



Организација производње 2



Управљање радом у производним системима

проф. др Весна Спасојевић Бркић

ПОДРУЧЈА УПРАВЉАЊА ПРОИЗВОДЊОМ





1. ПРОИЗВОДНА СТРАТЕГИЈА

- Производна стратегија је **детаљан, дугорочни план о томе како ће компанија производити робу и услуге**, који је усклађен са општом визијом производње и подржава пословне циљеве као што су оптимизација трошкова, квалитет и флексибилност.
- Визија је свеобухватна тежња производне функције, која дефинише будуће стање изврсности које стратегија жели да постигне дефинисањем кључних елемената као што су машине и опрема, технологија, радна снага и управљање ланцем снабдевања.
- Производна стратегија пружа путоказ за постизање специфичних производних циљева и захтева прилагођен приступ заснован на јединственим околностима компаније.
 - **Сврха:** Дефинисање метода за постизање производних циљева као што су ефикасност, трошкови, квалитет и флексибилност.
 - **Кључни елементи:** Одлуке о производним технологијама, распореду погона, локацији, аутоматизацији, расподели ресурса и управљању ланцем снабдевања.
 - **Прилагођени приступ:** Мора бити прилагођен специфичним циљевима и изазовима компаније, одражавајући корпоративну стратегију вишег нивоа.
- **Производна стратегија има четири кључна стуба:**
 - **Визију**
 - **Конкурентске предности**
 - **Циљеве**
 - **Политике.**

ВИЗИЈА КАО ДЕО СТРАТЕГИЈСКЕ НАМЕРЕ

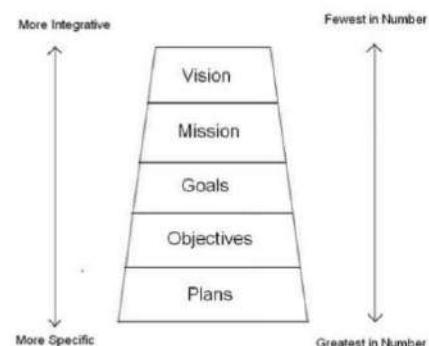


Strategic Management Process



- Стратегијска намера се односи на исходе и циљеве предузећа и комбинује визију будућности са намером да ту визију учини реалном.
- Hamel и Prahalad (1994) истичу „С једне стране, стратешка намера предвиђа жељену лидерску позицију и успоставља критеријум који ће организација користити за праћење свог напретка... Истовремено, стратешка намера је више од пuke неограничене амбиције... Концепт такође обухвата активан процес управљања који укључује: фокусирање пажње организације на суштину победе, мотивисање људи комуницирањем вредности циља, остављање простора за индивидуалне и тимске доприносе, одржавање ентузијазма пружањем нових оперативних дефиниција како се околности мењају и доследно коришћење намере за оптималну расподелу ресурса.“
- Изјава о **визији производње** је концизан, амбициозан и ка будућности оријентисан опис крајњих циљева и дугорочног утицаја производног процеса или тима, који води стратешко доношење одлука, усклађује заинтересоване стране и служи као „**звезда водила**“ за **развој и иновације**. Она дефинише зашто производња постоји, проблеме које решава и разлику коју ће направити.

Hierarchy of Strategic Intent



КОНКУРЕНТСКЕ ПРЕДНОСТИ



Актива	у 000 дин	Пасива	у 000 дин
СТАЛНА ИМОВИНА	1.580,00	СОПСТВЕНИ КАПИТАЛ	740,00
Земља и зграде	230,00	Акције (1)	100,00
Постројења и опрема	1.200,00	Акције (2)	600,00
Улагања у повезана предузећа	110,00	Резерве	40,00
Нематеријална улагања	40,00		
ОБРТНА ИМОВИНА	380,00	ПОЗАЈМЉЕНИ КАПИТАЛ (ОБАВЕЗЕ)	
Укупне залихе	110,00	ДУГОРОЧНЕ ОБАВЕЗЕ	
Потраживања према купцима	160,00	Дугорочне обавезе (кредити)	770,00
		Остале дугорочне обавезе	70,00
Краткорочни депозити	90,00		
Готов новац	20,00	КРАТКОРОЧНЕ ОБАВЕЗЕ	
		Краткорочне финансије обавезе	210,00
		Дуговања продавцима	140,00
		Остале краткорочне обавезе	30,00
УКУПНА ИМОВИНА	1.960,00	УКУПНЕ ОБАВЕЗЕ	1.960,00

ПРОИЗВОДНА СТРАТЕГИЈА - примери



Стратешке алтернативе		
Елемент	Стратегија А – Имитирање производа	Стратегија Б – Иновирање производа
Пословна стратегија	Стратегија снижења трошкова уз имитирање производа	Стратегија иновирања производа
Тржишни услови	Осетљивост на цене Зрело тржиште Велика количина Стандардизација	Осетљивост на карактеристике производа Тржиште у развоју Мала количина Производи према захтевима купца
Мисија производње	Нагласак на ниским трошковима за зреле производе	Нагласак на флексибилности за увођење нових производа
Специфичне способности производње	Ниски трошкови кроз супериорну процесну технологију и вертикалну интеграцију	Брзо и поуздано увођење нових производа кроз производне тимове и флексибилну аутоматизацију
Производне политике	Супериорни процеси Наменска аутоматизација Спора реакција на промене Економија обима Укључивање радне снаге	Супериорни производи Флексибилна аутоматизација Брза реакција на промене Економија обухвата Коришћење производних тимова
Маркетиншке стратегије	Масовна дистрибуција Продаја која се понавља Максимализовање продајних могућности Национална продајна снага	Селективна дистрибуција Развој нових тржишта Обликовање производа Продаја преко агената
Финансијске стратегије	Ниски ризици Могућност остваривања само ниског профита	Виши ризици Могућност остваривања већег профита

ПРОИЗВОДНИ ЦИЉЕВИ - примери



Типични производни циљеви

	Текућа година	Циљ: 5 година у будућности	Садашње стање: конкурент светске класе
Трошкови			
Производни трошкови изражени процентом од продаје	55%	48%	50%
Обрт залиха	4,1	5,2	5,0
Квалитет			
Задовољство купаца (проценат задовољних производа и услугом)	75%	85%	75%
Проценат шкарта и дораде	15%	5%	10%
Трошкови рекламација изражени процентом од продаје	1%	0,5%	1%
Испорука			
Проценат наруџби повучених из складишта	90%	95%	95%
Време процеса пуњења складишта	3 недеље	1 недеља	3 недеље
Флексибилност			
Број месеци за увођење новог производа	10 месеци	6 месеци	8 месеци
Број месеци за промену капацитета за $\pm 20\%$	3 месеца	3 месеца	3 месеца

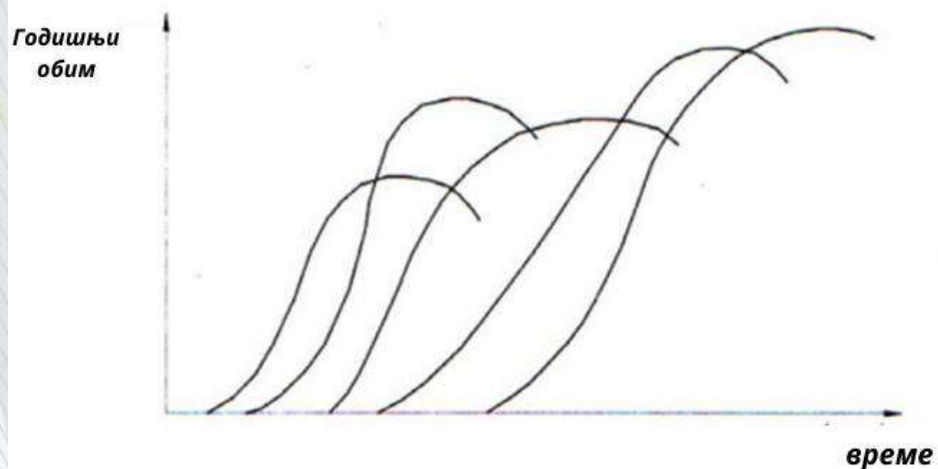
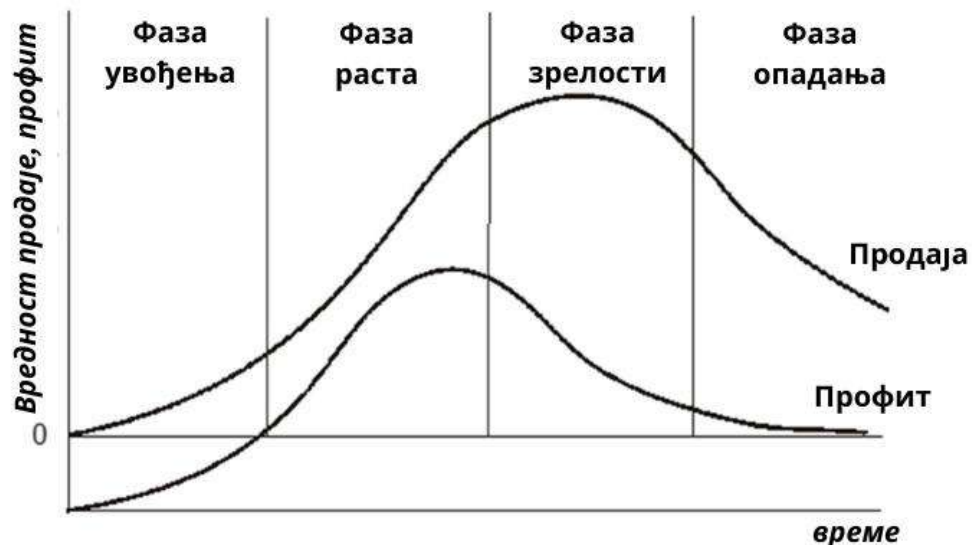


ПРОИЗВОДНЕ ПОЛИТИКЕ - примери

Примери важних политика у производњи

Врста политике	Подручје политике	Стратешки избор
Квалитет	Приступ Обука Добављачи	Превенција или инспекција Техничко или менаџерско обучавање Изабрани према квалитету или трошковима
Процес	Распон процеса Аутоматизација Ток процеса	Произвести или купити Ручна или машинска израда Флексибилна или крута аутоматизација Пројектни, серијски, линијски или континуирани
Капацитет	Величина капацитета Локација Инвестиције	Један велики или неколико мањих Уз тржиште, с ниским трошковима, и у иностранству Сталне или повремене
Залихе	Количина Дистрибуција Контролни системи	Висок или низак ниво залиха Централизовано или децентрализовано складиште Контрола, врло или мање детаљна
Радна снага	Специјализација у послу Надзор Систем плаћања Попуњеност особљем	Висока или ниска специјализација Врло децентрализован или централизован Врста плаћања према искоришћеним иницијативама Много или мало особља

2. РАЗВОЈ И ПРОУЧАВАЊЕ ПРОИЗВОДА



- Својства производа ближе одређују обим и врсту послова и операције које треба обавити да би се са успехом обављали предвиђени задаци.
- Сходно томе, сваки производ представља генеришући елеменат пословног система.
- Неопходно је ускладити потребе корисника, пословне потенцијале и техничко-технолошке и производне могућности.
- Производи имају ограничен животног век/циклус са најмање 4 фазе као на слици.
- Како пословно-производни систем производи више производа, нужно је осветлити интеракцију која произилази из фазне померености између кривих које репрезентују различите производе.
- Синхронизација приказаних динамичких промена, које се одражавају на приходе пословног система, изискује разраду пословне и производне стратегије која би на оптималан начин покренула и одржавала одговарајуће активности.

Фазе животног циклуса производа



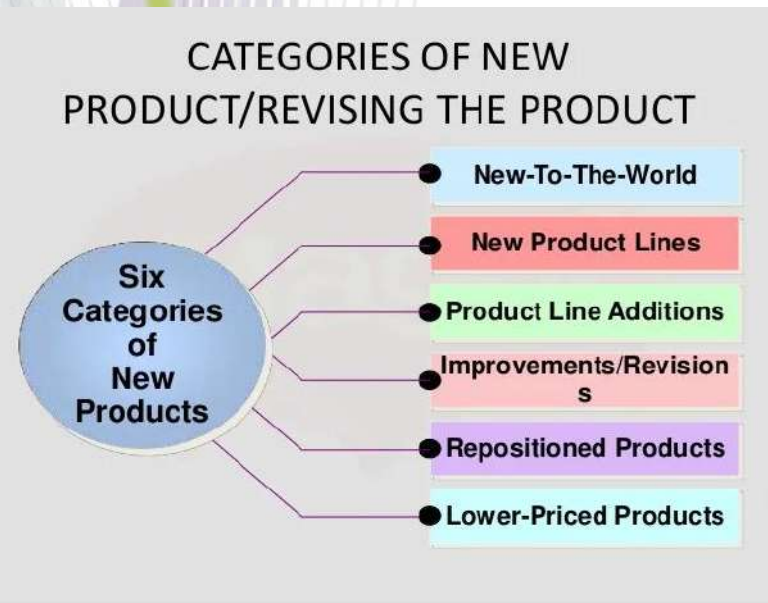
Фазе животног циклуса	Увођење	Раст	Зрелост	Опадање
Карактеристике				
Продаја	Слаба продаја	Рапидан раст	Врхунац продаје	Продаја опада
Трошкови по купцу	Високи	Просечни	Ниски	Ниски
Профит	Негативан	Повећава се	Висок	Опадајући
Купци	Иноватори	Рани прихватиоци	Већина	Касни прихватиоци
Конкуренти	Неколико	Растући број	Стабилан број	Број опада
Маркетинг циљеви	Креирати свест и проба производа	Максимизација тржиног учешћа	Максимизација профита и одбрана тржишног учешћа	Смањити трошкове и експлоатисати бренд
Стратегије				
Производ	Понудити базични производ	Екстензија производа, услуге	Диверсификовати брендове	Одбацити слабе
Цена	Метод трошкови плус	Пенетрациона цена	Цена која парира конкуренцији	Смањити цену
Дистрибуција	Селективна дистрибуција	Интензивна дистрибуција	Интензивна дистрибуција	Селективна – одбацити непрофитне чланове канала
Пропаганда	Изградити свест	Изградити свест и интересовање	Истаћи разлике и користи	Смањује се
Унапређење продаје	Агресивно да би се подстакла проба	Смањује се	Повећати	Смањити на минимални ниво



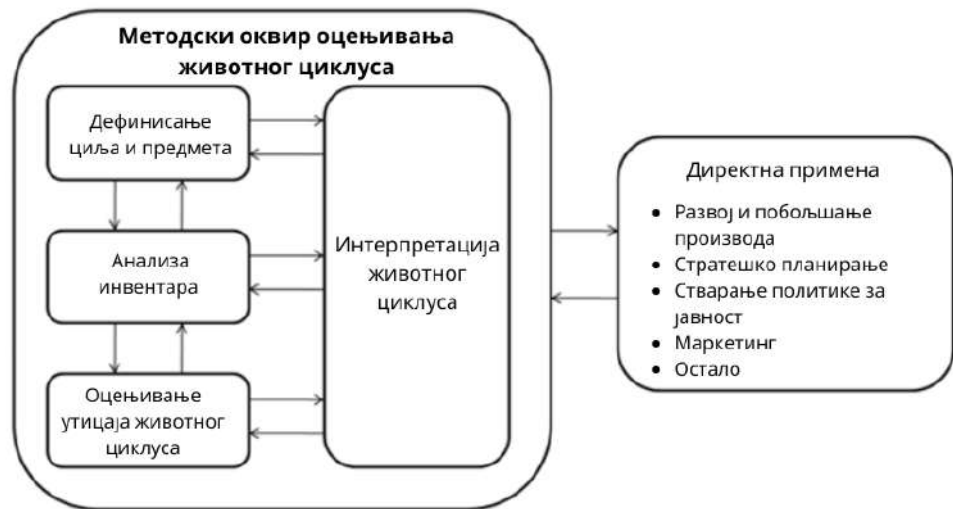
Нови производи

Нове производе можемо сврстати у 6 категорија:

1. Потпуно нови производи – нови производи који стварају потпуно ново тржиште (10%).
2. Нове линије производа – нови производи који компанији омогућавају да по први пут ступи на познато (формирано) тржиште (20%).
3. Додаци постојећим линијама производа – нови производи који су додатак познатим линијама производа (26%) .
4. Побољшања и ревизије постојећих производа – нови производи који имају боље перформансе или већу перципирану вредност, па стога замењују постојеће производе (26%).
5. Репозиционирани производи – постојећи производи којима се циљају нова тржишта или тржишни сегменти (7%).
6. Производи ниске цене – нови производи који имају сличне перформансе, а изискују мање трошкове (11%).



Оцењивање животног циклуса производа



Фаза LCA (SRPS ISO 14040:2008)



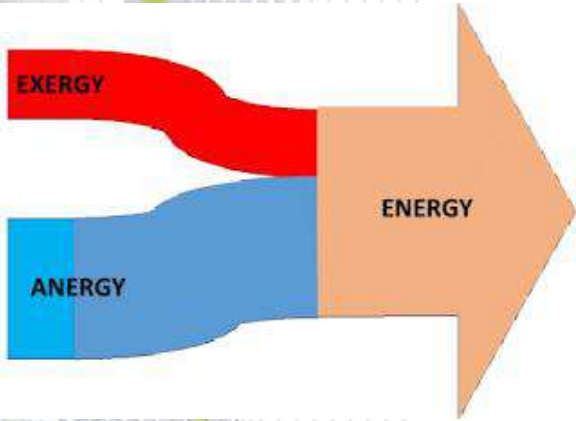
Ексергетске методе примењене на индустријски систем и животни циклус производа

- Оцењивање животног циклуса (енглески: *Life Cycle Assessment - LCA*) је алат за доношење одлуке о изради или квалитету одређеног производа уз идентификацију његовог утицаја на животну средину имајући у виду целокупан животни циклус производа, односно то је процес анализе материјала, енергије, емисија и отпада које „продукује“ производ (или услуга), кроз целокупан животни циклус од настанка тј. почевши од ресурса и експлоатације материјала, па до коначног одлагања.
- LCA анализира све и/или више фаза животног циклуса производа, узима у обзир различите утицаје тих фаза на животну средину и природне ресурсе, оцењује и анализира и интерпретира резултате.
- LCA помаже компанијама да одлуче до ког нивоа је потребно „уградiti“ проблематику заштите животне средине у процес одлучивања о карактеристикама производа који се процесира односно о врстама услуга које компанија врши.
- У стандарду ISO 14040:2008/A1:2021 посматра се животни век производа из угла утицаја производа на животну средину.

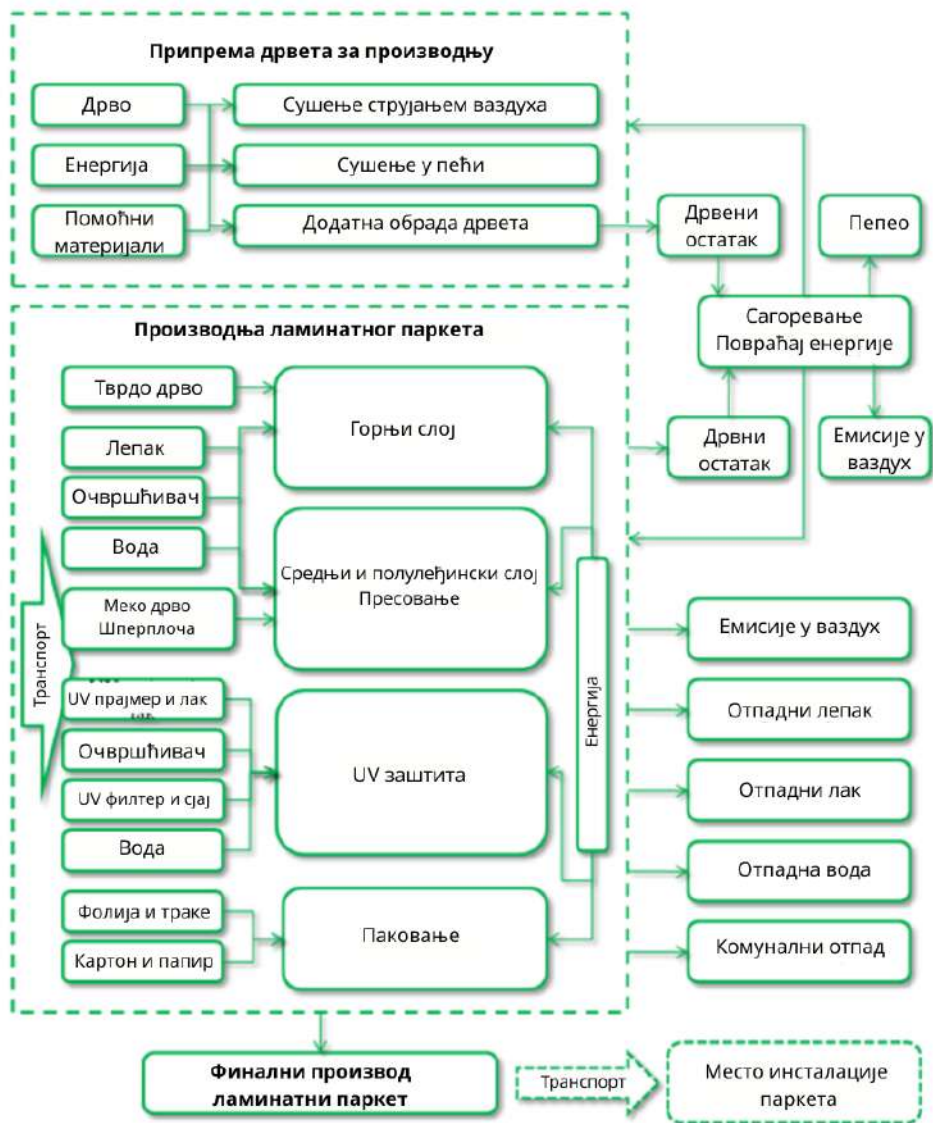
Појам ексергије



- Ексергија неког система је:
 - мера одрживости,
 - део енергије расположив за употребу,
 - **максимални корисни рад који се може постићи током одређеног процеса, док се посматрани систем доводи у равнотежу са својом околином.**
- Ексергија је енергија која се може потпуно претворити у друге врсте енергије.
- Ексергија заправо представља квалитет енергије.
- Ексергија је термодинамички концепт изведен из првог и другог закона термодинамике.
- Према првом закону очувања енергије, енергија се увек чува, али знамо да њена способност претварања у рад зависи од температуре на којој је изнад температуре околине. Дакле, како се енергија користи, она губи на квалитету, а ексергија се смањује.
- Енергетски систем који боље користи ексергију је бољи и стога одрживији.
- Енергија се не може уништити у процесима, већ се трансформише из једног облика у други. За разлику од ње, ексергија се може уништити, и то се догађа увек у процесима који укључују температурне промене. Уништење ексергије је пропорционално повећању ентропије у систему. Уништени део ексергије се назива анергија.
- Губици ексергије настају као последица неповратности процеса, па су мера неповратности процеса.
- Да би се пројектовао ефикаснији процес или систем, деградација или губитак ексергије мора бити сведен на најмању могућу меру.



Пример оцењивања животног циклуса производа



Токови у оквиру фазе производње ламинатног паркета (gate-to-gate)

Токови у оквиру фазе производње ламинатног паркета и њихов укупан садржај ексергије (по 1 FJ; односно по 1 m² произведеног ламинатног паркета)

Tokovi	Jedinica	Količina	Sadržaj eksergije toka [MJex/jedinica]	Uкупan sadržaj eksergije [MJex]
Izlazi				
Proizvod				
Laminatni parket (glavni proizvod)	kg	10,92	63,16	689,71
Emisije u vazduh				
NO _x	kg	4,10*10 ⁻³	2,09	0,008
SO _x	kg	2,30*10 ⁻³	4,01	0,009
CO ₂	kg	5,50*10 ⁻⁶	0,44	2,42*10 ⁻⁶
CO	kg	5,10*10 ⁻³	9,81	0,05
Otpad				
Prosek				
Piljevina	kg	1,50	19,01	28,52
Komunalni otpad	kg	1,00	266,28	266,28
Otpadni lepak i lak	kg	0,02	912,36	18,25
Otpadna voda	m ³	0,005	49,97	0,25
Uкупan sadržaj eksergije u proizvodima	MJex			689,71
Indikatori				
B _{sl}	-	-	-	2663,52
B _{iz}	-	-	-	689,71
B _{gub}	-	-	-	1973,61
η	-	-	-	0,26

Резултат индикатора категорија утицаја по појединим фазама животног циклуса ламинатног паркета (по 1 FJ)

Kategorija uticaja	Jedinica	Ekstrakcija resursa	Proizvodnja	Instalacija	Upotreba	Kraj živотног века	Uкупno
Uкупna potrošnja eksergije	MJex	1304,85	2319,00	30,62	2663,25	1,41	6319,1
Potrošnja resursa	kg Sb eq	0,059	0,12	0,005	0,037	0,001	0,222
Potencijal acidifikacije	kg SO ₂ eq	0,053	0,11	0,003	0,067	0,001	0,234
Potencijal eutrofikacije	kg PO ₄ --- eq	0,004	0,01	0,001	0,001	0,026	0,042
Klimatske promene	kg CO ₂ eq	2,846	5,78	1,099	4,805	0,811	15,34
Smanjenje ozonskog omotača	kg CFC-11 eq	6,22*10 ⁻⁷	12,6*10 ⁻⁷	1,01*10 ⁻⁷	0,47*10 ⁻⁷	0,31*10 ⁻⁷	20,6*10 ⁻⁷
Toksičnost po ljude	kg 1,4-DB eq	2,606	5,29	0,120	1,919	0,093	10,03
Ekotoksičnost slatkih vodotokova	kg 1,4-DB eq	0,878	1,78	0,025	0,998	0,105	3,78
Ekotoksičnost morskih vodotokova	kg 1,4-DB eq	1948,34	3955,73	51,08	2442,93	51,66	4391,27
Ekotoksičnost zemljišta	kg 1,4-DB eq	0,041	0,08	0,001	0,052	0,003	0,093
Fotohemijska oksidacija	kg C ₂ H ₄ eq	0,003	0,01	0,0001	0,003	0,0002	0,006

3. УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДНИМ РЕСУРСИМА

- Производни ресурси обухватају широк спектар чиниоца, односно елемената, који омогућавају процес производње производа (машине, прибори, алати, мерила, разни уређаји, елементи унутрашњег транспорта, материјал, енергија, запослени и др.).

- Постоји пет правила организовања радних места:

1. Правило: Снабдевање радног места са одговарајућим послом (радни задатак, материјал, алат и документација) и његово отпремање са радног места, треба да се врши потпуно и на време.

2. Правило: Радном месту треба обезбедити одговарајући кадар и опремити га са одговарајућим: машинама, уређајима, инсталацијама, стандардним алатом и прибором, потрошним материјалом, енергијом и водом, средствима заштите на раду итд.

3. Правило: Рад на радном месту треба, применом одговарајућих метода, рационализовати и побољшати са становишта продуктивности и хуманизације рада. Поред тога, радном месту треба пројектовати и обезбедити одговарајући простор за рад.

4. Правило: Применом одговарајућих организационих, техничких и здравствених мера, радном месту треба обезбедити одговарајуће услове радне средине.

5. Правило: На радном месту и око њега треба стално изграђивати психолошке и социолошке услове рада.

- Прорачун производних ресурса се темељи на решењима технолошких процеса израде и монтаже производа.

- Осим података о производима, односно деловима производа, који су дати у одговарајућој техничкој документацији за прорачун производних ресурса неопходне улазне податке чине и план односно програм производње.

- Програм производње производа/склопова/делова (3Д модели - 2Д радионички цртежи), обим производње и одговарајући технолошки процеси њихове израде и монтаже (карте технолошких процеса, операционе листе, управљачки програми, инструкције рада...) производа чине основну подлогу за прорачун производних ресурса (машина/радних места, прибора, алата, радника....).

- Суштински проблем је ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА.



ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



БРОЈ
МАШИНА
ИСТЕ
ВРСТЕ

=

УКУПНО ПОТРЕБНО ВРЕМЕ (КАПАЦИТЕТ)

РАСПОЛОЖИВО ВРЕМЕ

БРОЈ
(извршилаца)
ИСТЕ ВРСТЕ
(СТРУКЕ)

=

УКУПНО ПОТРЕБНО ВРЕМЕ (КАПАЦИТЕТ)

РАСПОЛОЖИВО ВРЕМЕ

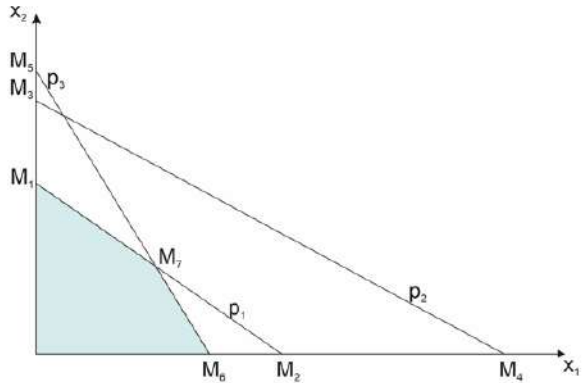
Од чега се полази?

$P_1; Q_{pl1}; n_1; q_1;$
 $P_2; Q_{pl2}; n_2; q_2;$
 $\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$
 $P_j; Q_{plj}; n_j; q_j;$
 $\vdots \quad \vdots \quad \vdots \quad \vdots$
 $P_p; Q_{plp}; n_p; q_p;$

Колики су потребни
основни ресурси,
опрема и људи?
У колико смена
треба радити?

Подсетимо се ОП1...

Машина Део	M_1 [min]	M_2 [min]	M_3 [min]	Укупно време обrade
А	10	2,54	11	23,54
Б	15	5	7	27
Расположиви капацитет	15000	8000	12000	35000



Ограничења: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.$
Функција циља: $z_{max} = 23,54x_1 + 27x_2$
Функција ограничења: 1. $10x_1 + 15x_2 \leq 15000$
2. $2,54x_1 + 5x_2 \leq 8000$
3. $11x_1 + 7x_2 \leq 12000$

Капацитети су максимално
искоришћени за: $x_1=790(789,8)$
делова А и $x_2=473(473,4)$ делова Б

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



- tk_{ij} $\left[\frac{\text{vrem. jed.}}{\text{jed. pr.}} \right]$ — комадно време, односно време по јединици j -тог предмета рада за i -ту врсту обраде, за i -ту врсту машина, за i -ту врсту радника (потребно време рада једног средства i -те врсте за израду једног комада j -тог предмета рада);
- $tk_{ij} \cdot q_j$ $\left[\frac{\text{vrem. jed.}}{\text{seriji}} \right]$ — потребно време рада једног средства i -те врсте за израду једне целе серије j -тог предмета рада без припремно-завршног времена;
- Tpz_j $[\text{vrem. jed.}]$ — укупно припремно-завршно време једне серије j – тог производа;
- $Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j$ — потребно време рада једног средства i -те врсте за израду једне целе серије j -тог предмета рада са припремно-завршним временом;
- $n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j)$ — потребно време рада једног средства i -те врсте за израду укупне планиране количине j -тог предмета рада;
- Kp_i $\left[\frac{\text{vrem. jed.}}{\text{god}} \right]$ — потребни капацитет за i -ту врсту обраде;

$$M_i: Kp_i = n_1 \cdot (Tpz_1 + tk_{i1} \cdot q_1) + n_2 \cdot (Tpz_2 + tk_{i2} \cdot q_2) + \\ + \dots + n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) + \dots + n_p \cdot (Tpz_p + tk_{ip} \cdot q_p)$$

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) \pm INRst_i \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$INRst_i$ - стандардно извршење норми рада, пребачај или подбачај за i – ту врсту обраде.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



$Kp_i \left[\frac{\text{vrem. jed.}}{\text{god}} \right]$ – потребни капацитет за и-ту врсту обраде;

$$M_i: Kp_i = n_1 \cdot (Tpz_1 + tk_{i1} \cdot q_1) + n_2 \cdot (Tpz_2 + tk_{i2} \cdot q_2) + \dots + n_j \cdot (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) + \dots + n_p \cdot (Tpz_p + tk_{ip} \cdot q_p)$$

$$Kp_i = \sum_{j=1}^p n_j (Tpz_j + tk_{ij} \cdot q_j) \pm INRst_i \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$INRsti$ - стандардно извршење норми рада, пребачај или подбачај за и – ту врсту обраде.

Како се узима у обзир $INRsti$?

Нека је за израду планиране количине $Q = 340 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$ потребно $Kp = 8\,500 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$

Могућа су три случаја:

1. Произведена је планирана количина => **ИСПУЊЕЊЕ НОРМЕ**

$$t = \frac{Kp}{Q} = \frac{8500}{340} = 25 \left[\frac{\text{čas}}{\text{kom}} \right] \Rightarrow INRst = 0$$

2. Произведено је $Q' = 425 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$ => **ПРЕБАЧАЈ НОРМЕ**

$$t' = \frac{Kp}{Q'} = \frac{8500}{425} = 20 \left[\frac{\text{čas}}{\text{kom}} \right] \Rightarrow \frac{t - t'}{t} \cdot 100 = \frac{25 - 20}{25} \cdot 100 = 20\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow INRst = 0,2 Kp = 0,2 \cdot 8\,500 = 1\,700 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Kp' = Kp - INRst = 8\,500 - 1\,700 = 6\,800 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right] = \frac{t'}{t} Kp = \frac{20}{25} \cdot 8\,500 = 6\,800 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$$

$$\frac{Q' - Q}{Q} \cdot 100 = \frac{425 - 340}{340} \cdot 100 = 25\%$$

$$Q = 340 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right] \quad Kp = 8\,500 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$$

3. Произведено је $Q'' = 260 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$ => **ПОДБАЧАЈ НОРМЕ**

$$t'' = \frac{Kp}{Q''} = \frac{8500}{260} = 32,69 \left[\frac{\text{čas}}{\text{kom}} \right] \Rightarrow \frac{t'' - t}{t} \cdot 100 = \frac{32,69 - 25}{25} \cdot 100 = 30,76\%$$

$$\Rightarrow INRst = 0,3076 Kp = 0,3076 \cdot 8\,500 = 2\,614,6 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$\Rightarrow Kp'' = Kp + INRst = 8\,500 + 2\,614,6 = 11\,114,6 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right] = 1,3076 Kp = 1,3076 \cdot 8\,500 = 11\,114,6 \left[\frac{\text{kom}}{\text{god}} \right]$$

$$\frac{Q - Q''}{Q} \cdot 100 = \frac{340 - 260}{340} \cdot 100 = 23,53\%$$

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



$dg \left[\frac{\text{dan}}{\text{god}} \right]$ – број радних дана у години;

$bs \left[\frac{\text{sm}}{\text{dan}} \right]$ – број радних смена у дану;

$\check{c}s \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{sm}} \right]$ – број часова у смени;

$Gst \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{god}} \right]$ – стандардни губици у времену

$Krm_i \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{god}} \right]$ – расположиви капацитет за и-ту врсту машина;

$$Krm_i = dg \cdot bs \cdot \check{c}s - Gst_i \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{god}} \right]$$

$Krr_i \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{god}} \right]$ – расположиви капацитет за и-ту струку радника;

$$Krr_i = dg \cdot 1 \cdot \check{c}s - Gst_i \left[\frac{\text{\text{čas}}}{\text{god}} \right]$$

- При разматрању овог задатка треба имати у виду следеће:
 - Потребан број машина и радника одређује се на основу **потребног (Kp)** и **расположивог капацитета (Kr)**

Које врсте радних места постоје?

Ако је $Kpm = Kpr \Rightarrow 1 \text{ RM: један радник и једна машина}$

Ако је $Kpm > Kpr \Rightarrow 1 \text{ RM: један радник и више машина}$

Ако је $Kpm < Kpr \Rightarrow 1 \text{ RM: више радника и једна машина}$

$$BM_i = \frac{Kp_i}{Krm_i} [1]$$

$$BR_i = \frac{Kp_i}{Krr_i} [1]$$

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



Задатак 1:

У процесу израде производа P1, P2 и P3 на њима се изводе четири врсте обраде. Њихов редослед и основни подаци за одређивање потребног броја радних места дати су у табели:

Врста обраде	Врста машине	Струка радника	INRsti [%]	tk _{ij} [min/kom]					
				Машине			Радници		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
O ₁	M ₁	S ₁	Подб. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	S ₂	Исп. норме	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	S ₃	Преб. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	S ₄	Исп. норме	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _i [ser/god]				4	5	10	4	5	10
q _i [kom/ser]				5000	3000	1000	5000	3000	1000

Потребно је:

- одредити број потребних машина за сваку врсту обраде;
- израчунати број потребних радника;
- утврдити број потребних радних места.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



Врста обраде	Врста машине	Струка радника	INRst _i [%]	Машине			Радници		
				P ₁	P ₂	P ₃	P ₁	P ₂	P ₃
01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
O ₁	M ₁	C ₁	Подб. 15 %	15	20	10	32	40	25
O ₂	M ₂	C ₂	Исп. норме	10	12	18	10	12	18
O ₃	M ₃	C ₃	Преб. 25 %	25	20	30	5	4	6
O ₄	M ₄	C ₄	Исп. норме	10	5	15	10	5	15
Tpz _i [čas/ser]				8	12	10	8	12	10
Qpl _i [kom/god]				20000	15000	10000	20000	15000	10000
n _j [ser/god]				4	5	10	4	5	10
q _i [kom/ser]				5000	3000	1000	5000	3000	1000

Врста машине	Потребан број	Усвојен број	Број РМ
M ₁	13638/6284 = 2.2	3	
M ₂	9525.3/6284 = 1.5	2	
M ₃	13894/6284 = 2.2	3	
M ₄	7275.3/6284 = 1.16	2	
УКУПНО:		10	

Струка радника	Потребан број	Усвојен број
C ₁	28780/2028 = 14.2	15
C ₂	9525.3/2028 = 4.7	5
C ₃	2894/2028 = 1.4	2
C ₄	72753/2028 = 3.6	4
УКУПНО:		26

$$Kpm_1 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{15}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{20}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{10}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 1.15 = 13638 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$
$$Kpm_2 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{10}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{12}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{18}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 1 = 9525.3 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$
$$Kpm_3 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{25}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{20}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{30}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 0.75 = 13894 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$
$$Kpm_4 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{10}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{5}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{15}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 1 = 7275.3 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

Врста машина	Потребан број	Усвојен број	Број радних места
M ₁	13638/6284 = 2.2	3	Зависи од броја радника
M ₂	9525.3/6284 = 1.5	2	2
M ₃	13894/6284 = 2.2	3	Зависи од броја радника
M ₄	7275.3/6284 = 1.16	2	2
УКУПНО:		10	Зависи од броја радника

Након израчунавања потребног капацитета за машине, потребно је израчунати расположиви капацитет за машине по следећој формули:

$$Krm_i = dg \cdot bs \cdot \text{čas} - Gst_i \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Krm_1 = Krm_2 = Krm_3 = Krm_4 = 266 \cdot 3 \cdot 8 - 100 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Krm = 6\,284 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

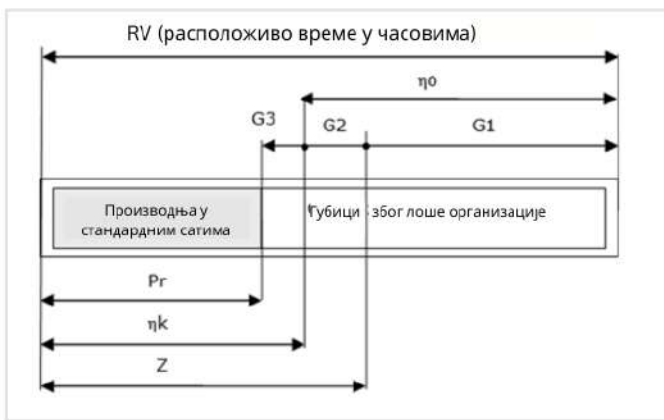
$$Kpr_1 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{32}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{40}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{25}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 1.15 = 28780 \left[\frac{\text{čas}}{\text{god}} \right]$$

$$Kpr_2 = \left[4 \cdot \left(8 + \frac{5}{60} \cdot 5000 \right) + 5 \cdot \left(12 + \frac{4}{60} \cdot 3000 \right) + 10 \cdot \left(10 + \frac{6}{60} \cdot 1000 \right) \right] \cdot 1.15 = 2894 \left[\frac{\text{chas}}{\text{god}} \right]$$

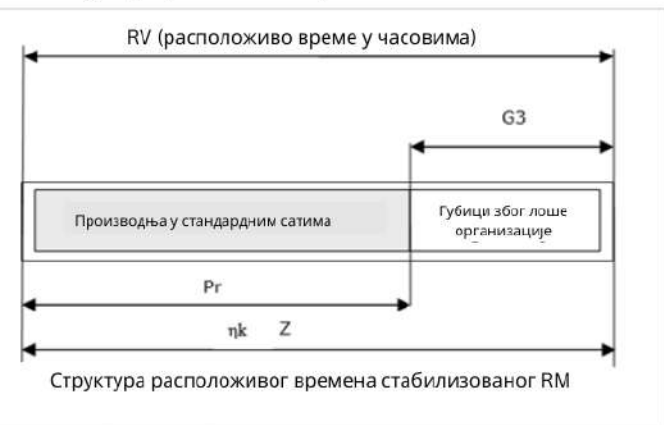
Сада треба да раднике **разврстамо по сменама**. Прво треба да одредимо број радника за другу и четврту врсту обраде јер су ту комадна времена писта. Када су комадна времена писта, радно место чине 1 радник и 1 машина.

Струка радника	Потребан број	Усвојен број	I	II	III	Број РМ
S1	28780/2028 = 14.2	15	6	6	3	3
S2	9525.3/2028 = 4.7	5	2	2	1	2
S3	2894/2028 = 1.4	2	1	1	/	1
S4	72753/2028 = 3.6	4	2	2	/	2

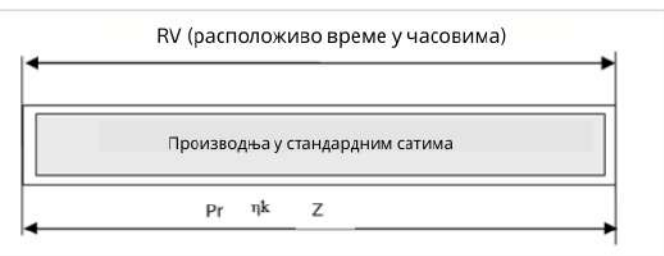
ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА



Структура расположивог времена стабилизованог RM



Структура расположивог времена стабилизованог RM



Структура расположивог времена стабилизованог RM

- Са становишта организације рада на радном месту, организације производње и организације рада у целини постоје три основна организациона вида радних места:
 1. отворено,
 2. затворено и
 3. стабилизовано радно место.
- Отворено радно место** има најнижи ниво организованости. Код њега радник само мањи део расположивог времена користи за рад. Радник на отвореном радном месту често прекида рад и напушта радно место а када ради то чини неефикасно и отежано, тако да је део укупно-расположивог времена које користи за рад мало а учинак низак.
- Затворено радно место** има висок ниво организованости. Код њега су сви узроци прекида и неефикасности рада отклоњени, с тим што метод рада са становишта продуктивности и хуманизације рада није оптималан. Радник код затвореног радног места не напушта радно место, све расположиво време користи за рад, ради ефикасно, а радни учинак му је велики.
- Стабилизовано радно место** има највиши ниво организованости. Услов за остварење стабилизованости радног места јесте његово претходно затварање. Када се код затвореног радног места применом студије метода рада начин рада на радном месту оптимизује са становишта продуктивности и хуманости рада, долази се до стабилизованог радног места. Код њега је рад најефикаснији и најхуманији а радни учинак је највећи.

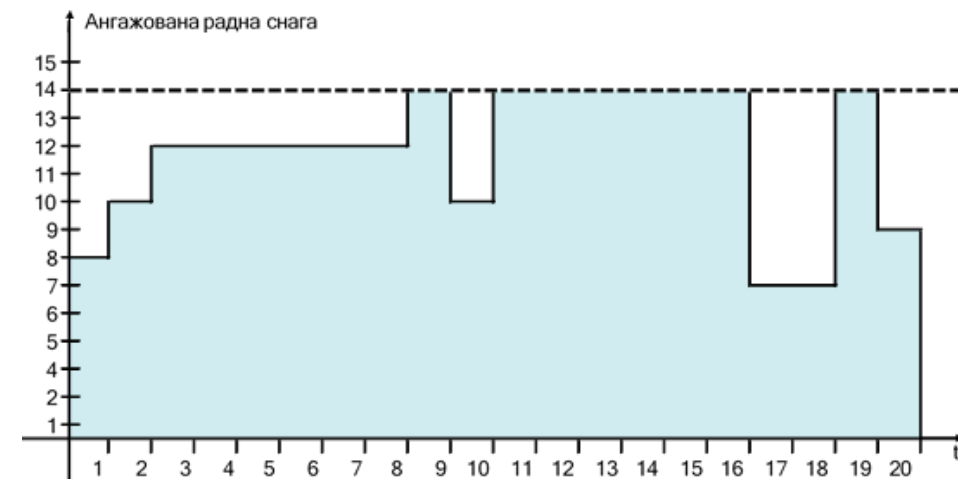
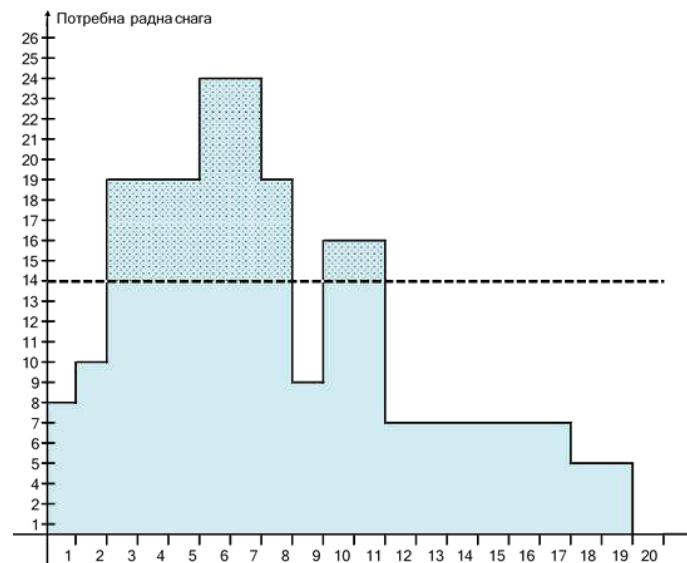
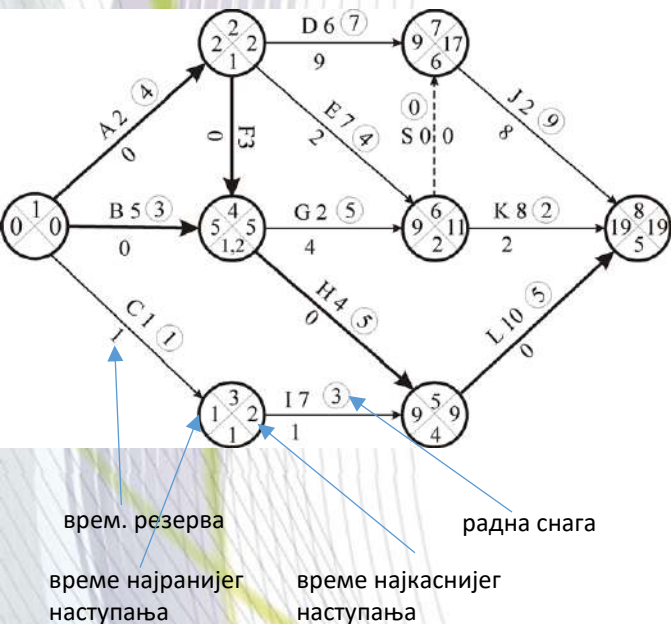


ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА - Gray-Kiddov алгоритам

- Gray-Kiddov алгоритам се користи за распоређивање ОГРАНИЧЕНИХ ресурса и омогућава да у сваком тренутку видимо колико је ресурса ангажовано и које активности је потребно померити да не би дошло до прекорачења у расположивим ресурсима.
- Gray-Kiddov алгоритам је хеуристичког типа и састоји се у следећем:
 - Прво се саставља линијски дијаграм датог пројекта, испод кога се приказује дијаграм свакодневних потреба у одговарајућем ресурсу.
 - Затим се одређује први временски интервал и нумеришу активности према величини временске резерве, чиме се одређује њихов приоритет непомерања, односно померања њиховог почетка.
 - После тога се процењују ресурси потребни за извођење активности које припадају првом временском интервалу и помера њихов почетак са гледишта ограничености ресурса.
 - У другом кораку узима се крај првог временског интервала као почетак наредног и на њему се пројектују почеци и завршеци свих преосталих активности, при чему се одређује нови временски интервал и нумеришу активности као у првом кораку, а затим се процењују ресурси.
 - Овај процес се понавља све док се не постигне да збир свих временских интервала не буде једнак дужини трајања пројекта.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОТРЕБНОГ БРОЈА СРЕДСТАВА ЗА РАД, РАДНИКА И РАДНИХ МЕСТА - Gray-Kidd-ов алгоритам

- За познати мрежни дијаграм, треба извршити доделу **14 (уместо 24)** запослених радника. Сваки радник може бити ангажован на свакој активности. Дати су ознака активности, трајање активности и (у кружићима) интензитет радне снаге за дату активност (r_{ij}), тј. број радника који треба да раде на активности да би била извршена у наведеном времену (t_{ij}), као и укупна временска резерва (St) $_{ij}$. Пројекат има два критична пута. Поштујући технолошку условљеност појединих активности, одредити времена њихових почетака, која обезбеђују обављање пројекта у најкраћем року са расположивом радном снагом.



- Без примене Gray-Kidd-овог алгоритма потребно је 24 радника и 19 дана, а уз примену, 14 запослених извршава пројекат за 20 дана. Располаже се са $14 \times 20 = 280$ радника * (в.ј), а неискоришћено је: $(14 - 8) \times 1 + (14 - 10) \times 1 + (14 - 12) \times 6 + (14 - 10) \times 1 + (14 - 7) \times 2 + (14 - 9) \times 1 = 45$ радника * (в.ј.). Дакле, неискоришћеност запослених износи $(45:280) \times 100 = 16,07 \%$.