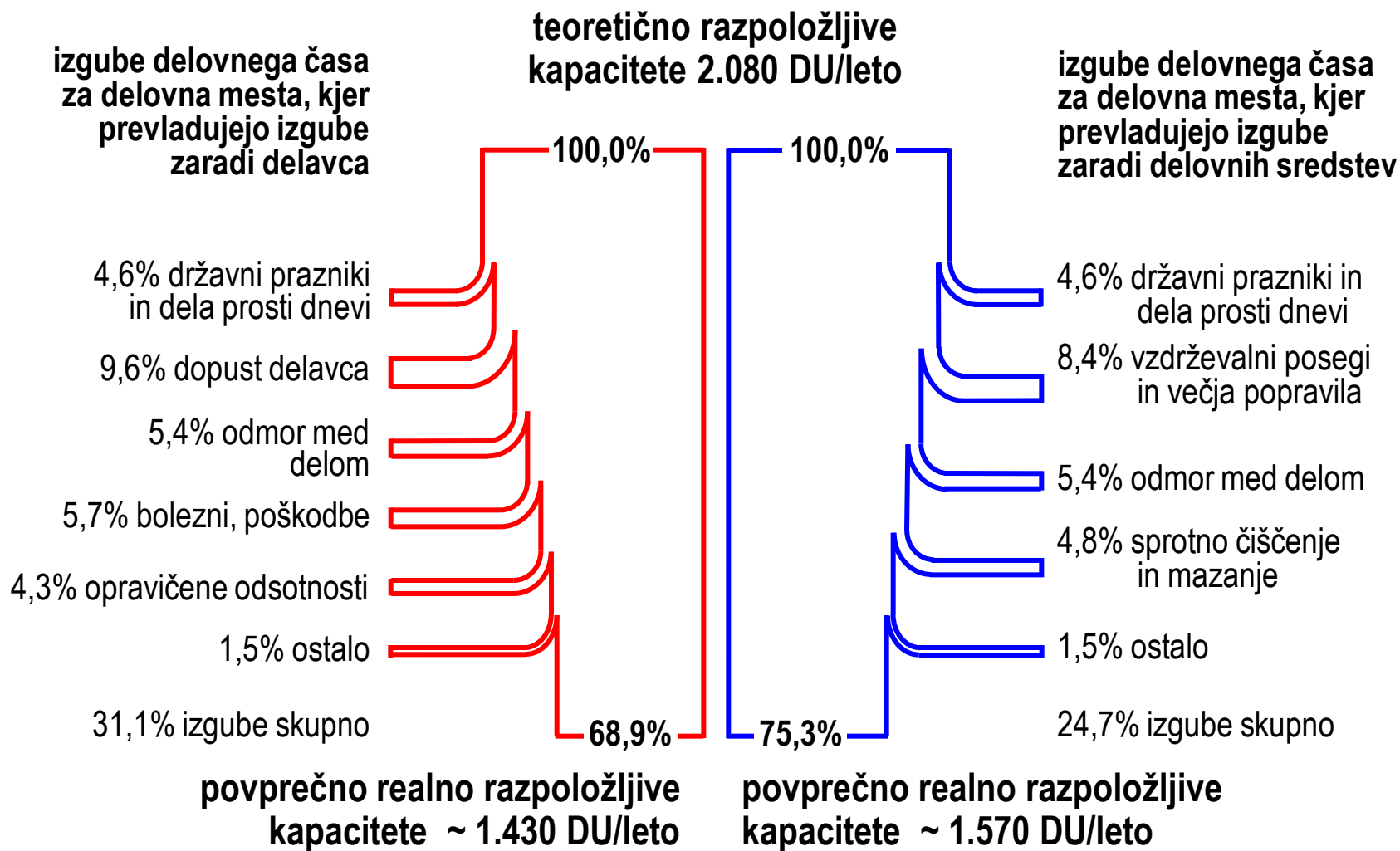
- Kapaciteta je količina dela - delovnih ur (DU), ki jo lahko opravi neko delovno sredstvo (ali delavec).
- Delovna ura je običajno decimalna; ima 100 decimalnih minut.
- Zmogljivost je količina izdelkov, ki jih delovno mesto lahko izdela v enoti časa (uri, delovnem dnevu).
- Razpoložljive kapacitete so količina dela - število delovnih ur, ki jih je na delovnem (kapacitivnem) mestu mogoče opraviti v nekem planskem obdobju.
- Zakonska določila v osnovi omejujejo delovni čas delavca na 8 delovnih ur na dan in 5 delovnih dni v tednu, torej na 40 delovnih ur tedensko.
- Delovni čas delovnih sredstev - strojev je neomejen, opredeljujejo ga tehnične karakteristike opreme (npr. vzdrževalni poseg).

Problematika razpoložljivih kapacitet

- Pri izdelavi z intermitentnimi delovnimi procesi (posamična, serijske izdelave) so tako v letu/del.mesto
 - maksimalno teoretično razpoložljive kapacitete
= št. del.dni (po del.koledarju) x št. delovnih ur/del.dan x št. del.zmen (1,2,3)
- delovno mesto ne more delovati neprekinjeno; na vsakem delovnem mestu prihaja do zastojev - izgub delovnega časa; ločujemo
 - delovna mesta, kjer prevladujejo izgube delovnega časa zaradi delavca ("ročna" delovna mesta) in
 - delovna mesta, kjer prevladujejo izgube delovnega časa zaradi delovnih sredstev ("strojna" delovna mesta).

Problematika razpoložljivih kapacitet

Izgube delovnega časa



Problematika razpoložljivih kapacitet

Izkoristek kapacitet

- Tudi v vsem času, ko je na razpolago za delo, običajno stroj (delovno mesto) ne dela;
 - Razmerje med časom, v katerem se opravlja koristno delo - efektivnim časom, in med časom, v katerem je delovno mesto na razpolago za delo, je **faktor izkoriščenosti delovnega mesta**; ki pove, koliki del časa, v katerem je za delo na razpolago tako stroj kot delavec, se v povprečju izkoristi za koristno delo

$$f_{iz} = \frac{t_e}{t_r}$$

f_{iz} = faktor izkoriščenosti delovnega mesta,
 t_e = efektivni delovni čas - čas, ko se na delovnem mestu opravlja koristno delo, v delovnih (koledarskih) urah,
 t_r = čas, ko je delovno mesto na razpolago za delo, v delovnih (koledarskih) urah

- Običajno je manjši od 1 (odvisen je od števila in velikosti serij, časa za pripravo izdelave, ustreznosti planiranja in vodenja)

Problematika razpoložljivih kapacitet

Dejansko razpoložljive kapacitete ob upoštevanju izkoristka kapacitet

- Če se čas, v katerem sta tako delavec kot stroj na razpolago za delo, pomnoži s faktorjem izkoriščenosti delovnega mesta (kapacitet), se dobi dejansko (stvarno) razpoložljive kapacitete:

$$K_r = (K_t - K_g) \cdot f_{iz}$$

K_r = dejansko razpoložljive kapacitete na delovnem mestu,

K_t = teoretično možno število delovnih ur na delovnem mestu,

K_g = izgube delovnega časa v delovnih urah,

f_{iz} = faktor izkoriščenosti delovnega mesta

Dejansko razpoložljive kapacitete so tako še manjše od teoretično razpoložljivih kapacitet.

PRIMER DOLOČANJA DEJANSKO RAZPOLOŽLJIVIH KAPACITET

Na delovnem mestu **T**, kjer se dela **v eni izmeni**, prevladujejo izgube delovnega časa zaradi delavca. **11,7%** delovnega časa se izgubi zaradi odmora med delom, bolezni in poškodb, opravičenih odsotnosti ter drugega. Statistično ugotovljen faktor zkoriščenosti delovnega mesta je **0,78**.

Izračunajte razpoložljive kapacitete (zaokroženo na delovne ure) po terminskih enotah (mesecih) **za naslednje leto?**

Razpoložljive kapacitete - delovno mesto: T													
Kapacitete so navedene v: delovnih urah													
terminska enota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ leto
delovnih dni	20	21	21	20	21	21	19	14	22	21	20	18	238
delovnih ur	160	168	168	160	168	168	152	112	176	168	160	144	1904
izgube 11,7%	19	20	20	19	20	20	18	13	21	20	19	17	226
bruto delovnih ur	141	148	148	141	148	148	134	99	155	148	141	127	1678
razpoložljive kapacitete	110	116	116	110	116	116	105	77	121	116	110	100	1313

Postopek grobega planiranja potreb po kapacitetah

1 Grobo planiranje potreb po kapacitetah z normativi kapacitet

- V normativih kapacitet so navedene potrebne kapacitete po delovnih mestih za izdelavo posameznih družin / vrst izdelkov v celoti, preko vseh stopenj gradnje (vključno izdelava vseh njihovih sestavnih delov in gradnikov);
- običajno se podajajo v normnih urah (NU), to je v času, ki ga delovni postopki predpisujejo za izvedbo posameznih operacij;
- količine družin / vrst izdelkov po planu proizvodnega programa se množijo z normnimi delovnimi urami po normativih kapacitet, dobijo se za izdelavo potrebne kapacitete.

PRIMER GROBEGA PLANIRANJA POTREB PO KAPACITETAH Z NORMATIVI KAPACITET

V podjetju izdelujemo dve vrsti izdelkov, **I** in **J**. Normativi kapacitet za izdelavo teh dveh vrst:

Izdelek	Del-mesto	Normativ kapacitet		Izdelek	Del-mesto	Normativ kapacitet	
I	T	0,75 NU	} za 1 enoto izdelka	J	T	0,30 NU	} za 1 enoto izdelka
	U	0,45 NU			U	0,18 NU	
	V	0,25 NU			V	0,12 NU	
skupno		1,45 NU		skupno		0,60 NU	

Osnovni plan proizvodnje za leto predvideva po planskih terminskih enotah – (mesečnih) izdelavo naslednjih količin vrst izdelkov:

Plan proizvodnega programa	Količine so navedene v: fizičnih enotah												
terminska enota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ leto
vrsta izdelka I	330	330	340	400	400	400	300	300	300	370	370	360	4200
vrsta izdelka J	170	160	170	130	130	140	250	250	250	280	280	240	2450

x 330 kom = 278

Plan potrebnih kapacitet:

Plan potrebnih kapacitet				Kapacitete so navedene v: normnih urah									
terminska enota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ leto
vrsta izdelka I													
1,45 NU skupno	480	480	493	580	580	580	435	435	435	538	538	522	6096
0,75 NU DM T	248	248	255	300	300	300	225	225	225	278	278	270	3152
0,45 NU DM U	149	149	153	180	180	180	135	135	135	167	167	162	1892
0,25 NU DM V	83	83	85	100	100	100	75	75	75	93	93	90	1052
vrsta izdelka J													
0,60 NU skupno	102	96	102	79	79	85	150	150	150	169	169	145	1476
0,30 NU DM T	51	48	51	39	39	42	75	75	75	84	84	72	735
0,18 NU DM U	31	29	31	24	24	26	45	45	45	51	51	44	446
0,12 NU DM V	20	19	20	16	16	17	30	30	30	34	34	29	295
skupno plan proizvodnje													
	582	576	595	659	659	665	585	585	585	707	707	667	7572
DM T	299	296	306	339	339	342	300	300	300	362	362	342	3887
DM U	180	178	184	204	204	206	180	180	180	218	218	206	2338
DM V	103	102	105	116	116	117	105	105	105	127	127	119	1347

Postopek grobega planiranja potreb po kapacitetah

Grobo planiranje potreb po kapacitetah
s faktorji obremenitve kapacitet

- Uporablja se ga, kadar ni na razpolago normativov kapacitet ali pa so le-ti nezanesljivi;
- **faktorji obremenitve kapacitet** (planski faktorji) so deleži kapacitet na delovnih mestih, porabljenih v preteklosti za izdelavo določenih vrst izdelkov;
- s faktorji obremenitve kapacitet se lahko heuristično (z oceno) grobo določi potrebne kapacitete posameznih obratov ali delovnih mest za realizacijo količin vrst izdelkov po planu prodajno/proizvodnega programa.
- račun ni zelo natančen, da grobo sliko situacije potreb po kapacitetah.

PRIMER GROBEGA PLANIRANJA POTREB PO KAPACITETAH S FAKTORJI OBREMITVE KAPACITET

V podjetju izdelujemo dve vrsti izdelkov, **I** in **J**. Iz statistike izhajajo podatki o realizaciji izdelave v zadnjem tromesečju:

Statistika za zadnje tromesečje	vrsta izdelka I	vrsta izdelka J	skupno	faktor obremenitve
Skupno opravljenih delovnih ur	1818	527	2345	
delovno mesto T			1266	= 0,54 (54%)
delovno mesto U	/		727	0,31 (31%)
delovno mesto V			352	0,15 (15%)
Izdelana količina izdelkov	1280	850		
Povprečno normnih ur za enoto izdelka	= 1,42	0,62		

Osnovni plan proizvodnje za leto predvideva po planskih terminskih enotah – delovnih mesecih izdelavo naslednjih količin vrst izdelkov:

Plan proizvodnega programa	Količine so navedene v: fizičnih enotah												
terminska enota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ leto
vrsta izdelka I	330	330	340	400	400	400	300	300	300	370	370	360	4200
vrsta izdelka J	170	160	170	130	130	140	250	250	250	280	280	240	2450

$$= 330 \text{ kom (plan)} \times 1,42 \text{ (izdelek I)} \times 0,54 \text{ (DM T)}$$

Plan potrebnih kapacitet:

Plan potrebnih kapacitet							Kapacitete so navedene v: delovnih urah						
terminska enota	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ leto
vrsta izdelka I 1,42 NU skupno	469	469	483	568	568	568	426	426	426	525	525	511	5964
54% DM T	253	253	261	307	307	307	230	230	230	284	284	276	3222
31% DM U	145	145	150	176	176	176	132	132	132	163	163	158	1848
15% DM V	71	71	72	85	85	85	64	64	64	78	78	77	894
vrsta izdelka J 0,62 NU skupno	105	99	105	81	81	87	155	155	155	174	174	149	1520
54% DM T	57	53	57	44	44	47	84	84	84	94	94	80	822
31% DM U	33	31	33	25	25	27	48	48	48	54	54	46	472
15% DM V	15	15	15	12	12	13	23	23	23	26	26	23	226
skupno plan proizvodnje	574	568	588	649	649	655	581	581	581	699	699	660	7484
54% DM T	310	306	318	351	351	354	314	314	314	378	378	356	4044
31% DM U	178	176	183	201	201	203	180	180	180	217	217	204	2320
15% DM V	86	86	87	97	97	98	87	87	87	104	104	100	1120

Postopek grobega terminskega planiranja

2 Grobo terminsko planiranje z računom rokov v nazaj

- Na dan, na polovico dneva ali na delovno uro natančno se ugotavlja roke za začetek in zaključek izvajanja delovnih operacij po (predvidenih) delovnih nalogih za posamezno delovno mesto;
- terminski račun se izvaja v nazaj: od izračunanega oziroma predpostavljenega roka zaključka izdelave se odšteva čase za izvedbo posameznih operacij (začenši z zadnjo operacijo!) in medoperacijske zastoje (prehodne čase) med operacijami;
- na zasedbo kapacitet se ne ozira, obnaša se, kot da bi bile na razpolago **neomejene kapacitete** ('infinite capacity loading').

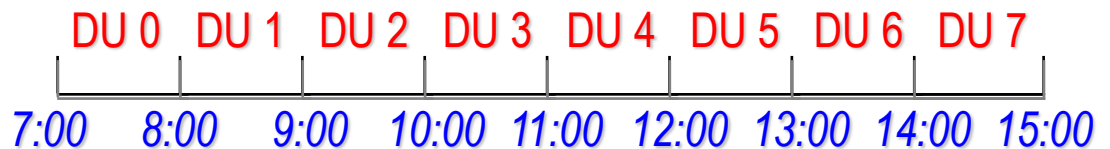
PRIMER GROBEGA TERMINSKEGA PLANIRANJA

Imamo 5 naročil za 5 različnih izdelkov **A, B, C, D, E**. Zanje so znane definicije delovnega procesa ter količine in dobavni roki:

A, 100 kom, rok 473 DD; B, 200 kom, rok 464 DD; C, 200 kom, rok 461 DD; D, 840kom, rok 453 DD; E, 600 kom, 453 DD

Želimo izdelati grobi terminski plan izdelave: na delovno uro natančno ugotoviti roke za izvedbo operacij na delovnih mestih za posamezno naročilo.

Na vseh delovnih mestih (**T**, **U** in **V**) se dela v eni izmeni, delovni dan traja od 7:00 do 15:00 – delovne ure od 0 do 7:



Kapacitete so torej 8 DU na dan (brez upoštevanja

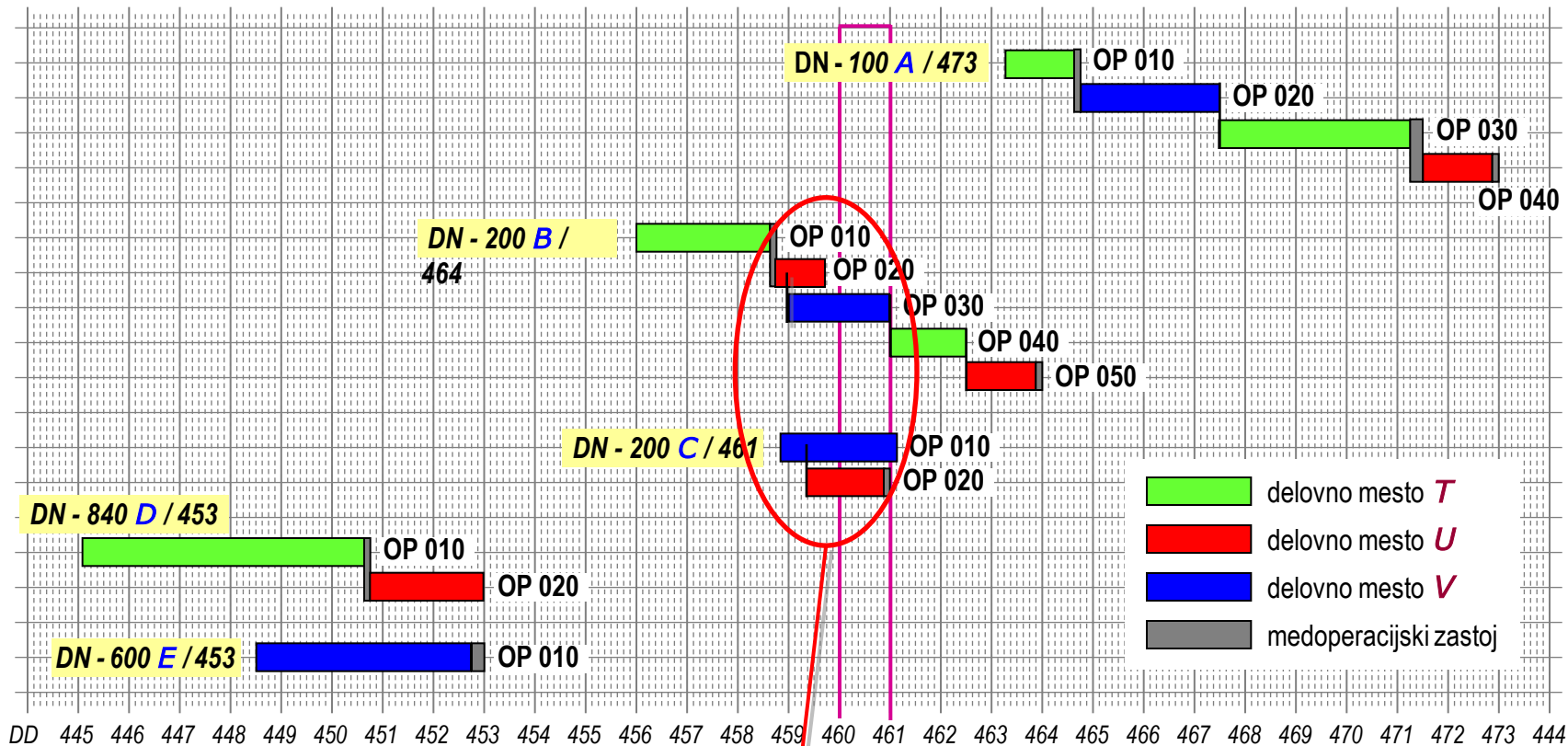
odmora med delom in drugih izgub) - 40 DU v terminski enoti (tednu). Čase za izvedbo operacij in prehodne čase med operacijami zaokrožujemo navzgor na cele ure.

Dobavni roki se nanašajo vedno na prvo uro zadevnega delovnega dneva!

Časovni potek izdelave:

Izdelek Količina	Operacija Del-mesto	Čas izvedbe operacije $t_{op} \approx NU$	Prehodni čas $t_{mo} \approx DU$	Rok - delovni dan / ura		
				začetek	zaključek	prehod
A 100	010 T	$0,5 + 0,10 \cdot 100 = 10,5 \approx 11$	$0,5 \approx 1$	463/2	464/5	464/6
	020 V	$1,5 + 0,20 \cdot 100 = 21,5 \approx 22$	$0,0 = 0$	464/6	467/4	467/4
	030 T	$0,0 + 0,30 \cdot 100 = 30,0 = 30$	$2,0 = 2$	467/4	471/2	471/4
	040 U	$1,0 + 0,10 \cdot 100 = 11,0 = 11$	$1,0 = 1$	471/4	472/7	473/0
B 200	010 T	$0,5 + 0,10 \cdot 200 = 20,5 \approx 21$	$1,0 = 1$	456/0	458/5	458/6
	020 U	$0,0 + 0,08 \cdot 200 = 16,0 = 16$	$0,0 = 0$	458/6	459/6	459/6
	030 V	$0,0 + 0,08 \cdot 200 = 16,0 = 16$	$0,0 = 0$	459/0	461/0	461/0
	040 T	$0,0 + 0,06 \cdot 200 = 12,0 = 12$	$0,0 \approx 0$	461/0	462/4	462/4
	050 U	$0,5 + 0,05 \cdot 200 = 10,5 \approx 11$	$0,5 \approx 1$	462/4	463/7	464/0
C 200	010 V	$2,0 + (8,00 \cdot 200) / 100 = 18,0 = 18$	$0,0 = 0$	458/7	461/1	461/1
	020 U	$0,0 + (6,00 \cdot 200) / 100 = 12,0 = 12$	$1,0 = 1$	459/3	460/7	461/0
D 840	010 T	$1,5 + 0,05 \cdot 840 = 43,5 \approx 44$	$1,0 = 1$	445/1	450/5	450/6
	020 U	$1,0 + 0,02 \cdot 840 = 17,8 \approx 18$	$0,0 \approx 0$	450/6	453/0	453/0
E 600	010 V	$4,0 + 0,05 \cdot 600 = 34,0 \approx 34$	$1,5 \approx 2$	448/4	452/6	453/0

Gantogram - časovni potek izdelave:



Presežena obremnitev delovnih mest U in V v pripadajočih dnevih, 459 in 460 !

Postopek grobega terminskega planiranja

③ Ugotavljanje detajlnih (podrobnih) potreb po kapacitetah

- Ko so za vsako operacijo znani čas za njeno izvedbo in roki začetka in zaključka izvedbe, se s preureditvijo teh podatkov ugotovi tudi potrebe po kapacitetah - zasedba delovnih mest po delovnih dnevih in urah.
- Pogosto se pokaže neenakomerna obremenitev ali preobremenitev posameznih delovnih mest (več predvidenih delovnih nalogov / operacij hkrati konkurira za isto kapaciteto - delovno mesto);
- To je le **indikacija preobremenitve**; v tem trenutku je že možno izvesti določene **ukrepe**.

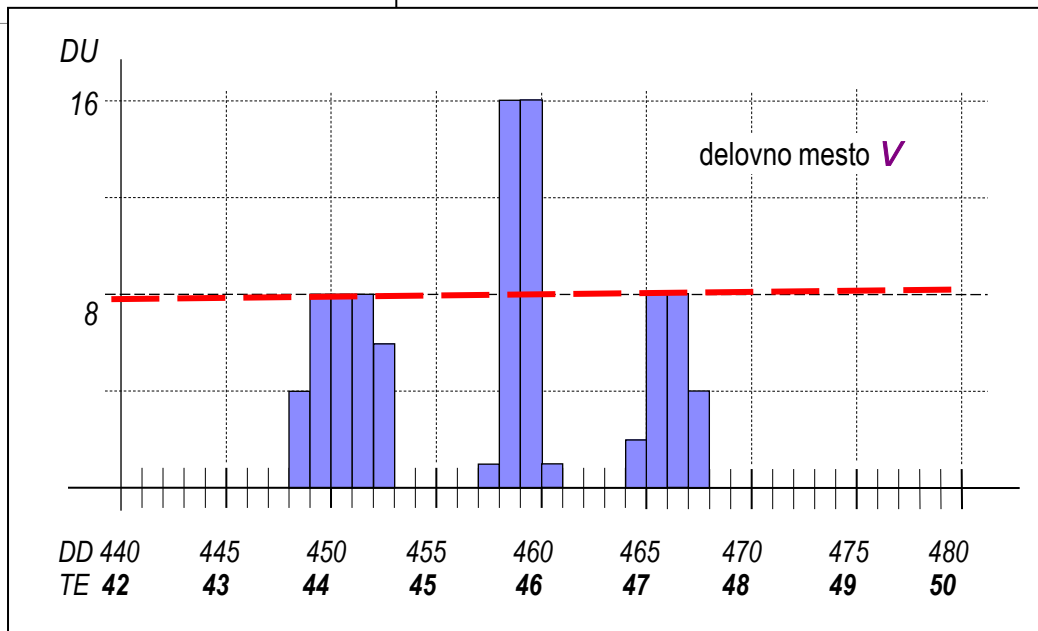
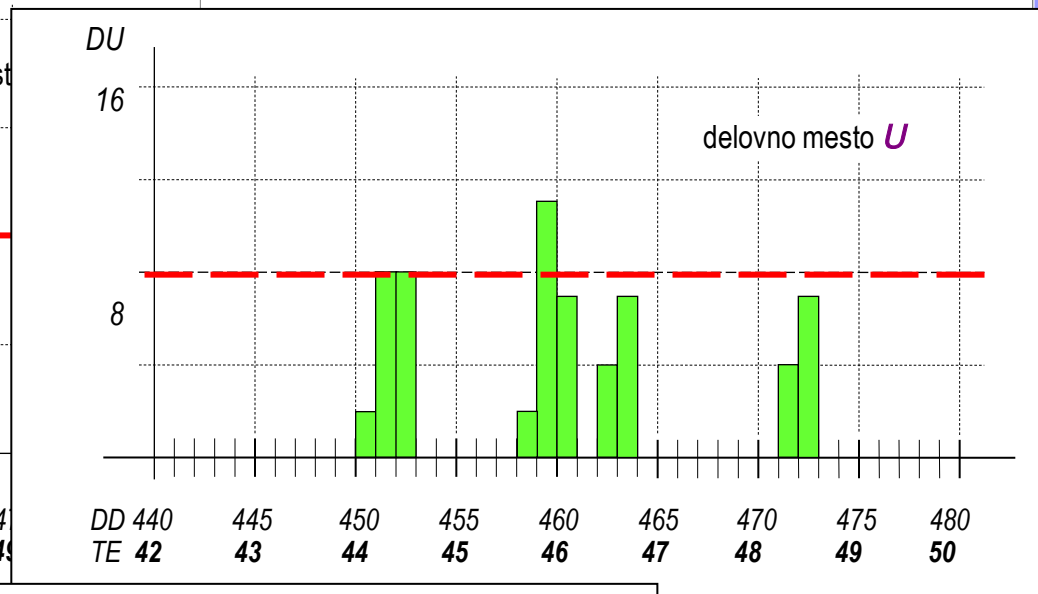
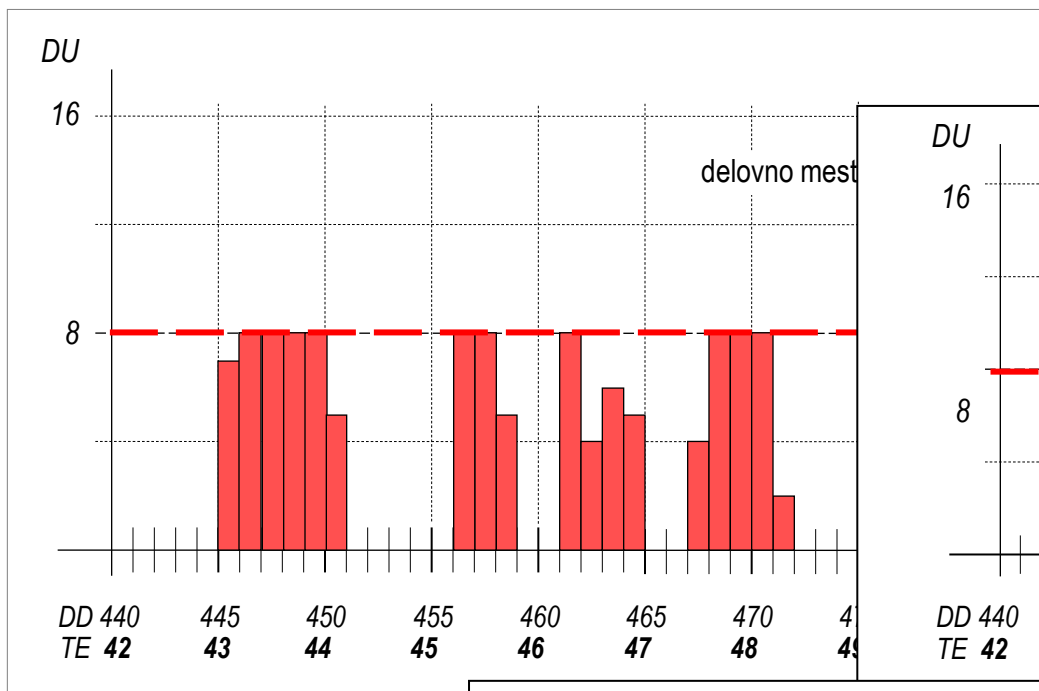
PRIMER UGOTAVLJANJA OBREMNITVE DELOVNIH MEST

Obremenitev delovnih mest **T**, **U** in **V** v zadevnem planskem obdobju:

Terminska enota / del.dan	delovno mesto T potr. raz.	delovno mesto U potr. raz.	delovno mesto V potr. raz.
43 445	7 8	8	8
446	8 8	8	8
447	8 8	8	8
448	8 8	8	4 8
449	8 8	8	8 8
44 450	5 8	2 8	8 8
451	8	8 8	8 8
452	8	8 8	6 8
453	8	8	8
454	8	8	8
45 455	8	8	8
456	8 8	8	8
457	8 8	8	8
458	5 8	2 8	1 8
459	4	11 8	16 8

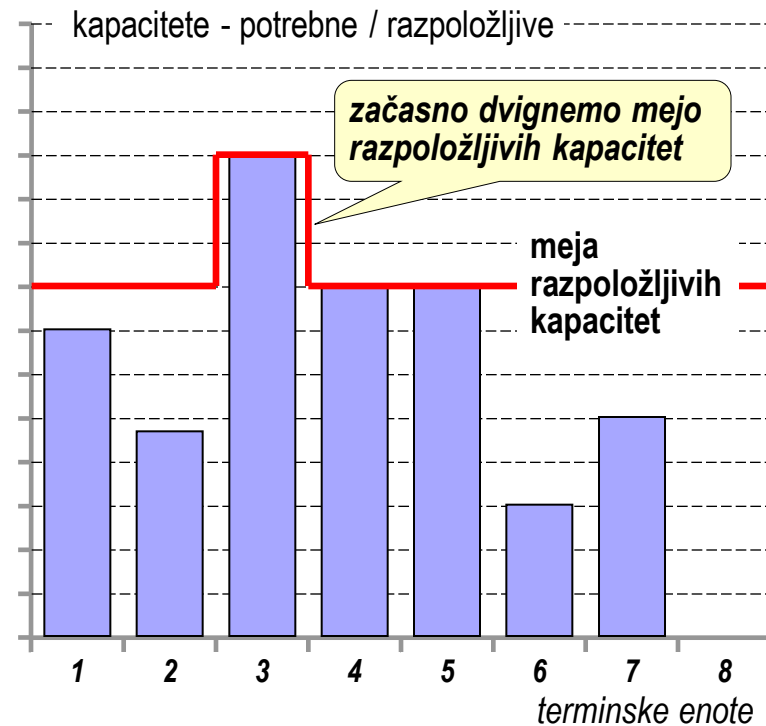
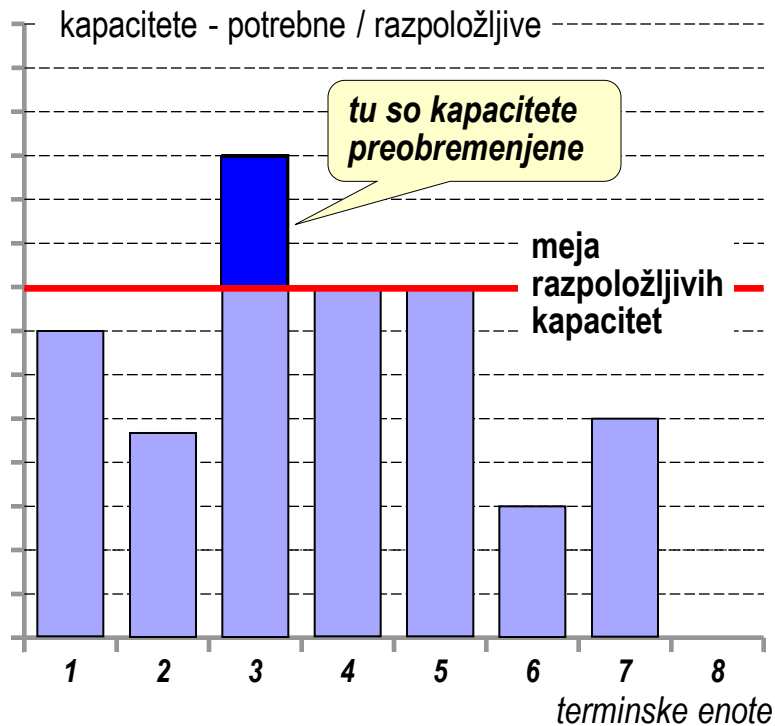
Terminska enota / del dan	delovno mesto T potr. raz.	delovno mesto U potr. raz.	delovno mesto V potr. raz.
46 460	8	7 8	16 8
461	8 8	8	1 8
462	4 8	4 8	8
463	6 8	7 8	8
464	5 8	8	2 8
47 465	0	8	8 8
466	8	8	8 8
467	4 8	8	4 8
468	8 8	8	8
469	8 8	8	8
48 470	8 8	8	8
471	2 8	4 8	8
472	8	7 8	8
473	8	8	8
474	8	6	8

Histogrami obremenitve delovnih mest T , U in V :



Ukrepanje pri preobremenitvi kapacitet

Prilagajanje razpoložljivih kapacitet potrebnim kapacitetam - obremenitvi:

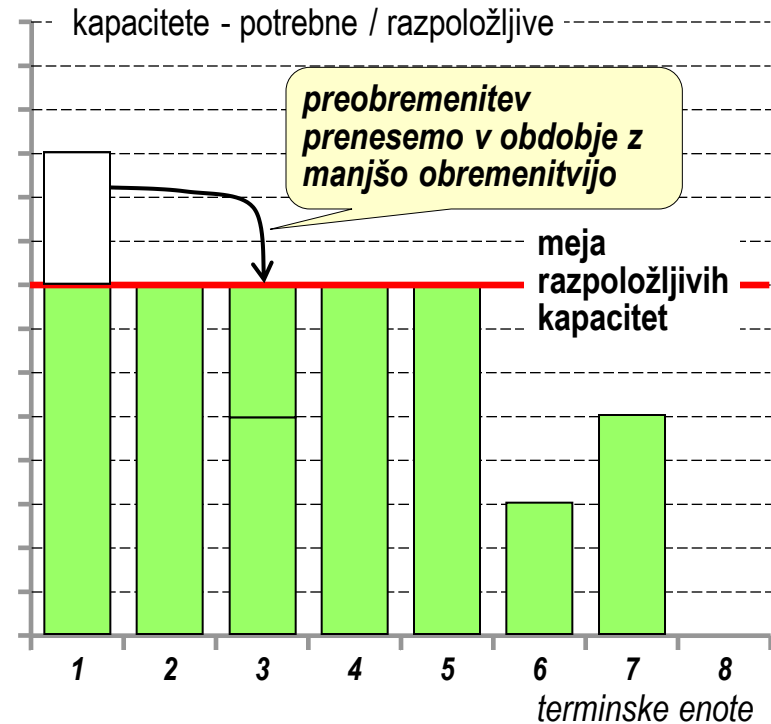
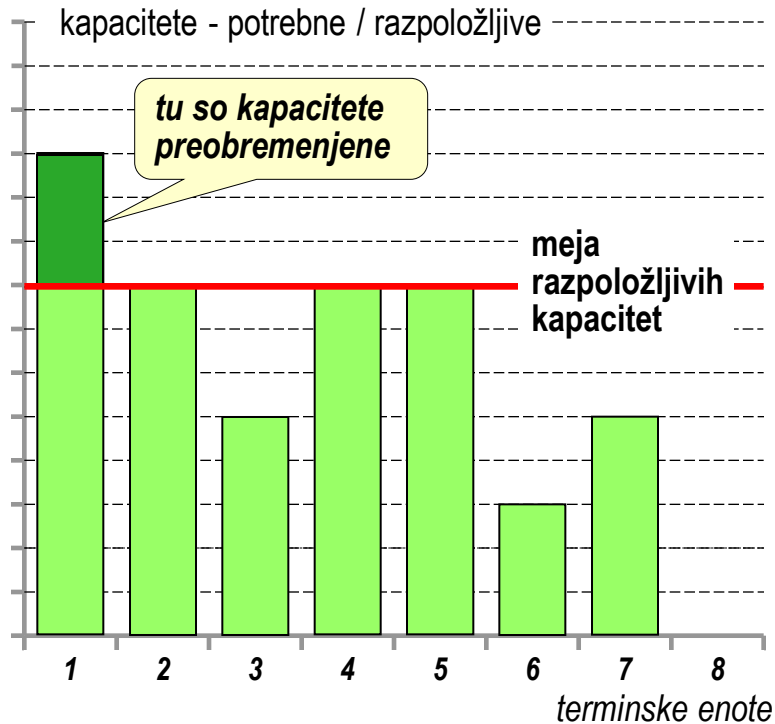


Začasno, časovno omejeno razpoložljive kapacitete povečamo: odredimo delo preko rednega delovnega časa, v nadurah, ali delo ob dela prostih dneh.

Roki za izvedbo operacij se ne spremenijo, pač pa se (zaradi angažiranja dodatnih kapacitet) povečajo stroški.

Ukrepanje pri preobremenitvi kapacitet

Prilagajanje obremenitve razpoložljivim kapacitetam - glajenje obremenitve:

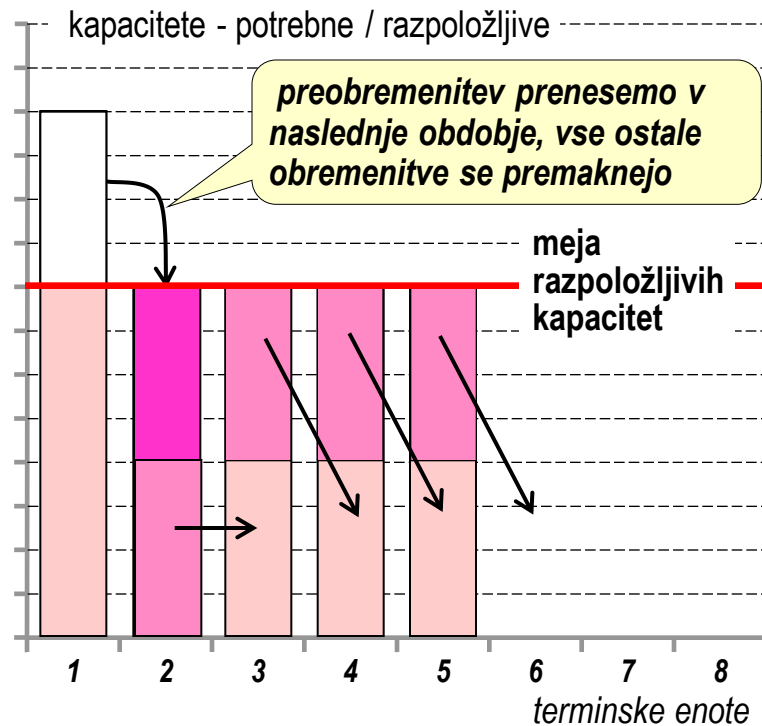
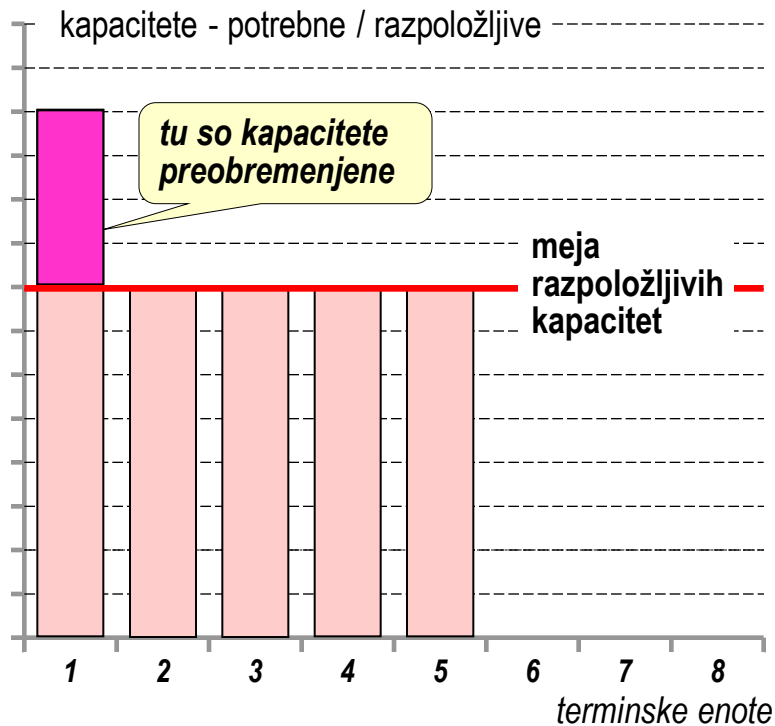


Preobremenitve prenesemo v obdobja oziroma terminske enote, ko kapacitete niso polno zasedene.

Lahko se spremenijo roki za izvedbo operacij, ne spremeni pa se pretočni čas delovnega naloga in rok njegovega zaključka; stroški se načeloma ne spremenijo.

Ukrepanje pri preobremenitvi kapacitet

Prilagajanje obremenitve razpoložljivim kapacitetam - izravnavanje obremenitve:



Preobremenitev iz nekega obdobja oziroma terminske enote prenesemo v prvo naslednjo terminsko enoto; če tudi v tej terminski enoti ni dovoljena preobremenitev, se novo nastala preobremenitev spet premakne v naslednjo terminsko enoto itd. Roki za izvedbo operacij se spremenijo (podaljšajo), roki nekaterih delovnih nalogov se običajno podaljšajo. Nastanejo stroški eventualnih zamud pri dobavi.

Izkustvene krivulje

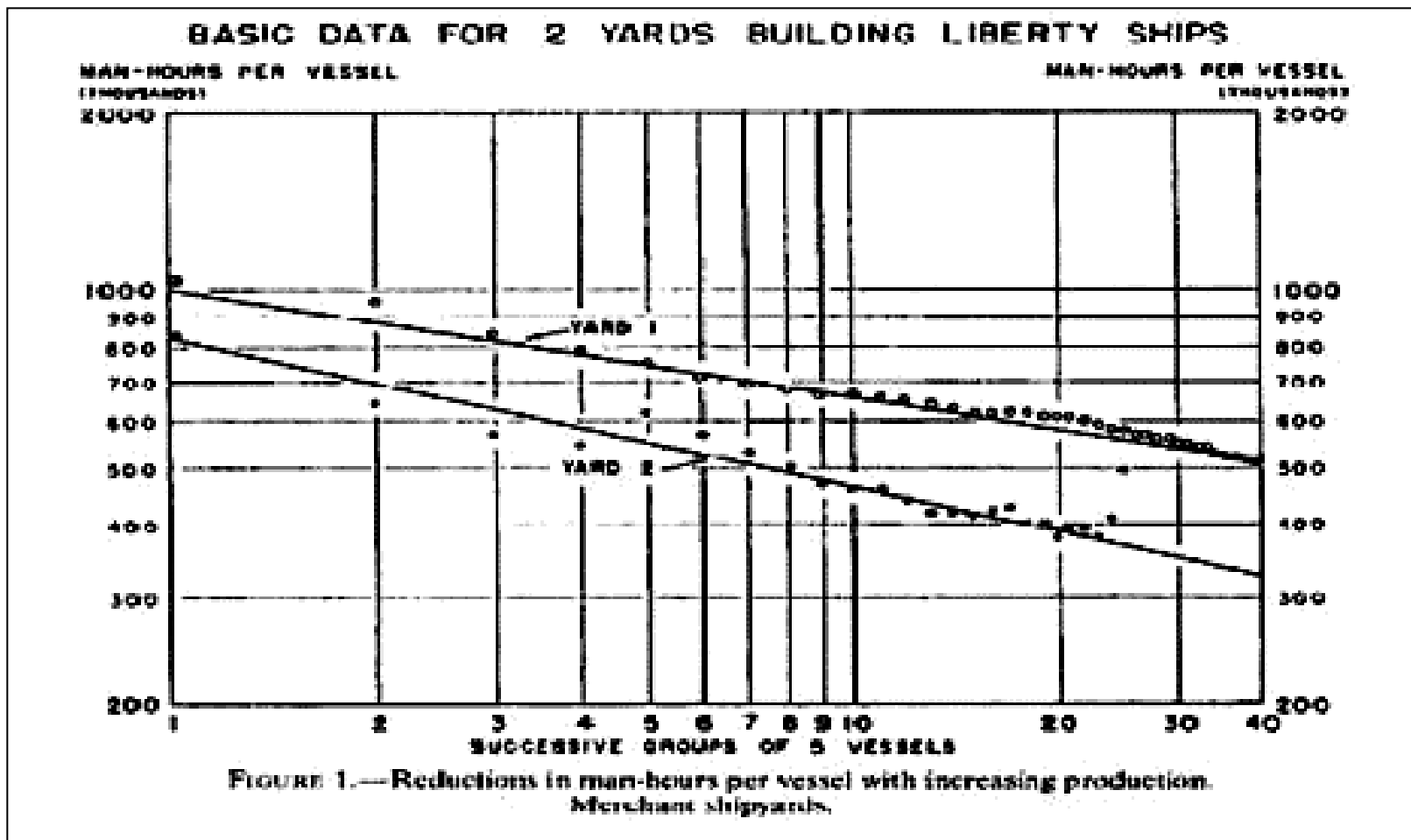
Learning Curves

- Zlasti v okolju maloserijske izdelave s pretežno ročnim delom, kjer delovni postopki niso posebej natančni (nedefiniran način delovanja in časovni normativi), se vidi, da čas za izdelavo posameznih (zaporednih) izdelkov s številom izdelanih izdelkov pada,
 - opazen je efekt priučevanja delavcev.
- Lahko se predpostavi, da:
 - bo čas za izdelavo enote izdelka manjši vsakokrat, ko se bo v isti seriji izdelava istega izdelka ponovila,
 - zmanjševanje časa za izdelavo ni linearno; najprej se čas za izdelavo zmanjšuje hitro, s številom izdelanih izdelkov pa vse počasneje,
 - je zmanjševanje mogoče izraziti z neko krivuljo - izkustveno krivuljo (tudi: krivuljo priučevanja).

Izkustvene krivulje

- Izkušnje kažejo, da se običajno vsakič, ko se količina izdelanih izdelkov podvoji, čas za izdelavo zmanjša za približno petino (20%).
 - zmanjševanje časa za izdelavo poteka eksponentno,
 - njegovo dinamiko pa določa stopnja izkušenosti (koeficient učenja), ki ima vrednost manjšo od 1.
- Izkustvene krivulje so uporabne pri planiranju kapacitet:
 - uporabne so v okolju izdelave po naročilu (MtO) in razvoja in izdelave po naročilu (EtO), kjer je vsaka naročena vrsta izdelka unikat, hkrati pa naročilo vsebuje majhno serijo teh izdelkov,
 - z njimi je mogoče predvideti čase za izdelavo posameznih izdelkov v serijah in pretočne čase za celo serije.

Izkustvene krivulje



Izkustvene krivulje

Splošna enačba
izkustvene krivulje:

$$t_{iz,i} = t_{iz,i,1} \cdot Q_i^{-m}$$

$$m = -\frac{\log \phi}{\log 2}$$

Čas (potrebne kapacitete - proizvodni interval) za izdelavo
neke količine izdelkov - serije:

$$t_{iz,i,Q} = t_{iz,i} \cdot Q_i = t_{iz,i,1} \cdot Q_i^{1-m}$$

Čas (časovni normativ)
za izdelavo nekega
izdelka iz te serije:

$$t_{iz,i,n} = t_{iz,i,1} \cdot [n^{1-m} - (n-1)^{1-m}]$$

- $t_{iz,i}$ = povprečni čas za izdelavo ene enote vrste izdelka i pri izdelavi količine Q_i ,
- $t_{iz,i,1}$ = čas (delovne ure) za izdelavo prvega izdelka vrste i ,
- $t_{iz,i,n}$ = čas (delovne ure) za izdelavo n -tega izdelka vrste i ,
- $t_{iz,i,Q}$ = izdelavni čas (delovne ure) za izdelavo količine Q_i izdelka vrste i ,
- Q_i = količina vrste izdelkov i , za izdelavo katere se določa časovni normativ,
- m = eksponent izkustvene krivulje,
- ϕ = stopnja izkušnosti (izražena kot decimalno število).

Običajna stopnja izkušnosti je **0,8**; čim večja je, toliko hitreje se delavec priučuje in se časi za izdelavo posameznih izdelkov v seriji krajšajo

PRIMER DOLOČANJA PRETOČNEGA ČASA Z IZKUSTVENO KRIVULJO

V podjetju, ki deluje v okolju ETO in se izdelki izdelujejo v manjših serijah, planirajo izdelavo serije 20 enot izdelkov vrste J. Predvideva se, da bo za izdelavo prvega izdelka iz serije potrebno 100 delovnih ur in se bodo časi izdelave nadaljnjih izdelkov zmanjševali po izkustveni krivulji, s stopnjo izkušnosti 0,80.

Kolikšen bo povprečni čas za izdelavo enega izdelka? Koliko časa bo potrebno za izdelavo posameznih izdelkov? Kolikšen bo izdelavni interval za celo serijo?

$$\text{EkspONENT izkustvene krivulje: } m = -\frac{\log 0,80}{\log 2} = -\frac{-0,09691}{0,30103} = 0,32193$$

$$\text{Povprečni čas izdelave: } t_{iz,J} = 100 \cdot 20^{-0,32193} = 38,1205 \approx 38,1 \text{ DU/enoto izdelka}$$

Čas za izdelavo posameznih (zaporednih) izdelkov:

$$t_{iz,J,1} = 100,0 \text{ DU}$$

$$t_{iz,J,2} = 100 \cdot [2^{1-0,32193} - (2-1)^{1-0,32193}] = 59,999 \text{ DU} \approx 60,0 \text{ DU} \quad t_{iz,J,3} \approx 50,6 \text{ DU}$$

$$t_{iz,J,4} \approx 45,4 \text{ DU} \quad t_{iz,J,5} \approx 41,8 \text{ DU} \quad t_{iz,J,6} \approx 39,2 \text{ DU} \quad t_{iz,J,7} \approx 37,1 \text{ DU}$$

$$t_{iz,J,13} \approx 30,1 \text{ DU} \quad t_{iz,J,14} \approx 29,3 \text{ DU} \quad t_{iz,J,15} \approx 28,7 \text{ DU} \quad t_{iz,J,16} \approx 28,1 \text{ DU}$$

$$t_{iz,J,17} \approx 27,5 \text{ DU} \quad t_{iz,J,18} \approx 26,9 \text{ DU} \quad t_{iz,J,19} \approx 26,4 \text{ DU} \quad t_{iz,J,20} \approx 26,0 \text{ DU}$$

$$\text{Izdelavni interval za celotno serijo: } t_{iz,J,Q} = 100 \cdot 20^{1-0,32193} = 762,4 \text{ DU}$$

čas za izdelavo enote izdelka

120

100

80

60

40

20

0

0

5

10

15

20

IZKUSTVENA KRIVULJA

za stopnjo izkušenosti $\phi = 0,80$

količina izdelkov

