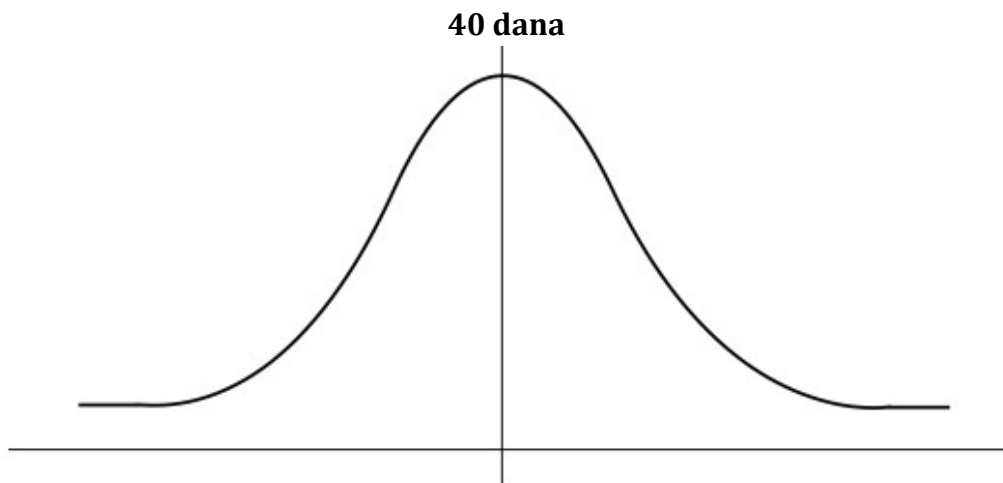


## Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Šta je PERT u projektnom menadžmentu? PERT predstavlja alat koji se koristi u fazi planiranja za procenu trajanja projektnih aktivnosti i projekta u celini. Trajanje projektnih aktivnosti u velikoj meri sadrži neizvesnost. Iz tog razloga je postojala potreba da se razvije metoda koja će omogućiti pouzdanije predviđanje rasporeda na projektu.

Raspodela normalne verovatnoće se vezuje za događaj da se nešto dešava sa verovatnoćom da će se zaista i desiti. Odnosno, u projektnom menadžmentu se pretpostavlja da je trajanje projektnih aktivnosti dovoljno blizu normalnoj raspodeli i da je normalna kriva dovoljno dobra za praktične svrhe.

Pretpostavimo da imamo aktivnost čije je očekivano trajanje 40 dana. Kriva na slici 1. prikazuje verovatnoću bilo kog drugog trajanja. S obzirom da je 40 dana očekivano trajanje aktivnosti, znači da je najveća verovatnoća da će aktivnost trajati 40 dana u odnosu na sve ostale mogućnosti. Drugim rečima, ukoliko su prikazane sve mogućnosti, onda one predstavljaju 100 procenata mogućnosti i 100 procenata verovatnoće. Ili, ukoliko bismo sproveli eksperiment ponavljajući aktivnost 1000 puta, svih 1000 puta bi trajanje aktivnosti bilo između 20 i 60 dana, dok bi najveći broj aktivnosti trajao 40 dana. S obzirom da je nepraktično da ponavljamo aktivnost 1000 puta, samo da bismo otkrili koliko bi trajala, polazimo od pretpostavke da se mnogi fenomeni, uključujući i trajanje aktivnosti, mogu uklopiti u normalnu raspodelu. To znači, da bismo došli do informacije o trajanju aktivnosti, vršimo aproksimiramo srednju vrednost i standardnu devijaciju fenomena.



Slika 1. Normalna raspodela

Srednja vrednost je sredina krive na x-osi. Ovo je prosečna ili **očekivana vrednost** (*expected value*). Dobra aproksimacija ove vrednosti može biti dobijena traženjem da se proceni optimističko (**O**), pesimističko (**P**) i najverovatnije trajanje (*most likely*

– **M**) trajanje aktivnosti. Pri tom, optimističko trajanje aktivnosti je zapravo procena šta bi se desilo ukoliko bi bile idealne okolnosti, pesimistička procena šta bi se desilo ukoliko bi bile loše okolnosti, i na kraju najverovatnije trajanje je ono koje će se stvarno i desiti. Kada dobijemo ove tri vrednosti, možemo izračunati očekivanu vrednost (očekivano trajanje – *expected value* - **EV**) i standardnu devijaciju (**SD**). Očekivana vrednost (EV) predstavlja ponderisani prosek:

$$\text{OČEKIVANA VREDNOST} = (\text{OPTIMISTIČKO} + \text{PESIMISTIČKO} + 4 \times \text{NAJVEROVATNIJE}) / 6$$

$$\text{STANDARDNA DEVIJACIJA} = (\text{PESIMISTIČKO} - \text{OPTIMISTIČKO}) / 6$$

Koristeći ove dve jednostavne kalkulacije, možemo da izračunamo verovatnoću i raspon vrednosti trajanja aktivnosti i trajanja projekta, koje će se zaista desiti prilikom realizacije projekta. Verovatnoća da će projekat imati određeno trajanje se računa na sledeći način:

$$Z \text{ score} = (\text{ŽELJENA VREDNOST (željeno trajanje projekta)} - \text{OČEKIVANA VREDNOST (očekivano trajanje projekta dobijeno proračunom)}) / \text{kvadratni koren Varijanse}^1$$

Primenom tablice standardizovane normalne raspodele možemo dobiti informaciju o vrednosti koja odgovara Z.

Na primer, pretpostavimo da želimo ili imamo potrebu da projekat traje 15 nedelja (željeno trajanje). Dok je prethodnim proračunom dobijeno da je očekivano trajanje 15,51 nedelja, a varijansa 2,51 nedelja). Postupak za dobijanje verovatnoće da projekat traje 15 nedelja, umesto očekivanih 15,51 je sledeći:

- $Z = (15 - 15,51) / \text{kvadratni koren}(2,51) = -0,321$
- Odgovarajuća verovatnoća iz tablice je 37,7%
- Drugim rečima, postoji 37,7% verovatnoće da će se projekat završiti za 15 nedelja.

**Kako bismo pojednostavili proračun, uvešćemo tri nivoa prihvatljive verovatnoće<sup>2</sup>:**

- $\pm 1 \text{ SD} = 68,27\%$
- $\pm 2 \text{ SD} = 95,45\%$
- $\pm 3 \text{ SD} = 99,73\%$

Ukoliko odlučimo da je 95,5 procenata verovatnoće dovoljan nivo za naše potrebe, onda je rang vrednosti trajanja projekta plus ili minus 2 standardne devijacije od srednje vrednosti (očekivane vrednosti).

<sup>1</sup> Varijansa se koristi za procenu na nivou celog projekta. Varijansa se dobija kao kvadrat standardne devijacije aktivnosti,  $V = \text{kvadrat SD aktivnosti}$

<sup>2</sup> Samo ove tri vrednosti će biti korišćene za pitanja na kolokvijumu.

Na primer, ukoliko je očekivana vrednost trajanja 93 dana i standardna devijacija je 3 dana, mi možemo da izjavimo: Projekat ima verovatnoću od 95,45% da će biti završen između 87 i 99 dana.

Primer pitanja broj 1:

U tabeli su date procene trajanja aktivnosti: optimističko, pesimističko i najverovatnije trajanje. Pored toga, dat je proračun očekivanog trajanja svake aktivnosti, standardne devijacije i varijanse. Aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu su aktivnosti pod rednim brojevima: 1, 2, 6, 7, 8, 10 i 11.

- a) Uzimajući u obzir da je 99,73 procenata verovatnoće jedini prihvatljivi nivo za naše potrebe, odrediti raspon vrednosti trajanja projekta.
- b) Uzimajući u obzir da je 95,45 procenata verovatnoće dovoljno za naše potrebe, odrediti raspon vrednosti trajanja projekta.
- c) Uzimajući u obzir da je 68,27% procenata verovatnoće prihvatljiv nivo za naše potrebe, odrediti raspon vrednosti trajanja projekta.

Tabela – PERT vežba

RB	Naziv aktivnosti	Optimističko	Pesimističko	Najverovatnije	Očekivano trajanje (EV)	Standardna devijacija (SD)	Varijansa
1	Razvoj projektnih proizvoda	12	17	15	14.83	0.8333	0.69
2	Odobrenje od stejkholdera	4	6	5	5.00	0.3333	0.11
3	Izbor lokacije	5	5	5	5.00	0.0000	0.00
4	Evaluacija i izbor dobavljača	3	4	3	3.17	0.1667	0.03
5	Nabavka hardvera	4	4	4	4.00	0.0000	0.00
6	Dizajn softvera	12	16	14	14.00	0.6667	0.44
7	Pisanje koda	25	33	29	29.00	1.3333	1.78
8	Testiranje softvera	6	6	6	6.00	0.0000	0.00
9	Testiranje hardvera	10	12	11	11.00	0.3333	0.11
10	Integracija softvera i hardvera	17	20	17	17.50	0.5000	0.25
11	Instalacija i finalno prihvatanje	5	5	5	5.00	0.0000	0.00

## Rešenje

RB	Naziv aktivnosti	Optimističko	Pesimističko	Naiverovatnije	Očekivano trajanje (EV)	Standardna devijacija (SD)	Varijansa (V)	KP EV - očekivana vrednost kritičnog puta	KP V - Varijansa kritičnog puta
1	Razvoj projektnih proizvoda	12	17	15	14.83	0.8333	0.69	14.83	0.6944
2	Odobrenje od stejkholdera	4	6	5	5.00	0.3333	0.11	5.00	0.1111
3	Izbor lokacije	5	5	5	5.00	0.0000	0.00		
4	Evaluacija i izbor dobavljača	3	4	3	3.17	0.1667	0.03		
5	Nabavka hardvera	4	4	4	4.00	0.0000	0.00		
6	Dizajn softvera	12	16	14	14.00	0.6667	0.44	14.00	0.4444
7	Pisanje koda	25	33	29	29.00	1.3333	1.78	29.00	1.7778
8	Testiranje softvera	6	6	6	6.00	0.0000	0.00	6.00	0.0000
9	Testiranje hardvera	10	12	11	11.00	0.3333	0.11		
10	Integracija softvera i hardvera	17	20	17	17.50	0.5000	0.25	17.50	0.2500
11	Instalacija i finalno prihvatanje	5	5	5	5.00	0.0000	0.00	5.00	0.0000
<b>SUMA</b>								<b>91.33</b>	<b>3.28</b>
								<b>SD (koren iz V)</b>	<b>1.8105</b>

**Korak 1: Odrediti očekivanu vrednost trajanja projekta**

$$EV = \text{Sum KP EV}$$

Očekivana vrednost trajanja projekta = Suma očekivanih vrednosti trajanja aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu – KP EV

EV = 91,33 dana – očekivana vrednost trajanja projekta je 91,33 dana

**Korak 2: Odrediti standardnu devijaciju za projekat**

$$V = \text{sum KP V}$$

Očekivana vrednost varijanse za ceo projekat = suma očekivanih vrednosti varijansi aktivnosti koje se nalaze na kritičnom putu – KP V

V = 3,28 – Varijansa projekta je 3,28 dana

$$SD = \text{Sqrt}(V)$$

Standardna devijacija za ceo projekat – SD = kvadratni koren (varijanse kritičnog puta - KP V)

SD = 1,8105 – standardna devijacija projekta

### **Korak 3: Odrediti raspon**

U zavisnosti od prihvatljivog nivoa verovatnoće potrebno je primeniti formulu:

- $\pm 1$  SD = 68,27%
- $\pm 2$  SD = 95,45%
- $\pm 3$  SD = 99,73%

- a) Uzimajući u obzir da je 99,73 procenata verovatnoće jedini prihvatljivi nivo za naše potrebe, trajanja projekta će biti između 85,9 dana i 96,76 dana.
- b) Uzimajući u obzir da je 95,45 procenata verovatnoće dovoljno za naše potrebe, trajanja projekta će biti između 87,71 dana i 94,95 dana.
- c) Uzimajući u obzir da je 68,27% procenata verovatnoće prihvatljiv nivo za naše potrebe, trajanja projekta će biti između 89,52 dana i 93,14 dana.

**Primer pitanja broj 2:**

Ukoliko je za programiranje određenog modula prosečnom programeru potrebno 40 sati, onda to predstavlja najverovatnije trajanje (M – *most likely*). Pesimistička procena od 50 sati je zasnovana na pretpostavci da ovoj aktivnosti bude dodeljen početnik, dok bi optimistička procena da će aktivnost trajati 35 sati bila zasnovana na pretpostavci da aktivnosti bude dodeljen iskusan programer, koji je najbolji u toj oblasti. Koristeći PERT metodu, odredite sa 95,45% verovatnoće da će modul biti završen:

- a) Između 43,33 i 45,83 sati
- b) Između 33,33 i 45,83 sati
- c) Između 35,83 i 45,83 sati
- d) Između 35,83 i 48,33 sati

Korak 1: Odrediti očekivanu vrednost trajanja aktivnosti

$$EV = (P + O + 4 \cdot M) / 6 = (50 + 35 + 4 \cdot 40) / 6 = 40,83 \text{ sati}$$

Korak 2: Odrediti standardnu devijaciju za aktivnost

$$SD = (P - O) / 6 = (50 - 35) / 6 = 2,5 \text{ sati}$$

Korak 3: Odrediti raspon

Poslednji korak podrazumeva da je gornja granica raspona jednaka očekivanoj vrednosti + (1, 2 ili 3 standardne devijacije), a da je donja granica raspona jednaka očekivanoj vrednosti – (1, 2 ili 3 standardne devijacije).

Za 95,45% verovatnoće odgovarajući nivo pouzdanosti odgovara 2 standardne devijacije udaljenosti od očekivane vrednosti.

U tom slučaju imamo sledeće:

$$\text{Gornja granica raspona} = \text{očekivana vrednost} + 2 \text{ standardne devijacije} = 40,83 \text{ sati} + 2 \cdot 2,5 \text{ sati}$$

$$\text{Donja granica raspona} = \text{očekivana vrednost} - 2 \text{ standardne devijacije} = 40,83 \text{ sati} - 2 \cdot 2,5 \text{ sati}$$

**TAČAN ODGOVOR JE C.**