

1. Osnovni pokazatelji sa primenom rada građevinskih mašina i učinci građevinskih mašina

Učešće građevinskih mašina na nekom gradilištu kao i primena mehanizovanog načina građenja može se izraziti sledećim pokazateljima:

-stepen zahvata radova mehanizacijom, izražava se procentom koji predstavlja odnos obima radova koji se izvršavaju, ili koji su izvršeni mehanizacijom, prema ukupnom obimu radova. To može biti po vrednosti ili količini radova. Odnosi se na određen vremenski period i objekat.

-stepen mehanizovanosti (mehanička opremljenost), građevinskog preduzeća ili nekog gradilišta, izražava se odnosom vrednosti mehaničkih sredstava rada prema vrednosti ukupnog (jednogodišnjeg) proizvoda za to preduzeće odnosno gradilište. Veći stepen mehanizovanosti znači veći tehnološki nivo.

-stepen energije, izražava odnos instalisane snage građevinskih mašina i uređaja u kW koji dolazi na jednog zaposlenog radnika na nekom gradilištu, objektu ili preduzeću.

-stepen iskorišćenja mehanizacije, predstavlja odnos stvarnog radnog vremena prema ukupnom radnom vremenu u određenom vremenskom periodu. Izražava se bilo za pojedinu mašinu bilo za vrstu mašina bilo za celokupnu mehanizaciju na nekom gradilištu. Ovaj stepen je manji kod terenskih radova nego kod postrojenja za prefabrikaciju obzirom na složenost uslova rada.

Pod učinkom se podrazumeva proizvodnja u jedinici vremena, izražena zapreminski, težinski ili po komadu u zavisnosti od prirode proizvodnje. Na veličinu učinka utiču sledeći osnovni faktori:

✓ -konstruktivne osobine mašina i uređaja, snaga, brzina, dimenzije radnog organa

✓ -karakter građevinske proizvodnje, vrsta i obim radova kao i uslovi radnog mesta

✓ -uslovi rada. Ukoliko rad neke mašine nije povezan sa radom drugih mašina njen učinak će biti veći jer se ne javljaju problemi usklađivanja. Kvalifikacija rukovaoca mašine je takođe veoma bitna za efikasnost mašine kao i njeno održavanje i negovanje.

✓ -način korišćenja radnog vremena. Mašinski rad se može odvijati u jednoj ili više smena. Opravke i premeštanje mašina sa jednog gradilišta na drugo izazivaju gubitke u vremenu.

Teorijski učinak mašine je onaj učinak koji se može ostvariti pod optimalnim uslovima eksploatacije, tj. pod optimalnim uslovima na samom radnom mestu, pri optimalnoj organizaciji tehnološkog procesa, uz najbolje rukovanje i snabdevanje, kod čega se mogu desiti samo neizbežni zastoji.

U zavisnosti od načina rada mašine, utvrđuje se na dva načina:

-za ciklično dejstvo mašine

- Tokom rada ponavljaju ciklus rada (na primer: utovar, transport, istovar, povratak)
 - Ključni podaci su trajanje ciklusa T_c i zapremina radnog organa q
 - Da bi se dobio broj ciklusa u jedinici vremena (obično čas, [h]) koristimo konstantu T
- Broj ciklusa u jedinici vremena
- Na primer, ako je T_c u sekundama, T je 3600, odnosno broj sekundi u satu
 - Na osnovu toga, teorijski učinak U_t za mašine sa cikličnim dejstvom, računamo po formuli:

$$U_t = q \cdot \frac{T}{T_c}$$

13 463. sume

-za kontinuirano dejstvo mašine

- Tokom rada obrađuju (zbijaju, ravnaju, kopaju) jednu traku u kontinuitetu
- Ključni podaci su širina trake B i brzina obrade (rada) V
- Ako se rad obavlja u slojevima, važna je i debljina (dubina) trake d
- Ako se obrada obavlja u više prolaza, bitan je i njihov broj n

Preklapanje traka

- Trake se po pravilu preklapaju, da ne bi bilo delimično obrađenih delova
- Računa se da je širina preklapanja sa svake strane 10 cm
- Bitno je da se sve veličine unose o odgovarajućim jedinicama
- Uobičajene jedinice su: V [m/h], d [m] i B [m]

Učinak mašina sa kontinualnim dejstvom

- Kada se usvoje navedene jedinice, teorijski učinak se dobija u [m³/h]
- Na osnovu toga, teorijski učinak U_t za mašine sa kontinualnim dejstvom, računamo po formuli:

$$U_t = \frac{V \cdot d \cdot (B - 0,20)}{n}$$

U_{ex} = U_t · K_p · K_v · K_o

Praktični učinak mašine je njen stvarni učinak na nekom određenom mestu i pod određenim uslovima eksploatacije, kod čega su u račun uvedene sve objektivne i subjektivne okolnosti, koje dovode do smanjivanja teorijskog učinka.

Kada je poznat teorijski učinak praktični učinak računamo po formuli:

$$U_p = U_t \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \cdot k_n$$

k_n = ?

k_v - korišćenje radnog vremena

- Odnos radnog vremena koji mašina zaista radi i raspoloživog radnog vremena
- Kreće se u rasponu od 0,95 do 0,65
- Veće vrednosti ukazuju na bolju organizaciju rada
- Manje vrednosti ukazuju na lošiju organizaciju rada

k_p - punjenje radnog organa

- Odnos zapremine materijala koji je realno zahvaćen i nominalne zapremine radnog organa
- Kreće se u rasponu od 1,10 do 0,40
- Zavisi od koherentnosti i tvrdoće materijala, kao i od oblika radnog organa

k_r - koeficijent rastresitosti

- Odnos zapremine materijala u rastresitom stanju (u radnom organu) i u neporemećenom (zbijenom) stanju
- Kreće se u rasponu od 0,89 do 0,67
- Zavisi od vrste materijala

Godišnji učinak se može izračunati po formuli:

$$U_g = U_p \cdot D_g \cdot K_z$$

gde su D_g broj radnih dana u godini
K_z odnos broja radnih dana i broja dana kada je rad moguć

Napomena: Rad može biti onemogućen usled velikih opravki ili lošeg vremena

2. Bageri 1

Univerzalni bageri

Služe za iskop i utovar zemlje i mašine su sa cikličnim dejstvom. Razlikuju se po:

Prenosu sila

- mehanički (zastarelo, osim izuzetno)
- hidraulički (najčešće)

Načinu kretanja

- na gusenicama (najčešće)
- na pneumaticima (znatno ređe)

Sastavljeni su od osnovne mašine i priključnih uređaja. Osnovna mašina se sastoji od donjeg stroja i bagerske kućice. Pogon je najčešće pomoću dizela ili elektro motora. Iako je elektropogon ekonomičniji zbog nižih pogonskih troškova komplikovanije je realizovati snabdevanje bagera energijom kao i mala pokretljivost ograničena dužinom kablova.

Univerzalni bager može biti opremljen nekom od sledećih vrsta kašika.

- Čeona (visinska), primenjuje se kod iskopa useka sa čela, otkopa sa strane i utovara miniranog kamena. Može da kopa zemlju svih kategorija do trošne stene. Bager je u stanju da sam izradi sebi rampu i da ukloni sve smetnje, kao npr. drveće ili stare zidove.

- Dubinska. Pogodna je za iskop manjih temeljnih jama u gradovima i naseljima zatim za izradu rovova za postavljanje vodovoda ili kanalizacije. Prednost upotrebe ove kašike je što bager ne mora da silazi na dno iskopa dok je mana veće rasipanje materijala prilikom utovara u transportno vozilo.

- Zahvatna (grajfer), primenjuje se za zemljane radove manjeg obima, manje iskope pod vodom, produbljiivanje korita u šljunkarama itd.. Korpa se prilikom spuštanja ukopava u teren pod dejstvom sopstvene težine a pri izdizanju zubima zaseca zemlju. Katarka je rešetkaste konstrukcije jer ima znatno veću dužinu.

- Povlačna (skreperska), primenjuje se za iste poslove kao i zahvatna samo za radove većeg obima.

● Operacije

- Iskop
- Okretanje
- Odlaganje
- Povratak

- T_c se meri za okret od 90° i optimalnu visinu čela iskopa

Proračun učinka se vrši po formuli za mašine sa cikličnom dejstvom.

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \cdot k_o \cdot k_i \cdot k_z \cdot k_u \cdot k_n$$

- U građevinarstvu se koriste bageri sa kašikom od 0,1 do ¹35 m³
- Vreme ciklusa se kreće od 20 do 40 sekundi
- Veoma razrađen sistem koeficijenata

Koeficijenti

- Pored već pomenutih k_v , k_p i k_r , koriste se još:
- k_o - koeficijent okreta
- k_i - koeficijent načina istovara
- k_z - koeficijent zahvatanja materijala
- k_u - koeficijent usklađenosti transporta

• k_u - koeficijent optimalnosti uslova rada

k_o - koeficijent okreta

- Koriguje učinak prema visini radnog čela i uglu okretanja bagera
- Iznosi 1,0 za optimalnu visinu radnog čela i okretanje od 90°
- Kreće se u intervalu od 0,59 do 1,26

k_i - koeficijent načina istovara

- Zavisi od načina istovara
- $k_i=1,00$ za istovar na gomilu
- $k_i=0,90$ za istovar na vozilo

k_z - koeficijent zahvatanja materijala

- Zavisi od kategorije tla koji se iskopava
- Kreće se od 1,00 (I kategorija tla) do 0,65 (VII kategorija tla)

k_{ut} - koeficijent usklađenosti transporta

- Zavisi od odnosa zapremine kašike q i zapremine koša transportnog sredstva Q
- Kreće se od 0,82 za $Q/q = 2$ do 1,0 za $Q/q \geq 9$

k_u - koeficijent optimalnosti uslova rada

- Zavisi od optimalnosti uslova rada na terenu
- Iznosi od 1,00 za optimalne uslove do 0,56 za rad sa prostornim ograničenjima

Bageri vedričari

- Mašina sa kontinualnim dejstvom
- Sastoji se od niza kofica (vedrica) u beskonačnom lancu
- Posebno pogodan za iskop kanala
- Zahtevaju šine po kojima se kreće cela konstrukcija

3. Dozeri

Dozer je mašina sa cikličnim dejstvom koja se koristi za zemljane radove i to

- Čišćenje terena i skidanje humusa. Prema uslovima terena može se primeniti specijalno i buldozer sa vitlom pozadi za obaranje stabala. Engldozer je najpogodniji za skidanje humusa jer ima najduži nož
- Izrada useka i nasipa. Najpogodniji je engldozer ako je teren težak.
- Nasipanje. Jednako su pogodni i buldozer i engldozer.
- Iskop sa nasipanjem. Buldozer je pogodan za zgrtanje materijala koji kopa druga mašina.
- Razastiranje. Buldozer je najpogodniji za ovu operaciju.
- Izrada profila i iskop na manjoj dubini. Engldozer i tiltadozer se upotrebljavaju za ovu operaciju samo ukoliko grejder nije dostupan.
- Guranje skrepera prilikom iskopa. Podjednako dobro može da služi bilo koja mašina iz familije dozera.
- Raskopavanje tvrdog zemljišta rijačem. Rijač se postavlja umesto noža.

Osnovnu mašinu predstavlja traktor na kome je pričvršćen nož koji se može pokretati gore-dole i oko horizontalne osovine koja je upravna na pravac kretanja. Nožem dozer kopa i gura zemlju. Najbitnije karakteristike mašine su snaga motora i dužina noža.

U zavisnosti od pokretljivosti noža postoje sledeće vrste dozera

- buldozer - nož je upravan na pravac kretanja traktora

- 5
- engldozer - nož se može okretati oko vertikalne osovine;
 - tiltdozer - nož se može okretati oko horizontalne osovine koja je u pravcu kretanja traktora

- Operacije
- ✓ - iskop *oko 10 m, dubina obično 10-20 cm*
- ✓ - guranje
- ✓ - razastiranje *пулжачи*
- povratak (kretanjem u nazad) *13,4 m/h (najveća brzina)*

Okolnost da se dozeri kreću unazad pri povratku veoma je povoljna jer oni na taj način vrše i delimično sabijanje nasutog materijala.

- Vreme ciklusa se kreće od 90 do 150 sekundi. Ono zavisi i od daljine guranja. Ekonomično je gurati zemlju dozerom na rastojanju do 100 m

Praktični učinak dozera

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

*brzine - 1 m/s ~ 3 m/h
prati 6 m/h*

- Kako je radni organ dozera nož, njegova zapremina, q, utvrđuje se na osnovu posebnog proračuna. Ona zavisi od snage motora dozera

6 4. Skreperi 3

Mašine za iskop, transport i istovar zemlje. Veoma su pokretne i krajnje samostalne. Zapremina koša je veoma velika i kreće se čak do 46 m³. Spada u mašine sa cikličnim dejstvom. Prenos sila je hidraulički. Kretanje je na pneumaticima

Konstrukcija skrepera

- Koš sa poklopcem koji vuče traktor
- Koš se može rotirati oko osovine koja je upravna na pravac kretanja
- Koš ima na sebi nož za zasecanje zemlje
- Može biti vučni ili samohodni
- Skreper sam vrši iskop, utovar, transport i istovar *са разастиранием*

Osnovne manipulacije kod skrepera su spuštanje i izdizanje koša, spuštanje i izdizanje poklopca na prednjoj strani koša, kao i pražnjenje korpe. Najefikasnije se upotrebljava u peskovitim ilovačama jer se lako režu i korpa se dobro puni.

Primena skrepera

- Laki iskop i skidanje humusa
- Iskop i nasipanje
- Razastiranje materijala u slojevima jednake debljine
- Za tvrde zemljište potrebna im je pomoć dozera
 - kao rijača
 - kao gurača
- Utovar i transport agregata - mogu da se primene, ali to treba izbegavati

ако се креће у најнеповољнијим условима гуњања агрегата

- Operacije
 - iskop
 - prevoz
 - istovar ili razastiranje
 - povratak
- Vreme ciklusa zavisi od daljine transporta
- Ekonomično je prevoziti zemlju skreperom na rastojanju do 1000 m za samohodne i 500 m za vučene.
Kod transportnih daljina manjih od 100 m učinak dozera je veći.
 SKREPER

Vreme ciklusa.

- Potrebno je odvojeno posmatrati delove ciklusa

$$T_c = t_u + t_v + t_i + t_o$$

- t_u - vreme utovara
- t_v - vreme vožnje
- t_i - vreme istovara
- t_o - vreme manevrisanja

Praktični učinak skrepera

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r$$

- Pojedine komponente T_c treba sračunati ili izmeriti na licu mesta

*Grejderi
Dragoprivie*

2.5. Grejderi 4

Grejderi su mašine sa kontinualnim dejstvom koje se primenjuju uglavnom za fine zemljane radove kao što su profilisanje, planiranje i razastiranje. Kreću se na pneumaticima i imaju najčešće tri osovine od kojih su dve pogonske.

Radni organ grejdera

- Radni organ je nož
- Nož se može okretati oko vertikalne osovine
- Nož se može okretati oko horizontalne osovine koja je upravna na pravac kretanja
- Nož se može pomerati gore-dole
- Nož se može isturiti na levu ili desnu stranu u odnosu na pravac kretanja

Kao dodatak grejder eventualno može imati rijač koji omogućuje povećan učinak kod tvrdog tla.

Primena grejdera

- Skidanje humusa-grejderi su tu odlične mašine naročito ukoliko se uklanja vegetacija
- Izrada kosina i kanala
- Iskop i nasipanje na putevima
- Popunjavanje iskopa-grejderi su za ovu primenu pogodni jer u trakama deponuju iskopanu zemlju
- Lako skidanje materijala
- Čišćenje snega

Do daljine od 300 m bolje je grejder vratiti u početni položaj hodom unazad nego ga okretati. Kod rada na širokim kolovozima treba primeniti više grejdera u seriji. Bolje je da se grejder kreće većom brzinom.

12.12.1983

Praktični učinak grejdera

$$U_p = \frac{V \cdot d \cdot (B - 0,20)}{n} \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r$$

$$B = b \cdot \cos \alpha$$

- B - širina trake
- b - širina noža
- α - ugao pod kojim je nož postavljen u odnosu na pravac kretanja

6. Utovarivači 5

Utovarivači služe za utovar materijala u transportna sredstva, a po potrebi kada je materijal lak i sipak mogu da vrše i iskop sa utovarom. Po svojoj konstrukciji i načinu rada ima ih više vrsta i to

- Utovarivači sa čela
- Utovarivači preko glave
- Utovarivači sa koficama

Utovarivači sa čela

- Mašine za iskop i utovar zemlje
- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Najčešći tip utovarivača
- Kretanje

- na pneumaticima (najčešće)
- na gusenicama (znatno ređe)

Utovarivači sa čela preko glave

- Znatno manje pokretan od bagera
- Znatno slabiji od bagera
- Znatno veća zapremina radnog organa
- Mnogo se manje koristi za kopanje, a mnogo više za utovar već iskopanog ili izminiranog materijala

Vreme ciklusa

- Operacije
 - Zahvatanje
 - Okretanje
 - Istovar
 - Povratak

- Vreme ciklusa se kreće od 75 do 90 sekundi

U građevinarstvu se koriste utovarivači sa kašikom od 0,3 do 4 m³

Koeficijenti

- Pored već pomenutih k_v , k_p i k_r , koriste se još i k_z
 - k_z - koeficijent zahvatanja materijala
- Zavisi od kategorije tla koji se iskopava
- Kreće se od 1,00 (I kategorija tla) do 0,65 (VII kategorija tla)

Praktični učinak utovarivača sa čela

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \cdot k_z$$

- Vrednosti koeficijenata za razne slučajeve mogu se naći tabelarno prikazane u literaturi

000000000 3-5yuknyew
yuo6yru k0m00H

Smežana
Dragojević

12.12.1983

Utovarivači preko glave

- Mašina za iskop i utovar zemlje
- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Nešto ređi tip utovarivača
- Prednost u odnosu na utovarivač sa čela je što ne mora da se okreće
- Pogodan za tunele i rudarska okna
- Često na gusenicama

Praktični učinak utovarivača preko glave

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \cdot k_z$$

- Razlikuje se od utovarivača sa čela jedino po tome što je vreme ciklusa nešto manje
- Vreme ciklusa se kreće od 60 do 75 sekundi

Utovarivači sa koficama

- Mašina za iskop i utovar zemlje
- Mašina sa kontinualnim dejstvom
- Sastoji se od niza kofica (vedrica) u beskonačnom lancu
- Kofice se pune preko spiralne zavojnice (puža)

Praktični učinak utovarivača sa koficama

$$U_p = \frac{q}{a} \cdot v \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r \cdot \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

- q - zapremina jedne kofice [m³]
- a - razmak između kofica [m]
- v - brzina kretanja kofica [m/h]

6 7. Mašine za zbijanje tla 6

Tlo se sabija da bi se skratilo vreme sleganja nasutih slojeva kao i da bi se povećala nosivost nasutog ili prirodnog tla. Mašine koje se najčešće koriste za sabijanje tla su

- Valjci
 - glatki
 - ježevi
 - kompaktori
 - sa dinamičkim dejstvom
- Vibroploče

Glatki valjci

- Najstarije mašine za zbijanje
- Mašine sa kontinualnim dejstvom
- Danas se uglavnom koriste samo za kolovozne konstrukcije na bazi ugljovodonika (bitumena). Oni ne služe za sabijanje nego isključivo za valjanje, tj. za obradu površine zbog ograničenog dejstva u dubinu.
- Potrebna težina se postiže balastom (voda, pesak)

Ježevi

- Mašine sa kontinualnim dejstvom
- Glatki valjci po čijem se obodu nalaze nožice

- Po kvadratnom metru omotača se nalazi 10 do 12 nožica ;
- Najbolji za zbijanje zemlje, posebno koherentne
- Potrebna težina se postiže balastom (voda, pesak)
- Obično se koriste u tandemu i tada je poželjno da budu povezani međusobno putem zglobova kako bi pratili neravnine. To je veoma važno da bi nasip bio jednako nabijen.
- Mogu da budu samohodni ili vučeni traktorima guseničarima
- Broj prelaza je od 10 do 12. Pri poslednjem prelazu tlo treba da bude dovoljno nabijeno da valjak slobodno po njemu šeta.
- Dužina nožica iznosi od 18 do 23 cm
- Debljina sloja treba da bude ista kao dužina nožica, izuzetno 1,2 dužine nožica

Kompaktori - valjci sa pneumaticima

- Mašine sa kontinualnim dejstvom
- Vozilo sa nizom pneumatika na osovini. Za sabijanje tla koriste se radijalni pneumatiki sa posebno obrađenom gazećom površinom dok za glačanje i valjanje kolovoza prednost imaju glatki pneumatiki.
- Bar dva reda pneumatika, koji se međusobno prekrivaju
- Potrebna težina se postiže balastom (voda, pesak)
- Mogu da budu samohodni i vučeni
- Znatno pokretljiviji od ostalih vrsta valjaka
- Posebno pogodni za nekoherentna tla
- Potreban poseban mehanizam za ravnomerno opterećivanje točkova

Valjci sa dinamičkim dejstvom

- Mašine sa kontinualnim dejstvom
- Potrebna znatno manja težina nego kod valjaka sa statičkim dejstvom
- Mogu da zbijaju znatno deblje slojeve nego kod valjaka sa statičkim dejstvom
- Mogu da budu samohodni i vučeni
- Dobri za nekoherentno i slabo koherentno tlo
- Postoje u svim varijantama - glatki, jež, kompaktori
- Vibracije se postižu rotacijom ekscentričnog tega

Učinci valjaka

$$U_p = \frac{V \cdot d \cdot (B - 0,20)}{n} \cdot k_v \cdot k_r$$

- Ne koristi se k_p
- Širina valjka B je jednaka širini trake
- Brzina V, debljina sloja d i broj prelaza n se određuju opitom da bi se postigla optimalna zbijenost

Vibroploče

Dok vibracioni valjci imaju bolje dejstvo u gornjim slojevima, dotle vibracione ploče imaju bolje dejstvo u donjim slojevima.

- Mašine sa kontinualnim dejstvom
- Ploče, na kojima se nalazi motor i mehanizam za obezbeđenje vibracija
- Nemaju mehanizam za samostalno kretanje, ali se lako mogu pomerati tokom rada, pošto vibriraju
- Posebno pogodne na mestima koja su teško pristupačne valjcima

imaju u nomen budpo stave nizg Hode

Učinci vibroploča

$$U_p = \frac{V \cdot d \cdot (B - 0,20)}{n} \cdot k_v \cdot k_r$$

- Ne koristi se k_p
- Širina valjka B je jednaka širini trake
- Brzina V, debljina sloja d i broj prelaza n se određuju opitom da bi se postigla optimalna zbijenost

8. Dampéri

KOŠ

- Mašine sa cikličnim dejstvom
- Uglavnom se koriste za unutrašnji (gradilišni) transport
- Nosivost od 30 do 70 kN (3-7 tona)
- Zapremina radnog organa (koša) do 4,0 m³
- Može da sam istovari svoj koš
- Mali radijus okretanja
- Velika pokretljivost
- Sedište vozača je obično tako podešeno da se može u toku rada obrtati za 180° što omogućava vožnju u oba smera bez okretanja vozila
- Pogodni za radove malog obima
- Posebno pogodan za prevoz zemlje i kamena
- Može biti nestabilan

Vreme ciklusa

- Potrebno je odvojeno posmatrati delove ciklusa

$$T_c = t_u + t_o + t_i + t_p + t_{ma}$$

- t_u - vreme utovara
- t_o - vreme odlaska
- t_i - vreme istovara
- t_p - vreme povratka
- t_{ma} - vreme manipulacije

Praktični učinak dampera

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r$$

- Vreme odlaska i vreme povratka se razlikuju, jer je puno vozilo obično znatno sporije od praznog
- Radni organ je koš u koji se smešta teret

9. Specijalna vozila za transport cementa i betona

Posebnu grupu transportnih sredstava čine specijalna vozila za prevoz vode i goriva (autocisterne), vozila za prevoz cementa (silokamioni) i vozila za prenos betona (automešalice).

Automešalice

14

- Mašine sa cikličnim dejstvom
- Koriste se za spoljni (drumski) transport sveže betonske mase i maltera
- Osnovna svrha je da se izbegne segregacija betona i maltera pri drumskom transportu
- Nosivost od 100 do 250 kN, odnosno od 4 do 10 m³
- U bubnju automešalice nalaze se pužno-reverzibilne spirale

- Prilikom sipanja sveže betonske mase, bubanj se okreće većom brzinom (15 do 20 o/min)
- Prilikom transporta bubanj se okreće manjom brzinom (1 do 4 o/min)
- Prilikom istovara bubanj se okreće većom brzinom u suprotnom smeru
- Brzina punjenja je oko 30 s/m^3 , a pražnjenja oko 180 s/m^3
- Potrebno je da automešalica ima dodatni rezervoar za vodu, da bi nadoknadila vodu koja ispari tokom transporta

- Postoje modeli koji pored bubnja na karoseriji imaju i malu pumpu za beton, što obezbeđuje efikasnu ugradnju na manjim rastojanjima
- Obično se automešalica sastoji od šasije standardnog kamiona i karoserije koju proizvodi nezavisni proizvođač automešalica

Vreme ciklusa

- Potrebno je odvojeno posmatrati delove ciklusa

$$T_c = t_u + t_o + t_i + t_p + t_{ma}$$

- t_u - vreme utovara
- t_o - vreme odlaska
- t_i - vreme istovara
- t_p - vreme povratka
- t_{ma} - vreme manipulacije

Praktični učinak automešalice

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_s \cdot k_p \cdot k_r$$

- Vreme odlaska i vreme povratka se razlikuju, jer je puno vozilo obično znatno sporije od praznog
- Radni organ je bubanj u koji se smešta sveža betonska masa

10. Toranjske dizalice *KOLPA Ili KUKA*

- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Najčešće korišćena mašina za prenos i dizanje
- Sastoji se od čeličnog rešetkastog tornja na kome se nalazi katarka
- Katarka može da bude vertikalno pokretna ili nepokretna
- Ako je katarka vertikalno nepokretna, na sebi ima vodice, po kojima se kreće "mačka"
- Ako je katarka vertikalno pokretna, sajle su fiksno pričvršćene na njoj
- Horizontalno okretanje se postiže ili okretanjem samo vrha kрана ili celog kрана
- Ako se postave odgovarajuće šine, cela dizalica se može pomerati po zemlji
- Postoje i tipovi na pneumaticima ili gusenicama
- Pokreću je električni motori, ako je na šinama ili dizel motori ako je na pneumaticima ili gusenicama
- Montira se uz pomoć autodizalice
- Postoje i toranjske dizalice koje se same montiraju
- Što je na većoj udaljenosti od tornja, to se može podići manji teret
- Stabilnost se postiže balastom i kontrategovima

- Komandna kabina najčešće se nalazi na vrhu tornja i okreće se zajedno sa krakom dizalice kako bi kranista imao najbolju preglednost. Ima i rešenja sa daljinskim upravljanjem što je pogodno ukoliko se dizalica upotrebljava za montažne radove. Osnovne karakteristike dizalice su brzine dizanja, okretanja i kretanja. Obzirom da je koštanje radnog časa dizalice veoma skupo to se danas teži proizvodnji dizalica koje se lako montiraju i transportuju.

Prednosti i mane toranjskih dizalica

- Relativno dug i skup proces montaže
- Jednom montirana je veoma ekonomična

Osnovne dimenzije toranjske dizalice

- Horizontalni dohvat je od 25 do 65 m
- Visina je do 100 m
- Nosivost se meri u [KNm]

Vreme ciklusa

- Operacije
 - zahvatanje tereta
 - dizanje
 - okretanje tornja
 - horizontalno pomeranje
 - spuštanje tereta
 - istovar
 - dizanje praznog suda
 - okretanje tornja
 - horizontalno pomeranje
 - spustanje praznog suda

Vreme ciklusa

- Vreme ciklusa se kreće od 90 do 240 sekundi
- Vreme ciklusa zavisi i od daljine prenosa

$$T_c = 90 - 240 \text{ s}$$

Praktični učinak toranjske dizalice

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot (k_v \cdot k_p \cdot k_r)$$

- Radni organ je korpa u koju se smešta teret
- Radni organ može biti i kuka na koju se veša teret
- Tada se q izražava u KN i učinak se dobija u [KN/h]

11. Autodizalice

KORPA U KUKA

Autodizalice su razvijene u cilju postizanja što veće pokretljivosti dizalica, kao i omogućavanja skoro trenutnog puštanja u pogon.

- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Koristi se za podizanje velikih tereta i za male obime posla
- Sastoji se od kamionske šasije na kojoj je montirana dizalica velike nosivosti
- Zbog dobre pokretljivosti, dohvat može biti manji nego kod toranjske dizalice
- Nosivosti od 30 do 4000 KN
- Krak za podizanje je po pravilu teleskopski
- Da bi se sprečilo preturanje, imaju stabilizatore koji povećavaju širinu oslanjanja. Ova vrsta dizalica nije pogodna za kinematičku montažu tj. montažu u pokretu. Za rad u pokretu treba odabrati dizalicu na gusenicama.
- Mogu se kretati brzinom od 40 do 80 [km/h]

- Pogon je dizalice je obično kombinovan - hidraulički i mehanički
- Za zaštitu od preopterećenja postoje posebni osigurači
- Postoje i posebni terenski modeli
- Dizalice se ne mogu pomerati tokom podizanja tereta
- Ako je potrebno pomeranje pod teretom, koriste se specijalni modeli sa gusenicama

Vreme ciklusa

- Operacije
 - zahvatanje tereta
 - dizanje
 - izduženje kraka
 - okretanje kraka
 - spuštanje tereta
 - istovar
 - dizanje praznog suda
 - okretanje kraka
 - skraćanje kraka
 - spustanje praznog suda

Vreme ciklusa

- Često se dizalica tako postavlja da nije neophodno skraćanje i izduženje kraka
 - Vreme ciklusa se kreće od 50 do 400 sekundi
 - Vreme ciklusa zavisi i od daljine prenosa i vrste tereta koji se prenosi
- Praktični učinak autodizalice

$$J_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r$$

- Radni organ je korpa u koju se smešta teret
- Radni organ može biti i kuka na koju se veša teret
- Tada se q izražava u KN i učinak se dobija u [KN/h]

12. Betonske pumpe

Pumpe za beton su mašine koje služe za transport betona cevnim vodovima. Primenom specijalnih dodataka (aditiva) i ispravnim rešenjem granulometrije danas je moguće uspešno transportovati skoro sve vrste betona.

- Mašina sa kontinualnim dejstvom
- Potreban je posebno pripremljen, "plastičan" beton
- Mogu biti stabilne, prenosne i samohodne
- Stabilne pumpe pokreće električni motor a prenosne i pokretne dizel motor
- Maksimalni dometi su 300 m u daljinu i 80 m u visinu
- Najčešće se koriste pumpe na šasiji kamiona, na dizel pogon, koje imaju znatno manji domet, ali su veoma pokretne
- Pumpanje se obavlja putem dva klipa ili posebnim mehanizmom za "gnječenje"
- Veoma je bitno kvalitetno održavanje
 - podmazivanje pre upotrebe
 - čišćenje posle upotrebe
- Veoma je bitno pravilno uskladiti rad automešalice i pumpe za beton da ne bi dolazilo do zastoja
- Osnovne karakteristike savremenih pumpi za beton su sledeće
 - velika manevarska pokretljivost, brzina kretanja im je do 80 km/h

- velika brzina stavljanja u pogon
- puna samostalnost u radu, jer imaju sopstveni izvor energije
- veoma lako rukovanje jer se primenjuju hidrauličke komande
- malo habanje, jer se klip kreće u vodenom mediju

Učinak pumpe za beton

$$U_p = U_t \cdot k_v \cdot k_r$$

PAZI

- U_t se određuje merenjem ili na osnovu podataka proizvođača

13. Fabrike betona

BUBAHO

Fabrike betona primenjuju se kod velikih betonskih radova gde se zahtevaju učinci veći od 25 do 30 m³/h kroz duži vremenski period. Najbitnije je obezbediti ravnomerno snabdevanje fabrike betona agregatom i cementom kako bi se omogućio kontinuitet u radu.

- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Sastoji se od jedne ili više mešalica za beton, boksova za agregat, silosa za cement, uređaja za doziranje komponenti i uređaja za utovar svežeg betona u transportno sredstvo
- Beton za velike objekte se uvek spravlja u fabrikama betona
- Fabrika betona može imati i druge uređaje
 - rezervoare za aditive
 - uređaje za doziranje aditiva
 - uređaje za grejanje i/ili hlađenje agregata ili vode
 - uređaji potrebni za ispitivanje betona
- Doziranje se obavlja:
 - zapreminski (zastarelo)
 - težinski (savremeno)
- Spravljanje betona se vrši u mešalici
- Betonske mešalice su kapaciteta od 1000 l i naviše
- Njihov broj kreće se od najmanje dva do najviše četiri komada
- Mešalica se sastoji od bubnja koji se okreće
- Ako se smeša meša na osnovu sopstvene težine, to je slobodno mešanje
- Ako se smeša meša uz pomoć sistema lopatica, koje se samostalno kreću, to je prinudno mešanje

Fabrike betona

- Moguće je dodavanje vodene pare umesto vode kada je neophodno betonirati na niskim temperaturama
- Mešalice se prazne ili preko posebnih otvora ili "preturanjem"

Vreme ciklusa

- Potrebno je odvojeno posmatrati delove ciklusa

$$T_c = t_u + t_m + t_i + t_{ma}$$

- t_u - vreme utovara - 10÷30 sekundi
- t_m - vreme mešanja - 60÷150 sekundi
- t_i - vreme istovara - 15÷30 sekundi
- t_{ma} - vreme manipulacije - 35÷60 sekundi

Praktični učinak fabrike betona

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \cdot k_p \cdot k_r$$

- Radni organ je bubanj mešalice
- Vreme ciklusa se kreće od 120 do 270 sekundi

- Često se U_i ne računa, nego se meri ili usvaja na osnovu preporuke proizvođača

14. Perivibratori

~~NE POSTOJI RADNI ORGAN~~

Perivibratori dejstvuju u samoj betonskoj masi pa imaju najefikasnije dejstvo.

- Mašina sa cikličnim dejstvom
- Sastoje se od "igle" koja uranja u svež beton, vibrira i time zbija beton
- Obično najefikasniji način za zbijanje betona
- Obično se spušta ručno u svežu betonsku masu
- Veći broj igala se može povezati radi postizanja većih učinaka
- Takve pakete poslužuje kran ili mali dozer
- Pogon može biti električan, benzinski, dizel ili putem komprimovanog vazduha
- Vibracije se u iglu unose ili preko motora koji se u samoj igli (kod električnog pogona) ili kroz fleksibilno crevo (u ostalim slučajevima)
- Radni organ perivibratora ne postoji, ali se zato računa zapremina zone koja se obrađuje u jednom prolazu
- $q = 2 R^2 d$ gde su:
 - R - radijus dejstva
 - d - debljina sloja

IGLA

Postoji radni organ!

računa se dejstvo perivibratorne igle!

- R i d se dobijaju iz tabela za određene prečnike igala

Vreme ciklusa

- Potrebno je odvojeno posmatrati delove ciklusa

$$T_c = t_o + t_p$$

- t_o - vreme obrade - 30÷40 sekundi
- t_p - vreme premeštanja - 10÷15 sekundi

Praktični učinak perivibratora

$$U_p = \frac{T}{T_c} \cdot q \cdot k_v \quad 2 = 2R^2d$$

- Ne koriste se k_r i k_p
- Vreme ciklusa se kreće od 40 do 60 sekundi

15. Troškovi mehanizovanog rada

Utvrdjivanje troškova mehanizovanog rada ima dvojaku svrhu:

- 1) Utvrđivanje najekonomičnije varijante pri užem izboru mašina
- 2) Određivanje troškova proizvodnje (odnosno, prodajne cene građevinske usluge) na osnovu izvršenog užeg izbora mašina

Kod proračuna troškova mehanizovanog rada polazi se od jedinice koja je "koštanje radnog časa mašine"

Troškovi mehanizovanog rada mogu se podeliti u dve osnovne grupe:

1. Troškovi osnovnog sredstva koji obuhvataju: E_{OS}

Troškove amortizacije E_{AM}

Investiciono održavanje E_{INV}

Kamata i osiguranje E_{KIOS}

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

2. Eksploatacioni troškovi u koje spadaju

E_E

Troškovi održavanja mašina E_{TO}

Troškovi habajućih delova E_{HAD}

Troškovi pogonske energije i maziva E_{MPE}

$$E_E = E_{TO} + E_{HAD} + E_{MPE} + E_{MAR} + E_{LS}$$

~~15~~

Troškovi rukovaoca i pomoćnog osoblja E_{RS}

Da bi se dobila prodajna cena radnog časa mašine treba zbir troškova osnovnih sredstava i eksploatacionih troškova pomnožiti sa faktorom kojim se obuhvataju troškovi režije i dobiti i to uvećati za deo jednokratnih troškova

E_{OS}

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

1. Troškovi osnovnog sredstva obuhvataju sve one troškove koji su vezani za mašinu kao imovinu, bez obzira na uslove rada. Ti troškovi ne zavise o vremenu i obavezni su bez obzira da li se mašina nalazi u radu ili ne. U ovu grupu troškova spadaju i troškovi koji su vezani za određeno mesto rada, gradilište, a obuhvataju transport, odnosno dopremu mašine, postavljanje, puštanje u pogon i otpremu mašine u bazu.

Troškovi amortizacije E_{AM}

$$E_{AM} = \frac{NV}{\text{broj godina}}$$

Troškovi amortizacije (ili otpisa mašine) omogućuju da se radom mašine realizuju finansijska sredstva za nabavku nove, takve mašine. Jedini ispravan način obračuna amortizacije (otpisa) je takav da se on vrši proporcionalno trošenju mašine kao osnovnog sredstva. U okviru otpisa mašine nužno je definisati i vek trajanja za svaku pojedinačnu vrstu mašina. Pod time se podrazumeva onaj broj radnih časova koji neka mašina može da ostvari u radu pod normalnim uslovima.

Troškovi investicionog održavanja E_{INV}

Ovi troškovi obuhvataju srednje i velike (generalne) opravke.

Uobičajeno je da se obračun vrši godišnje i to u procentu od nabavne vrednosti mašine. Kod nas ti procenti iznose

- za mašine 10%
- za vozila 12%

$$E_{KIOS} = 0,10 \frac{NV}{\text{broj godina}}$$

Troškovi kamate na osnovna sredstva E_{KIOS}

Ovi troškovi obračunavaju se na "sadašnju vrednost" osnovnih sredstava, tj. onu koja se krajem godine dobila nakon odbijanja vrednosti godišnjeg otpisa (amortizacije). Ipak, kod izrade kalkulacija radnog časa, najčešće se operiše sa srednjom vrednošću osnovnih sredstava, koja zavisi o veku trajanja osnovnog sredstva. Srednja vrednost može se izračunati pomoću obrasca

$$C_s = \frac{C_n \cdot (n+1)}{2 \cdot n}$$

Gde je:

- C_n nabavna vrednost osnovnog sredstva
- n vek trajanja osnovnog sredstva u godinama

E_E

$$E_E = E_{RS} + E_{KIOS} + E_{INV} + E_{TO} + E_{MAZ}$$

2. Eksploatacioni troškovi obuhvataju one troškove koji su neposredno u vezi sa mašinom tokom njenog proizvodnog rada. Ovde ulaze:

- troškovi održavanja (male i srednje popravke i dnevni servis, pranje i podmazivanje) $E_{TO} = 1\% \frac{NV}{15000}$
- troškovi habajućih delova (gume kod mašina na pneumaticima i kod vozila, zubi sečiva kod bagera, dozera...) $E_{MAZ} = N \cdot g_s \cdot K_o \cdot C_{MAZ}$
- troškovi pogonske energije, maziva i pomoćnog materijala $E_{MAZ} = N \cdot g_m \cdot K_o \cdot C_{MAZ}$
- troškovi rukovaoca mašina i njihovih pomoćnika E_{RS}

Svežona



Jednokratni troškovi J_T

$$J_T = (0,0002 - 0,10) NV$$

Jednokratni troškovi odnose se na rad mašine na nekom određenom gradilištu, te je potrebno tačno utvrditi koliko će iznositi vreme rada u časovima, da bi se moglo odrediti koliki će biti iznos tih troškova po jednom radnom času mašine.

U jednokratne troškove spadaju svi troškovi pri transportu mašine na gradilište, kao i njeno stavljanje u radni pogon na samom gradilištu. Ukoliko se tokom transporta vrši i promena sistema transporta (npr. kombinacija drumskog, železničkog i dr.) potrebno je svaki put obračunati i troškove pretovara.

Uz troškove transporta sa manipulacijom, treba obračunati i troškove postavljanja mašine na radno mesto, kao i troškove puštanja u pogon. To može biti i montaža, ako se radi o dizalicama (npr. ako je u pitanju toranjaska dizalica), ili ako se radi o postrojenjima, kao što su drobilane sa separacijama, fabrike betona, asfaltne baze i sl. U takvim slučajevima puštanje u pogon obuhvata tzv. probni pogon, koji nekada može trajati i više nedelja. U jednokratne troškove tada treba obračunati i troškove stajanja (nerada) mašina za vreme probnog rada, jer se one troše a troše i pogonsku energiju a ne proizvode.

Kod savremenih mašina koje su na pneumaticima i koje su samohodne, jednokratni troškovi mogu da obuhvate samo troškove transporta.

U slučaju da se mašina tokom rada na gradilištu koristi na više radnih mesta, kao što može biti slučaj sa mešalicama za beton, kompresorima, dizalicama i sl. treba obračunati i troškove premeštanja, sem ukoliko oni nisu zanemarljivi.

Po pravilu, u jednokratne troškove treba uneti i troškove vraćanja mašine u bazu (démontaža, manipulacija, transport).

Troškovi održavanja E_{TO}

Troškovi održavanja se procenjuju i utvrđuju na osnovu iskustvenih podataka kod izvršenja istih ili sličnih radova. Mogu se koristiti i preporuke proizvođača, koji se opet baziraju na velikom broju statistički obrađenih podataka. Troškovi održavanja obuhvataju male i srednje popravke i dnevni servis, pranje i podmazivanje. Oni zavise od:

- konkretne mašine
- uslova rada
- kvaliteta održavanja

Troškovi habajućih delova E_{HAB}

$$E_{HAB} = 1,10 \frac{NV}{\text{veka trajanja}} \approx E_{TO}$$

U ove troškove svrstavaju se troškovi zamene i održavanja guma (pneumatika) kao i troškovi zamene metalnih delova izloženih neposrednom habanju, kao što su zubi i sečiva na iskopnim i utovarnim organima, čelična užad, čeljusti drobilica, lopatice sa mešalicama, lamele za prenos snage i sl.

Troškovi održavanja i zamene guma kod drumskih vozila obračunavaju se po jednom preveženom tona-kilometru (kod transportnih preduzeća i transportnih usluga) ili po radnom času (kod građevinskih mašina). Obračun troškova i zamene guma kod drumskih vozila vrši se na bazi veka trajanja guma (pneumatika). Da bi se primenio proračun koštanja po radnom času, mora se obaviti transformacija veka trajanja guma u km u zavisnosti od eksploatacione brzine po radnom času, po sledećoj formuli:

$$\text{Troškovi zamene guma} = 1,10 * (\text{Nabavna vrednost guma} / \text{Vek trajanja guma})$$

Faktor 1,10 obuhvata vrednost rada pri zameni pneumatika

Ovim troškovima pripadaju i troškovi zamene zubaca kod kašike bagera, rijača ili dozera i ojačanog dela noža mašina za zemljane radove, ali ih treba podeliti sa brojem eksploatacionih sati kako bili svedeni na efektivni sat rada.

Troškovi energije E_{ENERG} , E_{MAZ}

Kod proračuna utroška pogonske energije odvojeno se postupa u slučaju kada je pogon pomoću elektromotora, odnosno kada se radi o motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. U oba slučaja uzima se u obzir da li je mašina, odnosno pogonski motor, potpuno ili delimično opterećen. Kako se kod mašinskog rada uzima u obzir korišćenje radnog vremena preko odgovarajućeg koeficijenta, na isti način treba i kod proračuna utroška energije o tome voditi računa.

Opšti obrazac za proračun utroška goriva ima oblik:

$$G = N_n \cdot g \cdot k_t$$

gde su:

- N_n - nominalna snaga motora
- g - specifična potrošnja energije (goriva)
- k_t - koeficijent potrošnje, kreće se od 0,45 do 0,75 (srednja vrednost oko 0,60) analogno koeficijentu korišćenja radnog vremena

Uobičajeno je da se troškovi maziva i rad na podmazivanju mašina uzima u iznosu od 10% od vrednosti mašina.

Troškovi radne snage E_{RS}

Za proračun troškova radne snage potrebno je znati kakva se kvalifikacija zahteva za određenu vrstu mašine, kao i koji je broj radnika u posadi. Radnik je plaćen za svaki sat koji provede na gradilištu, radila mašina ili ne.

Na raznim vrstama mašina rade rukovaoci različitog nivoa stručnosti. Nivo stručnosti kod radnika definiše se kategorijom od I do IX. I kategorija je potpuno nekvalifikovani radnik i ova kategorija je praktično nestala sa gradilišta, dok IX kategorija radnika podrazumeva iskusnog VKV radnika, što je rang više škole. Rukovaoci mašina su obično nivoa od VII pa na više.

U trošak radne snage ne spada samo plata već i prevoz radnika, topli obrok kao i zakonske dažbine državi u kojoj se radi.

16. Pouzdanost, efektivnost i gotovost sistema

Pouzdanost sistema je verovatnoća da će sistem obavljati funkciju u posmatranom periodu vremena i u datom okruženju

$$0 \leq R(t) \leq 1$$

Gotovost sistema $G(t)$ je verovatnoća da će u posmatranom trenutku vremena t sistem biti spreman da obavi svoju funkciju.

$$0 \leq G(t) \leq 1$$

Funkcionalna podobnost sistema F_p je verovatnoća da će se sistem prilagoditi uslovima okruženja nakon započinjanja obavljanja funkcije.

Efikasnost sistema $E(t)$ je verovatnoća da će u posmatranom trenutku vremena t sistem biti spreman da uđe u funkciju, da je obavi i da se prilagodi uslovima okruženja.

$$E(t) = R(t) - G(t) \cdot F_p$$

17. Funkcija otkaza $F(t)$, pouzdanosti $R(t)$, raspoloživosti $A(t)$ i održavanja $M(t)$

Građevinske mašine predstavljaju složene veštačke sisteme koji se sastoje od određenog broja podsistema odnosno komponenata. Raspoloživost sistema (mašine) predstavlja verovatnoću da se sistem (mašina) nalazi u operativnom stanju u nekom trenutku vremena.

Da bi se došlo do matematičke formulacije raspoloživosti građevinskih mašina kao zasebnih sistema moraju se prethodno definisati sledeći pojmovi:

Operativno stanje sistema (mašine) predstavlja stanje u kojem je mašina ispravna i može obavljati svoju funkciju, odnosno mašina može ostvariti sračunati praktični učinak.

Neoperativno stanje sistema (mašine) predstavlja stanje u kojem je mašina u otkazu i zamenjuje se novom (neodržavani sistemi) ili se nalazi na opravci (održavani sistemi).

Otkaz predstavlja promenu stanja sistema (mašine) koja dovodi do prekida u radu mašine i prelaska iz operativnog u neoperativno stanje.

Opravka predstavlja aktivnost kojom se sistem (mašina) vraća iz neoperativnog stanja (otkaza) u operativno stanje.

Neodržavani sistemi (mašine) su sistemi (mašine) koji se posle pojave otkaza ne opravljaju nego zamenjuju novim. Otkaz predstavlja promenu stanja sistema (mašine) koja dovodi do prekida u radu mašine i prelaska iz operativnog u neoperativno stanje.

Uticaji koji dovode do otkaza mogu biti:

- sistemski (greške izrade, montaže, postavljanja ...)
- slučajni (nestabilnost parametara sistema i nestabilnost uslova okoline)
- monotono dejstvujući (procesi habanja, izmena svojstva materijala ...)

Otkazi mogu biti uslovljeni:

- karakterom izmena parametara sistema (iznenadni i postepeni otkazi)
- kvalitetom delova sistema (nezavisni i zavisni)

Konačno, otkaz može biti:

- potpun (radna sposobnost pada na nulu)
- delimičan (radna sposobnost je ispod donje granice funkcije)

Za neodržavane sisteme (mašine) je karakteristična sledeća situacija:

U intervalu vremena, u istim uslovima, n komponenata istog tipa vrše svoju funkciju. U posmatranom intervalu od toga broja otkazalo je n_f komponenta.

U tom slučaju, za neodržavane sisteme moguće je definisati sledeće karakteristične funkcije:

- F - funkcija nepouzdanosti
- R - funkcija pouzdanosti
- f - gustina verovatnoće otkaza
- MTTF - očekivano vreme pojave otkaza (Mean Time To Failure)
- λ - intenzitet otkaza

Održavani sistemi (mašine) su sistemi (mašine) koji se posle pojave otkaza opravljaju kako bi sistem ponovo došao u operativno stanje. Opravka predstavlja aktivnost kojom se sistem (mašina) vraća iz neoperativnog stanja (otkaza) u operativno stanje.

Održavanje obuhvata preventivne preglede, opravku ili zamenu komponenata koje su otkazale, kao i druge mere regulacije parametara sistema u dopustivim granicama njihovih promena. Vrsta i trajanje opravke zavise od vrste otkaza, tipa elementa ili komponente, raspoložive rezerve i mogućnosti da se elementi ili komponenta brzo zameni.

Za održavane sisteme karakteristična je sledeća situacija:

U intervalu vremena, u istim uslovima, n komponenata istog tipa vrše svoju funkciju. Na početku intervala n_f komponenata je bilo u otkazu. U posmatranom intervalu opravljeno je n_m elemenata,

U tom slučaju, za neodržavane sisteme moguće je definisati sledeće karakteristične funkcije:

- M - funkcija opravke
- m - gustina verovatnoće opravke
- MTTR - očekivano vreme do izvršenja opravke (Mean Time To Repair)
- μ - intenzitet opravke

Konačno, ako su poznati gore navedeni pojmovi i karakteristične matematičke funkcije koje ih opisuju, može se matematički definisati raspoloživost sistema (mašine). Do nje se stiže analizom održavanog sistema koji se može naći u operativnom ili neoperativnom stanju, kada je sistem u otkazu i nalazi se na opravci.

Na ovom mestu treba istaći razliku između pouzdanosti i raspoloživosti. Oba pojma imaju slične definicije i predstavljaju verovatnoće da će sistem u nekom trenutku biti u funkciji ili ne. Razlike proizilaze iz uslova pod kojima su pojmovi definisani. Pouzdanost važi za sisteme koji se ne održavaju, a raspoloživost za sisteme koji se održavaju. Pošto se neodržavani sistemi ne opravljaju pouzdanost $R(t)$ takvog sistema teži nuli, a raspoloživost $A(t)$ održavanog sistema teži nekoj konstantnoj vrednosti, što se vidi na slici.

Gustina verovatnoće otkaza predstavlja odnos broja komponenti koje su otkazale u intervalu $[t, t+\Delta t]$ i ukupnog broja komponenti na početku intervala.

statistička definicija:

$$\bar{f} = \frac{n_f(t + \Delta t) - n_f(t)}{n \cdot \Delta t} = \frac{\Delta \bar{F}(t)}{\Delta t}$$

probabilistička definicija:

$$f(t) = \frac{dF}{dt}$$

u slučaju da je λ
konstantno:

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

Funkcija otkaza (nepouzdanosti) predstavlja verovatnoću da će do otkaza neke komponente doći pre nekog trenutka vremena t , odnosno da je vreme nastanka otkaza manje ili jednako t .

statistička definicija:

$$\bar{F} = \frac{n_f}{n}$$

veza sa funkcijom pouzdanosti:

$$F(t) + R(t) = 1$$

probabilistička definicija, uz uslov $F(0) = 0$:

$$F(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau$$

u slučaju da je λ konstantno:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Funkcija pouzdanosti predstavlja verovatnoću da će do otkaza neke komponente doći posle nekog trenutka vremena t , odnosno da će komponenta "preživeti" taj trenutak.

statistička definicija:

$$\bar{R} = \frac{(n - n_f)}{n}$$

veza sa funkcijom nepouzdanosti:

$$F(t) + R(t) = 1$$

probabilistička definicija, uz uslov $F(\infty)=1$:

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(\tau) d\tau$$

u slučaju da je λ konstantno:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Funkcija raspoloživosti, ili kraće raspoloživost, predstavlja verovatnoću da se komponenta nalazi u operativnom stanju S1 u nekom trenutku t.

opšti izraz:

$$A(t) = e^{\int_0^t (\lambda(\tau) + \mu(\tau)) d\tau} \cdot \left\{ 1 + \int_0^t \mu(\tau) \cdot e^{\int_0^{\tau} (\lambda(\tau) + \mu(\tau)) d\tau} d\tau \right\}$$

u slučaju da su $\lambda(t)$ i $\mu(t)$ konstantni:

$$A(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \cdot e^{-(\lambda + \mu) \cdot t}$$

u slučaju da su $\lambda(t)$ i $\mu(t)$ konstantni, a t je dovoljno veliko:

$$A(\infty) = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$$

veza sa funkcijom nerasploživosti:

$$A(t) + U(t) = 1$$

Gustina verovatnoće opravke predstavlja odnos broja komponenti koje su opravljene u intervalu $[t, t+\Delta t]$ i broja komponenti koje su bile u otkazu u trenutku $t=0$.

statistička definicija:

$$\tilde{m}(t) = \frac{n_m(t + \Delta t) - n_m(t)}{n_f(0) \cdot \Delta t} = \frac{\Delta \tilde{M}}{\Delta t}$$

probabilistička definicija:

$$m(t) = \frac{dM}{dt}$$

u slučaju da je μ konstantno:

$$m(t) = \mu \cdot e^{-\mu t}$$

Funkcija opravke predstavlja verovatnoću da će komponenta biti opravljena u intervalu vremena $[0, t]$.

statistička definicija:

$$\hat{M}(t) = \frac{n_m(t)}{n_f(t)}$$

probabilistička definicija, uz uslov $F(0) = 0$:

$$M(t) = \int_0^t m(\tau) \cdot d\tau$$

u slučaju da je μ konstantno:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu t}$$

18. Intenzitet otkaza i intenzitet opravke

Intenzitet otkaza predstavlja odnos broja komponenti koje su otkazale u intervalu $[t, t+\Delta t]$ i broja komponentata koje su bile ispravne u trenutku $T=t$.

Razlika između intenziteta otkaza i gustine verovatnoće otkaza je u tome što se intenzitet otkaza računa u odnosu na broj komponentata koje su bile ispravne u trenutku $T=t$, dok se gustina verovatnoće otkaza računa u odnosu na ukupan broj komponentata.

Ukoliko je intenzitet konstantan u toku vremena, onda on predstavlja očekivani broj otkaza u jedinici vremena.

statistička definicija:

$$\hat{\lambda}(t) = \frac{n_f(t + \Delta t) - n_f(t)}{(n - n_f(t)) \cdot \Delta t}$$

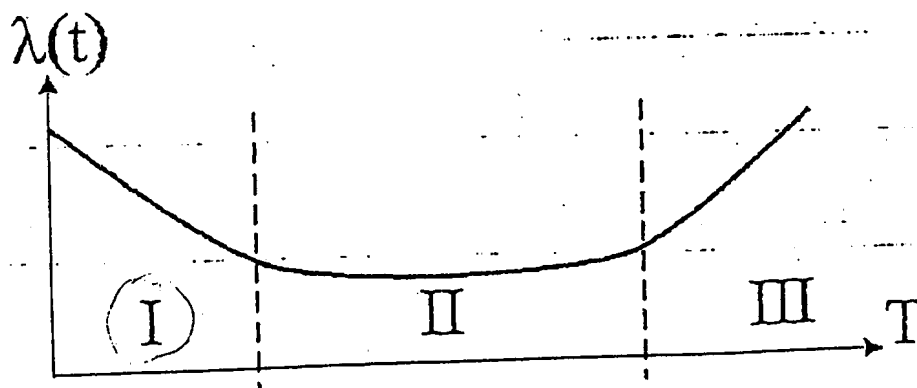
probalistička definicija:

$$\lambda(t) = -\frac{1}{R(t)} \cdot \frac{dR}{dt}$$

Funkcija intenziteta otkaza raznih tehničkih sistema, u koje spadaju i građevinske mašine, a koji su sastavljeni od većeg broja komponentata ima, prema mnogobrojnim statističkim podacima, oblik prikazana na slici.

$$\lambda(t) = \frac{n_f(t + \Delta t) - n_f(t)}{(n - n_f(t)) \cdot \Delta t}$$

$$\lambda(t) = \frac{dN}{dt}$$



Na slici se mogu uočiti tri karakteristična perioda. Period I ili period ranih otkaza (sistemskih otkaza) nastaje usled grešaka u proizvodnji, neadekvatne kontrole ugrađenih elemenata, grešaka i propusta pri sklapanju komponenata ... Period II je period normalnog rada sistema sa intenzitetom koji se u analizama pouzdanosti sistema obično smatra konstantnim. Period III je karakterističan po porastu intenziteta usled dotrajlosti elemenata, zamora materijala, korozije i drugih oštećenja. U ovom periodu je neophodno često zamenjivati i opravljati pojedine komponente, tako da troškovi održavanja i gubici usled zastoja i prekida u radu mašina stalno rastu u toku vremena. Mašina ne može da ostvari planirane učinke i njena dalja upotreba nije više ekonomična, pa je stoga treba zameniti novom mašinom.

Intenzitet opravke predstavlja odnos broja komponenti koje su otkazale u intervalu $[t, t+\Delta t]$ i broja komponenata koje su bile u otkazu u trenutku $T=t$.

Razlika između intenziteta opravke i gustine verovatnoće opravke je u tome što se intenzitet opravke računa u odnosu na broj komponenata koje su bile u otkazu u trenutku $T=t$, dok se gustina verovatnoće otkaza računa u odnosu na broj komponenata koje su bile u otkazu u trenutku $T=0$.

Ukoliko je intenzitet konstantan u toku vremena, onda on predstavlja očekivani broj opravljanih komponenti u jedinici vremena.

statistička definicija:

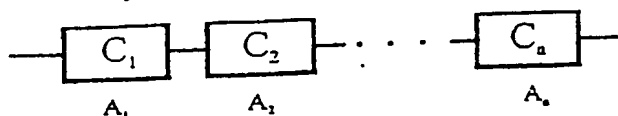
$$\hat{\mu}(t) = \frac{n_m(t + \Delta t) - n_m(t)}{n_f(t) \cdot \Delta t}$$

probalistička definicija:

$$\mu(t) = \frac{1}{1 - M(t)} \cdot \frac{dM}{dt}$$

19. Pouzdanost i raspoloživost sistema sa rednom vezom komponenti

Ako otkaz jedne komponente izaziva otkaz sistema, u pitanju je redna veza



Raspoloživost sistema je manja od raspoloživosti najlošije komponente

Ako su otkazi nezavisni (na primer za zemljane radove), raspoloživost sistema je:

$$R_s = \prod_{i=1}^n R_i$$

$$A_s = \prod_{i=1}^n A_i$$

Nezavisni otkaz neke komponente se dešava nezavisno od toga da li su otkazale ostale komponente ili sistem kao celina, odnosno nezavisno od toga da li se sistem nalazi u operativnom ili neoperativnom stanju.

Nezavisni otkazi odgovaraju situaciji kada se proizvodni proces ne prekida posle prelaska u neoperativno stanje. U tom slučaju sistem mašina nastavlja rad sa smanjenim učinkom ili dolazi do privremenog "nagomilavanja" rezultata rada mašina koje nisu otkazale. U okviru zemljanih radova ovakva situacija nastaje kada se, na primer, materijal iz iskopa nagomilava dok se ne oprave transportna sredstva. Kod betonskih radova ovakva situacija se ne javlja jer se beton ne može "nagomilavati".

Ako su otkazi zavisni (na primer za betonske radove), raspoloživost sistema je:

Zavisni otkazi mogu nastati samo kada se sistem nalazi u jednom od operativnih stanja. Čim sistem pređe u

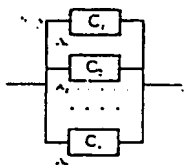
$$A_s = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{A_i} - 1 \right)}$$

neko od neoperativnih stanja, pretpostavlja se da funkcionisanje sistema prestaje dok se ne izvrši opravka.

Zavisni otkazi odgovaraju situaciji kada se proizvodni proces prekida posle prelaska u neoperativno stanje.

18) 20. Pouzdanost i raspoloživost sistema sa paralelnom vezom komponenti

Ako tek otkaz više komponenti izaziva otkaz sistema, u pitanju je paralelna veza



U građevinarstvu paralelna veza komponenata u okviru sistema označava da n mašina istog tipa obavlja jednu istu operaciju. To mogu biti identične mašine sa istim karakteristikama (U_p, λ, μ) ili mašine različitih karakteristika. Bitno je da one mogu obavljati istu operaciju nezavisno jedna od druge. Ovo praktično znači da se paralelna veza javlja gde god se za neku pojedinačnu operaciju angažuje više od jedne mašine. Razlozi za postojanje paralelne veze su dvojaki:

- ne postoji mašina koja sama može ostvariti potreban učinak
- postoji zahtev za većom pouzdanošću sistema

Više bagera angažovanih na istom iskopu ili više kamiona angažovanih na istom transportu mogu biti primeri za paralelnu vezu.

Konvencionalna paralelna veza n komponentata podrazumeva da je dovoljno da je samo jedna komponenta u funkciji da bi sistem obavljao zadatu funkciju. Odnosno, sistem se nalazi u otkazu ako su sve komponente otkazale. Za klasičnu paralelnu vezu nije bitno da li se radi o nezavisnim ili zavisnim otkazima zato što postoji samo jedno neoperativno stanje kada su sve komponente sistema u otkazu. Raspoloživost sistema je veća od raspoloživosti najbolje komponente. Ovo je veoma pouzdana ali i veoma skupa struktura pa je i dosta retka u građevinskoj praksi

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$

$$A_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - A_i)$$

21. Određivanje pouzdanosti složenog sistema redukcijom njegovih komponentata

Sistemi građevinskih mašina su najčešće složene strukture, odnosno u okviru sistema postoji istovremeno redna i paralelna zavisnost. Redukcija sistema predstavlja iterativni postupak koji obuhvata identifikovanje podsistema koji u sebi imaju samo jedan tip zavisnosti i proračun raspoloživosti takvih podsistema. U sledećem koraku podsystem se prikazuje kao jedna komponenta sa proračunatom raspoloživošću. Podsystem može predstavljati i pojedinačna mašina. Posle određenog broja koraka početni sistem se svodi na sistem koji ima samo rednu ili samo paralelnu strukturu komponentata.

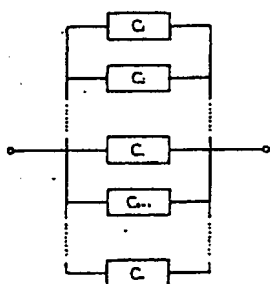
22. "Topla" i "hladna" rezerva komponentata

Paralelna veza sa toplom rezervom

Paralelna veza tipa k/n podrazumeva da je od ukupnog broja komponentata n , propisan minimalan broj komponentata k , koje moraju biti u operativnom stanju da bi sistem mogao funkcionisati. U građevinarstvu broj komponentata k zavisi često od minimalnog zahtevanog učinka sistema.

Ako je u pitanju vruća rezerva, onda preostalih $n-k$ komponentata takođe vrše svoju funkciju, odnosno svih n komponentata rade zajedno. Sistem je u otkazu kada otkaze $n-k+1$ komponentata.

Na slici je grafički predstavljena paralelna veza komponentata sa vrućom rezervom:



Sistem mašina sa vrućom rezervom je neekonomičan zato što se svih n mašina prave troškove svojim radom, bez obzira što je dovoljno da rade samo k mašina. Zato se ovakva struktura primenjuje samo kada postoji zahtev za izuzetnom pouzdaošću sistema, kada je sigurnost sistema važnija od troškova

Paralelna veza sa hladnom rezervom

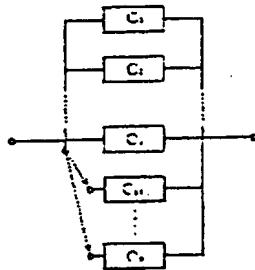
27.

DP42 0316.010

Paralelna veza tipa k/n podrazumeva da je od ukupnog broja komponentata n , propisan minimalan broj komponentata k , koje moraju biti u operativnom stanju da bi sistem mogao funkcionisati. U građevinarstvu broj komponentata k zavisi često od minimalnog zahtevnog učinka sistema.

Ako je u pitanju hladna rezerva, onda preostalih $n-k$ komponentata ne vrše svoju funkciju sve dok k elemenata rade. Kada neki od k elemenata otkáže rezervna komponenta ulazi u funkciju. Sistem je u otkazu kada otkáže $n-k+1$ komponenta.

Na slici je grafički predstavljena paralelna veza komponentata sa hladnom rezervom:



Neophodan uslov za primenu ovakve strukture je mogućnost brzog uključivanja rezervnih elemenata u funkciju.



TRANSPORTNI PROBLEM

LINEARNO PROGRAMIRANJE

Transportni problemi se rešavaju problemi minimizacije koštaka transporta, vredenja transporta, odn. problemi optimalnog izbora poraznista uz definisanje potrebne količina za zadovoljenje potreba za resursima na pojedinim mestima rada.

Da bi se pristupilo formiranju modela neophodno je definisati:

- 1) moguća izvorista, odn. mesta snabdevanja i ($i=1, 2, \dots, n$)
- 2) količine odgovarajućeg resursa A_i ($i=1, 2, \dots, n$) koje se u posmatranom periodu mogu preuzeti na pojedinim izvoristima
- 3) korisnike, odn. pojedina gradovišta - frontove rada j ($j=1, 2, \dots, m$)
- 4) potrebe pojedinih korisnika za odgovarajućim resursom u posmatranom periodu B_j ($j=1, 2, \dots, m$)
- 5) cene koštaka, vredne... (zavisno od funkc. cila transporta) C_{ij} od izvorista i do korisnika j .

$$\text{min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} \cdot X_{ij}$$

FUNK. CILJA

X_{ij} - količina resursa koju treba transportovati od izvorista i do mesta rada j

uslovi ograničenja: $\sum_{j=1}^m X_{ij} = A_i$ ($i=1, 2, \dots, n$) zahtev za potpunim iskoriscenjem mogućnosti izvorista

$\sum_{i=1}^n X_{ij} = B_j$ ($j=1, 2, \dots, m$) zahtev za obezbeđenjem potrebne količine resursa svim korisnicima u posmatranom periodu.

ključni uslov kod zatvorenog problema:

$$\sum_{i=1}^n A_i = \sum_{j=1}^m B_j$$

ukupan broj uslova ograničenja je $m+n-1$

$$\sum_{i=1}^n A_i \neq \sum_{j=1}^m B_j$$

otvoreni transportni problem - javlja se u situaciji kada su mogućnosti i ukupna proizvodnja svih izvorista u posmatranom periodu veće od potrošnje korisnika. Uvode se fiktivne stanice, potrošnje k , sa odgovarajućim cila $=0$ ($i=1, 2, \dots, n$), dobivamo zatvoren problem.

- za formiranje početnog rasporeda postoji više metoda, od kojih je jedna FOGELOVA APROKSIMACIJA (metoda kaznenih poena)

Ova metoda podrazumeva princip dodelje "kaznenih poena" za svaku vrstu i kolonu date iteracije. "Kaznene poene" izračunavamo deljenjem dve poznate vrednosti koef. C_{ij} u vrsti, odn. koloni. U koloni, i u vrsti koja ima najmanji vred. kaznenog poena vrši se angažovanje pošta sa min C_{ij} (isto koristeći maksimalno moguću protok odn. angažujući taj transportni putnik najmanju moguću količinu transportnog materijala koja stoji na raspolaganju za preostale neangažovane puteve iz vrste r , odn. kolone k . Ova metoda je najefikasnija.

- potreban broj angažovanih pošta je $m+n-1$

- spec. slučajevi \rightarrow otvoreni transportni problem

\hookrightarrow transportni problem sa ograničenim propisne uoc.

SIMPLEX METODA

LINEARNO PROGRAMIRANJE
(lin. funkc. cila z)
m lin. uslova ograničenja

- GRAFIČKO REŠENJE može da se urodi ako ≤ 2 nepoznate
→ ANALITIČKO REŠENJE $z=0$ NEUTRALNA OSA
podrazumeva sučetne uslova ograničenja na kanonski oblik

- glavno proiv.
→ pomoćne proiv.
→ veštacke proiv.

→ uvođe se da bi svaki uslov ograničenja dobio svoj "reprezentant" u vektoru baznih proiv., a "reprezentant" može biti samo ona proiv. koja se pojavljuje isključivo u jednom od mogućih ograničenja i to sa predznakom plus (+).

- koef. uz veštacku proiv. u funkciji cila je $-M$, pri čemu je M neki dovoljno veliki pozitivan broj. Smisao uvođenja veličine M je u tome da se iterativnim postupkom iz vektora baznih proiv. eliminišu veštacke proiv. Da bi postupak bio u tome efikasan, za vel. M se uzimaju vrednosti jedn. vel. 100 ili 1000.

- ključna kolona - kolona za koju $z_j - c_j$ ima najveću negativnu vred. po apsolutnoj vred.
→ ključna vrsta - vrsta za koju θ_i ima najmanju nenegativnu vred.
→ ključni broj - u preseku K.V. i K.K. : mora biti > 0 , ukoliko je ≤ 0 onda se bira druga vrsta za K.V.

$$z_j = \sum_{i=1}^m (c_{bi} \cdot b_i) \quad z_j = \sum_{i=1}^m (c_{bi} \cdot a_{ij}) \quad \theta_i = \frac{b_i}{a_{ik}} \quad S_i = b_i + \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

x_{bi} - bazna proiv. u uslovu i

c_{bi} - koef. uz baznu proiv. u funkc. cila

$$a_{ij}^{(p+1)} = a_{ij}^{(p)} - \frac{a_{ij}^{(p)} \cdot a_{ik}^{(p)}}{a_{kk}^{(p)}} \quad \begin{matrix} a_{ij} & a_{ik} \\ a_{ij} & a_{kk} \end{matrix}$$

- Rešenje je optimalno ako u vrsti $z_j - c_j$ nema negativnih vrednosti

$$\min Z = -\max(-Z)$$

$$\begin{array}{r} 2.55 \\ 2.55 \\ \hline 5.10 \end{array}$$

gantogram - poželjnost
 - do je rane / kasne datume odvijanje aktivnosti
 - aktivnost se prevoditi u ličnu aktivnost
 - poželjnost linije odgovara ranu datuma poželjnost i kasne aktivnosti
 - vremenska rezerva se prevoduje kao rastanak aktivnost do kasne

Procene vezane za organizaciju radova

- Da bi mogli da donosimo odluke moramo da procenimo posledice
- Glavne karakteristike koje se procenjuju su
 - novac
 - resursi
 - vreme

Analiziranje projekta

- Da bi se sagledao obim posla treba da razložimo projekat na delove
 - na osnovu pozicija
 - na osnovu aktivnosti
- Pozicije se utvrđuju na osnovu predmera
- Aktivnosti se utvrđuju na osnovu poznavanja tehnologije

Predmer

- Svaki projektant je dužan da kao deo projekta isporuči i predmer
- Predmer sadrži opise i količine radova koji treba da se izvrše da bi se objekat završio
- Predmer se radi na osnovu gotovog projekta
- Primer predmera je specifikacija armature

Sadržaj predmera

- Pozicije predmera opisuju pojedine radove
- Pozicije su grupisane po vrstama radova (betonski, armirački, ...)
- Pozicije bi trebale da budu standardne da bi mogle da se upoređuju različiti predmeri
- Često se koristi naziv "specifikacija"

Osobine predmera I

- Opisi pozicija treba da budu kratki i razumljivi
- Iste pozicije koje se pominju na raznim mestima u predmeru treba da imaju isti opis
- Poželjno je da se opisi sličnih pozicija formiraju na osnovu zajedničkog korena i dodatke razlike

Osobine predmera II

- Pozicije ne prate tehnološku strukturu (armatura, oplata i beton su potpuno različite pozicije) Standardizacija predmera

- Pozicije prate resursa (materijala i radnika)
- Detaljnost predmera je posledica detaljnosti projekta
- U svetu postoji veliki broj standardnih specifikacija za pojedine vrste radova
- Pojedini veliki investitori propisuju opise pozicija koje moraju da poštuju projektanti kada rade za njih
- Kod nas postoje propisi koji opisuju šta treba da sadrži standardna pozicija radova (betoniranje, postavljanje pločica, ...)

Šifriranje pozicija

- Da bi pozicije standardnih specifikacija mogle da se razvrstavaju i porede treba da budu šifrirane
- Postojanje šifara je vezano za standardne specifikacije
- Kod nas se koriste "Komgrap"-ove norme

Rad sa nestandardizovanim predmerima

- Moraju da se šifriraju da bi bila moguća računarska obrada
- Obično zavise od pamćenja i iskustva "predmeradžije"
- Teško uporedljivi međusobno, čak i u okviru jednog predmera
- Često su privatna interpretacija nekih standardnih normi

Rad sa standardizovanim predmerima I

- Ako su dobro šifrirani, veoma pogodni za računarsku obradu
- Ne postoje standardni predmeri koji uvek sadrže sve pozicije
- Moguće su dopune, ako se poštuje logika šifriranja
- Standardizovani predmeri moraju da se dopunjavaju vremenom

Rad sa standardizovanim predmerima II

- Nepogodni za rad u ranoj fazi projektovanja
- Često neprimenljivi za opremu

Količine

- Uz svaku stavku predmera se navodi količina radova
- Tokom izvođenja radova te količine se kontrolišu na licu mesta i podležne su korekcijama

II kolokvijum

Rad sa predmerima

- Obično su osnova za ugovaranje, kontrolu i naplatu radova.
- Ako nisu računarski obrađeni, kontrola i naplata može da bude veoma teška

Predračun

- Predmer u koji su uključene jedinične cene
- Cene za iste pozicije radova na različitim mestima u predmeru bi trebale da budu iste
- Naplata se bazira na predračunu, koji ne mora da bude u lokalnoj valuti
- Na tačnost predračuna povoljno utiče i zakon velikih brojeva i statistika

Normiranje I

- Da bi se procenile potrebe za novcem, materijalom, radnom snagom i vremenom treba da procenimo utroške
- Utrošci se izračunavaju (slično kao kod mašina) ili se uzimaju iz normi
- Norme mogu biti interne (vezane sa firmu koja normira) ili standardizovane

Normiranje II

- Standardizovane norme su obično vezane za standardizovane specifikacije
- U normama su navedene srednje vrednosti potrošnje radne snage, materijala i mehanizacije za određenu poziciju
- Pozicije koje nisu obrađene u standardnim normama mogu se interpolovati

Normiranje III

- Procena dobijena na osnovu računa mora biti upoređena sa nekim drugim standardom
- Formiranje normi Sve norme su posledica nekih merenja ili iskustva
- Norme nastale merenjem u sebi sadrže i uslove u kojima je merenje obavljano
- Norme nastale iz iskustva sadrže subjektivnu crtu ljudi koji su se bavili normiranjem
- Norme moraju da se koriguju tokom vremena zbog izmena uslova rada

- I kod normiranja na tačnost ukupnog računa povoljno utiče zakon velikih brojeva i statistika

Domaće norme

- Postoje državne ili "Komgrap"-ove norme
- Jedine domaće standardizovane norme
- Veoma zastarele i slabo održavane
- Ugrađen sav jašašluk samoupravnog socijalizma
- Većina predmera bazirana na njima

Norme po svetskim standardima

- Obično interne (firma odgovara samo pred sobom)
- Obično zasnovane na standardizovanim specifikacijama
- Stalno korigovane uvidom u norme konkurencije i kooperanata
- Zasnivaju se na bazama istorijskih podataka

Određivanje cena I

- Procena troškova
- Koriste se rezultati normiranja
- Koristi se baza podataka o tržištu (papirna ili računarska)
- Cene se stalno moraju ažurirati
- Moguće je postojanje internih cena, ali se one moraju kontrolisati i korigovati

Određivanje cena II

- Neophodno je uključiti i prateće troškove
 - cenu transporta
 - poreze
 - neplanirane troškove
 - troškove režije
 - kamate
 - zalihe
 - ...

- Neophodno je uračunati i profit

Određivanje cena III

- Cene se moraju prilagoditi uslovima tržišta
- Oštra konkurencija nam ostavlja malo prostora za profit
- Slaba konkurencija ili postignut nivo cena nam omogućavaju veći profit
- Cene mogu da se spuste ispod nivoa profita samo ako postoji u vidu neki

drugi izvor profita u vezi sa ovim poslom

Pregled

- Procene i analiziranje u upravljanju projektom
- Predmer
 - formiranje
 - nestandardni
 - standardni
 - količine
- Predračun
- Normiranje
 - domaće norme
 - normiranje po svetskim standardima
- Formiranje cena

Procene vezane za organizaciju radova

- Da bi mogli da donosimo odluke moramo da procenimo posledice
- Glavne karakteristike koje se procenjuju su
 - novac
 - resursi
 - vreme

Opšta procedura planiranja (I)

- Proučavanje
 - projektne dokumentacije
 - ugovorne dokumentacije
- Definisanje aktivnosti podizvođača
- Definisanje osnovnih aktivnosti
- Studija tehnologije
- Sagledavanje obima rada
- Korekcije podizvođačkih aktivnosti
- Statički planovi

Opšta procedura planiranja (II)

- Aktivnosti vezane za isporuku materijala i mehanizacije
- Organizaciona struktura
- Analiza troškova
- Dinamički planovi rada
- Dinamički planovi korišćenja resursa
- Dinamički planovi finansija
- Informacioni sistem

Elementi planiranja (I)

- Studija tehnologije građenja
 - osnova svakog planiranja
 - stalno korigovana na osnovu povratne sprege
- Mrežni planovi
 - podela na aktivnosti
 - veze između aktivnosti

- procena vremena
- procena resursa

Elementi planiranja (II)

- Ortogonalni planovi
 - za linijske sisteme
 - predstavljanje usklađenosti
- Organizacione strukture
 - organizacioni nivoi
 - definisanje prava i dužnosti

Analiziranje projekta

- Da bi se sagledao obim posla treba da razložimo projekat na delove
 - na osnovu pozicija
 - na osnovu aktivnosti
- Pozicije se utvrđuju na osnovu predmera
- Aktivnosti se utvrđuju na osnovu poznavanja tehnologije

Poznavanje tehnologije

- Podela operacija na tehnološke celine
- Podela operacija prema organizacionim celinama
- Podela operacija prema merljivosti rezultata
- Podele su zavisne od stepena sagledavanja projektne dokumentacije

Podela na aktivnosti

- Tehnološka celina
- Organizaciona celina
- Merljiva
- Dovoljno jednostavna
 - vezana za nivo izrade projektne dokumentacije
 - vezana za potrebe korisnika
 - vezana za nivo znanja korisnika
- Praktična veština koja zahteva poznavanje tehnologije

Veze između aktivnosti

- Aktivnosti su vremenski uslovljene
 - Neke aktivnosti mogu da počnu tek kada se neke druge završe
 - Neke aktivnosti mogu da počnu tek kada neke druge odmaknu sa radom
 - Neke aktivnosti smeju da se završe tek kada prođe izvesno vreme od završetka nekih drugih

Veze između aktivnosti

- Veze između aktivnosti definiše primenjena tehnologija
- Struktura veza treba da bude dovoljno jednostavna i jasna
 - vezana za nivo izrade projektne dokumentacije
 - vezana za potrebe korisnika
 - vezana za nivo znanja korisnika

Karakteristike aktivnosti

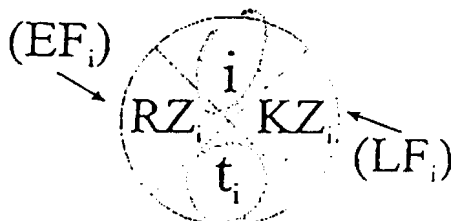
- Trajanje
- Novac
- Radna snaga
- Mehanizacija
- Materijali

Mreža

- Skup aktivnosti povezanih vezama
- Mogu se sračunati
 - potrebna vremena realizacije aktivnosti
 - potrebe za novcem tokom vremena
 - potrebe za resursima tokom vremena
- Kritičan put

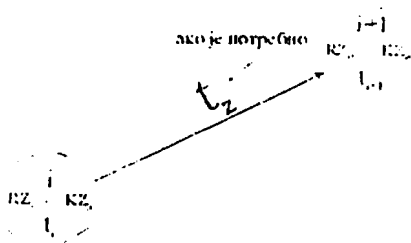
Mrežno planiranje aktivnosti

- Aktivnosti se predstavljaju krugovima



Mrežno planiranje konvencionalna veza

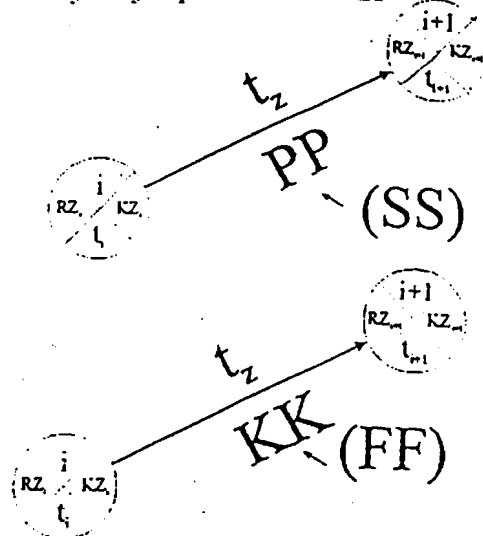
- Veze se predstavljaju linijama



- t_z - vreme zazora
- i - predhodna aktivnost
- $i+1$ - naredna aktivnost

Mrežno planiranje veze PP i KK

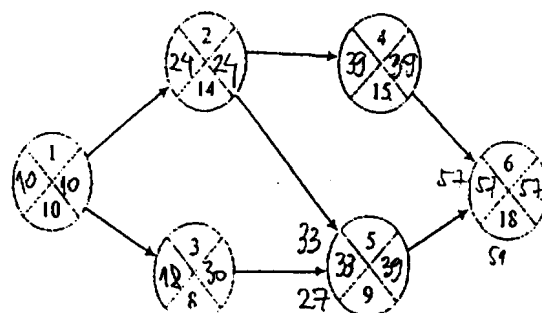
- Veze se predstavljaju linijama na kojima je upisano PP ili KK



- t_z - vreme zazora

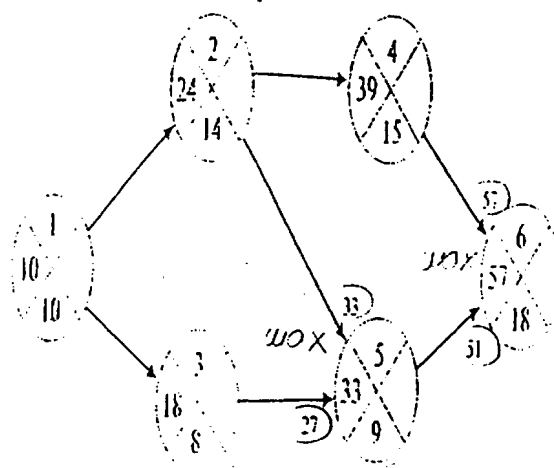
Primer proračuna konvencionalne veze

- Primer mreže



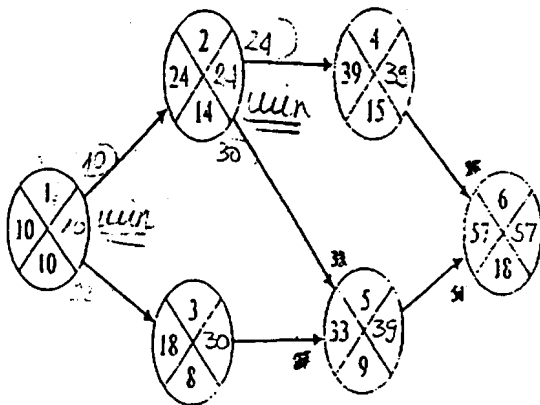
Primer proračuna konvencionalne veze

- Proračun unapred



Primer proračuna konvencionalne veze

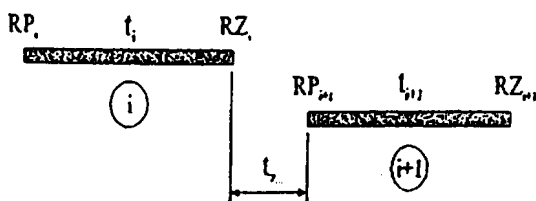
- Proračun unazad



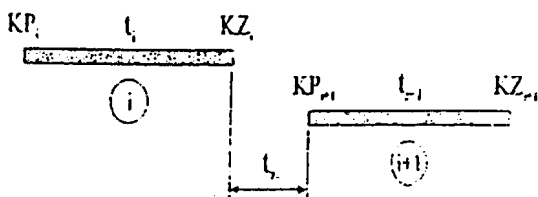
- ✓ Kritičan put i kritične aktivnosti - $RZ=KZ$
- Pomeranje aktivnosti na kritičnom putu pomera ceo projekat

Proračun konvencionalne veze

FS



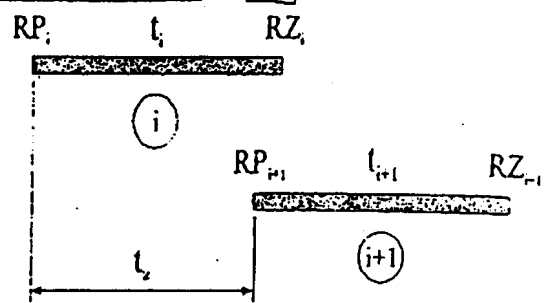
$$RZ_{i+1} = RZ_i + t_2 + t_{i+1}$$



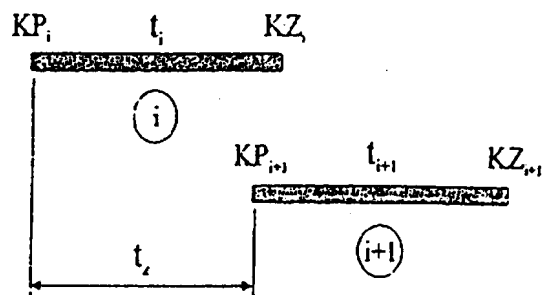
$$KZ_i = KZ_{i+1} - t_{i+1} - t_2$$

Proračun PP veze

SS



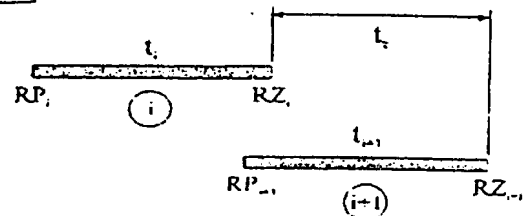
$$RZ_{i+1} = RZ_i - t_i + t_2 + t_{i+1}$$



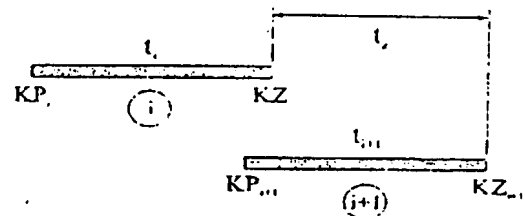
$$KZ_i = KZ_{i+1} - t_{i+1} - t_2 + t_i$$

Proračun KK veze

FF



$$RZ_{i+1} = RZ_i + t_2$$



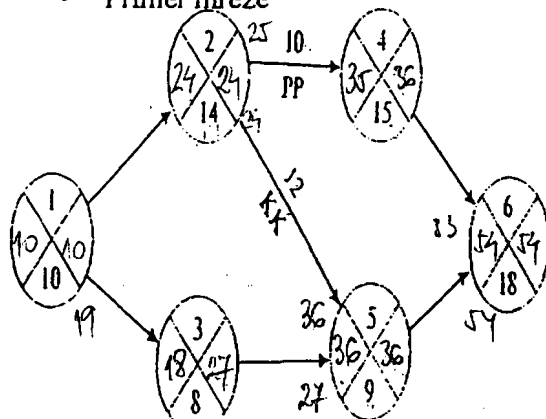
$$KZ_i = KZ_{i+1} - t_2$$

Karakteristike veza

- Svi vremenski zabori imaju smisao "najmanje moguće vrednosti"
- Može postojati više kritičnih puteva
- Kod mreža sa konvencionalnim vezama mora biti kritičnog puta
- Kod mreža sa PP i/ili KK vezama ponekad ne mora biti kritičnog puta

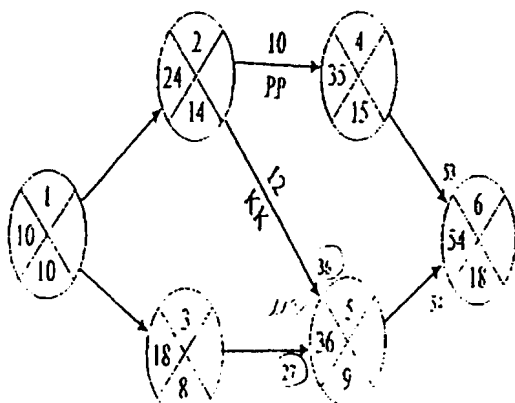
Primer proračuna PP i KK veza

- Primer mreže



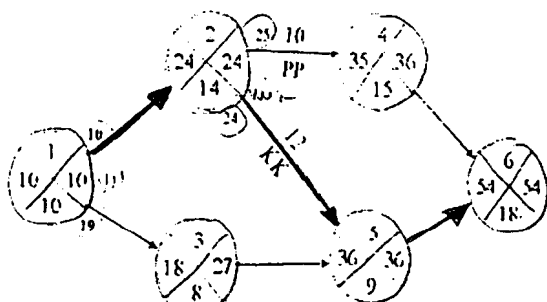
Primer proračuna PP i KK veza

- Proračun unapred



Primer proračuna PP i KK veza

- Proračun unazad



- Kritičan put i kritične aktivnosti - $RZ=KZ$
- Pomeranje aktivnosti na kritičnom putu pomera ceo projekat

Vremenske rezerve

- Ukupna vremenska rezerva

$$T_{u,i} = KZ_i - RZ_i$$

- Vreme za koje aktivnost može da kasni a da se projekat završi na vreme
- Ukoliko aktivnost kasni u okviru ukupne vremenske rezerve, može doći do kašnjenja drugih aktivnosti koje nisu na kritičnom putu

Vremenske rezerve

- Slobodna vremenska rezerva

$$T_{s,i} = \min(RP_{in}) - RZ_i$$

in- indeksi neradnih aktivnosti

- Vreme za koje aktivnost može da kasni a ni jedna druga aktivnost ne pomeri
- Ukoliko aktivnost kasni u okviru slobodne vremenske rezerve, ne može doći do kašnjenja drugih aktivnosti

Vremenske rezerve

- Odnos ukupne i slobodne vremenske rezerve

$$T_{s,i} \leq T_{u,i}$$

- Ako aktivnost nema ukupne vremenske rezerve, nema ni slobodnu
- Aktivnost može da ima ukupnu vremensku rezervu a da nema slobodnu

Vremenske rezerve

- Vrednosti ukupne i slobodne vremenske rezerve

