1. **PRIMJENA PERT METODE NA IZRAĐENI DINAMIČKI PLAN**

Pert metoda je specijalna metoda mrežnog planiranja. Kod ove metode je:

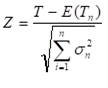
1. trajanje aktivnosti slučajna promjenljiva=Vrijeme trajanja aktivnosti predstavlja slučajnu promjenljivu koja se ponaša po zakonima "beta" raspodjele (Svaka promenljiva X, koja je rezultat eksperimenta ili osmatranja, i uzima brojne vrednosti x sa određenim vjerovatnoćama (0<p<1), naziva se slučajna promenljiva)
2. Za svaku aktivnost pretpostave se 3 vremena, OT, VT, PT, pri čemu OT<VT<PT:
   * + OT (a) – optimističko vrijeme – optimistic duration- vjerovatnoća završetka aktivnosti za kraće vrijeme od OT je <= 5%. PRETPOSTAVITE NAJKRAĆE VRIJEME ZA KOJE MISLITE DA SE MOŽE ZAVRŠITI NEKA AKTIVNOST.
     + VT (m) – najvjerovatnije vrijeme – most likely duration- vjerovatnoća završetka aktivnosti za to ili kraće vreme je 50%. ZA POTREBE OVE TACKE ELABORATA, OVO JE TRAJANJE AKTIVNOSTI DOBIJENO IZ SASTAVA RADNIH BRIGADA
     + PT (b) – pesimističko vrijeme – pessimistic duration - vjerovatnoća završetka aktivnosti za PT je >= 95% PRETPOSTAVITE NAJDUŽE VRIJEME ZA KOJE MISLITE DA SE MOŽE ZAVRŠITI NEKA AKTIVNOST
3. IT izračunato (očekivano) trajanje svake od aktivnosti pojedinačno je takođe slučajna promjenljiva koja ima beta raspodjelu, a računa se:

C:\Users\sneza\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.MSO\E4DA9848.tmp,

* + disperzija za trajanje svake aktivnosti pojedinačno

C:\Users\sneza\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.MSO\6AE1CD96.tmp

1. trajanje projekta je takođe slučajna promjenljiva
   * primjenjuje se centralna granična teorema (iz teorije vjerovatnoće), prema kojoj zbir dovoljnog broja slučajnih promenljivih (koje imaju istu raspodjelu, a koja ne mora biti normalna raspodjela) konvergira Gausovoj raspodeli (normalnoj raspodjeli). Dakle, kako **trajanje projekta**predstavlja zbir slučajnih promjenljivih, odnosno trajanja aktivnosti na kritičnom putu, to će se trajanje projekta ponašati po Gausovoj raspodjeli, iako se pojedinačne aktivnosti ponašaju po "beta" raspodjeli,
2. pod određenim uslovima, ovo nam može poslužiti da proračunamo vjerovatnoću (na osnovu Gausove raspodjele i vrijednosti faktora vjerovatnoće Z) da se projekat završi u nekom zadatom vremenu, ako nam je poznato:
   * **T** – zadata vrijednost (rok građenja)
   * **E(Tn)=E(akt1+akt2+akt....)=IT1+IT2+IT....=TRAJANJE KRITIČNOG PUTA**
   * faktor Z



* + Iz tablica za vjerovatnoću standardizovane slučajne promjenljive koja ima Gausovu (normalnu) raspodjelu očitamo vjerovatnoću za sračunato Z.

Mrežni plan se uradi po pravilima (kao PRESIDENS ili CPM, odnosno i-j), a u analizi vremena se unose izračunata (očekivana) trajanja aktivnosti (IT). Kritični put je i ovdje najduži u mrezi i iznosi E(Tn), ali nam treba i suma disperzija svih aktivnosti na tom kritičnom putu, da bi se sračunao faktor Z. Onda se iz tablica koje vaze za Gausovu (normalnu) raspodjelu, za sračunato Z očita vjerovatnoca koja mu odgovara.

*Napomena: Vise detalja u predavanju u predavanju “P05- Pert metoda 2019-20” i u literaturi B. Trbojević: Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd, 1992.*

* 1. **Sračunati vrijeme izvršenja radova i varijansu**
* Pretpostavljamo da je trajanje aktivnosti koje smo sračunali u sastavu radnih brigada (tačka 4.1.) ujedno najvjerovatnije trajanje aktivnosti (VT)
* Procijeniti OT i PT, pri čemu pretpostavljene vrijednosti za OT i PT ne utiču na tačnost rezultata, ali obavezno mora biti ispunjen uslov OT<VT<PT.
* U tabeli (*ili korišćenjem dostupnog šablona urađenog u excelu*) sračunati IT (izračunato, odnosno očekivano trajanje aktivnosti) i varijansu za svaku aktivnost pojedinačno. Za sve fiktivne aktivnosti uzimamo da je OT =PT=VT, pa je σ2=0, te u tabelu ne moramo unositi fiktivne aktivnosti!

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **r.br.** | **naziv aktivnosti** | **br. radnika iz sastava radnih brigada** | **OT** | **TA iz sastava radnih brigada=VT** | **PT** | **IT=(OT+4VT+PT)/6** | **varijansa aktivnosti (za Pert metodu** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

* 1. **Konstruisati i sračunati mrežni dijagram po PERT metodi**
* Na osnovu zavisnosti aktivnosti iz tačke 4.2 konstruisati mrežni dijagram (**konstrukcija je ista kao u tački 4.2, ali vremena nijesu!**)
* Umjesto trajanja aktivnosti iz sastava radnih brigada, za trajanje aktivnosti na mrežnom planu upisati IT (očekivano, izračunato) trajanje aktivnosti iz tabele. Obavezno na mrežnom planu pored IT za svaku aktivnost upisati i varijanse sračunate prema formuli. Varijanse treba upisati u zagradi pored trajanja aktivnosti.

.

Pretpostavimo da su na ovom planu upisana izračunata (očekivana) trajanja aktivnosti (IT), varijanse za aktivnosti i na osnovu toga sračunati RP, KP, RZ i KZ aktivnosti.

**7 (2,778)**

**7 (2,778)**

**7 (2,778)**

**7 (2,778)**

**7 (2,778)**

**9 (5,444)**

**9 (5,444)**

**9 (5,444)**

**9 (5,444)**

**9 (5,444)**

**12 (10,028)**

**12 (10,028)**

**9 (5,444)**

**4(0,694)**

**4(0,694)**

**4(0,694)**

**4(0,694)**

**4(0,694)**

1

0

0

2

4

4

i

5

16

16

i

i

28

28

3

13

13

4

16

21

i

25

25

i

28

33

i

37

37

i

40

45

i

23

28

i

27

32

i

35

40

i

39

44

i

47

52

i

51

56

i

40

40

i

49

49

i

52

52

i

61

61

i

64

64

i

73

73

i

52

52

i

59

59

i

64

64

i

71

71

i

76

76

i

83

83

i

95

95

**1**

**4(0,694)**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**F2**

**3**

**F21**

**3**

**7**

**7 (2,778)**

**8**

**9**

**F1**

**3**

**F**

**3**

**F**

**3**

**10**

**11**

**12**

**F4**

**3**

**F**

**3**

**F**

**3**

**13**

**14**

**15**

**F6**

**3**

**F9**

**3**

**F5**

**3**

**F8**

**3**

**F10**

**3**

**16**

**17**

**18**

**20**

**21**

**19**

**12 (10,028)**

**F3**

**20**

**F**

**20**

**F**

**20**

**F7**

**3**

**KRITICNI PUTEVI SU:**

K1: 1, 4, F2, 5, F21, 6, F7, 13,F6, 14, F9, 15, F10, 18, 21

K2: 1, 4, F2, 5, F21, 6, F7, 13, F5, 16, 19, 20, 21

K3: 1, 4, F2, 5, F21, 6, F7, 13, F6, 14, F8, 17, 20, 21

*Napomena: u ovom primjeru su iskorišćena vremena iz sastava radnih brigada (što bi trebalo da budu VT), jer mi je tako bilo jednostavnije da crtam, a studenti u elaboratu treba da pišu i računaju mrežni plan sa očekivanim trajanjima aktivnosti IT.*

* 1. **Procijeniti vjerovatnoću da se projekat završi za \_\_\_\_\_\_% kraće vrijeme od sračunatog u tački 5.1**

POSTUPAK:

1. sračuna se slučajna promjenljiva Z (faktor vjerovatnoće), po formuli



T – zadata vrijednost (rok građenja)

E(Tn)- očekivano vrijeme završetka niza od n aktivnosti, pri čemu je

**E(Tn)=**E(akt1+akt2+akt....)=IT1+IT2+IT**....=TRAJANJE KRITIČNOG PUTA**

n – broj aktivnosti na kritičnom putu

1. Ukoliko ima više kritičnih puteva onda im je trajanje isto, ali suma varijansa ne mora biti, pa treba sve te puteve provjeravati, **ili obračunati Z samo za onaj kritični put koji ima najveću sumu varijansi, jer će za taj put biti najmanje Z, a što je Z manje, to je i vjerovatnoća da se projekat završi u nekom zadatom roku manja.**
2. za sračunato Z, u tablicama faktora vjerovatnoće se pronalazi odgovarajuća totalna vjerovatnoća P(Z), odnosno vjerovatnoća da se projekat završi u zadatom roku T , ako smo na mreži sračunali dužinu kritičnog puta E(Tn), i obračunali sumu varijansi za kritične puteve.

# VJEROVATNOČA ZA NORMALNU RASPODJELU (za Standardizovanu slucajnu promjenljivu) i primjena tablica

Funkcija raspodjele vjerovatnoće standardizovane slučajne promjenljive Z sa normalnom raspodjelom

pri čemu važi:

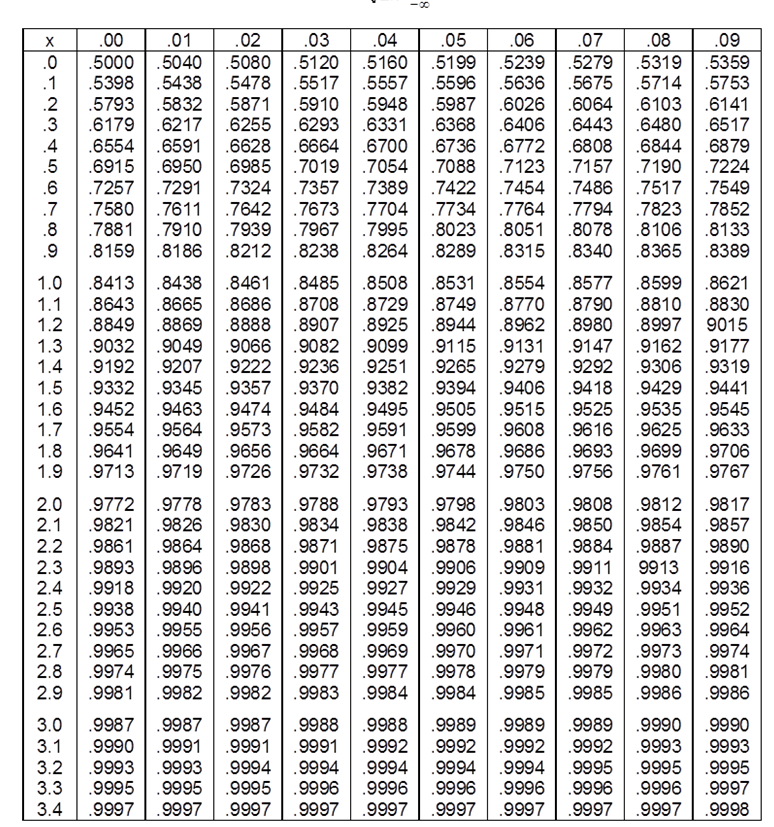
P(Z<z)- vjerovatnoća da slučajna promjenljiva Z uzme vrijednosti manje od neke konkretne vrijednosti z

P(Z<z)=F(Z<z)=šrafirana površina ispod krive f(z), ulijevo od vrijednosti z (od z do -∞)



Vrijednosti F(z) date su u tablicama samo za pozitivne realne brojeve (interval 0<z<3,49), pa se za negativne brojeve koristi jednakost (zbog simetrije krive f(z) u odnosu na z=0):

, odnosno P(Z<-z)=1-P(Z<z)



**PRIMJER**

Pretpostavimo da se traži vjerovatnoća da se naš projekat završi u roku od 80 dana (za elaborat pretpostavite ovo zadato trajanje projekta tako da bude za 10 do 15 % kraće od sračunatog trajanja projekta prema PERT metodi):

* T=80 – zadato trajanje projekta
* E(Tn)=95 – sračunato trajanje projekta= dužina kritičnog puta
* = max (varijansa K1, Varijansa K2, varijansa K3)=max(46,164; 55,332; 50,748)=55,332

**Z=(80-95)/√55,332=-2,0165**

1. kako je Z=-2,0165, odnosno Z<0, ne možemo direktno koristiti gornju tablicu, nego ćemo koristiti jednakost:

, odnosno F(-2,0165)=1-F(2,0165)=1-F(2,02)

1. U presjeku reda x=2,0 i kolone 0,02, odnosno za broj z=x=2,02 očitavamo vjerovatnoću **0,9783, odnosno**

**F(2,02)=0,9783**

1. **Prema gornjoj formuli je onda vjerovatnoća da se naš projekat završi u roku od 80 dana:**

**F(-2,0165)=1-F(2,0165)=1-F(2,02)=1-0,9783=0,0217, odnosno 2,17%**

smatra se da je za F(Z)<0,6 mala vjerovatnoća da se projekat završi na vrijeme.

**ZAKLJUČAK: VJEROVATNOĆA DA SE PROJEKAT ZAVRŠI U ROKU OD 80 DANA JE VEOMA MALA I IZNOSI 1,74%**