

Припрема за испит

**ГРАЂЕВИНСКА МЕХАНИЗАЦИЈА**

# Основни појмови

- Грађевинска механизација
- Карта технолошког процеса
- Учинак рада машине
- Шири избор механизације
- Цена коштања ефективног радног часа
- Ужи избор механизације
- Поузданост система

# Подела грађевинских машина

- Машине за ископ, утовар и разастирање
- Машине за збијање тла
- Машине за пренос и дизање
- Машине за транспорт и вучу
- Машине за производњу и прераду материјала

# Подела грађевинских машина

## 1. **Машине које имају теоријски учинак са континуалним дејством су:**

- грејдери, утоваривачи, ваљци
- кипери, скрепери, багери
- аутомешалице, грејдери, дозери
- Транспортне траке, багери ведричари, ваљци

# Машине за ископ, утовар и разастирање

- Багер
- Дозер
- Грејдер
- Скрепер
- Утоваривач



# Багер

## Подела багера

**Багери са цикличним дејством су:**

- Багери са чеоном кашиком
- Багери са дубинском кашиком
- Багер хватач (грајфер)
- Багер скрепер (дреглајн)
- Бабел багер , кабел - скрепер



# Багери са континуалним начином рада

- Багер ведричар
- Багер ровокопач са ротирајућом главом



# Булдозер

**Чему служи булдозер:**

- a) За ископ и утовар
- b) За ископ и транспорт преко 10 км
- c) За ископ, локални транспорт и грубо  
разастирање

# Грејдер

## Чему служи грејдер

- a) За ископ и утовар
- b) За ископ и транспорт преко 10 км
- c) За фино разастирање материјала

# Машине за збијање тла

- Ваљци
- Вибро ваљци
- Јежеви
- Вибро плоче
- Маљеви

# Машине за пренос и подизање

- Торањски кран
- Дерик кран
- Портални кран
- Кабл кран (жичара)
- Аутодизалица
- Лифт
- Платформа
- Виљушкар

# Машине за транспорт и вучу

- Камион кипер
- Дампер
- Тегљач
- Истоваривач позади
- Аутомешалица
- Пумпа за бетон
- Транспортна трака

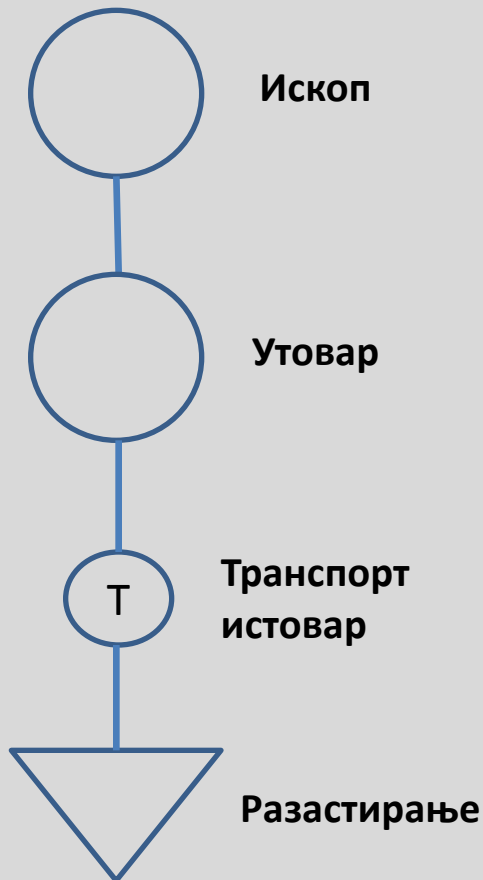
# Машине за производњу и прераду материјала

- Дробилице сепарације
- Фабрика бетона
- Асфалтне базе
- Погони за израду префабрикованих бетонских елемената
- Погони за израду арматурних склопова
- Погон за прераду дрвета

# Карта технолошког процеса за извођење земљаних радова - ЗГРАДА

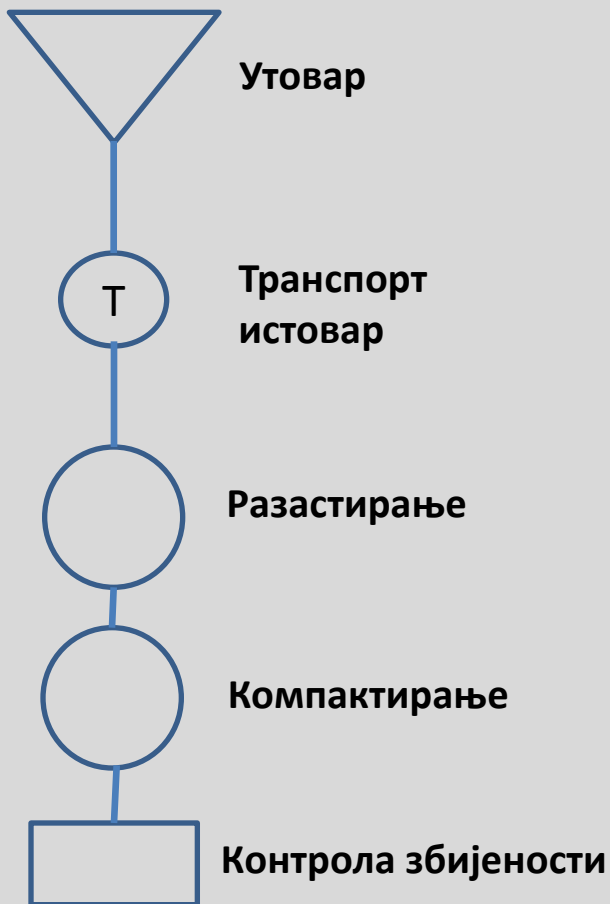
## I Фаза

### Ископ за темељну плочу



## II Фаза

### Насипање тампон слоја испод темеља



## III Фаза

### Насипање око објекта





# Шири избор машина за I фазу земљаних радова Ископ за темељну плочу и одвожење на депонију са разастирањем

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА				
		ИСКОП	УТОВАР	ТРАНСПОРТ	ИСТОВАР	РАЗАСТИРАЊЕ
1	БУЛДОЗЕР					
	УТОВАРИВАЧ					
	КАМИОН КИПЕР					
	ГРЕЈДЕР					

# Шири избор машина за I фазу земљаних радова Ископ за темељну плочу и одвожење на депонију са разастирањем

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА				
		ИСКОП	УТОВАР	ТРАНСПОРТ	ИСТОВАР	РАЗАСТИРАЊЕ
2	БАГЕР					
	КАМИОН КИШЕР					
	ГРЕЈДЕР					

**Шири избор машина за I фазу земљаних радова  
Ископ за темељну плочу и одвожење на депонију са  
разастирањем**

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА				
		ИСКОП	УТОВАР	ТРАНСПОРТ	ИСТОВАР	РАЗАСТИРАЊЕ
3	<b>БАГЕР</b>					
	<b>УТОВАРИВАЧ</b>					
	<b>КАМИОН КИШЕР</b>					
	<b>ГРЕЈДЕР</b>					

# ШИРИ ИЗБОР МАШИНА

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА				
		ПРОИЗВОДЊА БЕТОНА	СПОЉАШЊИ ТРАНСПОРТ	УНУТРАШЊИ ТРАНСПОРТ	УГРАДЊА	НЕГА БЕТОНА
1	ЦЕНТРАЛНА ФАБРИКА БЕТОНА					
	АУТОМЕШАЛИЦА					
	ПУМПА ЗА БЕТОН					
	ПЕРВИБРАТОР					
	ОПРЕМА ЗА НЕГУ БЕТОНА					

# ШИРИ ИЗБОР МАШИНА

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА				
		ПРОИЗВОДЊА БЕТОНА	СПОЉАШЊИ ТРАНСПОРТ	УНУТРАШЊИ ТРАНСПОРТ	УГРАДЊА	НЕГА БЕТОНА
2	ЦЕНТРАЛНА ФАБРИКА БЕТОНА					
	АУТОМЕШАЛИЦА					
	ПРЕТОВАРНИ СИЛОС					
	ТОРАЊСКИ КРАН					
	ПЕРВИБРАТОР					
	ОПРЕМА ЗА НЕГУ БЕТОНА					

# Учинак грађевинске машине

- Мера извршеног рада у јединици времена ( $m^3/h$ ,  $m^2/h$ ,  $KN/h$ )
- Теоријски учинак -  $U_t$ 
  - рад под оптималним техничким условима
  - рад под оптималним организационим условима
- Практичан учинак - корекција теоријског-  $U_p$ 
  - одређено место
  - одређени услови рада
  - очекивана успорења и застоји

## Теоријски учинак

**У зависности од начина рада машине,  
утврђује се на два начина**

- за циклично дејство машине
- за континуирано дејство машине

## Машине са цикличним дејством

- Током рада понављају циклус рада (на пример: утовар, транспорт, истовар, повратак)
- Кључни подаци су трајање циклуса  $T_c$  и
- запремина радног органа  $Q$
- Да би се добио број циклуса у јединици времена (обично час, [h]) користимо константу  $T$

**Теоријски учинци грађевинских машина са  
циклесним начином рада срачунавају се преко  
израза:**

$$U_t = \frac{T}{t_c} * q_c [m^3 / h]$$

где је:

T – трајање једног сата (min, sec)

t<sub>c</sub> - трајање циклуса рада машине (min/cikl., sec/cikl.)

q<sub>c</sub> - циклусни учинак, одговара капацитету радног  
органа грађевинске машине

# Прорачун практичног учинка

- Коефицијент коришћења радног времена  $K_v=0.7$
- Коефицијент пуњења радног органа  $K_p=1.00$
- Коефицијент растреситости материјала  $K_r=0.80$
- Коефицијент окрета багера  $K_o=1.00$  (угао заокрета  $90^\circ$ )
- Коефицијент истовара материјала  $K_i=0.90$  (на возило)
- Коефицијент усклађености транспорта  $K_{ut}=1.00$
- Коефицијент усклађености услова на терену  $K_u=0.57$

$$U_p = q * \frac{T}{T_c} * K_v * K_p * K_r * K_o * K_i * K_{ut} * K_u = 41.37 \text{ m}^3/\text{h}$$

# Машине са континуалним дејством

Током рада обрађују (збијају, равнају, копају) једну траку у континуитету

Кључни подаци су

- ширина траке  $B$  и
- брзина обраде (рада)  $V$
- Ако се рад обавља у слојевима, важна је и дебљина (дубина) слоја  $d$
- Ако се обрада обавља у више пролаза, битан је и њихов број  $n$

$$U_p = \frac{B-d}{n} * d * V * K_v * K_r = 355.20 \text{ m}^3/h$$

# УЖИ ИЗБОР МАШИНА

Ужи избор се врши на основу понуђених група машина из ширег избора, бира она група машина која пружа највећу економску предност (**најнижу цену по јединици мере**).

Одабирање одређене групе врши се након економске анализе, која подразумева прорачун практичног учинка и коштања ефективног радног часа сваке машине.

Након увида у технолошки процес и утврђивања **кључне операције** (а самим тим и **кључне машине** и њеног учинка), следи усклађивање свих осталих машина из групе са кључном машином.

# Цена коштања ефективног часа рада машина

Структура цене коштања ефективног радног часа рада машина, када се сви трошкови механизованог рада узму у обзир, изгледа овако:\*

$$K_h = \frac{J_t}{h_{gr}} + (E_E + E_{OS}) \cdot (1 + \varphi)^{**}$$

где је:

$J_t$  - једнократни трошкови

$h_{gr}$  - планирано време рада машине на градилишту

$E_E$  - експлоатациони трошкови

$E_{OS}$  - трошкови основног средства

$\varphi$  - фактор калкулисања режијских трошкова и добити, који за вишегодишње пројекте има вредност  $\varphi = (0,30 \div 0,35)$ , а за једногодишње  $\varphi = (0,20 \div 0,25)$ , с тим што се на нивоу школских задатака усваја његова вредност у оквиру интервала  $\varphi = (0,30 \div 0,50)$ .

Трошкови механизованог рада деле се у три основне групе:

## 1. група - Једнократни трошкови $[J_t]$

То су трошкови транспорта машине на градилиште, и са градилишта, као и трошкови постављања, монтаже и пуштања у погон. У следећој табели дат је преглед процењених износа за једнократне трошкове у зависности од врсте машине:

<i>Једнократни трошкови*</i>	
<b>Самоходне машине</b>	$(0,002 \div 0,008) \cdot NV$
Машине за земљане радове	$0,01 \cdot NV$
Градилишне фабрике бетона, покретне асфалтне базе	$0,02 \cdot NV$
Централна фабрика бетона, асфалтна база	$0,06 \cdot NV$
Дробилане и сепарације	$0,06 \cdot NV$
Торањске дизалице - тежих конструкција	$0,05 \cdot NV$
Кабл-кран, дерик-кран	$0,10 \cdot NV$

Поред једнократних трошкова у прорачун цене коштања ефективног часа рада грађевинских машина улазе и експлоатациони трошкови и трошкови основног средства.

## 2. група - Експлоатациони трошкови $[E_E]$

То су трошкови одржавања машине током рада, трошкови хабајућих делова, трошкови енергената (гориво и мазиво) и трошкови руковаоца и помоћног особља. Експлоатациони трошкови, представљени математичком формулом, изгледају овако:

$$E_E = E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$$

### $E_{RS}$ - трошкови радне снаге

Зависно од квалификације и броја ангажованих радника, у рачун се узима бруто доходак руковаоца.

### $E_{EN}$ - трошкови утрошене енергије

$$E_{EN} = q_{EN} \cdot C_{EN}$$

где је:

$C_{EN}$  - цена горива

$q_{EN}$  - количина утрошене енергије, а  $q_{EN} = N_O \cdot g_S \cdot K_O$

где је:

$N_O$  – номинална снага мотора ( $kW$ )

$K_O$  – коефицијент оптерећења

$g_S^{**}$  – утрошак горива у току једног сата рада за сваки  $kW$  номиналне снаге мотора (табела 3)

**$E_{MAZ}$  – трошкови утрошеног мазива**

$$E_{MAZ} = q_{MAZ} \cdot C_{MAZ}$$

где је:

$C_{MAZ}$  – цена мазива

$q_{MAZ}$  – утрошак мазива

$$q_{MAZ} = N_O \cdot g_{MAZ} \cdot K_O$$

где је:

$g_{MAZ}$  – утрошак мазива у току једног сата рада за сваки  $kW$  номиналне снаге мотора

**$E_{TO}$  – трошкови текућих оправки**

У ове трошкове спадају мале и средње оправке и они су пропорционални висини издатка за набавку машине.

$$E_{TO} = p \cdot \frac{NV}{15000}$$

где је:

$NV$  – набавна вредност грађевинске машине

$p$  – процентуални износ усвојен према врсти машине

*Специфічні утрати палива/мастила у годину роботи за кожну кВт  
номинальна потужність двигача*

Машина	Номинальна потужність двигача			
	до 150 kW		понад 150 kW	
	паливо	мастила	паливо	мастила
Бульдозери	0,165	0,0046	0,160	0,0037
Багери	0,180	0,0084	0,165	0,0068
Утоваривачи - гусеничари	0,180	0,0059	0,170	0,0050
Утоваривачи - точкаши	0,160	0,0058	0,155	0,0050
Скрепери	0,155	0,0035	0,150	0,0031
Дампери	0,130	0,0040	0,125	0,0036
Кипери	0,125	0,0035	0,120	0,0031
Компактори	0,220	0,0047	0,210	0,0040

Специфични ушрошак горива/мазива у шоку једној радној часа за сваки kW  
номиналне радне снаге мотора

Машина	Номинална снага мотора			
	до 150 kW		преко 150 kW	
	гориво	мазива	гориво	мазива
Булдозери	0,165	0,0046	0,160	0,0037
Багери	0,180	0,0084	0,165	0,0068
Утоваривачи - гусеничари	0,180	0,0059	0,170	0,0050
Утоваривачи - точкаши	0,160	0,0058	0,155	0,0050
Скрепери	0,155	0,0035	0,150	0,0031
Дампери	0,130	0,0040	0,125	0,0036
Кипери	0,125	0,0035	0,120	0,0031
Компактори	0,220	0,0047	0,210	0,0040

$E_{HAB}$  – трошкови хабајућих делова

Ови трошкови се односе на замену и одржавање пнеуматика. Врста хабања зависи од врсте рада и услова рада машине (табела 5).

$$E_{HAB} = 1,10 \cdot \frac{NV \text{ њума}}{\text{век њрајања њума}}$$

### 3. група - Трошкови основног средства $[E_{OS}]$

То су трошкови амортизације, трошкови инвестиционог одржавања, трошкови камате и осигурања и једнократни трошкови.

Трошкови основног средства представљени формулом изгледају овако:

$$E_{OS} = E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$$

*Трошкови хабајућих делова (унеумајници) - вредности у табели  
представљају процењени век гума у сајима*

Радни услови	Услови рада машине		
	добри	средњи	тешки
Скрепери	5000	3500	2000
Грејдери	4000 ÷ 5500	2500 ÷ 4000	1500 ÷ 2500
Утоваривачи	2500 ÷ 3500	1300 ÷ 2500	500 ÷ 1200
Дампери	4000 ÷ 4500	3000 ÷ 3500	2000 ÷ 2500
Истоваривачи кроз дно	8000	5000	3500
Камиони	3000 ÷ 4500	1500 ÷ 3000	500 ÷ 1500

#### $E_{AM}$ – трошкови амортизације

Амортизација реализације финансијских средстава за набавку нове, исте такве машине. Век машине је ограничен, јер се при раду хаба.

$$E_{AM} = \frac{NV}{h_{EK}}$$

Економски век трајања машине ( $h_{EK}$ ) зависи од услова рада и радних карактеристика машине.

**$E_{INV}$  – трошкови инвестиционог одржавања**

У ове трошкове спадају средње и генералне оправке

$$E_{INV} = 0,15 \cdot \frac{NV}{h_g}$$

где је:

$h_g$  – годишњи фонд радног времена

**$E_{KIOS}$  – трошкови камате и осигурања**

Обрачунавају се на тренутну вредност основног средства, једном годишње (обично крајем године), након отписа амортизације

$$E_{KIOS} = 0,10 \cdot \frac{NV}{h_g}$$

На основу датих образаца за израчунавање трошкова механизованог рада и коришћењем одговарајућих табела, израчунава се цена коштања ефективног часа рада свих машина које су понуђене за извршење бетонских радова у оквиру ширег избора машина. На основу тога формира се табела ужег избора машина, односно одабир најјефтиније групе за извршење постављеног задатка.

Прорачун кошћања ефективної саћа рада машина за земљане радове					
		багер CATERPILLAR 320 CL	истоваривач позади WABCO 35C	лакши булдозер CATERPILLAR D5	грејдер CATERPILLAR 14G 134
Набавна вредност	$NV [€]$	280000	170000	155000	270000
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	2800	1700	1550	2700
Време рада на градилишту	$h_{gr} [h]$	980	980	980	980
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	2,25	2,25	2,25	2,25
Цена енергије (горива)	$C_{EN} [€/h]$	1,25	1,25	1,25	1,25
Номинална снага мотора	$N_o [kW]$	103	300	77,5	427
Утрошак горива по kW	$g_s$	0,180	0,120	0,165	0,125
Коефицијент оптерећења	$K_o$	0,60	0,55	0,65	0,50
Количина утрошене енергије $N_o * g_s * K_o$	$q_{EN}$	11,12	19,80	8,312	26,69
Трошкови утрошене енергије	$E_{EN} [€/h]$	13,90	24,75	10,39	15,86
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0084	0,0031	0,0046	0,0035
Утрошак мазива $N_o * g_{maz} * K_o$	$q_{MAZ}$	0,52	0,51	0,23	0,75
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	2,21	2,17	0,98	3,19
Коефицијент за текуће поправке %	$p$	0,45	0,50	0,55	0,50
Трошкови текућих поправки	$E_{TO} [€/h]$	8,40	5,67	6,72	9,00
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	8,40	5,67	6,72	9,00
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_E [€/h]$	35,16	40,51	27,06	39,30
Економски век трајања машине	$h_{EK} [h]$	10000	15000	15000	15000
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	28,00	11,33	10,33	18,00
Годишњи фонд радног времена	$h_g [h]$	1834	2000	1834	1834
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	22,90	12,75	12,67	22,08
Трошкови камате и осигурања	$E_{KIOS} [€/h]$	15,27	8,50	8,45	14,72
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$	$E_{OS} [€/h]$	66,17	32,58	31,45	54,80
Фактор режијских трошкова и добити	$\Phi$	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Цена кошћања ефективног радног часа машине</b>	$K_h [€/h]$	144,72	104,05	83,49	134,50

		вибро жеж - вучени MARINI 59 VT	скрепер CATERPILLAR 613	булдозер KOMATSU D353A	утоваривач FRISH F 900
Набавна вредност	$NV [€]$	30000	160000	320000	150000
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	300	1600	3200	1500
Време рада на градилишту	$h_{gr} [h]$	980	980	980	980
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	2,25	2,25	2,25	2,25
Цена енергије (горива)	$C_{EN} [€/h]$	1,25	1,25	1,25	1,25
Номинална снага мотора	$N_o [kW]$	37	112	301,5	74
Утрошак горива по kW	$g_s$	0,165	0,155	0,160	0,180
Коефицијент оптерећења	$K_o$	0,80	0,65	0,65	0,55
Количина утрошене енергије $N_o * g_s * K_o$	$q_{EN}$	4,884	11,284	31,36	7,33
Трошкови утрошене енергије	$E_{EN} [€/h]$	6,10	14,10	39,20	9,16
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0046	0,0035	0,0037	0,0059
Утрошак мазива $N_o * g_{maz} * K_o$	$q_{MAZ}$	0,14	0,25	0,73	0,24
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	0,59	1,06	3,10	1,02
Коефицијент за текуће поправке %	$p$	0,45	0,50	0,55	0,50
Трошкови текућих поправки	$E_{TO} [€/h]$	0,90	5,33	11,73	5,00
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	0,90	5,33	11,73	5,00
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_E [€/h]$	10,74	28,07	68,01	22,43
Економски век трајања машине	$h_{EK} [h]$	15000	15000	15000	15000
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	2,00	10,67	21,33	10,00
Годишњи фонд радног времена	$h_g [h]$	1834	1834	1834	1834
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	2,45	13,09	26,17	12,27
Трошкови камате и осигурања	$E_{KIOS} [€/h]$	1,63	8,72	17,45	8,18
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$	$E_{OS} [€/h]$	6,90	32,48	64,95	30,45
Фактор режијских трошкова и добити	$\varphi$	0,40	0,40	0,40	0,40
Цена коштања ефективног радног часа машине	$K_h [€/h]$	25,01	86,40	189,40	75,56

## Ужи избор машина за земљане радове

БРОЈ ГРУПЕ МАШИНА	ВРСТА МАШИНА	$U_p [m^3/h]$	број машина [n]	$n \cdot U_p [m^3/h]$	$K_h [€/h]$	$n \cdot K_h [€/h]$	$\frac{\sum n \cdot K_h}{\min(n \cdot U_p)}$	$C (€/m^3)$
1	БАГЕР	44,66	1	44,66	144,72	144,72	649,82 44,66	14,57
	ИСТОВАРИВАЧ ПОЗАДИ	39,18	2	78,36	104,05	208,10		
	ЛАКШИ БУЛДОЗЕР	55,43	1	55,43	83,49	83,49		
	ГРЕЈДЕР	51,20	1	51,20	134,50	134,50		
	АУТОЦИСТЕРНА	45,00	1	45,00	38,77	38,77		
	ВИБРО ЈЕЖ - ВУЧЕНИ	44,93	1	44,93	25,01	25,01		
	ВИБРО ПЛОЧА	50,00	1	50,00	15,23	15,23		
2	БУЛДОЗЕР	175,22	1	175,22	189,40	189,40	666,01 39,18	16,99
	УТОВАРИВАЧ	62,84	1	62,84	75,56	75,56		
	ИСТОВАРИВАЧ ПОЗАДИ	39,18	1	39,18	104,05	104,05		
	ЛАКШИ БУЛДОЗЕР	55,43	1	55,43	83,49	83,49		
	ГРЕЈДЕР	51,20	1	51,20	134,50	134,50		
	АУТОЦИСТЕРНА	45,00	1	45,00	38,77	38,77		
	ВИБРО ЈЕЖ - ВУЧЕНИ	44,93	1	44,93	25,01	25,01		
	ВИБРО ПЛОЧА	50,00	1	50,00	15,23	15,23		
3	СКРЕПЕР	17,82	1	17,82	86,40	86,40	383,40 17,82	21,51
	БУЛДОЗЕР ПОМОЋНИ	55,43	1	55,43	83,49	83,49		
	ГРЕЈДЕР	51,20	1	51,20	134,50	134,50		
	АУТОЦИСТЕРНА	45,00	1	45,00	38,77	38,77		
	ВИБРО ЈЕЖ - ВУЧЕНИ	44,93	1	44,93	25,01	25,01		
	ВИБРО ПЛОЧА	50,00	1	50,00	15,23	15,23		

Као најповољнија (најјефтинија) варијанта усваја се варијанта број 1

Прорачун кошљања ефективної сайа рада машина за бейонске радове

		централна фабрика бетона GRADIS SB-1000/60	градилишна фабрика бетона PROGRES AB-45	ауто- мешалица PROGRES AM 6	пумпа за бетон SHEELE K 3516	первибратор WACKER IREK 08/42
Учинак машине	$q [m^3]$	$(U_i = 60 m^3/h)$	$(U_i = 40 m^3/h)$	6,00	$(U_i = 39 m^3/h)$	$(U_i = 18 m^3/h)$
Набавна вредност	$NV [€]$	230000	150000	30000	75000	2500
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	13800	3000	240	600	120
Време рада на градилишту	$h_{gr} [h]$	500	500	500	500	500
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	4,00	4,00	2,50	2,50	2,00
Цена енергије (горива)	$C_{EN} [€/kWh]$	0,15	0,15	1,25	1,25	0,15
Номинална снага мотора	$N_o [kW]$	75,00	42,00	112,00	140,00	3,20
Утрошак горива по kW	$g_s$	1	1	0,125	0,125	1
Коефицијент оптерећења	$K_o$	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50
Количина утрошене енергије $N_o * g_s * K_o$	$q_{EN}$	45,00	25,20	7,70	8,75	1,60
Трошкови утрошене енергије	$E_{EN} [€/h]$	6,75	3,78	9,62	10,94	0,24
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Утрошак мазива $N_o * g_{maz} * K_o$	$q_{MAZ}$	0,16	0,09	0,21	0,24	0,0056
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	0,68	0,37	0,92	1,04	0,024
Коефицијент за текуће поправке %	$p$	0,50	0,50	0,55	0,45	0,40
Трошкови текућих поправки	$E_{TO} [€/h]$	7,67	5,00	1,10	2,25	0,067
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	7,67	5,00	1,10	2,25	0,067
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_E [€/h]$	26,77	18,15	15,24	18,98	2,38
Економски век трајања машине	$h_{EK} [h]$	6090	6090	10000	6000	4800
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	37,77	24,63	3,00	12,50	0,52
Годишњи фонд радног времена	$h_g [h]$	2200	2200	2200	2200	2200
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	15,68	10,23	2,04	5,11	0,17
Трошкови камате и осигурања	$E_{KIOS} [€/h]$	10,45	6,82	1,36	3,41	0,11
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$	$E_{OS} [€/h]$	63,90	41,68	6,40	21,02	0,80
Фактор режијских трошкова и добити	$\Phi$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Цена кошљања ефективног радног часа машине	$K_h [€/h]$	147,28	84,98	29,04	54,00	4,44

		пумпа за воду JASTREBAC CVN 2-4	торањски кран MIN 744E	камион MERCEDES 1928 AK	мини дампер Loro & Parsini 2000	претоварни бункер FAGRAM PS 89-6.5
Учинак машине	$q [m^3]$		1,00	8,10	1,20	6,50
Набавна вредност	$NV [€]$	1500	80000	25000	10000	8000
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	15	4000	250	100	160
Време рада на градилишту	$h_{gr} [h]$	500	500	500	500	500
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	1,75	2,50	2,25	2,25	-
Цена енергије (горива)	$C_{EN} [€/kWh]$	1,25	0,15	1,25	1,25	-
Номинална снага мотора	$N_o [kW]$	5,50	155,00	206,00	9,00	-
Утрошак горива по kW	$g_s$	0,125	1,00	0,12	0,12	-
Коефицијент оптерећења	$K_o$	0,70	0,65	0,65	0,65	-
Количина утрошене енергије $N_o * g_s * K_o$	$q_{EN}$	0,48	100,75	16,06	0,70	-
Трошкови утрошене енергије	$E_{EN} [€/h]$	0,60	15,11	20,07	0,87	-
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25	-
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0035	0,0035	0,0031	0,0031	-
Утрошак мазива $N_o * g_{maz} * K_o$	$q_{MAZ}$	0,01	0,35	0,41	0,01	-
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	0,05	1,50	1,74	0,04	-
Коефицијент за текуће поправке %	$p$	0,40	0,50	0,45	0,40	-
Трошкови текућих поправки	$E_{TO} [€/h]$	0,04	2,66	0,75	0,27	-
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	0,04	2,66	0,75	0,27	-
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_E [€/h]$	2,48	24,43	25,56	3,70	-
Економски век трајања машине	$h_{EK} [h]$	8000	12000	10000	13000	6000
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	0,19	6,66	2,50	0,77	1,33
Годишњи фонд радног времена	$h_g [h]$	2200	2200	2200	2200	2200
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	0,10	5,45	1,70	0,68	0,54
Трошкови камате и осигурања	$E_{KIOS} [€/h]$	0,06	3,63	1,13	0,45	0,36
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$	$E_{OS} [€/h]$	0,35	15,74	5,33	1,90	2,23
Фактор режијских трошкова и добити	$\phi$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
<b>Цена коштања ефективног радног часа машине</b>	$K_h [€/h]$	3,76	61,02	41,27	7,59	3,26

# Ужи избор машина за бетонске радове

БРОЈ ГРУПЕ МАШИНА	ВРСТА МАШИНА	$U_p$ [ $m^3/h$ ]	број машина [ $n$ ]	$n \cdot U_p$ [ $m^3/h$ ]	$K_h$ [€/h]	$n \cdot K_h$ [€/h]	$\frac{\sum n \cdot K_h}{\min(n \cdot U_p)}$	$C$ (€/m <sup>3</sup> )
1	ЦЕНТРАЛНА ФАБРИКА БЕТОНА	42,75	1	25,00	147,28	86,13	297,27 25,00	11,92
	АУТОМЕШАЛИЦА	6,09	5	30,45	29,04	145,2		
	ПУМПА ЗА БЕТОН	27,80	1	27,80	54,00	54,0		
	ПЕРВИБРАТОР	12,82	2	25,64	4,44	8,88		
	ПУМПА ЗА ВОДУ	-	1	-	3,76	3,76		
	ТОРАЊСКИ КРАН (за транспорт оплате и арматуре)	12,02	1	-	-	-		
2	ГРАДИЛИШНА ФАБРИКА БЕТОНА	28,50	1	28,50	84,98	84,98	181,98 25,64	7,10
	КАМИОН (за допрему агрегата)	8,58	4	-	-	-		
	МИНИ-ДАМПЕР	8,00	4	32,00	7,59	30,36		
	ПУМПА ЗА БЕТОН	27,80	1	27,80	54,00	54,00		
	ПЕРВИБРАТОР	12,82	2	25,64	4,44	8,88		
	ПУМПА ЗА ВОДУ	-	1	-	3,76	3,76		
ТОРАЊСКИ КРАН (за транспорт оплате и арматуре)	-	1	-	-	-			
3	ГРАДИЛИШНА ФАБРИКА БЕТОНА	28,50	1	28,50	84,98	84,98	314,27 25,64	12,26
	КАМИОН (за допрему агрегата)	8,58	4	-	-	-		
	МИНИ-ДАМПЕР	8,00	4	32,00	7,59	30,36		
	ПРЕТОВАРНИ БУНКЕР	-	1	-	3,23	3,23		
	ПЕРВИБРАТОР	12,82	2	25,64	4,44	8,88		
	ПУМПА ЗА ВОДУ	-	1	-	3,76	3,76		
	ТОРАЊСКИ КРАН	12,02	3	36,06	61,02	183,06		

Као најповољнија (најјефтинија) варијанта усваја се варијанта број 2.

	вибро јеж - вучени MARINI 59 VT	скрепер CATERPILLAR 613	булдозер KOMATSU D353A	утоваривач FRISH F 900	
Набавна вредност	$NV [€]$	30000	160000	320000	150000
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	300	1600	3200	1500
Време рада на градилишту	$h_{gr} [h]$	980	980	980	980
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	2,25	2,25	2,25	2,25
Цена енергије (горива)	$C_{EN} [€/h]$	1,25	1,25	1,25	1,25
Номинална снага мотора	$N_o [kW]$	37	112	301,5	74
Утрошак горива по kW	$g_s$	0,165	0,155	0,160	0,180
Коефицијент оптерећења	$K_o$	0,80	0,65	0,65	0,55
Количина утрошене енергије $N_o * g_s * K_o$	$q_{EN}$	4,884	11,284	31,36	7,33
Трошкови утрошене енергије	$E_{EN} [€/h]$	6,10	14,10	39,20	9,16
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0046	0,0035	0,0037	0,0059
Утрошак мазива $N_o * g_{maz} * K_o$	$q_{MAZ}$	0,14	0,25	0,73	0,24
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	0,59	1,06	3,10	1,02
Коефицијент за текуће поправке %	$P$	0,45	0,50	0,55	0,50
Трошкови текућих поправки	$E_{TO} [€/h]$	0,90	5,33	11,73	5,00
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	0,90	5,33	11,73	5,00
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_E [€/h]$	10,74	28,07	68,01	22,43
Економски век трајања машине	$h_{EK} [h]$	15000	15000	15000	15000
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	2,00	10,67	21,33	10,00
Годишњи фонд радног времена	$h_g [h]$	1834	1834	1834	1834
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	2,45	13,09	26,17	12,27
Трошкови камате и осигурања	$E_{KIOS} [€/h]$	1,63	8,72	17,45	8,18
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KIOS}$	$E_{OS} [€/h]$	6,90	32,48	64,95	30,45
Фактор режијских трошкова и добити	$\Phi$	0,40	0,40	0,40	0,40
<b>Цена коштања ефективног радног часа машине</b>	$K_h [€/h]$	25,01	86,40	189,40	75,56

**Табела 1.1.**

*Шири избор машина за монтажне радове*

Број групе машина	ВРСТА МАШИНЕ	РАДНА ОПЕРАЦИЈА		
		МОНТАЖА	СПОЉНИ ТРАНСПОРТ	УНУТРАШЊИ ТРАНСПОРТ
1	ВЕЛИКА АУТОДИЗАЛИЦА			
	МАЛА АУТОДИЗАЛИЦА			
	КАМИОН			
	ВИЉУШКАР			
2	ВЕЛИКА АУТОДИЗАЛИЦА			
	КАМИОН			
	ВИЉУШКАР			

### 1.3.1. Прорачун практичних учинака машина за монтажне радове

ВЕЛИКА АУТО-ДИЗАЛИЦА		
Тип:		<i>LIEBHERR LT 1400</i>
Снага:	( <i>N</i> )	224 kW
Количина елемената које ауто-дизалица пренесе од складишта до места монтаже (уградње) у комадима:	1 стуб	0,25 m × 0,25 m × 3,2 тежине 0,5 t
Трајање радног циклуса	( <i>T<sub>c</sub></i> )	32 min
Коефицијент ефективног радног времена:	( <i>K<sub>v</sub></i> )	0,80
Коефицијент растреситости материјала:	( <i>K<sub>r</sub></i> )	1,0
Коефицијент пуњења радног органа:	( <i>K<sub>p</sub></i> )	0,90
Практичан учинак машине:	( <i>U<sub>p</sub></i> )	$U_p = \frac{60}{32} \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,90 = 1,35 \text{ kom/h}$

### МАЛА АУТО-ДИЗАЛИЦА

Тип:	14 ОКТОBAR ADH-7	
Снага:	( $N$ )	95,5 kW
Количина елемената које ауто-дизалица пренесе од складишта до места монтаже (уградње) у комадима:	1 стуб	0,25 m × 0,25 m × 3,2 тежине 0,5 t
Трајање радног циклуса:	( $T_c$ )	40 min
Коефицијент ефективног радног времена:	( $K_v$ )	0,80
Коефицијент растреситости материјала:	( $K_r$ )	1,0
Коефицијент пуњења радног органа:	( $K_p$ )	0,90
Практичан учинак машине:	( $U_p$ )	$U_p = \frac{60}{40} \cdot 1,0 \cdot 0,80 \cdot 1,0 \cdot 0,90 = 1,08 \text{ kom/h}$

### ВЕЛИКА АУТО-ДИЗАЛИЦА

Тип:	LIEBHERR LT 1300	
Снага:	( $N$ )	206 kW
Количина елемената које ауто-дизалица пренесе од складишта до места монтаже (уградње) у комадима:	1 стуб	0,25 m × 0,25 m × 3,2 тежине 0,5 t
Трајање радног циклуса:	( $T_c$ )	37 min
Коефицијент ефективног радног времена:	( $K_v$ )	0,80
Коефицијент растреситости материјала:	( $K_r$ )	1,0
Коефицијент пуњења радног органа:	( $K_p$ )	0,90
Практичан учинак машине:	( $U_p$ )	$U_p = \frac{60}{37} \cdot 1,0 \cdot 0,80 \cdot 1,0 \cdot 0,90 = 1,16 \text{ kom/h}$

КАМИОН	
Тип:	FAP 1520 BDT
Снага:	(N) 147 kW
Носивост:	32 t $\Rightarrow$ 32 t : 0,5 t = 64 kom
Транспортна даљина:	(L) 3000 m
Коефицијент пуњења радног органа машине:	(K <sub>p</sub> ) 0,80
Коефицијент ефективног радног времена:	(K <sub>v</sub> ) 0,80
Брзина кретања пуне машине:	(V <sub>пуне</sub> ) 15 kom/h
Брзина кретања празне машине:	(V <sub>празне</sub> ) 30 kom/h
ТРАЈАЊЕ ЦИКЛУСА (T <sub>c</sub> )	
Време утовара:	(t <sub>u</sub> ) 35 min
Време истовара:	(t <sub>i</sub> ) 25 min
Време маневрисања:	(t <sub>m</sub> ) 8 min
Вожња пуне машине:	$t_{\text{пуне}} = \frac{3}{15} \cdot 60 = 12 \text{ min}$
Вожња празне машине:	$t_{\text{празне}} = \frac{3}{30} \cdot 60 = 6 \text{ min}$
ТРАЈАЊЕ ЦИКЛУСА (T <sub>c</sub> )	$T_c = 35 + 12 + 8 + 25 + 6 = 86 \text{ min}$
Практичан учинак машине:	$U_p = \frac{60}{86} \cdot 64 \cdot 0,80 \cdot 0,80 = 28,58 \text{ kom/h}$

## ВИЉУШКАР

Тип:		<i>KOMATSU</i>
Снага:	$(N)$	$40 \text{ kW}$
Носивост:		$5 \text{ t} \Rightarrow 5 \text{ t} : 0,5 \text{ t} = 10 \text{ kom}$
Трајање радног циклуса:	$(T_c)$	$45 \text{ min}$
Коефицијент ефективног радног времена:	$(K_v)$	$0,80$
Коефицијент пуњења радног органа:	$(K_p)$	$0,80$
Практичан учинак машине:	$(U_p)$	$U_p = \frac{60}{45} \cdot 10 \cdot 0,80 \cdot 0,80 = 8,53 \text{ kom/h}$

Табела 1.2.

Прорачун коштања ефективної сајла рада машина за монтажне радове

		велика ауто- дизалица LIEBHERR LT 1400	велика ауто- дизалица LIEBHERR LT 1300	мала ауто- дизалица 14 ОКТОБАР ADH-7	виљушкар KOMATSU	камион FAP 1520 BDT
Набавна вредност	$NV [€]$	320000	250000	60000	10000	20000
Једнократни трошкови	$J_i [€]$	16000	12500	3000	80	200
Време рада на градилишту	$h_p [h]$	500	500	500	500	500
Трошкови радне снаге	$E_{RS} [€/h]$	3,00	3,00	3,00	2,50	2,25
Цена енергије (горива)	$C_{KN} [€/h]$	1,25	1,25	1,25	0,15	1,25
Номинална снага мотора	$N_D [kW]$	224	206	95,5	40	147
Утрошак горива по kW	$g_s$	0,125	0,125	0,125	1	0,125
Коефицијент оптерећења	$K_O$	0,60	0,60	0,60	0,50	0,70
Количина утрошене енергије $N_D * g_s * K_O$	$q_{DN}$	16,80	15,45	7,16	20,00	12,86
Трошкови утрошене енергије	$E_{DN} [€/h]$	21,00	19,31	8,95	1,29	17,07
Цена мазива	$C_{MAZ} [€/l]$	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Утрошак мазива оп kW	$g_{MAZ}$	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Утрошак мазива $N_D * g_{maz} * K_O$	$q_{MAZ}$	0,47	0,43	0,20	0,007	0,36
Трошкови утрошеног мазива	$E_{MAZ} [€/h]$	1,99	1,83	0,85	0,03	1,53
Коефицијент за текуће поправке %	$p$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,45
Трошкови текућих поправки	$E_{TD} [€/h]$	8,53	6,66	1,60	0,26	0,60
Трошкови хабајућих делова	$E_{HAB} [€/h]$	8,53	6,66	1,60	0,26	0,60
Експлоатациони трошкови $E_{RS} + E_{EN} + E_{MAZ} + E_{TO} + E_{HAB}$	$E_z [€/h]$	43,05	37,46	16,00	4,34	22,05
Економски век трајања машине	$h_{EK}$ [h]	15000	15000	15000	13000	10000
Трошкови амортизације	$E_{AM} [€/h]$	21,33	16,66	4,00	0,77	2,00
Годишњи фонд радног времена	$h_z$ [h]	2200	2200	2200	2200	2200
Трошкови инвестиционог одржавања	$E_{INV} [€/h]$	21,82	17,04	4,09	0,68	1,36
Трошкови камате и осигурања	$E_{KKS} [€/h]$	14,54	11,36	2,72	0,45	0,91
Трошкови основног средства $E_{AM} + E_{INV} + E_{KKS}$	$E_{CS} [€/h]$	57,69	45,06	10,81	1,90	4,27
Фактор режијских трошкова и добити	$\varphi$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Цена коштања ефективног радног часа машине	$K_A [€/h]$	164,97	133,92	41,38	8,39	35,14

## Ужи избор машина за монтажне радове

БРОЈ ГРУПЕ МАШИНА	ВРСТА МАШИНА	$U_p [m^3/h]$	број машина [n]	$n \cdot U_p [m^3/h]$	$K_h [€/h]$	$n \cdot K_h [€/h]$	$\frac{\sum n \cdot K_h}{\min(n \cdot U_p)}$	$C(€/m^3)$
<b>1</b>	ВЕЛИКА АУТОДИЗАЛИЦА	1,16	1	1,16	133,92	133,92	260,21 1,16	224,32
	МАЛА АУТОДИЗАЛИЦА	1,08	2	2,16	41,38	82,76		
	КАМИОН	28,58	1	28,58	35,14	35,14		
	ВИЉУШКАР	8,53	1	8,53	8,39	8,39		
<b>2</b>	ВЕЛИКА АУТОДИЗАЛИЦА	1,35	1	1,35	164,97	164,97	208,50 1,35	154,44
	КАМИОН	28,58	1	28,58	35,14	35,14		
	ВИЉУШКАР	8,53	1	8,53	8,39	8,39		

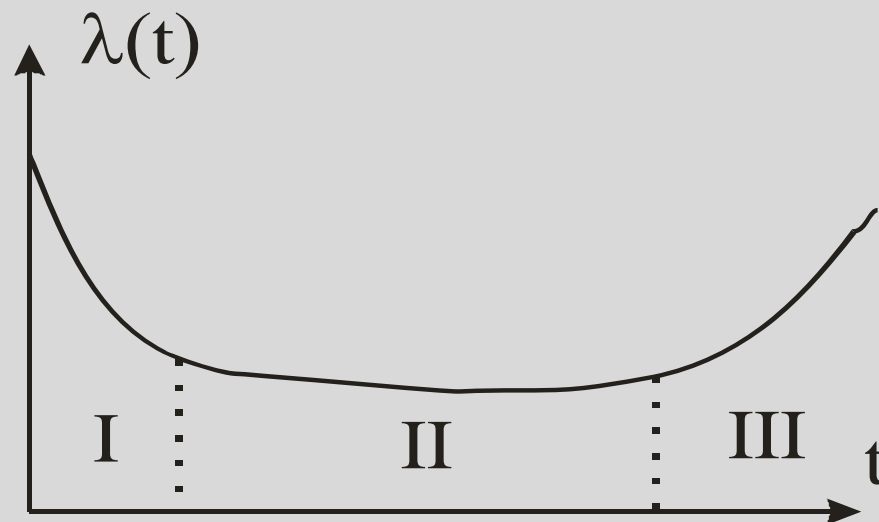
Као најповољнија (најјефтинија) варијанта усваја се варијанта број 2.

# Поузданост система

- Систем се састоји од компоненти
- Распољивост система зависи од располољивости компоненти и веза између компоненти
- Практичан учинак система зависи од учинка система без отказа и располољивости

# Поузданост рада грађевинских машина

## РЕАЛНО ПОНАШАЊЕ ОТКАЗА:

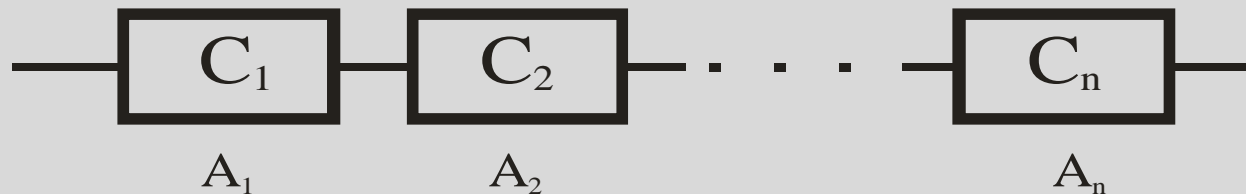


- I - период раних отказа (дечје болести)
- II - период нормалног рада (steady state)
- III - период дотрајалости

# Поузданост рада грађевинских машина

## РЕДНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

- Ако отказ једне компоненте изазива отказ система, у питању је редна веза



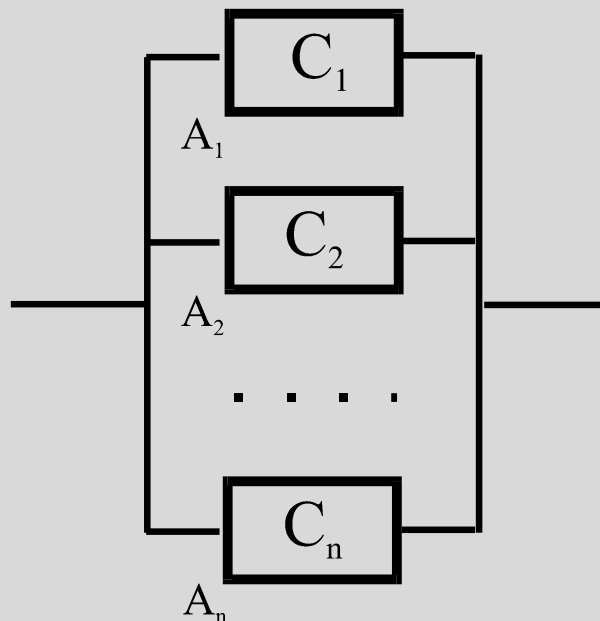
- Распоживост система је мања од расположивости најлошије компоненте

$$U_e^* = \min U_{p,i} A^*$$

# Поузданост рада грађевинских машина

## ПАРАЛЕЛНА ВЕЗА КОМПОНЕНТИ

- Ако тек отказ више компоненти изазива отказ система, у питању је паралелна веза



- Распоживост система је ВЕЋА од расположивости најбоље компоненте