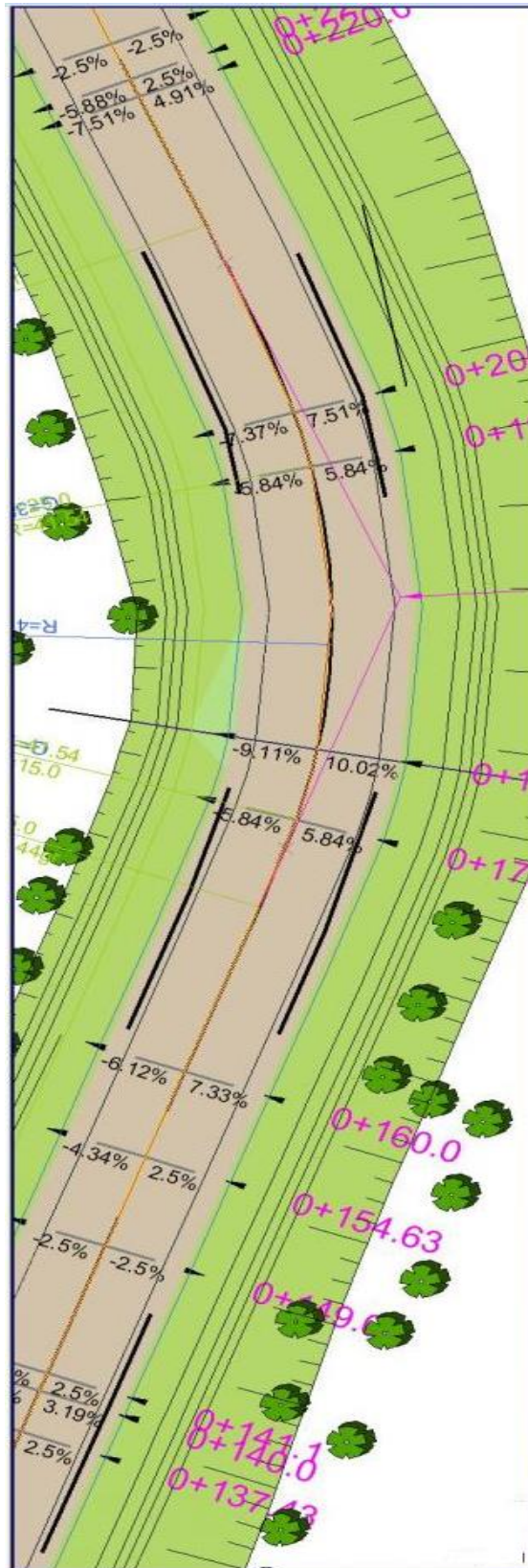


Marina Cindori Kovačević



PRIRUČNIK ZA PROJEKTIRANJE CESTA

Marina Cindori Kovačević, dipl. ing. građ.
profesor mentor u Graditeljskoj tehničkoj školi u Zagrebu

PRIRUČNIK ZA PROJEKTIRANJE CESTA

Priručnik iz predmeta Prometnice za treći razred graditeljskih tehničkih škola

Recenzent:

Đenka Kraljić, dipl. ing. građ.

Lektor:

Branka Brozinić, prof.

Upotreba priručnika odobrena je odlukom Agencije za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, KLASA UP/I-602-03/15-08/11, UR. BROJ:332-05-02/20-16-04 od 3.ožujka 2016.

1. UVOD	4
2. PROJEKTNI ZADATAK	4
3. NORMALNI POPREČNI PROFIL CESTE	5
3.1 ELEMENTI POPREČNOG PRESJEKA	6
3.2 KOLNIČKA KONSTRUKCIJA	7
3.3 OBLIKOVANJE I ZAŠTITA POKOSA	8
4. SITUACIJA	11
4.1 NULTI POLIGON	11
4.2 TANGENTE HORIZONTALNIH KRIVINA	13
4.3 IZBOR ELEMENATA TRASE CESTE	14
5. UZDUŽNI PROFIL	19
5.1 LINIJA TERENA – KOTE TERENA	20
5.2 HORIZONTALNI TOK TRASE	21
5.3 VERTIKALNI TOK TRASE	21
5.4 VITOPERENJE KOLNIKA	29
6. POPREČNI PRESJECI	31
7. OBRAČUN I IZJEDNAČENJE MASA	33
8. LINIJA MASA	36
9. DORADA UZDUŽNOG PROFILA I SITUACIJE	38
9.1. UCRTAVANJE NASIPA I USJEKA U SITUACIJU	38
9.2. RJEŠAVANJE ODVODNJE	39
10. TEHNIČKI OPIS	40
PRILOG	42
B. ŽNIDERŠIĆ: IZVOD IZ TABLICA ZA ISKOLČENJE KRUŽNIH I PRIJELAZNIH KRIVINA	
LITERATURA	78

1. UVOD

Ovaj priručnik namijenjen je učenicima srednjih graditeljskih tehničkih škola koji u sklopu predmeta PROMETNICE izrađuju projekt trase ceste, čija složenost i kompleksnost predstavlja projektantima početnicima dosta poteškoća i problema.

Priručnik je rezultat mog dugogodišnjeg rada u Graditeljskoj tehničkoj školi u Zagrebu, a namjera mu je da učenicima olakša bavljenje ovom problematikom, da im brojnim skicama, crtežima i riješenim primjerima omogući uspješnu izradu njihovog prvog projekta iz područja niskogradnje.

U sklopu priručnika priložen je izvod najčešće korištenih tablica za obilježavanje prijelaznih krivina B. Žnideršića do kojih je danas izuzetno teško doći, a koje su nam kod ovakvog „školskog“ načina projektiranja u srednjoj školi neophodne.

2. PROJEKTNI ZADATAK

Program sadrži projekt dionice ceste između točaka A i B zadanih na slojnom planu u MJ 1:1000 .

Zadani osnovni podaci o cesti su:

- kategorija ceste
- kategorija tla
- konfiguracija terena
- vrsta uređaja za odvodnju
- zastor kolničke konstrukcije

Projekt treba sadržavati sljedeće priloge:

1. Normalni poprečni profil MJ 1:50
2. Situaciju MJ 1:1000
3. Uzdužni profil MJ 1:1000/100
4. Karakteristične poprečne presjeke MJ 1:100
5. Obračun masa
6. Liniju masa
7. Tehnički opis

3. NORMALNI POPREČNI PROFIL CESTE

Normalni poprečni profil predstavlja karakteristični presjek ceste u zasjeku, a crta se u MJ 1:50 . U sklopu normalnog profila potrebno je prikazati i kotirati:

- sastavne dijelove ceste
- kolničku konstrukciju s opisom vrsta i debljina slojeva
- vrstu i dimenzije uređaja za odvodnju
- način zaštite i veličinu nagiba pokosa nasipa i usjeka
- poprečne nagibe posteljice, bankina, površine kolnika
- način temeljenja na kosom terenu

Dimenzije elemenata poprečnog profila određuju se na temelju važećih pravilnika i tehničkih propisa.

3.1 ELEMENTI POPREČNOG PRESJEKA

Vozni (prometni) trak kolnika namijenjen je kretanju jednog prometnog toka, tj. kretanju vozila u jednom smjeru. Širina prometnog traka ovisi o projektnoj i računskoj brzini. Kreće se od 2,75 – 3,75 m.

v_p (km/h)	≥ 120	100	90	80	70	60	50	40
\check{s}_{vt} (m)	3,75	3,50	3,50	3,25	3,00	3,00	3,00 (2,75)	2,75 (2,50)

Tablica 1. Ovisnost širine prometnog traka o projektnoj brzini

Rubni trak služi za sigurno obrublivanje kolnika i iscrtavanje horizontalne signalizacije. Izvodi se s obje strane ceste u širini od 20, 30 ili 50 cm ovisno o kategoriji ceste, tj. o širini voznog ili prometnog traka.

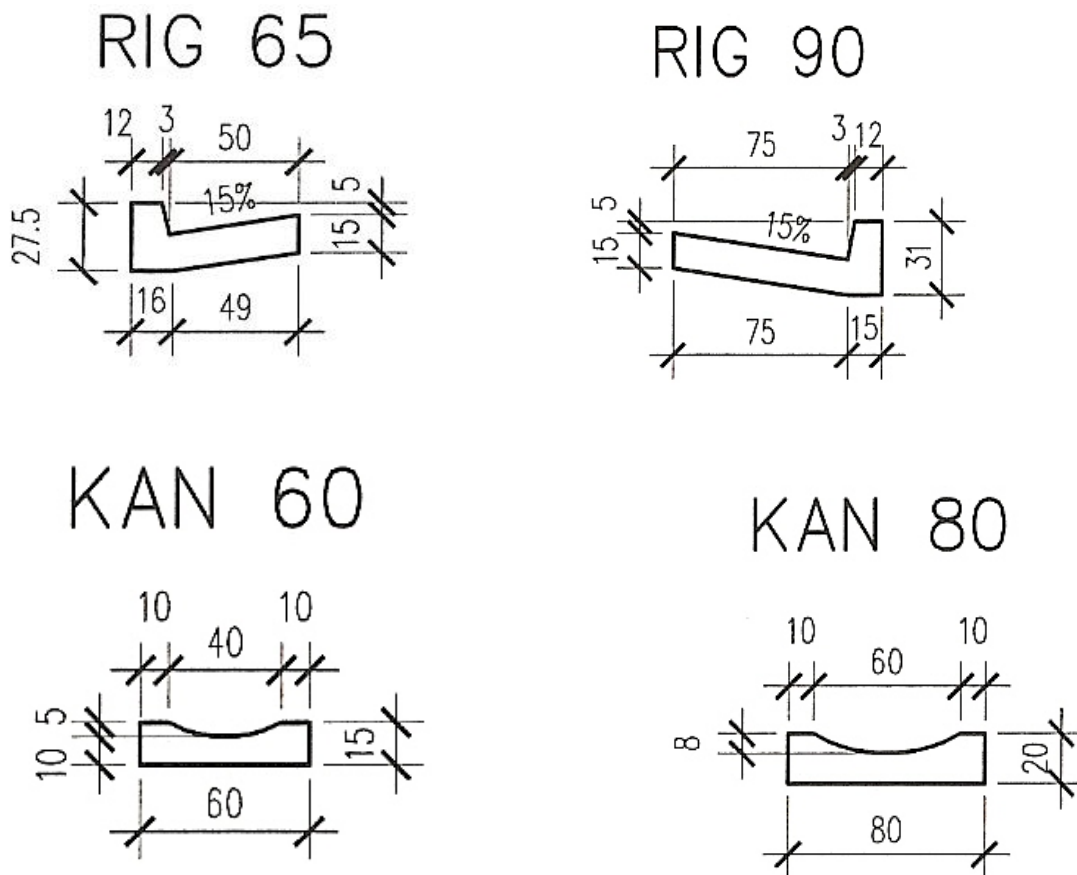
Bankina se izvodi uz rub ceste u nasipu u širini od 150, 120 i 100 cm. Izrađena je od zemljanog materijala i zasijana travom. Daje uporište kolniku, u blizini naselja služi pješačkom prometu, za smještaj prometnih znakova, ograda, zidova, smjerokaznih stupića. Poprečni nagib bankine usmjeren je prema vanjskoj strani ceste, a iznosi min.4% .

Berma se izvodi u usjeku i služi za postavljanje prometnih znakova, sklanjanje pješaka te skupljanje odronjenog kamenja.

Širina voznog traka (m)	Širina bankine (m)	Širina rubnog traka
2.75	1.00	0.20
3.00	1.00	0.30
3.25	1.20	0.30
3.50	1.50	0.35
3.75	1.50	0.50

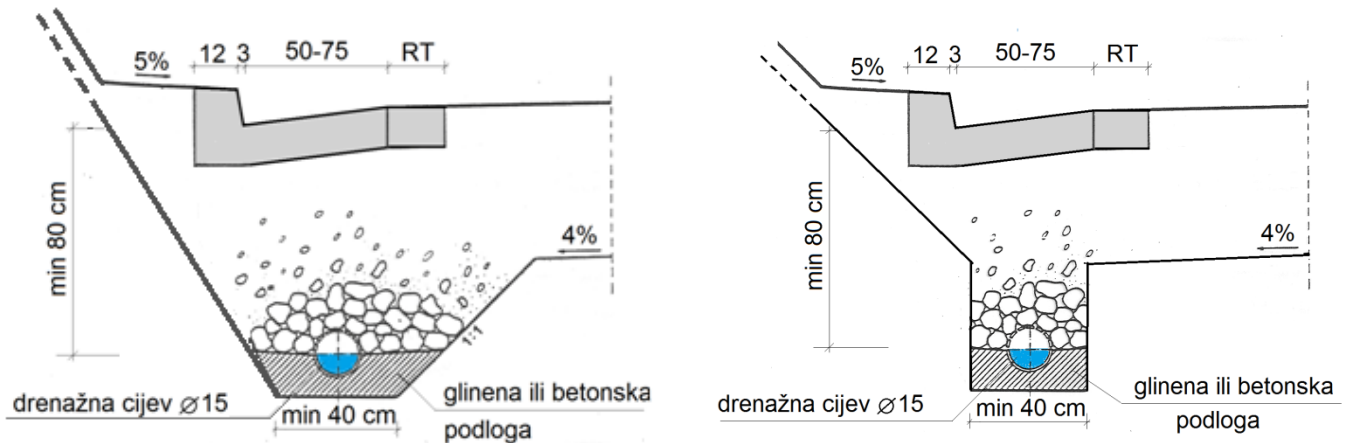
Tablica 2. Određivanje širine bankine i rubnog traka

Rigol je uređaj za odvodnju površinskih voda u usjeku, a postavlja se između rubnog traka i berme.



Slika 1. Standardne veličine rigola i kanalice

Drenaža je uređaj za odvodnju podzemnih voda. Sastoji se od drenažne cijevi promjera 15 cm s drenažnom ispunom, a postavlja se na sloj betona (gline) širine od minimalno 40 cm.



Slika 2. Načini izvedbe drenaže

3.2 KOLNIČKA KONSTRUKCIJA

Konstrukcija kolnika omogućuje prijenos opterećenja s vozne površine na posteljicu. Debljina kolničke konstrukcije ovisi o prometnom opterećenju, nosivosti donjeg ustroja, dubini smrzavanja te klimatskim i hidrološkim uvjetima područja.

Kategorija ceste	Orijentacijska debljina kolničke konstrukcije (m)
1	0.80
2	0.60 – 0.70
3	0.50 - 0.60
4 i 5	0.40 – 0.50

Tablica 3. Određivanje orijentacijske debljine kolničke konstrukcije

3.3 OBLIKOVANJE I ZAŠTITA POKOSA

Način zaštite pokosa nasipa i usjeka ovisi prvenstveno o vrsti materijala od kojeg se cesta radi.

U zemljanim i mješovitim materijalima pokosi se najčešće štite humusiranjem i sijanjem trave, busenjem, hidrosjetvom, sađenjem drveća i grmlja (samo usjek).

U kamenim se materijalima nasip štiti roliranjem i kamenom oblogom, a usjek žičanom mrežom ili oblogom od cementne žbuke (tokretiranjem).

Optimalni nagib pokosa ovisi o vrsti materijala, tj. njegovim geomehaničkim i fizikalnim karakteristikama, visini nasipa ili usjeka, vrsti i namjeni prometnice i načinu zaštite pokosa.

Orijentacijske vrijednosti nagiba pokosa

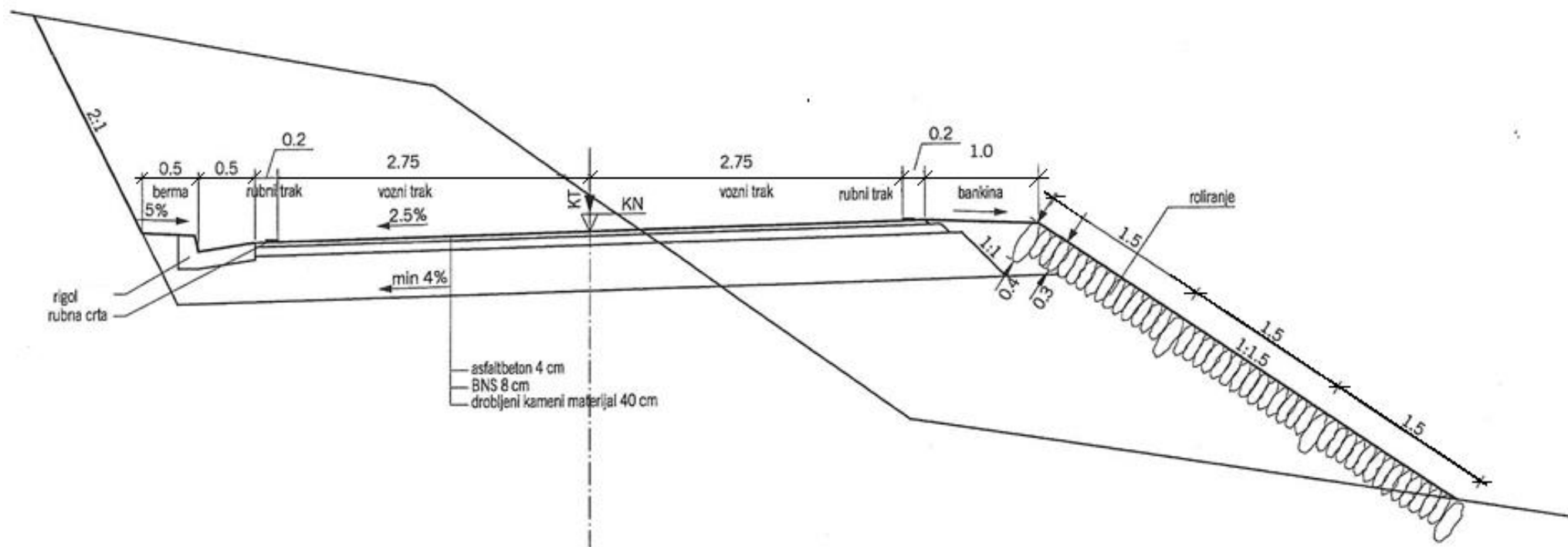
NASIP

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| 1. vezani (koherentni) materijali | 1:1,5 ⇔ 1:3 |
| 2. nevezani (nekoherentni) materijali | 1:2 ⇔ 1:5 |
| 3. kameni materijali | 1:1 |

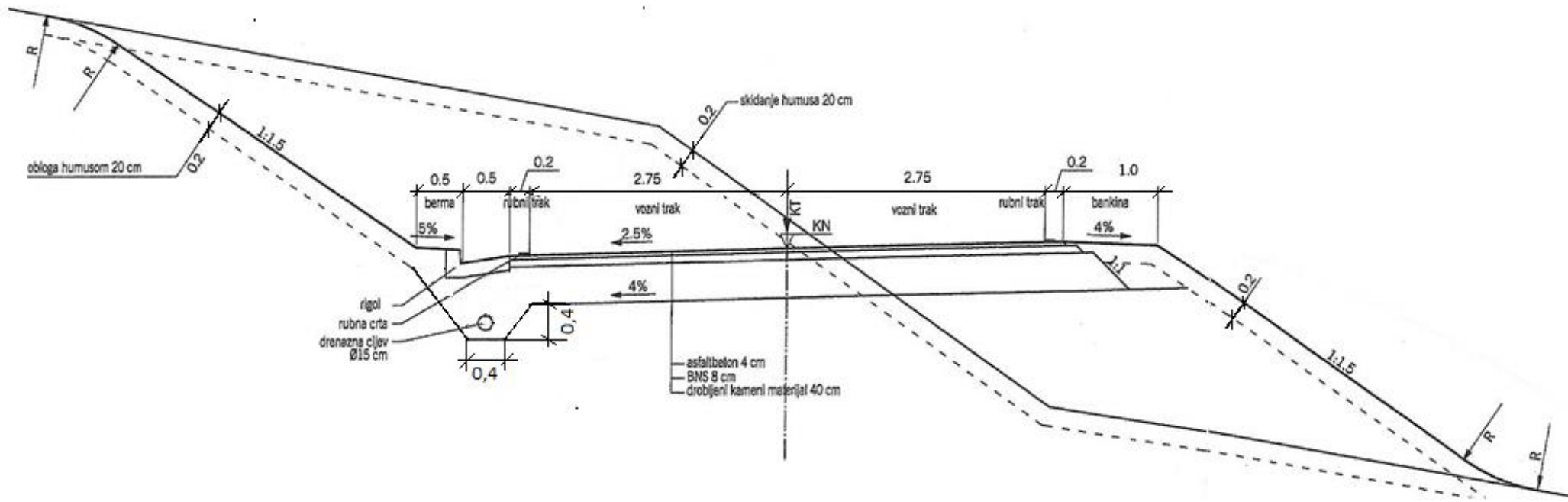
USJEK

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| 1. vezani materijali | 1:1 ⇔ 1:1,5 |
| 2. nevezani materijali | 1:1,5 ⇔ 1:3 |
| 3. meke stijene | 3:1 |
| 4. čvrste i vrlo čvrste stijene | 5:1 ⇔ 10:1 |

NORMALNI POPREČNI PROFIL CESTE U KAMENOM MATERIJALU



NORMALNI POPREČNI PROFIL CESTE U ZEMLJANOM MATERIJALU



4. SITUACIJA

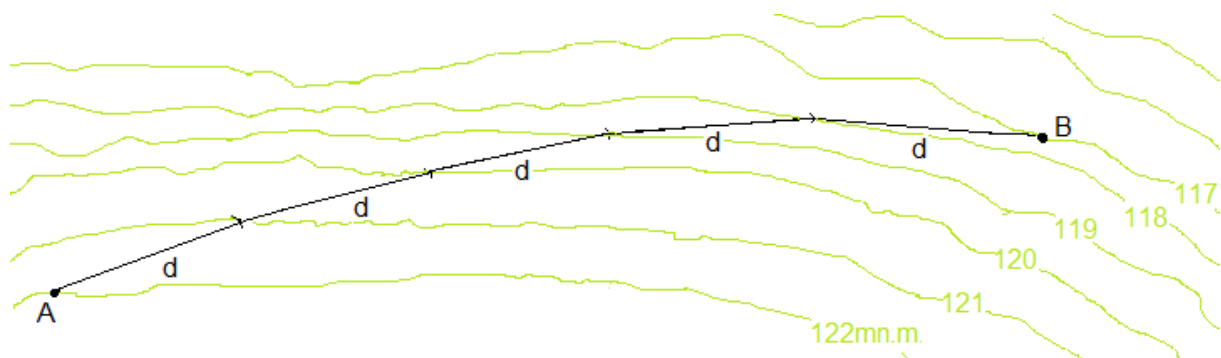
U ovom dijelu projekta prikazuje se horizontalni tok trase, tj. elementi ceste u tlocrtu. Cestu u tlocrtu definira njena os koja se sastoji od dionica u pravcu, kružnom luku i prijelaznoj krivini. Prijelazna krivina oblika je krivulje klotoide, a uloga joj je ublažavanje djelovanja centrifugalne sile na vozilo na prijelazu iz pravca u kružni luk i obratno.

Kao podloga za izradu tlocrta ili situacije ceste koriste se geodetske karte ili planovi (slojni planovi) koji sadrže horizontalne i visinske podatke o terenu. Slojnice ili izohipse predstavljaju linije koje spajaju točke iste nadmorske visine. Uobičajeni visinski razmak izohipsi je 1m, 2m, 2.5m, 5m, 10m, a kod karti i 50m.

4.1 NULTI POLIGON

Najpovoljniji položaj trase prometnice može se odrediti pomoću tzv. nultog poligona ili nulte linije. To je linija koja se idući od točke A do točke B maksimalno prilagođava konfiguraciji terena kako bi se ispoštovalo pravilo projektiranja ceste s minimumom zemljanih radova.

Nulti se poligon dobiva na temelju koraka šestara (d) tj. duljine potrebne da se visinska razlika susjednih izohipsi svlada pomoću mjerodavnog nagiba (i_{mj}).



Slika 3. Nulti poligon – korak šestara

Za određivanje koraka šestara prvo treba očitati apsolutnu (nadmorsku) visinu točaka A i B i izračunati visinsku razliku (ΔH). Potom treba procijeniti stvarnu horizontalnu duljinu nultog poligona (D_{stv}). Da bi se to postiglo, na karti se najprije izmjeri najkraća (direktna) udaljenost između točaka (D_{dir}) koja se zatim uveća za određeni postotak što ovisi o konfiguraciji terena (najčešće 5-10%).

Na temelju visinske razlike i stvarne duljine dobiva se mjerodavni nagib.

Primjer 1.

Visinska razlika

$$HA = 122 \text{ m.n. m.}$$

$$HB = 117 \text{ m.n. n}$$

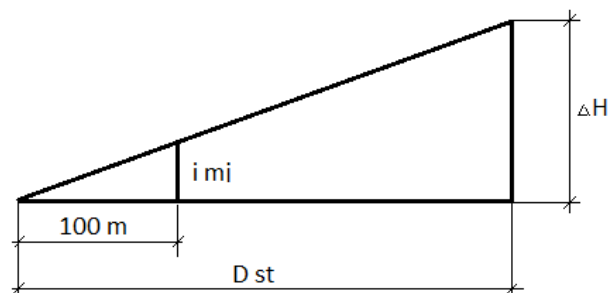
$$\Delta H = 122 - 117 = 5 \text{ m}$$

Mjerodavni nagib nivelete (i_{mj})

$$Dstv = Ddir + 5\%$$

$$Dstv = Ddir \cdot 1,05$$

$$Dstv = 440 \cdot 1,05 = 462 \text{ m}$$



$$Dstv: \Delta H = 100: imj$$

$$imj = \frac{\Delta H}{Dstv} \cdot 100$$

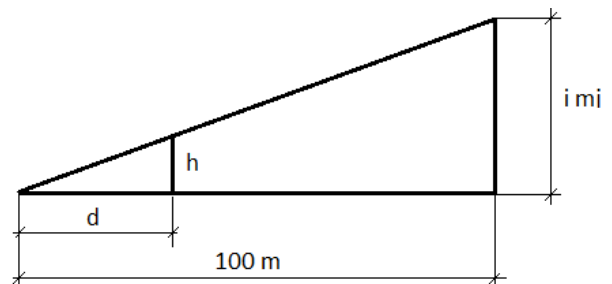
$$imj = \frac{5}{462} \cdot 100 = 1,08 \%$$

Korak šestara (d)

$$d: h = 100: imj$$

$$h(\text{visinski razmak slojnica}) = 1 \text{ m}$$

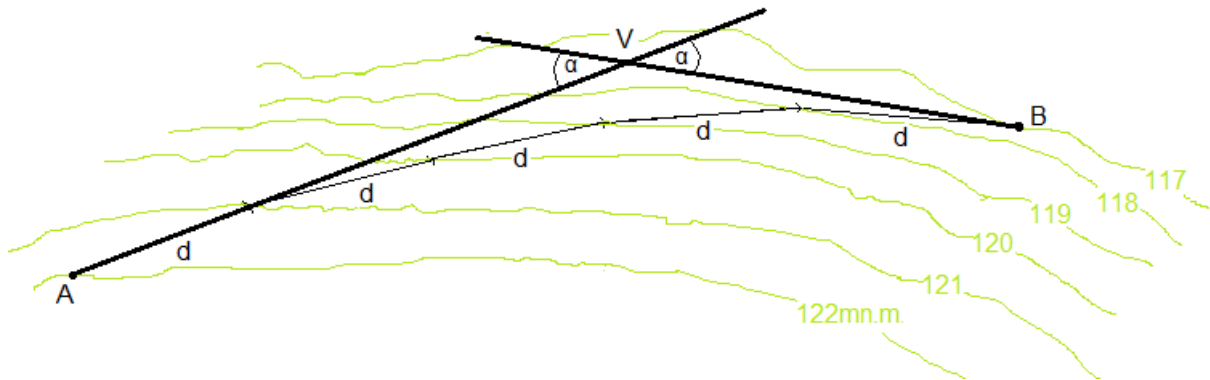
$$d = \frac{100 \cdot h}{imj} = \frac{100}{1,08} = 92,59 \text{ m}$$



Korak šestara nanosi se u mjerilu 1:1000 od točke A prema točki B presijecanjem susjedne slojnice dok se ne dođe do slojnice na kojoj se nalazi točka B. Ako je duljina koraka, tj. stvarna duljina (Dstv) dobro procijenjena, zadnji bi korak trebao završiti vrlo blizu točke B. Ukoliko to nije tako, postupak treba ponoviti.

4.2 TANGENTE HORIZONTALNIH KRIVINA

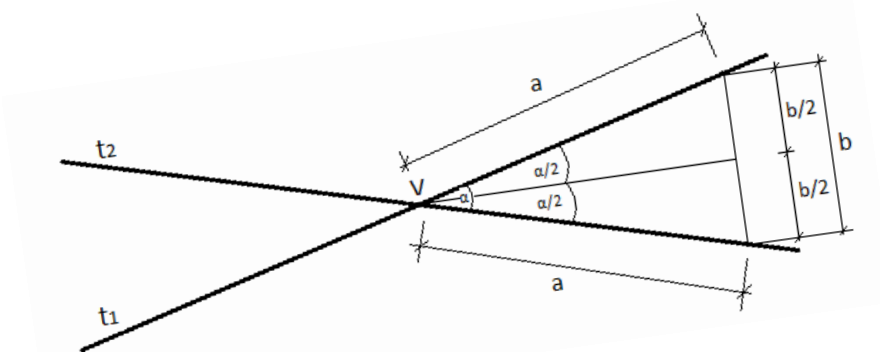
Kako os ceste ne može u potpunosti pratiti nulti poligon jer je to lomljena linija, ona se polaže tako da lomovi poligona ostaju naizmjenice lijevo i desno od poligona, tj. da tangente horizontalnih krivina na neki način uokvire nulti poligon.



Slika 4. Postavljanje osi ceste

Određivanje horizontalnog kuta između tangenti

Polaganjem tangenti horizontalnih krivina određen je kut α pod kojim se tangente sijeku. On se može izračunati na način prikazan na slici te očitati direktno iz priručnika za iskolčenje kružnih krivina.



Slika 5. Kut između tangenti

a = odabrana udaljenost (npr. 100 m)

b = izmjerena udaljenost (npr. 40 m)

Primjer 2.

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{b}{2a} = \frac{40}{200} = 0,2 \Rightarrow \alpha = 23^{\circ}04'$$

(kut očitani iz priručnika za iskolčenje kružnih krivina)

4.3 IZBOR ELEMENATA TRASE CESTE (HORIZONTALNI TOK)

Trasa ceste se u tlocrtu sastoji iz dionica u pravcu, kružnoj i prijelaznoj krivini. Poželjno je da su polumjeri kružnih krivina što veći, odnosno da je trasa što izduženija.

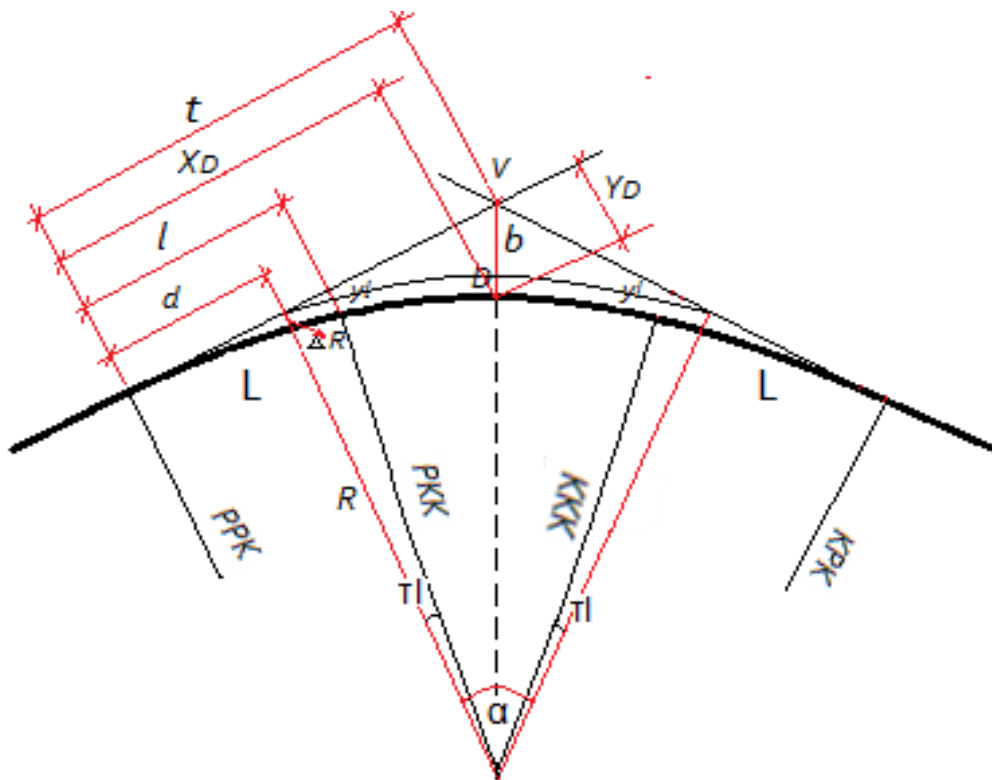
Minimalna vrijednost polumjera kružne krivine određuje se na temelju projektne brzine.

Duljina prijelazne krivine trebala bi biti približno jednaka 1/3 ukupne duljine krivine.

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
R_{min} (m)	45	75	120	175	250	350	450	600	850
L_{min} (m)	30	35	45	50	60	65	75	85	95

Tablica 4. Određivanje najmanje veličine radijusa i prijelazne krivine

Iskolčenje kružne krivine sa simetričnim prijelaznim krivinama



$$d \approx \frac{1}{5} \alpha$$

Slika 6. Elementi iskolčenja horizontalne krivine

PPK = početak prijelazne krivine
 PKK = početak kružne krivine
 KKK = kraj kružne krivine
 KPK = kraj prijelazne krivine

D = tjeme kružnog luka
 t = tangenta (udaljenost između V i PPK, tj. V i KPK)
 b = bisektrisa (udaljenost od V do D u simetrali kuta)
 X_D = udaljenost od PPK do D po tangenti
 Y_D = udaljenost od PPK do D okomito na tangentu
 L = lučna duljina prijelazne krivine
 l = duljina prijelazne krivine po tangenti
 ΔR = odmak tangenti

Glavni elementi iskolčenja horizontalne krivine - duljina tangente **t**, duljina bisektrise **b**, ukupna duljina krivine **Ouk** i duljina kružnog luka **OkI** određuju se prema sljedećim izrazima:

$$t = (R + \Delta R) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + d$$

$$b = (R + \Delta R) \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + \Delta R$$

$$Ouk = 2 \cdot \left[R \cdot \frac{\pi \left(\frac{\alpha}{2} - \tau l \right)}{180^\circ} + L \right]$$

$$OkI = R \cdot \frac{\pi(\alpha - 2\tau l)}{180^\circ}$$

Za provjeru točnosti crtanja izračunavaju se i vrijednosti apscise i ordinate tjemena kružnog luka **Xd** i **Yd**:

$$Xd = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + d$$

$$Yd = R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + \Delta R$$

Primjer 3.

$$\alpha = 23^{\circ}04' \Rightarrow \tau_l = \frac{1}{5}\alpha = 4^{\circ}36'$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = 0,19994$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,20406$$

$$\sec \frac{\alpha}{2} - 1 = 0,02061$$

$$1 - \cos \alpha = 0,02019$$

$$R_{\min} = 250 \text{ m}$$

$$R_{od} = 350 \text{ m}$$

$$L_{od} = 60 \text{ m}$$

$$l = 59,596 \text{ m}$$

$$d = 29,993 \text{ m}$$

$$y_l = 1,713$$

$$\Delta R = 0,428$$

$$\tau_l = 4^{\circ}54'$$

$$t = (R + \Delta R) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + d$$

$$t = (350 + 0,428) \cdot 0,20406 + 29,993 = 101,50 \text{ m}$$

$$b = (R + \Delta R) \cdot (\sec \frac{\alpha}{2} - 1) + \Delta R$$

$$b = 350,428 \cdot 0,02061 + 0,428 = 7,65 \text{ m}$$

$$x_d = R \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + d$$

$$x_d = 350 \cdot 0,19994 + 29,993 = 97,972 \text{ m}$$

$$y_d = R \cdot \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right) + \Delta R$$

$$y_d = 350 \cdot 0,02019 + 0,428 = 7,49 \text{ m}$$

$$O_{uk} = 2 \cdot \left[R \frac{\pi \left(\frac{\alpha}{2} - \tau_l \right)}{180} + L \right]$$

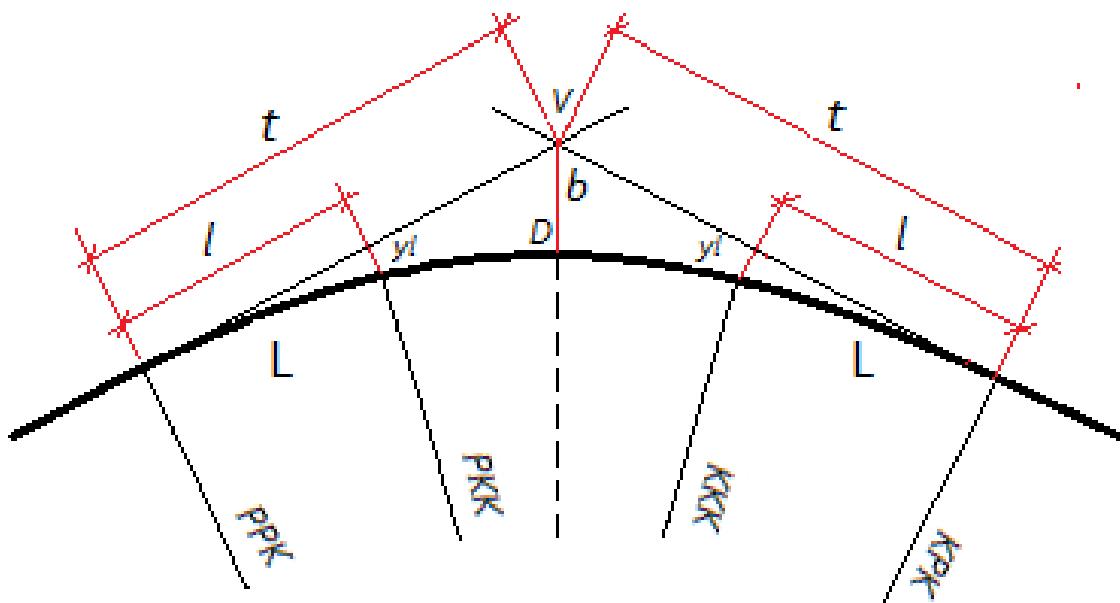
$$O_{uk} = 2 \cdot \left[350 \frac{3,14 \left(\frac{23^{\circ}04'}{2} - 4^{\circ}54' \right)}{180} + 60 \right] = 201,00 \text{ m}$$

$$O_{kl} = R \frac{\pi(\alpha - 2\tau_l)}{180}$$

$$O_{kl} = 350 \frac{3,14(23^{\circ}04' - 2 \cdot 4^{\circ}54')}{180} = 81,00 \text{ m}$$

Iskolčenje osi ceste

Najprije od vrha na jednu i drugu stranu nanosimo tangentu **t** u mjerilu situacije. Tako dobivamo početnu i krajnju točku krivine (PPK i KPK). Zatim od krajnjih točaka u smjeru vrha po tangenti nanosimo **l** (duljinu krivine po tangenti), a od dobivene točke okomito na tangentu nanosimo iz tablica očitane vrijednost **yl**, te dobivamo PKK i KKK. U simetrali kuta od vrha prema centru zakrivljenosti nanosimo bisektrisu **b** i dobivamo tjeme krivine **D**.



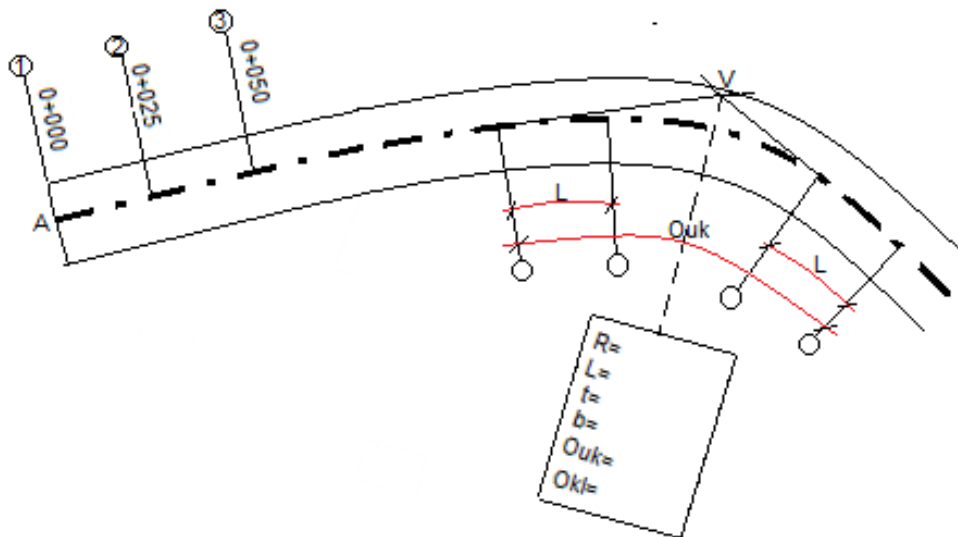
Slika 7. Iskolčenje (iscrtavanje) horizontalne krivine

Izbor točaka poprečnih presjeka

Točke poprečnih presjeka biraju se na karakterističnim položajima trase na kojima se događaju promjene u sklopu donjeg ustroja ceste (opsežni zemljani radovi, prijelaz trase iz nasipa u usjek, objekti i dr.)

Udaljenost karakterističnih točaka bira se ovisno o konfiguraciji terena (školski primjer – 25 m). Svakom poprečnom profilu treba dati pripadajući redni broj i odrediti stacionažu. Na svakoj od ovih točaka crtaju se poprečni presjeci, izračunavaju kote nivelete, rješava se odvodnja itd.

U situaciju je nadalje potrebno ucrtati krunu prometnice (lijevi i desni rub bankine), a u simetrali kuta u posebnu tablicu upisati elemente horizontalnog toka trase.



Slika 8. Označavanje poprečnih presjeka u situaciji

5. UZDUŽNI PROFIL


Uzdužni profil predstavlja presjek vertikalne ravnine položene kroz os s prometnicom i terenom. Crta se na milimetarskom papiru u tzv. karikiranom mjerilu 1:1000/100, kod čega je MJ 1:1000 mjerilo duljina, a MJ 1:100 mjerilo visina.

Uzdužni profil se sastoji od grafičkog i tabelarnog dijela.

U grafičkom se dijelu prikazuje linija terena, linija nivelete, linija posteljice, linija dna uređaja za odvodnju kao i svi objekti na trasi buduće prometnice (mostovi, tuneli, propusti, potporni i uporni zidovi).

U tabelarni dio se upisuju i ucrtavaju podaci usvojeni u situaciji (redni brojevi profila, stacionaže, kote terena, horizontalni tok trase), a računaju kote nivelete, vertikalni tok trase, vitoperenje kolnika.

Prije ucrtavanja kota terena potrebno je odrediti uspoređujuću ravninu koja predstavlja horizontalnu os uzdužnog profila. Za uspoređujuću se ravninu odabire ona koja je za 3 - 5 m niža od najniže slojnice koju presjeca os ceste.

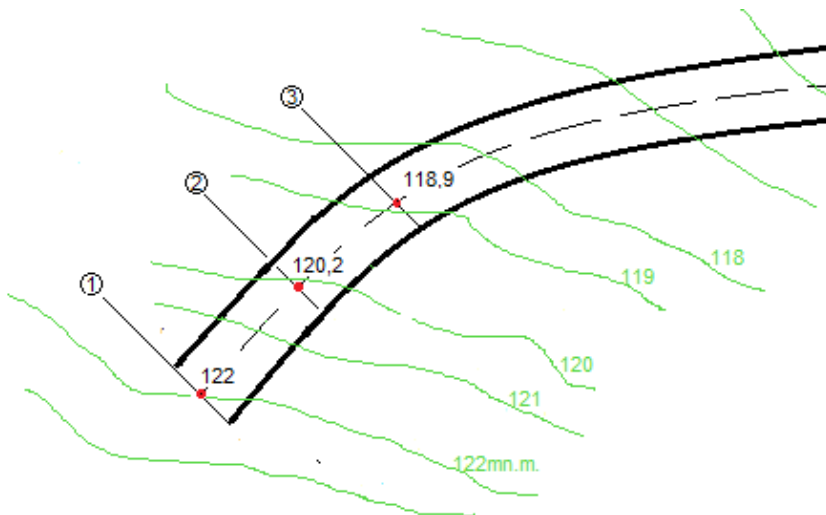


USPOREĐUJUĆA mn.m.	RAVNINA
1. VERTIKALNI TOK TRASE	
2. REDNI BROJ PROFILA	
3. STACIONAŽA	
4. KOTE TERENA	
5. KOTE NIVELETE	
6. HORIZONTALNI TOK TRASE	
7. VITOPERENJE KOLNIKA	

Slika 9. Tabelarni dio uzdužnog profila

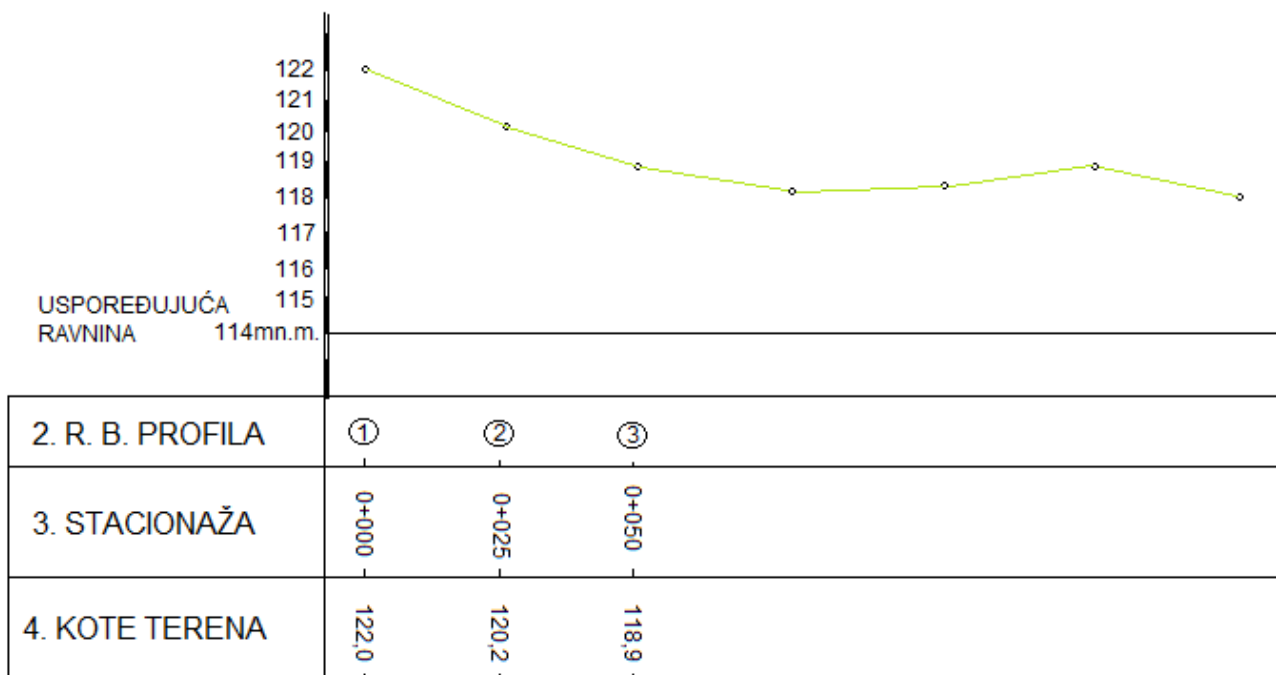
5.1 LINIJA TERENA – KOTE TERENA

Kote terena očitavaju se iz situacije. U osi svakog poprečnog presjeka očitava se (procijenjuje na 1/10 m) visinska kota terena te upisuje i ucrtava u uzdužni profil.



Slika 10. Očitavanje kote terena

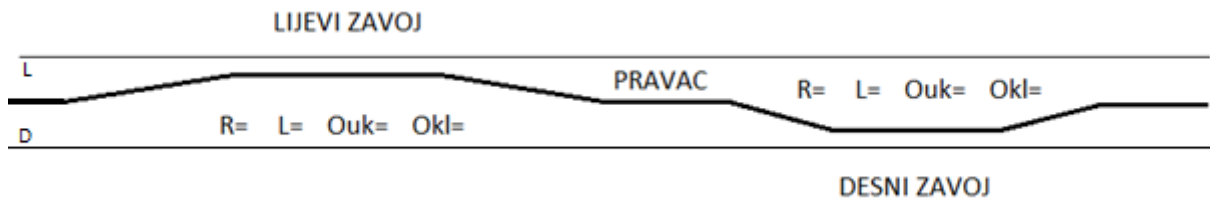
Spajanjem točaka – kote terena - dobiva se linija terena koja predstavlja sliku terena ispod osi buduće prometnice.



Slika 11. Uctavanje linije terena u uzdužni profil

5.2 HORIZONTALNI TOK TRASE

Horizontalni tok je shematski prikaz tlocrtnih dionica ceste (pravaca i krivina) koje su usvojene u situaciji.



Slika 12. Horizontalni tok

5.3 VERTIKALNI TOK TRASE – polaganje nivelete

Niveleta je linija koja definira cestu u uzdužnom profilu. Poželjno je da linija nivelete prati liniju terena na što dužim potezima dok u težim terenima niveletom treba „odsijecati“ podjednake količine materijala donjeg ustroja u nasipima i usjecima.



Slika 13. Vertikalne krivine

Na mjestima promjene uzdužnog nagiba nastaju lomovi nivelete. Bilo bi poželjno da se mjesta vertikalnih lomova odabiru na dionicama ceste u pravcu, a ako to nije moguće onda u kružnom luku, nikako ne u prijelaznoj krivini. U prijelaznim se krivinama vrši promjena horizontalnog zaobljenja kao i promjena poprečnog nagiba, tj. vitoperenje kolnika. Ukoliko bi tu bio i lom nivelete, takvu bi dionicu ceste u prometnom smislu bilo vrlo teško savladavati.

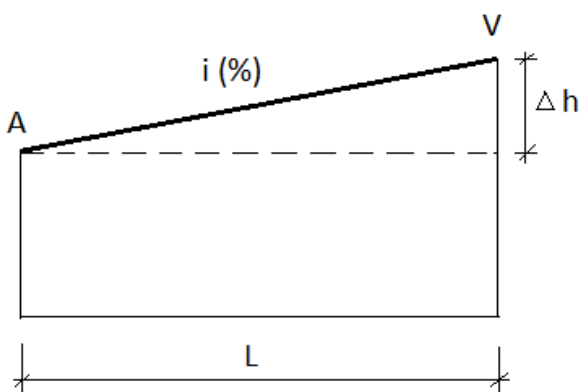
Nagib nivelete

Minimalni nagib nivelete uvjetovan je normalnim funkcioniranjem odvodnje. Kod cesta s betoniranim jarkom za odvodnju minimalni uzdužni nagib iznosi $i_{\min} = 0,2\%$, a ukoliko je jarak zemljani $i_{\min} = 0,5\%$. Maksimalna vrijednost uzdužnog nagiba određena je tehničkim propisima, a ovisi o kategoriji ceste i projektnoj brzini.

Projektna brzina V_p (km/h)	Najveći uzdužni nagib i_{\max} (%)					
	Autocesta	1. kat	2. kat	3. kat	4. kat	5. kat
120	4					
100	5	5.5	5.5			
90	5.5	5.5	5.5			
80	6	6	6	7		
70		7	7	7	8	
60			8	8	9	10
50				9	10	11
40					11	12

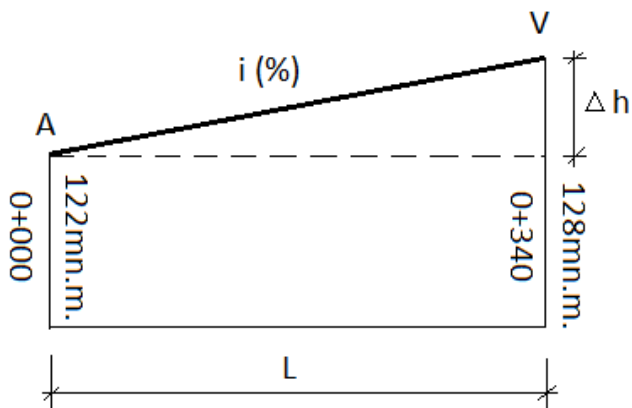
Tablica 5. Određivanje najvećeg uzdužnog nagiba nivelete i_{\max} (%)

Izračunavanje nagiba nivelete



$$L : \Delta h = 100 : i$$
$$i(\%) = \frac{\Delta h}{L} \cdot 100$$

Primjer 4.



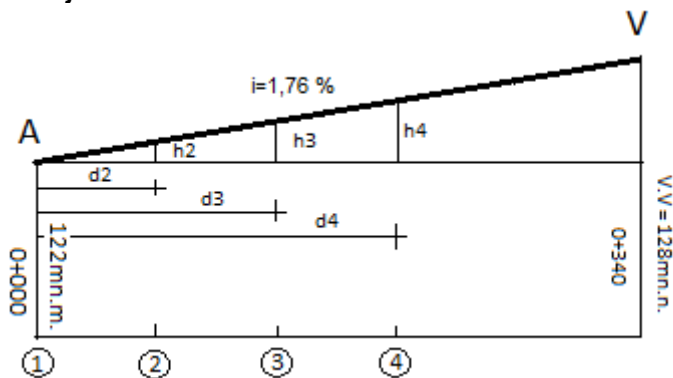
$$\Delta h = HV - HA = 128 - 122 = 6 \text{ m}$$

$$L = 340 \text{ m}$$

$$i_1 = \frac{6}{340} \cdot 100 = 1,76\%$$

Izračunavanje kota nivelete od početne točke A do vrha V

Primjer 5.



$$KN_1 = KN_A = 122 \text{ mn. m.}$$

$$KN_2 = KN_1 + \Delta h_2 \quad \Delta h_2 = \frac{i \cdot d}{100} = \frac{1,76 \cdot 25}{100} = 0,44 \text{ m}$$

$$KN_2 = 122 + 0,44 = 122,44 \text{ mn. m.}$$

$$KN_3 = KN_1 + \Delta h_3 \quad \Delta h_3 = \frac{i \cdot d}{100} = \frac{1,76 \cdot 50}{100} = 0,88 \text{ m}$$

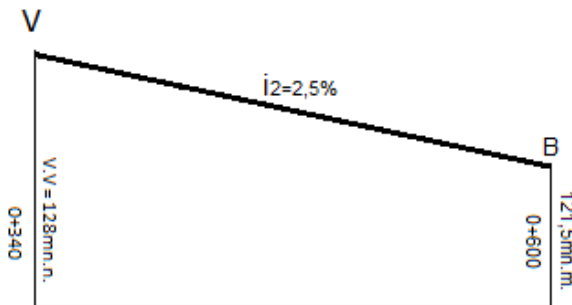
$$KN_3 = 122 + 0,88 = 122,88 \text{ mn. m}$$

$$KN_4 = KN_1 + \Delta h_4 \quad \Delta h_4 = \frac{i \cdot d}{100} = \frac{1,76 \cdot 75}{100} = 1,32 \text{ m}$$

$$KN_4 = 122 + 1,32 = 123,32 \text{ mn. m}$$

Na prikazani način izračunavaju se kote do vrha (V).
Nakon vrha se mijenja nagib nivelete, a udaljenosti pojedinih profila se odmjeravaju od stacionaže vrha.

Primjer 6.



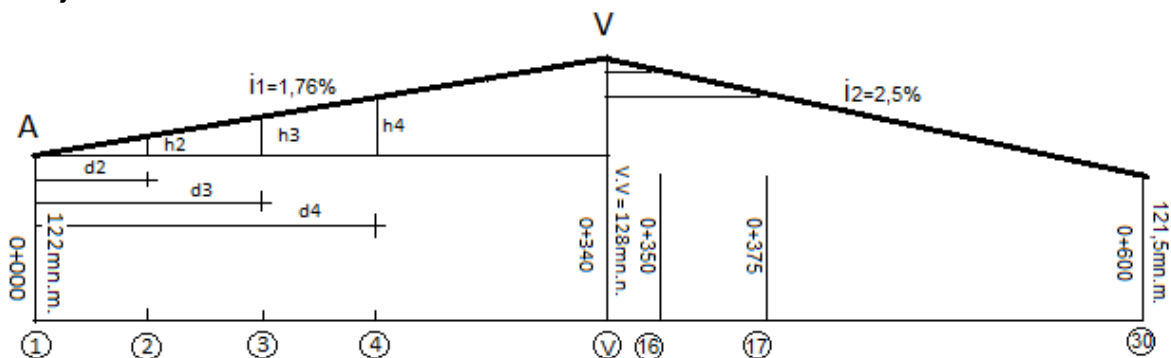
$$\Delta h = HV - HB = 128 - 121,5 = 6,5 \text{ m}$$

$$L = 600 - 340 = 260 \text{ m}$$

$$i_2 = \frac{6,5}{260} \cdot 100 = 2,5\%$$

Izračunavanje kota nivelete od vrha V do krajnje točke B

Primjer 7.



$$KN_{16} = VV - \Delta h_{16} \quad \Delta h_{16} = \frac{i_2 \cdot d_{16}}{100} = \frac{2,5 \cdot 10}{100} = 0,25 \text{ m}$$

$$KN_{16} = 128 - 0,25 = 127,75 \text{ mn. m.}$$

$$KN_{17} = VV - \Delta h_{17} \quad \Delta h_{17} = \frac{i_2 \cdot d_{17}}{100} = \frac{2,5 \cdot 35}{100} = 0,88 \text{ m}$$

$$KN_{17} = 128 - 0,88 = 127,12 \text{ mn. m.}$$

Po istom principu izračunavaju se kote niveleta do krajnje točke B.

Vertikalno zaobljenje nivelete

Vertikalni lomovi nivelete zaobljuju se kružnim krivinama velikih radijusa. Zaobljenje može biti konkavno i konveksno. Konveksno zaobljenje treba izbjegavati u usjecima zbog nemogućnosti funkcioniranja odvodnje.

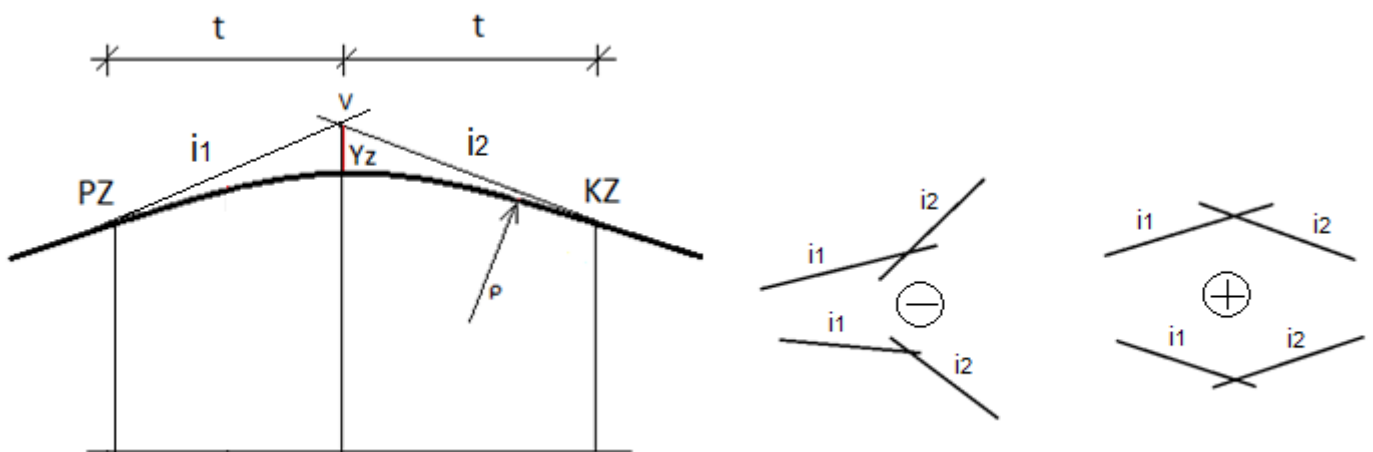
V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ρ_{\min} (m)	300	600	1100	1900	3200	5200	8700	13000	19000

Tablica 6. Najmanji konveksni polumjer ρ_{\min} (m) vertikalnog zaobljenja

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120
ρ_{\min} (m)	200	400	750	1300	2100	3500	5700	8600	12000

Tablica 7. Najmanji konkavni polumjer ρ_{\min} (m) vertikalnog zaobljenja

Tangenta vertikalnog zaobljenja



Slika 14. Elementi iskolčenja vertikalne krivine i određivanje predznaka za izračunavanje tangente

$$t = \frac{\rho_{od}}{2} \cdot \frac{i_1 \pm i_2}{100}$$

$$y_z = \frac{t^2}{2\rho_{od}}$$

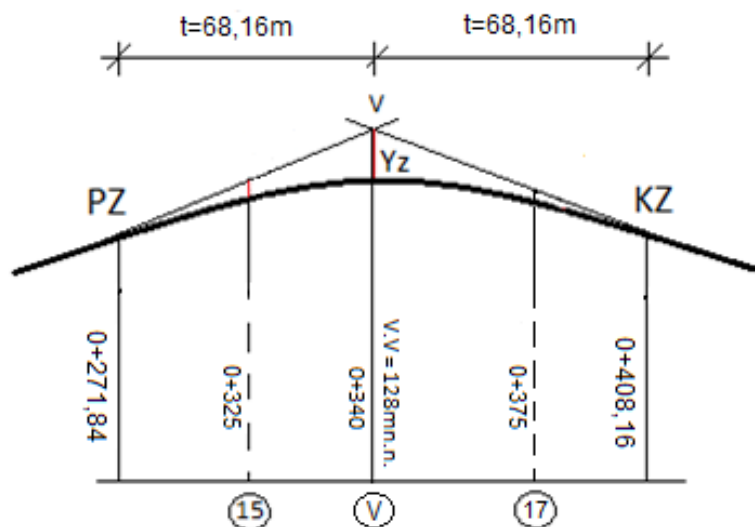
$$KN_V = VV - Y_z$$

Početak zaobljenja PZ dobije se tako da se od stacionaže vrha oduzme duljina tangente vertikalnog zaobljenja.

Kraj zaobljenja KZ dobije se tako da se stacionaži vrha doda duljina tangente.

Kota nivelete vrha dobije se na način da se od visine vrha VV oduzme veličina bisektrise Y_z .

Primjer 8.



$$\rho_{od} = \rho_{min} = 3200m$$

$$t = \frac{\rho_{od}}{2} \cdot \frac{i_1 + i_2}{100} = \frac{3200}{2} \cdot \frac{1,76 + 2,5}{100} = 68,16 m$$

$$PZ \Rightarrow 340 - 68,16$$

$$PZ = 0 + 271,84$$

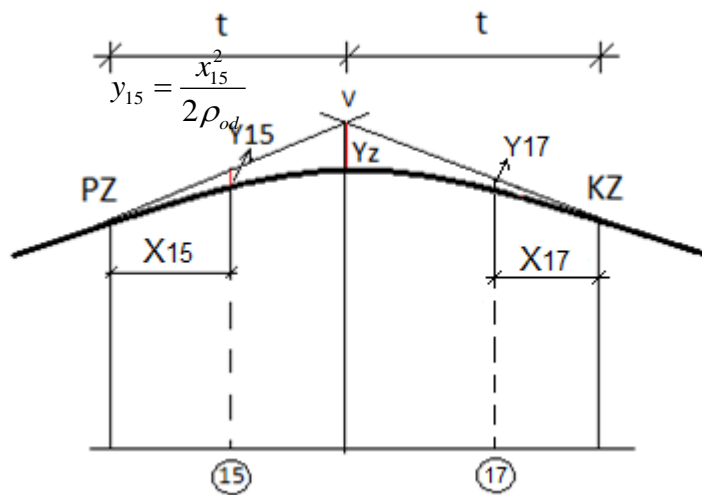
$$KZ \Rightarrow 340 + 68,16$$

$$KZ = 0 + 408,16$$

$$Y_z = \frac{t^2}{2\rho_{od}} = \frac{68,16^2}{6400} = 0,725 m$$

$$KN_V = VV - Y_z = 128 - 0,725 = 127,274 mn. m.$$

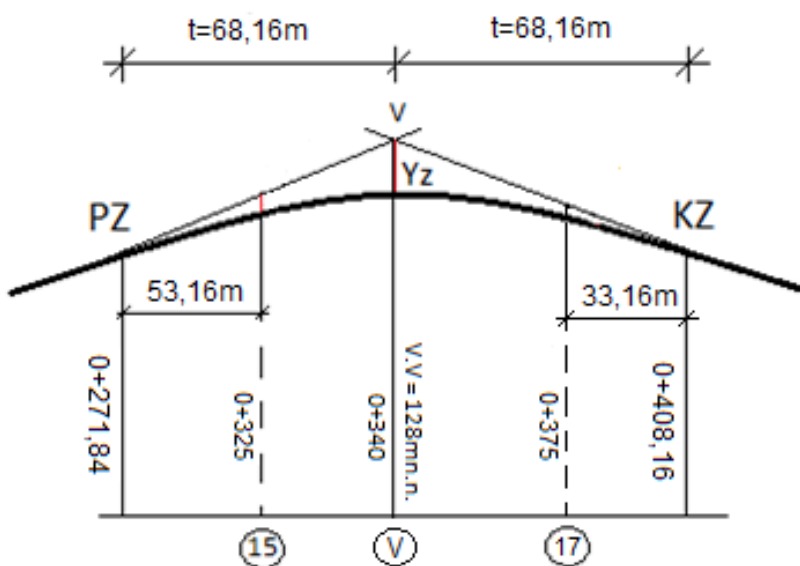
Poprečnim presjecima unutar zaobljenja kote nivelete se izračunavaju na način da se od kote izračunate po tangenti oduzme pripadajuća vrijednost bisektrise tj. vrijednost y .



$$y_{15} = \frac{x_{15}^2}{2\rho_{od}}$$

$$y_{17} = \frac{x_{17}^2}{2\rho_{od}}$$

Primjer 9.



$$X_{15} = 325 - 271,84 = 53,16 \text{ m} \quad y_{15} = \frac{x_{15}^2}{2\rho_{od}} = \frac{53,16^2}{6400} = 0,44 \text{ m}$$

$$X_{17} = 408,16 - 375 = 33,16 \text{ m} \quad y_{17} = \frac{x_{17}^2}{2\rho_{od}} = \frac{33,16^2}{6400} = 0,17 \text{ m}$$

Korigiranje kota nivelete unutar vertikalnog zaobljenja

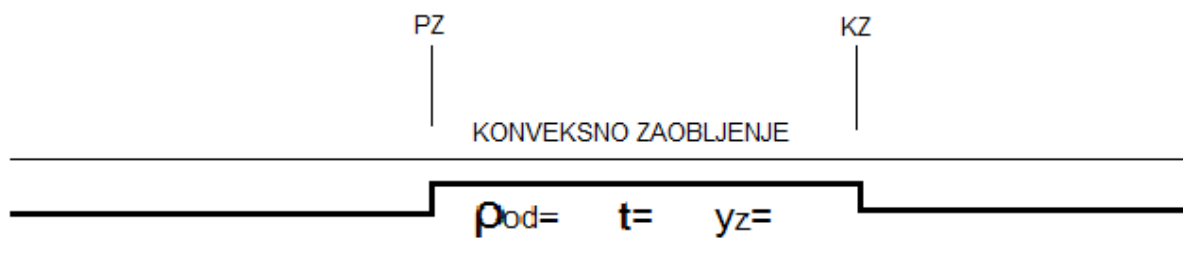
$$KN_{15} = KN_1 + \Delta h_{15} - y_{15}$$

$$KN_{15} = 122 + \frac{1,76 \cdot 325}{100} - 0,44 = 127,28 \text{ mn. m.}$$

$$KN_{17} = VV - \Delta h_{17} - y_{17}$$

$$KN_{17} = 128 - \frac{2,5 \cdot 35}{100} - 0,17 = 126,95 \text{ mn. m.}$$

Vertikalni tok trase je shematski prikaz vertikalnih elemenata nivelete ceste (pravaca i krivina) koji su usvojeni u uzdužnom profilu.



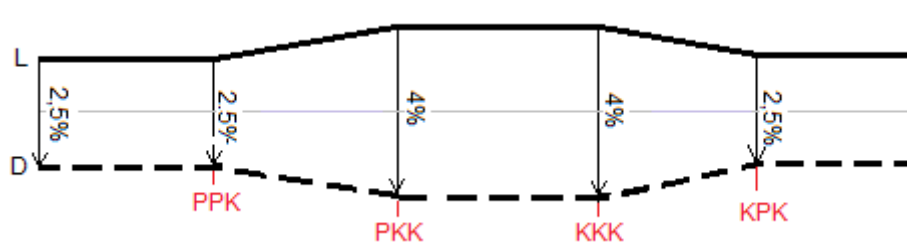
Slika 15. Vertikalni tok trase

5.4 VITOPERENJE KOLNIKA

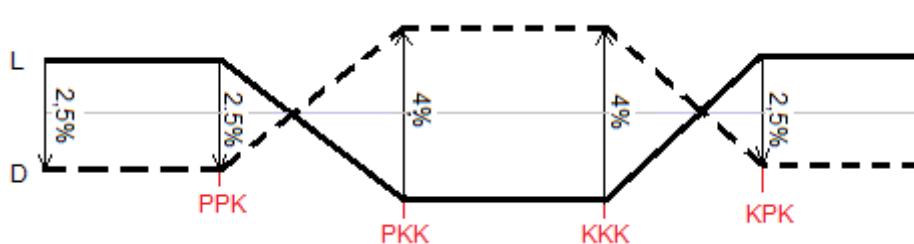
Vitoperenje kolnika predstavlja promjenu poprečnog nagiba površine kolnika. Kod dionica u pravcu, smjer poprečnog nagiba kolnika određuje smjer pada terena. Uobičajena veličina poprečnog nagiba ceste u pravcu je 2,5%. U kružnoj krivini poprečni je nagib usmjeren prema središtu krivine, a veličina mu ovisi o veličini odabranog radijusa (Rod). Maksimalni poprečni nagib u kružnoj krivini je 7% i odgovara minimalnom radijusu krivine.

Veličina poprečnog nagiba očitava se iz grafikona danog u tehničkim propisima. Promjena veličine poprečnog nagiba između pravca i kružne krivine odvija se na dionicama prijelaznih krivina.

Primjer vitoperenja u slučaju da je poprečni nagib u pravcu (2,5%) i u kružnoj krivini (4%) usmjeren u istu stranu (u desno).



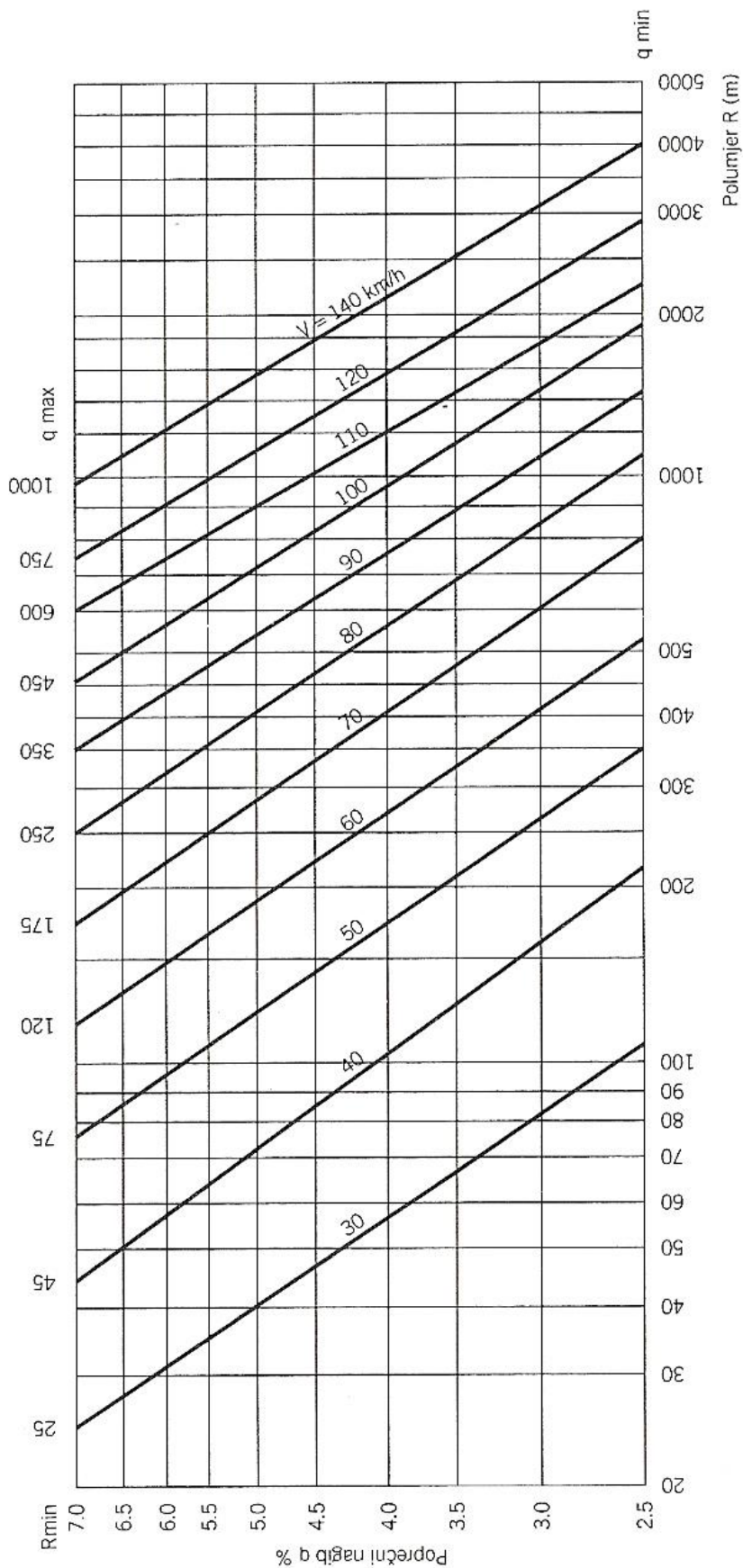
Primjer vitoperenja u slučaju da je poprečni nagib u pravcu usmjeren u desno, a u kružnoj krivini u lijevo.



Slika 16. Shema vitoperenja

Veličine poprečnog kolnika nagiba u poprečnim presjecima na dionicama prijelaznih krivina mogu se očitati iz priložene sheme vitoperenja.

Grafikon 1. Određivanje poprečnog nagiba kolnika u ovisnosti o radijusu zavoja



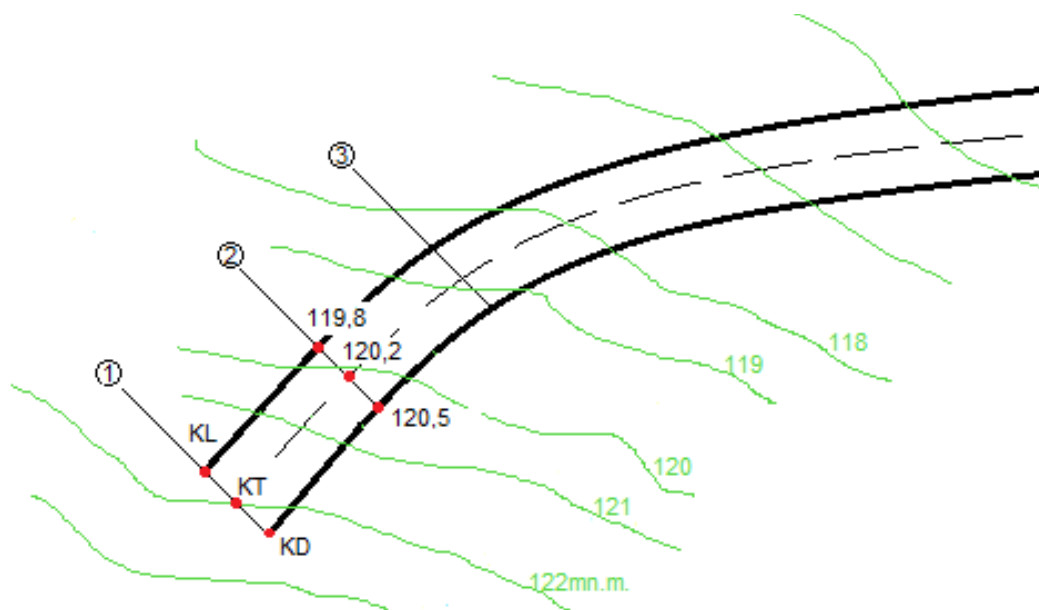
6. POPREČNI PRESJECI

Poprečni presjeci crtaju se na milimetarskom papiru u MJ 1:100. Kao podloga za crtanje služi do detalja razrađeni normalni profil ceste u sklopu kojeg su detaljno riješeni elementi krune ceste, debljina konstrukcije kolnika, nagibi pokosa nasipa i usjeka i uređaji za odvodnju. Na temelju poprečnih presjeka određuje se količina zemljanih radova (kubatura iskopa i nasipa) te izrađuje dokaznica mjera za izvedbu donjeg ustroja.

Postupak:

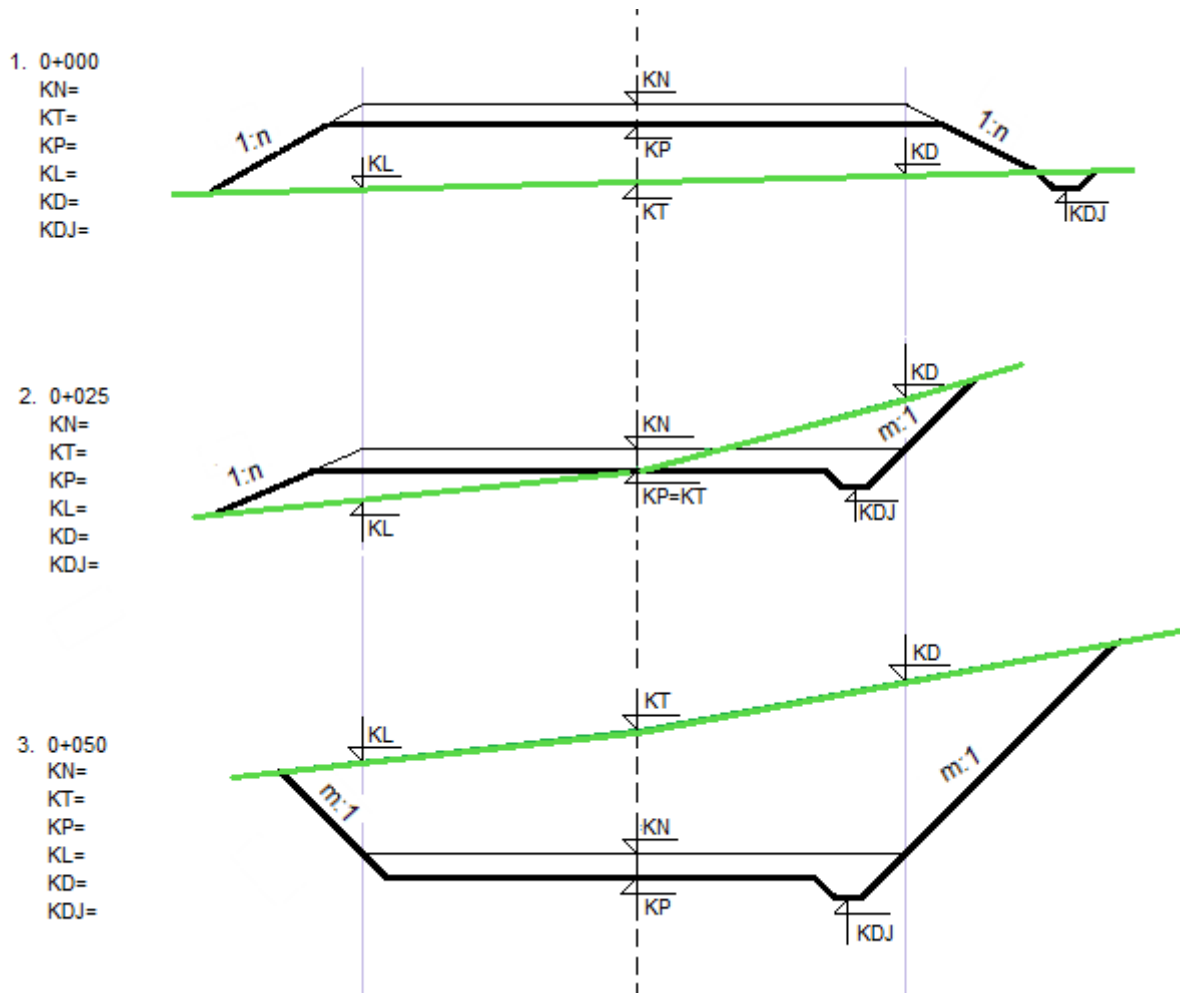
Najprije treba nacrtati liniju terena na način da visine terena ispod krune ceste (K_L i K_D) očitavamo iz situacije.

Nakon toga se u osi ceste nanosi visinska razlika između kote terena i kote nivelete te dovršava crtanje pokosa nasipa i usjeka. Ispod kote nivelete nanosi se debljina kolničke konstrukcije i ucrtava planum ili posteljica.



Slika 17. Očitavanje visina terena

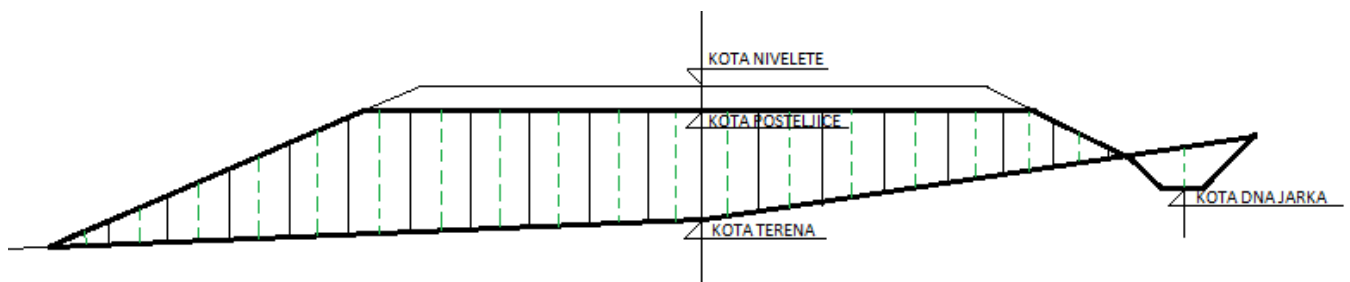
Crtanje poprečnih presjeka



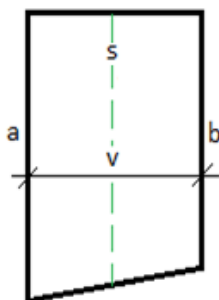
Slika 18. Poprečni presjeci – nasip – zasjek - usjek

7. OBRAČUN I IZJEDNAČENJE MASA

Prije izrade troškovnika zemljanih radova potrebno je odrediti količinu (kubaturu) iskopanog i nasipanog materijala. Iz tog razloga treba najprije odrediti površine poprečnih presjeka u usjeku, nasipu i zasjeku. Kod klasičnog načina projektiranja, proračun površina vrši se metodom „planimetriranja“. Poprečni presjek podijeli se na odsječke istih duljina (trapeze i trokute), a ukupna površina poprečnog presjeka dobiva se zbrajanjem površina pojedinih odsječaka.



Slika 19. Planimetriranje poprečnog presjeka

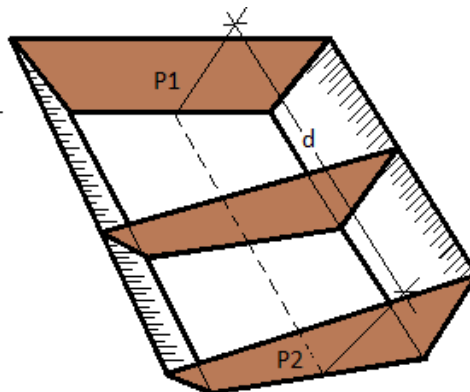


$$P(\text{trapeza}) = \frac{a + b}{2} \cdot v = s \cdot v$$

$$v = 1 \Rightarrow P = s$$

$$P(\text{ukupna}) = \Sigma P(\text{trapeza})$$

Množenjem srednjih površina poprečnih presjeka s njihovom udaljenošću dobivaju se kubature materijala.



Slika 20. Određivanje kubature iskopa

Prilikom projektiranja prometnica važno je poznavati privremenu i stalnu rastresitost materijala.

Privremena rastresitost (postotak kubature iskopanog materijala u odnosu na sraslo stanje) mjerodavna je za potrebe obračuna troškova prijevoza.

Stalna rastresitost (postotak kubature ugrađenog i zbijenog materijala u odnosu na sraslo stanje) važna je kod projektiranja prometnice u visinskom smislu i mjerodavna za potrebe rasporeda zemljanih materijala.

NOVA KLASIFIKACIJA	STARA KLASIFIKACIJA	VRSTA TLA	PRIVREMENA RASTRESITOST	STALNA RASTRESITOST
C	I. kategorija	Rastresita nevezana zemlja, pijesak, nevezani šljunak, humus	15%	0-2%
	II. kategorija	Obradivo tlo, meka glinovita i pjeskovita tla, pjeskovita glina, zbijeni pijesak i sitniji šljunak	20%	0-2%
	III. kategorija	Čvrsta i žilava tla, poluvezani šljunak, vlažna glina	25%	0-4%
B	IV. kategorija	Suha glina, meki i raspadnuti vapnenci, slabo vezani pješčenjaci, lapor, trošne jako raspucale stijene	30%	6%
	V. kategorija	Meke stijene, vapnenac, čvrsti pješčenjaci,	35%	8%
A	VI. kategorija	Čvrste stijene: masivni vapnenci, mramor, dolomit, granit, sijenit, diorit, kvarcit	45%	15%
	VII. kategorija	Vrlo čvrste i žilave stijene: granit, porfirit, bazalt, dijabaz, gabro, diorit	50%	20%

Tablica 8. Koeficijenti privremene i stalne rastresitosti

Primjer 10.

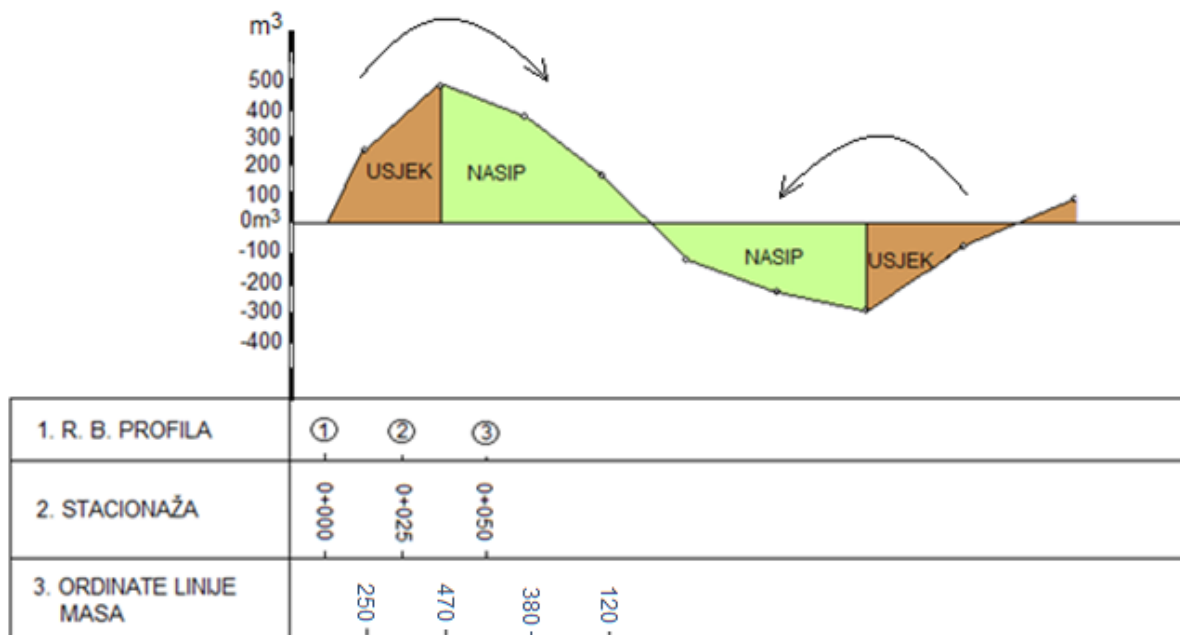
OBRAČUN MASA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
REDNI BROJ PROFILA	STACIONAŽA	POVRŠINA		SREDNJA POVRŠINA		RAZMAK PROFILA	KUBATURA		POVEĆANJE (SMANJENJE) ISKOPA $k=(1,06)$	MANJAK	VIŠAK	ORDINATA LINIJE MASA
		NASIPA	USJEKA	NASIPA	USJEKA		NASIPA	ISKOPA				
		m ²	m ²	m ²	m ²	m	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1	0+000	0	40									
				0	$(40+30):2=$ 35	25	$0*25=$ 0	$35*25=$ 875	$875*1,06=$ 927,5		927,5	927,5
2	0+025	0	30									
				5	25	25	$5*25=$ 125	$25*25=$ 625	$625*1,06=$ 662,5		$662,5-125=$ 537,5	$927,5+537,5=$ 1465
3	0+050	10	20									
				8	14	25	200	350	371		$371-200=$ 171	$1465+171=$ 1636
4	0+075	6	8									
				13	4,25	10	130	42,5	45,05	$130-45,05=$ 84,95		$1636-84,95=$ 1551,05
5	0+085	20	0,5									
				35	0,5	15	525	7,5	7,95	$525-7,95=$ 517,05		$1551,05-517,05=$ 1034
6	0+100	50	0,5									
				50	0,5	25	1250	12,5	13,25	$1250-13,25=$ 1236,75		$1034-1236,75=$ -202,75
7	0+125	50	0,5									
				30	0,5	15	450	7,5	7,95	442,05		$-202,75-442,05=$ -644,8
8	0+140	10	0,5									
				5	10,5	10	50	105	111,3		61,3	$-644,8+61,3=$ -583,5
9	0+150	0	20,5									

8. LINIJA MASA

Linija masa omogućuje organizaciju gradilišta za vrijeme izgradnje donjeg ustroja ceste.

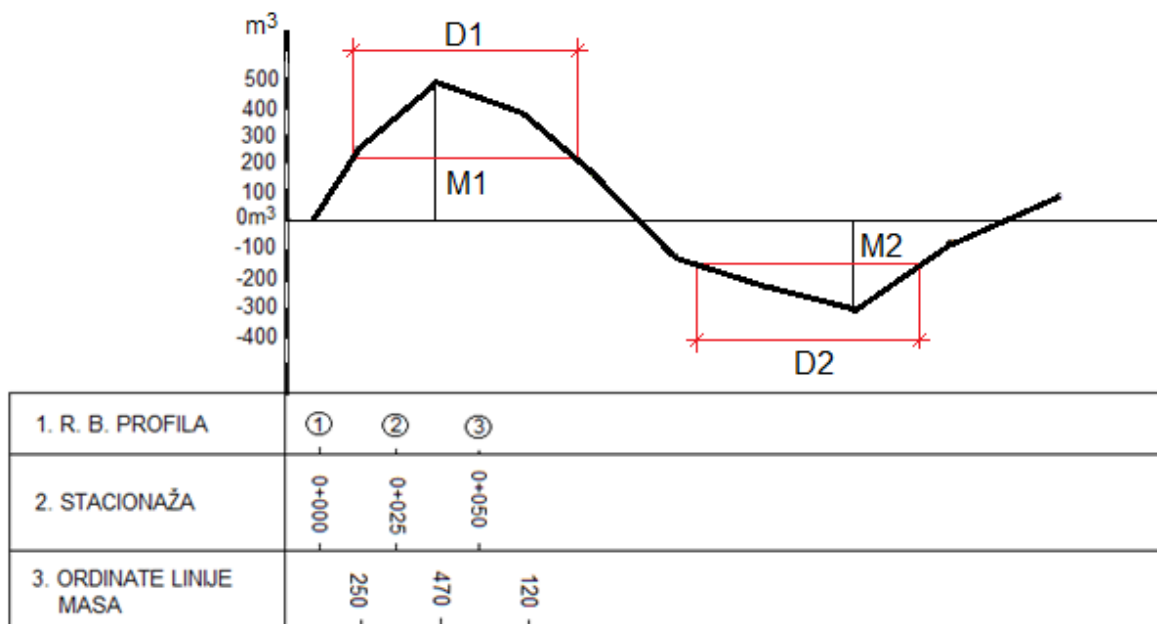
Crta se u dvostrukom mjerilu. Za udaljenosti se odabire mjerilo uzdužnog profila, a za mjerilo masa najpreglednije mjerilo (npr. da maksimalna ordinata linije masa bude između 15 i 20 cm).



Slika 21. Linija masa

Karakteristike linije masa:

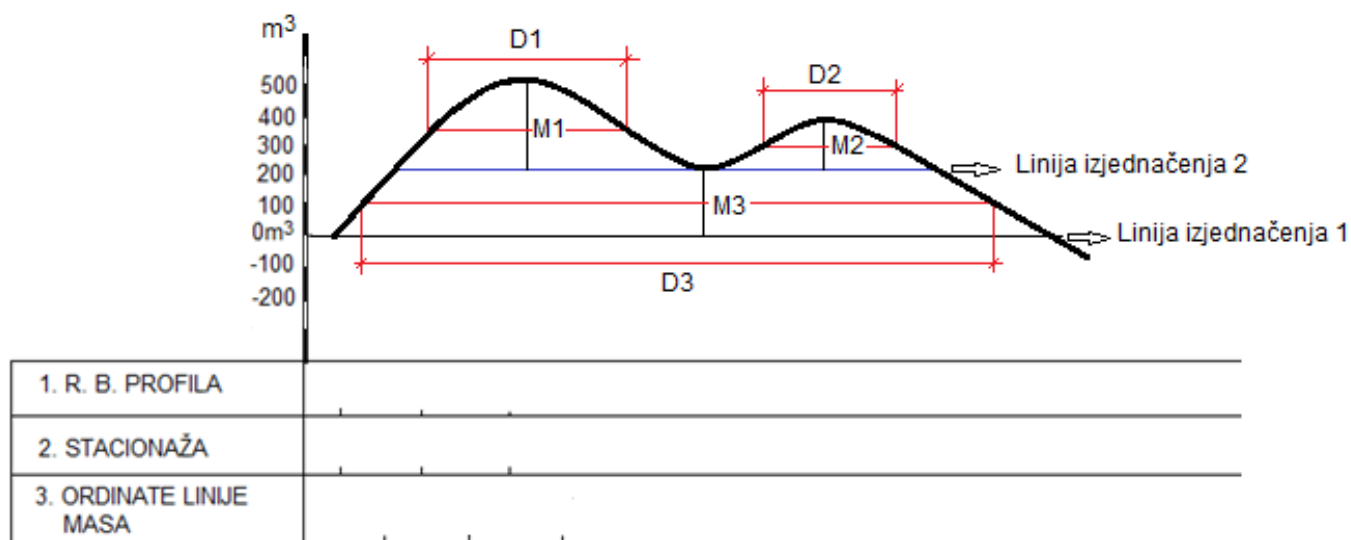
1. ako linija masa ima tendenciju uspona, radi se o dionicama u usjeku
2. ako linija masa ima tendenciju pada, radi se o dionicama u nasipu
3. mjesto gdje linija masa prelazi iz uspona u pad je mjesto gdje se usjek smjenjuje s nasipom
4. svaka horizontalna linija koja presijeca jedan val linije masa odsijeca iste količine nasipa i iskopa (linija izjednačenja)
5. srednju razvoznju duljinu iskopanog i nasipanog materijala dobivamo tako da maksimalnu ordinatu jednog vala raspolovimo, polovištem povučemo horizontalnu liniju i očitamo udaljenost točaka sjecišta te linije s linijom masa.



Slika 22. Određivanje srednje razvozne duljine

Na jednoj liniji masa može se položiti više linija izjednačenja. Mase (M) će biti ekonomično izjednačene ako su duljine transporta (D) minimalne.

Ako linija masa završava iznad osnovne linije znači da ćemo na posljednjoj stacionaži promatrane dionice imati viška materijala, a ukoliko linija masa završava ispod osnovne linije znači da će tu količinu materijala trebati dovesti iz pozajmišta.



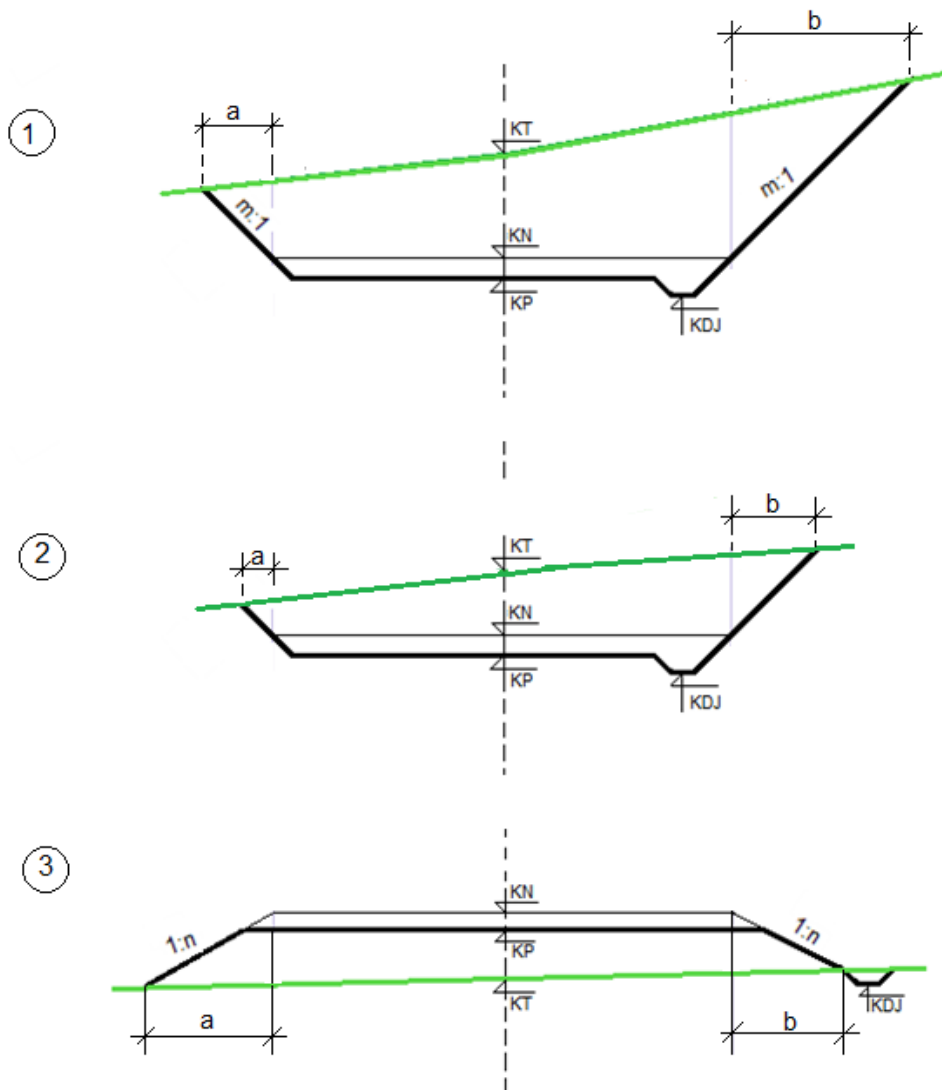
Slika 23. Izjednačenje masa

9. DORADA UZDUŽNOG PROFILA I SITUACIJE

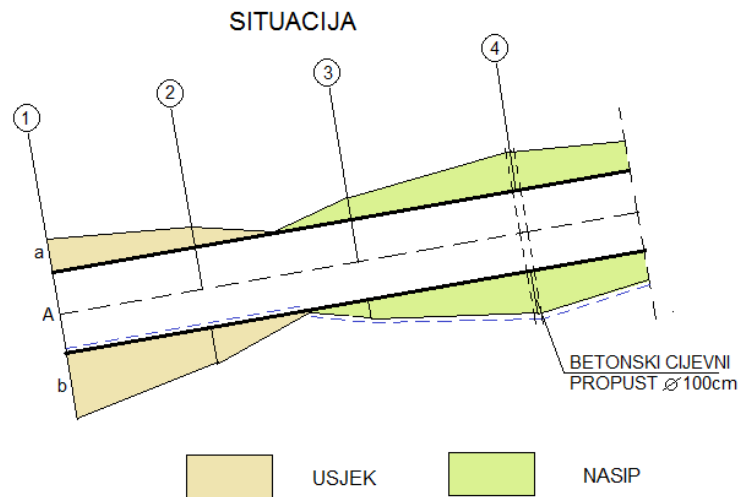
U ovom se dijelu programa ucrtava odvodnja u uzdužni profil i situaciju te se nanose širine nasipa i usjeka na tlocrtni prikaz ceste.

9.1. UCRTAVANJE NASIPA I USJEKA U SITUACIJU

Širina usjeka i nasipa odmjerava se na svakom poprečnom presjeku i to s lijeve i desne strane. Odmjerava se širina od krune ceste do nožice (presjek linije terena s pokosom nasipa ili usjeka) i ta se veličina nanosi u situaciju u odgovarajućem mjerilu. Ovdje treba biti pažljiv jer su poprečni presjeci crtani u mjerilu 1:100, a situacija u mjerilu 1:1000.



Slika 24. Određivanje širine usjeka i nasipa



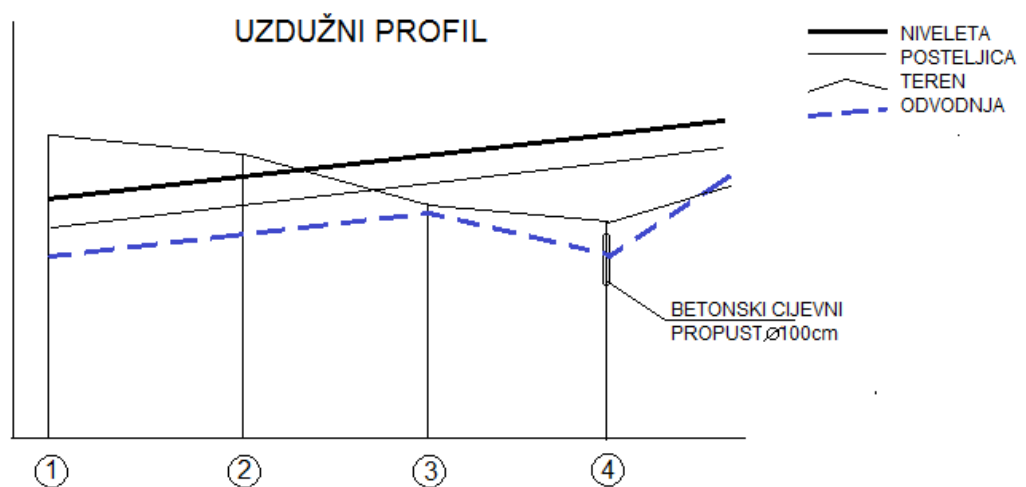
Slika 25. Dorada situacije

9.2. RJEŠAVANJE ODVODNJE

Nakon što su ucrtani usjeci i nasipi, u situaciju i uzdužni profil ucrtavaju se uređaju za odvodnju podzemne i površinske vode. Na poprečnim presjecima se očitava kota dna drenažnog rova u usjeku te kota dna jarka za odvodnju u nasipu (KDJ). Ove se kote obilježavaju u uzdužnom profilu na svakom odabranom presjeku, a potom spajaju crtkanom linijom.

Dok je dno drenažnog rova u usjeku paralelno s posteljicom i uvijek udaljeno od nje za istu veličinu, u nasipu nema pravila jer jarak za odvodnju ne slijedi posteljicu već se postavlja uz višu nožicu.

Na mjestima na kojima se skuplja voda, postavljaju se propusti kako bi se sakupljena voda kontrolirano provela kroz trup prometnice.



Slika 26. Dorada uzdužnog profila

10. TEHNIČKI OPIS

Tehnički opis je sastavni dio projektne dokumentacije koji sadrži sve potrebne tekstualne podatke o projektiranom objektu.

Tehnički opis za potrebe programa iz predmeta CESTE mora sadržavati sve potrebne podatke o izrađenom programu. Sastoji se od sljedećih točaka:

OPĆI PODACI

Ovaj dio sadrži zadane podatke definirane programskim zadatkom (kategorija ceste, konfiguracija i sastav terena, kolnički zastor...) te podatke koji su određeni na temelju zadanih veličina (projektna brzina, minimalni polumjer horizontalnog zavoja, maksimalni uzdužni nagib nivelete, duljina prijelaznice) .

OPIS PROJEKTIRANOG RJEŠENJA

Horizontalni elementi

U ovom dijelu treba opisati projektirano rješenje u situaciji: duljinu trase, horizontalne zavoje s elementima iskolčenja (kut α , R, L, t, Ouk, Okl), duljine pravaca, stacionaže te usporedbe odabranih elemenata s graničnim (minimalnim) vrijednostima .

Vertikalni elementi

Dio koji sadrži karakteristike uzdužnog profila ceste; opisuje se izgled nivelete, uzdužni nagibi, elementi vertikalnog zaobljenja (ρ , t, yz). Pojašnjava se način vitoperenja kolnika ispisivanjem poprečnih nagiba kolnika u pravcu i u zavojima.

Elementi poprečnog presjeka

Dio u kojem je potrebno navesti širine prometnih trakova, rubnih trakova, bankina, bermi te poprečne nagibe bankina i bermi. Potrebno je definirati nagibe pokosa nasipa i usjeka te način njihove zaštite.

Kolnička konstrukcija

Potrebno je navesti i skicirati debljine i opisati slojeve kolničke konstrukcije te podatke na temelju kojih je odabrana navedena kolnička konstrukcija.

Odvodnja

U dijelu odvodnje opisuju se načini rješenja površinske i podzemne odvodnje: oblik i dimenzije zaštitnih i odvodnih jaraka, dimenzije i materijali za izvedbu rigola.

Treba opisati položaj i rješenja cijevnih betonskih propusta na trasi ceste sa potrebnim dimenzijama.

PRILOG

**BRANKO ŽNIDERŠIĆ: IZVOD IZ TABLICA ZA OBILJEŽAVANJE
PRIJELAZNIH KRIVINA**

R = 190, 200

R	190			200		
	140	150	30	10	20	30
L	188,112	147,680	29,988	9,999	19,995	29,988
<i>l</i>	69,684	74,612	14,997	5,000	9,999	14,997
<i>d</i>	17,027	19,518	0,750	0,083	0,333	0,750
<i>yl</i>	4,277	4,907	0,187	0,021	0,088	0,187
ΔR_i	44,106	46,851	9,977	3,333	6,660	9,977
<i>e</i>	21°06'32,3"	22°37'00,3"	4°17'49,9"	1°25'56,6"	2°51'53,2"	4°17'49,9"
<i>z</i>	7°01'41,6"	7°31'44,2"	1°25'56,4"	0°28'38,9"	0°57'17,7"	1°25'56,4"
ω_i	14°04'50,7"	15°05'16,1"	2°51'53,5"	0°57'17,7"	1°54'35,5"	2°51'53,5"
φ_i						
x = 5	0,001	0,001	0,003	0,010	0,005	0,003
10	0,006	0,006	0,028	0,083	0,042	0,028
15	0,021	0,020	0,094	0,271	0,141	0,094
20	0,050	0,047	0,222		0,334	0,222
25	0,088	0,091	0,431		0,647	0,431
30	0,169	0,158	0,751			0,751
35	0,269	0,251	1,190			1,190
40	0,401	0,374				
45	0,571	0,533				
50	0,784	0,731				
55	1,043	0,974				
60	1,355	1,264				
65	1,723	1,608				
70	2,153	2,009				
75	2,650	2,473				
80	3,219	3,003				
85	3,864	3,605				
90	4,592	4,283				
95	5,408	5,043				
100	6,317	5,890				
105	7,326	6,829				
110	8,441	7,866				
115	9,668	9,007				
120	11,016	10,258				
125	12,490	11,626				
130	14,101	13,119				
135	15,857	14,743				
140	17,768	16,509				
145	19,843	18,426				
150		20,503				
155		22,751				

R = 200

R	200					
	40	50	60	70	80	
L	39,960	49,922	59,865	69,786	79,681	
<i>l</i>	19,993	24,987	29,978	34,964	39,947	
<i>d</i>	1,332	2,081	2,995	4,074	5,318	
<i>yl</i>	0,333	0,521	0,749	1,020	1,331	
ΔR_i	13,279	16,561	19,818	23,044	26,235	
<i>e</i>	5°43'46,5"	7°09'43,1"	8°35'39,7"	10°01'36,3"	11°27'33,0"	
<i>z</i>	1°54'34,9"	2°23'13,2"	2°51'51,3"	3°20'29,0"	3°49'06,3"	
ω_i	3°49'11,6"	4°46'29,9"	5°43'48,4"	6°41'07,3"	7°38'26,7"	
φ_i						
x = 5	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	
10	0,021	0,017	0,014	0,012	0,010	
15	0,070	0,056	0,047	0,040	0,035	
20	0,167	0,133	0,111	0,095	0,083	
25	0,326	0,260	0,217	0,186	0,163	
30	0,563	0,450	0,375	0,322	0,281	
35	0,894	0,715	0,596	0,511	0,447	
40	1,336	1,068	0,890	0,762	0,667	
45	1,903	1,522	1,268	1,086	0,950	
50		2,091	1,740	1,491	1,304	
55		2,785	2,319	1,986	1,737	
60			3,016	2,581	2,257	
65			3,840	3,287	2,872	
70				4,112	3,592	
75				5,068	4,426	
80					5,383	
85					6,472	

R	200					
	90	100	110	120	130	
L						
<i>l</i>	89,545	99,377	109,171	118,924	128,634	
<i>d</i>	44,924	49,896	54,862	59,820	64,772	
<i>y</i>	6,726	8,296	10,029	11,923	13,977	
ΔR	1,684	2,079	2,514	2,990	3,508	
<i>e</i>	29,386	32,491	35,545	38,544	41,488	
γ_l	12°53'29,6"	14°19'26,2"	15°45'22,8"	17°11'19,4"	18°37'16,1"	
ω_l	4°17'43,2"	4°46'19,6"	5°14'55,5"	5°43'30,7"	6°12'05,3"	
φ_l	8°35'46,4"	9°33'06,6"	10°30'27,3"	11°27'48,7"	12°25'10,8"	
x = 5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
10	0,009	0,008	0,008	0,007	0,006	
15	0,031	0,028	0,026	0,023	0,022	
20	0,074	0,067	0,061	0,056	0,051	
25	0,145	0,130	0,118	0,109	0,100	
30	0,250	0,225	0,205	0,188	0,173	
35	0,397	0,357	0,325	0,298	0,275	
40	0,593	0,534	0,485	0,445	0,410	
45	0,844	0,760	0,691	0,633	0,584	
50	1,159	1,043	0,948	0,869	0,802	
55	1,543	1,388	1,262	1,156	1,067	
60	2,005	1,803	1,639	1,502	1,386	
65	2,551	2,294	2,085	1,911	1,763	
70	3,190	2,868	2,606	2,388	2,203	
75	3,928	3,532	3,208	2,939	2,712	
80	4,776	4,292	3,898	3,570	3,294	
85	5,740	5,157	4,682	4,237	3,954	
90	6,830	6,188	5,566	5,096	4,699	
95	8,055	7,230	6,559	6,003	5,534	
100		8,456	7,668	7,015	6,466	
105		9,820	8,900	8,139	7,499	
110			10,265	9,382	8,641	
115			11,770	10,752	9,898	
120				12,259	11,279	
125				13,910	12,791	
130					14,443	
135					16,243	

R	200			225		
	140	150	10	20	30	
L						
<i>l</i>	138,295	147,904	10,000	19,996	29,987	
<i>d</i>	69,715	74,650	5,000	9,999	14,998	
<i>y</i>	16,191	18,563	0,074	0,296	0,666	
ΔR	4,065	4,664	0,019	0,074	0,167	
<i>e</i>	44,355	47,158	3,333	6,661	9,982	
γ_l	20°03'12,7"	21°29'09,3"	1°16'23,7"	2°32'3"	3°49'11,0"	
ω_l	6°40'39,1"	7°09'12,3"	0°25'27,9"	0°50'55,8"	1°16'23,5"	
φ_l	13°22'33,6"	14°19'57,0"	0°50'55,8"	1°41'51,5"	2°32'47,5"	
x = 5	0,001	0,001	0,009	0,005	0,003	
10	0,006	0,006	0,074	0,037	0,025	
15	0,020	0,019	0,241	0,125	0,083	
20	0,048	0,044		0,296	0,198	
25	0,093	0,087		0,575	0,386	
30	0,161	0,150			0,667	
35	0,255	0,238			1,057	
40	0,381	0,356				
45	0,543	0,506				
50	0,744	0,695				
55	0,991	0,925				
60	1,287	1,201				
65	1,637	1,527				
70	2,045	1,908				
75	2,517	2,348				
80	3,057	2,852				
85	3,670	3,423				
90	4,360	4,067				
95	5,134	4,788				
100	5,997	5,591				
105	6,953	6,482				
110	8,009	7,465				
115	9,172	8,546				
120	10,447	9,730				
125	11,841	11,025				
130	13,363	12,436				
135	15,021	13,972				
140	16,822	15,638				
145	18,776	17,445				
150		19,401				
155		21,514				

R = 250

R	250				
	10	20	30	40	50
L					
l	10,000	19,997	29,989	39,974	49,950
d	5,000	9,999	14,998	19,996	24,992
y _l	0,067	0,267	0,600	1,066	1,665
ΔR	0,017	0,067	0,150	0,267	0,417
e	3,333	6,662	9,986	13,299	16,599
τ _l	1°08'45,3"	2°17'30,6"	3°26'15,9"	4°35'01,2"	5°43'46,5"
ω _l	0°22'55,1"	0°45'50,2"	1°08'45,2"	1°31'40,1"	1°54'34,9"
φ _l	0°45'50,2"	1°31'40,4"	2°17'30,7"	3°03'21,1"	3°49'11,6"
x =					
5	0,008	0,004	0,003	0,002	0,002
10	0,067	0,033	0,022	0,017	0,013
15	0,217	0,113	0,075	0,056	0,045
20		0,267	0,178	0,133	0,107
25		0,517	0,347	0,260	0,208
30			0,600	0,450	0,360
35			0,951	0,715	0,572
40				1,068	0,854
45				1,520	1,217
50					1,670
55					2,224

R = 250

R	250				
	60	70	80	90	100
L					
l	59,914	69,863	79,795	89,709	99,601
d	29,986	34,977	39,966	44,951	49,933
y _l	2,398	3,262	4,259	5,388	6,648
ΔR	0,600	0,816	1,066	1,348	1,664
e	19,883	23,148	26,390	29,607	32,794
τ _l	6°52'31,8"	8°01'17,1"	9°10'02,4"	10°18'47,7"	11°27'33,0"
ω _l	2°17'29,6"	2°40'24,1"	3°03'18,4"	3°26'12,5"	3°49'06,3"
φ _l	4°35'02,2"	5°20'53,0"	6°06'44,0"	6°52'35,2"	7°38'26,7"
x =					
5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10	0,011	0,010	0,008	0,007	0,007
15	0,038	0,032	0,028	0,025	0,023
20	0,089	0,076	0,067	0,059	0,053
25	0,174	0,149	0,130	0,116	0,104
30	0,300	0,257	0,225	0,200	0,180
35	0,476	0,408	0,357	0,318	0,286
40	0,712	0,610	0,534	0,474	0,427
45	1,014	0,869	0,760	0,675	0,608
50	1,391	1,192	1,043	0,927	0,834
55	1,853	1,587	1,388	1,234	1,110
60	2,409	2,062	1,803	1,602	1,442
65	3,064	2,624	2,294	2,038	1,834
70		3,281	2,868	2,548	2,292
75		4,041	3,532	3,136	2,821
80			4,292	3,810	3,426
85			5,155	4,576	4,114
90				5,441	4,890
95				6,409	5,759
100					6,729
105					7,804

R	250				
	110	120	130	140	150
L	109,469	119,311	129,124	138,906	148,656
<i>l</i>	54,911	59,885	64,854	69,817	74,776
<i>d</i>	8,039	9,561	11,212	12,994	14,904
<i>y</i> / <i>ΔR</i>	2,013	2,395	2,810	3,258	3,788
<i>e</i>	35,949	39,068	42,148	45,187	48,180
τ_l	12°36'18,3"	13°45'03,6"	14°53'48,9"	16°02'34,2"	17°11'19,4"
ω_l	4°11'59,9"	4°34'53,1"	4°57'46,0"	5°20'38,6"	5°43'30,7"
φ_l	8°24'18,4"	9°10'10,5"	9°56'02,9"	10°41'55,6"	11°27'48,7"
x = 5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10	0,006	0,006	0,005	0,005	0,004
15	0,020	0,019	0,017	0,016	0,015
20	0,048	0,044	0,041	0,038	0,036
25	0,095	0,087	0,080	0,074	0,069
30	0,164	0,150	0,138	0,129	0,120
35	0,260	0,238	0,220	0,204	0,191
40	0,388	0,356	0,328	0,305	0,284
45	0,552	0,506	0,467	0,434	0,405
50	0,758	0,695	0,641	0,595	0,556
55	1,009	0,925	0,854	0,793	0,740
60	1,310	1,201	1,108	1,029	0,961
65	1,667	1,527	1,410	1,309	1,221
70	2,083	1,908	1,761	1,635	1,526
75	2,563	2,348	2,167	2,012	1,877
80	3,113	2,852	2,631	2,443	2,279
85	3,737	3,423	3,158	2,932	2,735
90	4,440	4,067	3,752	3,482	3,249
95	5,229	4,788	4,416	4,098	3,823
100	6,107	5,591	5,156	4,784	4,463
105	7,082	6,482	5,976	5,544	5,171
110	8,158	7,465	6,881	6,382	5,951
115	9,342	8,546	7,875	7,302	6,808
120		9,730	8,964	8,310	7,746
125		11,024	10,152	9,409	8,769
130			11,447	10,606	9,881
135			12,853	11,904	11,087
140				13,311	12,393
145				14,830	13,803
150					15,324
155					16,959

R	250				
	160	170	180	190	200
L	158,369	168,045	177,681	187,275	196,824
<i>l</i>	79,728	84,674	89,613	94,545	99,469
<i>d</i>	16,942	19,108	21,401	23,820	26,363
<i>y</i> / <i>ΔR</i>	4,251	4,797	5,375	5,986	6,629
<i>e</i>	51,125	54,018	56,856	59,636	62,355
τ_l	18°20'04,7"	19°28'50,0"	20°37'35,3"	21°46'20,6"	22°55'05,9"
ω_l	6°06'22,5"	6°29'13,7"	6°52'04,5"	7°14'54,8"	7°37'44,6"
φ_l	12°13'42,2"	12°59'36,3"	13°45'30,8"	14°31'25,8"	15°17'21,3"
x = 5	0,001	0,004	0,004	0,004	0,003
10	0,004	0,013	0,013	0,012	0,011
15	0,014	0,031	0,030	0,028	0,027
20	0,033	0,061	0,058	0,055	0,052
25	0,065	0,106	0,100	0,095	0,090
30	0,113	0,168	0,159	0,150	0,143
35	0,179	0,251	0,237	0,225	0,213
40	0,267	0,357	0,338	0,320	0,304
45	0,380	0,490	0,463	0,439	0,417
50	0,521	0,653	0,616	0,584	0,555
55	0,693	0,847	0,800	0,758	0,720
60	0,900	1,078	1,018	0,964	0,916
65	1,145	1,346	1,271	1,204	1,144
70	1,430	1,656	1,564	1,481	1,407
75	1,760	1,998	1,898	1,798	1,708
80	2,136	2,412	2,278	2,158	2,050
85	2,564	2,865	2,705	2,562	2,434
90	3,045	3,371	3,183	3,015	2,863
95	3,583	3,984	3,714	3,518	3,341
100	4,182	4,557	4,302	4,074	3,870
105	4,845	5,244	4,950	4,688	4,452
110	5,575	5,998	5,661	5,360	5,090
115	6,377	6,822	6,438	6,095	5,788
120	7,254	7,720	7,284	6,896	6,547
125	8,210	8,695	8,204	7,765	7,372
130	9,250	9,752	9,200	8,707	8,265
135	10,377	10,895	10,276	9,724	9,229
140	11,595	12,128	11,436	10,820	10,267
145	12,911	13,455	12,685	11,999	11,384
150	14,328	14,882	14,025	13,264	12,582
155	15,852				

R = 300

R	300				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,998	29,993	39,982	49,965
l	5,000	10,000	14,999	19,997	24,994
d	0,056	0,222	0,500	0,889	1,388
y _i	0,014	0,056	0,125	0,222	0,347
Δ R	3,383	6,664	9,990	13,309	16,620
e	0°57'17,8"	1°54'35,5"	2°51'53,2"	3°49'11,0"	4°46'28,7"
τ _i	0°19'05,9"	0°38'11,8"	0°57'17,7"	1°16'23,5"	1°35'29,2"
ω _i	0°38'11,9"	1°16'23,7"	1°54'35,5"	2°32'47,5"	3°10'59,5"
φ _i					
x = 5	0,007	0,003	0,002	0,002	0,001
10	0,056	0,028	0,019	0,014	0,011
15	0,181	0,094	0,063	0,047	0,038
20		0,222	0,148	0,111	0,089
25		0,431	0,289	0,217	0,174
30			0,500	0,375	0,300
35			0,792	0,596	0,476
40				0,890	0,712
45				1,266	1,014
50					1,391
55					1,851

R = 300

R	300				
	60	70	80	90	100
L	59,940	69,905	79,858	89,798	99,723
l	29,990	34,984	39,976	44,966	49,954
d	1,999	2,720	3,551	4,493	5,545
y _i	0,500	0,680	0,888	1,124	1,387
Δ R	19,919	23,205	26,475	29,727	32,959
e	5°43'46,5"	6°41'04,2"	7°38'22,0"	8°35'39,7"	9°32'57,5"
τ _i	1°54'34,9"	2°13'40,5"	2°32'45,9"	2°51'51,3"	3°10'56,4"
ω _i	3°49'11,6"	4°27'23,7"	5°05'36,1"	5°43'48,4"	6°22'01,1"
φ _i					
x = 5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10	0,009	0,008	0,007	0,006	0,006
15	0,031	0,027	0,023	0,021	0,019
20	0,074	0,063	0,056	0,049	0,044
25	0,145	0,124	0,109	0,096	0,087
30	0,250	0,214	0,188	0,167	0,150
35	0,397	0,340	0,298	0,265	0,238
40	0,593	0,508	0,445	0,395	0,356
45	0,844	0,724	0,633	0,563	0,506
50	1,159	0,993	0,869	0,772	0,695
55	1,543	1,322	1,156	1,028	0,925
60	2,005	1,717	1,502	1,335	1,201
65	2,250	2,185	1,911	1,698	1,527
70		2,731	2,388	2,121	1,908
75		3,361	2,939	2,611	2,348
80			3,570	3,171	2,852
85			4,286	3,807	3,423
90				4,523	4,067
95				5,326	4,788
100					5,591
105					6,481

R = 300

R	300				
	110	120	130	140	150
L					
<i>l</i>	109,631	119,521	129,391	139,240	149,065
<i>d</i>	54,938	59,920	64,898	69,873	74,844
<i>y</i>	6,706	7,977	9,357	10,847	12,444
ΔR	1,679	1,997	2,343	2,717	3,118
<i>e</i>	36,168	39,353	42,510	45,639	48,736
τ_l	10°30'15,2"	11°27'33,0"	12°24'50,7"	13°22'08,5"	14°19'26,2"
ω_l	3°30'01,5"	3°49'06,3"	4°08'11,0"	4°27'15,4"	4°46'19,6"
φ_l	7°00'13,7"	7°38'26,7"	8°16'39,7"	8°54'53,1"	9°33'06,6"
x = 5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
15	0,017	0,016	0,014	0,013	0,013
20	0,040	0,037	0,034	0,032	0,030
25	0,079	0,072	0,067	0,062	0,058
30	0,136	0,125	0,115	0,107	0,100
35	0,217	0,199	0,183	0,170	0,159
40	0,323	0,296	0,274	0,254	0,237
45	0,460	0,422	0,389	0,362	0,338
50	0,632	0,579	0,534	0,496	0,463
55	0,841	0,771	0,711	0,660	0,616
60	1,092	1,001	0,924	0,858	0,800
65	1,388	1,272	1,174	1,090	1,018
70	1,735	1,590	1,467	1,362	1,271
75	2,134	1,956	1,805	1,676	1,564
80	2,591	2,375	2,191	2,034	1,898
85	3,110	2,850	2,630	2,441	2,278
90	3,695	3,385	3,123	2,899	2,705
95	4,349	3,984	3,675	3,411	3,183
100	5,077	4,650	4,290	3,981	3,714
105	5,884	5,388	4,970	4,612	4,302
110	6,775	6,202	5,720	5,307	4,950
115	7,752	7,096	6,543	6,070	5,661
120		8,075	7,443	6,904	6,438
125		9,141	8,425	7,813	7,284
130			9,492	8,801	8,204
135			10,649	9,871	9,200
140				11,028	10,276
145				12,276	11,436
150					12,685
155					14,025

R = 300

R	300				
	160	170	180	190	200
L					
<i>l</i>	158,866	168,640	178,387	188,104	197,789
<i>d</i>	79,811	84,773	89,731	94,683	99,631
<i>y</i>	14,150	15,964	17,885	19,912	22,046
ΔR	3,546	4,002	4,486	4,996	5,534
<i>e</i>	51,799	54,827	57,816	60,765	63,672
τ_l	15°16'44,0"	16°14'01,7"	17°11'19,4"	18°08'37,2"	19°05'54,9"
ω_l	5°05'23,6"	5°24'27,3"	5°43'30,7"	6°02'33,9"	6°21'36,7"
φ_l	10°11'20,4"	10°49'34,4"	11°27'48,7"	12°06'03,3"	12°44'18,2"
x = 5	—	—	—	—	—
10	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
15	0,012	0,011	0,010	0,010	0,009
20	0,028	0,026	0,025	0,023	0,022
25	0,054	0,051	0,048	0,046	0,043
30	0,094	0,088	0,083	0,079	0,075
35	0,149	0,140	0,132	0,125	0,119
40	0,222	0,209	0,197	0,187	0,178
45	0,316	0,298	0,281	0,266	0,253
50	0,434	0,409	0,386	0,366	0,347
55	0,578	0,544	0,514	0,487	0,462
60	0,750	0,706	0,667	0,632	0,600
65	0,954	0,898	0,848	0,803	0,763
70	1,192	1,122	1,059	1,003	0,953
75	1,466	1,380	1,303	1,234	1,172
80	1,780	1,675	1,582	1,498	1,423
85	2,135	2,009	1,897	1,797	1,707
90	2,535	2,386	2,253	2,134	2,027
95	2,983	2,807	2,650	2,511	2,385
100	3,481	3,275	3,092	2,929	2,782
105	4,032	3,793	3,581	3,392	3,222
110	4,638	4,364	4,120	3,902	3,706
115	5,304	4,989	4,710	4,461	4,236
120	6,031	5,673	5,355	5,071	4,816
125	6,823	6,417	6,057	5,736	5,447
130	7,683	7,225	6,819	6,457	6,131
135	8,615	8,100	7,644	7,237	6,871
140	9,621	9,044	8,534	8,078	7,669
145	10,705	10,062	9,492	8,985	8,529
150	11,870	11,155	10,522	9,958	9,452
155	13,121	12,328	11,627	11,002	10,441

R = 300

R	300				
	160	170	180	190	200
L					
l	158,866	168,640	178,387	188,104	197,789
d	79,811	84,773	89,731	94,683	99,631
yl	14,150	15,964	17,885	19,912	22,046
ΔR	3,546	4,002	4,486	4,996	5,534
e	51,799	54,827	57,816	60,765	63,672
τl	15° 16' 44,0"	16° 14' 01,7"	17° 11' 19,4"	18° 08' 37,2"	19° 05' 54,9"
ωl	5° 05' 23,6"	5° 24' 27,3"	5° 43' 30,7"	6° 02' 33,9"	6° 21' 36,7"
φl	10° 11' 20,4"	10° 49' 34,4"	11° 27' 48,7"	12° 06' 03,3"	12° 44' 18,2"
x =	155	160	165	170	175
	13,121	12,328	11,627	11,002	10,441
	14,462	13,585	12,809	12,118	11,499
	15,896	14,928	14,073	13,311	12,629
		16,363	15,421	14,584	13,834
		17,892	16,859	15,989	15,117
			18,389	17,381	16,481
			20,014	18,914	17,929
				20,541	19,467
				22,266	21,096
					22,822
					24,647

R = 325

R	325				
	10	20	30	40	50
L					
l	10,000	19,998	29,994	39,985	49,970
d	5,000	10,000	14,999	19,997	24,995
yl	0,051	-0,205	0,461	0,820	1,282
ΔR	0,013	0,051	0,115	0,205	0,320
e	3,333	6,664	9,991	13,313	16,627
τl	0° 52' 53,3"	1° 45' 46,6"	2° 38' 39,9"	3° 31' 33,2"	4° 24' 26,5"
ωl	0° 17' 37,8"	0° 35' 15,5"	0° 52' 53,3"	1° 10' 30,9"	1° 28' 08,6"
φl	0° 35' 15,5"	1° 10' 31,1"	1° 45' 46,6"	2° 21' 02,3"	2° 56' 17,9"
x =	10				
	0,051	0,026	0,017	0,013	0,010
	0,359	0,205	0,137	0,103	0,082
		0,667	0,462	0,346	0,277
			1,078	0,821	0,657
				1,593	1,284
					2,211

R	350				
	L	10	20	30	40
<i>l</i>	10,000	19,998	29,994	39,987	49,975
<i>d</i>	5,000	10,000	14,999	19,998	24,996
<i>y_i</i>	0,048	0,190	0,429	0,762	1,190
ΔR	0,012	0,048	0,107	0,190	0,298
<i>e</i>	3,333	6,664	9,992	13,316	16,632
τ_i	0°49'06,6"	1°38'13,3"	2°27'19,9"	3°16'26,6"	4°05'33,2"
ω_i	0°16'22,2"	0°32'44,4"	0°49'06,6"	1°05'28,8"	1°21'50,9"
φ_i	0°32'44,4"	1°05'28,9"	1°38'13,3"	2°10'57,8"	2°43'42,3"
x =	10	0,024	0,016	0,012	0,010
	20	0,190	0,127	0,095	0,076
	30	0,620	0,429	0,322	0,257
	40		1,001	0,762	0,610
	50			1,479	1,192
	60				2,052

R	325				
	L	160	170	180	190
<i>l</i>	159,033	168,841	178,625	188,383	198,115
<i>d</i>	79,889	84,807	89,770	94,730	99,685
<i>y_i</i>	13,071	14,748	16,525	18,400	20,375
ΔR	3,275	3,696	4,143	4,614	5,111
<i>e</i>	52,026	55,099	58,139	61,145	64,114
τ_i	14°06'12,9"	14°59'06,2"	15°51'59,5"	16°44'52,8"	17°37'46,1"
ω_i	4°41'55,6"	4°59'31,6"	5°17'07,4"	5°34'43,0"	5°52'18,4"
φ_i	9°24'17,3"	9°59'34,6"	10°34'52,1"	11°10'09,8"	11°45'27,7"
x =	10	0,003	0,003	0,003	0,003
	20	0,026	0,024	0,022	0,021
	30	0,087	0,081	0,077	0,069
	40	0,205	0,193	0,182	0,164
	50	0,401	0,377	0,356	0,321
	60	0,692	0,652	0,616	0,554
	70	1,100	1,035	0,978	0,880
	80	1,642	1,546	1,460	1,314
	90	2,340	2,202	2,079	1,871
	100	3,212	3,022	2,854	2,568
	110	4,279	4,026	3,801	3,420
	120	5,563	5,233	4,940	4,443
	130	7,085	6,663	6,239	5,655
	140	8,868	8,338	7,869	7,073
	150	10,936	10,280	9,698	8,714
	160	13,316	12,512	11,800	10,598
	170	16,031	15,061	14,199	12,744
	180		17,950	16,919	15,173
	190			18,891	17,910
	200			22,135	20,980
	210				24,406

R = 350

R	350					
	L	110	120	130	140	150
L						
l	109,729	119,648	129,552	139,441	149,313	
d	54,955	59,941	64,925	69,907	74,885	
y_l	5,752	6,843	8,028	9,307	10,679	
ΔR	1,439	1,712	2,009	2,330	2,674	
e	36,300	39,524	42,729	45,911	49,071	
τ_l	9°00'13,0"	9°49'19,7"	10°38'26,3"	11°27'33,0"	12°16'39,6"	
ω_l	3°00'02,1"	3°16'23,6"	3°32'45,0"	3°49'06,3"	4°05'27,5"	
φ_l	6°00'10,9"	6°32'56,1"	7°05'41,3"	7°38'26,7"	8°11'12,1"	
x =						
10	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	
20	0,035	0,032	0,029	0,027	0,025	
30	0,117	0,107	0,099	0,092	0,086	
40	0,277	0,254	0,234	0,218	0,203	
50	0,541	0,496	0,458	0,425	0,397	
60	0,936	0,858	0,791	0,735	0,686	
70	1,486	1,362	1,257	1,167	1,089	
80	2,220	2,034	1,878	1,743	1,627	
90	3,164	2,899	2,675	2,483	2,317	
100	4,346	3,981	3,673	3,410	3,181	
110	5,795	5,307	4,895	4,543	4,238	
120	7,536	6,904	6,366	5,907	5,510	
130		8,796	8,112	7,524	7,016	
140			10,156	9,420	8,782	
150				11,617	10,830	
160					13,181	

R = 350

R	350					
	L	60	70	80	90	100
L						
l	59,956	69,930	79,896	89,851	99,796	
d	29,993	34,988	39,983	44,975	49,966	
y_l	1,713	2,332	3,045	3,853	4,755	
ΔR	0,428	0,583	0,762	0,964	1,190	
e	19,941	23,239	26,526	29,799	33,058	
τ_l	4°54'39,8"	5°43'46,5"	6°32'53,1"	7°21'59,8"	8°11'06,4"	
ω_l	1°38'12,9"	1°54'34,9"	2°10'56,8"	2°27'18,7"	2°43'40,4"	
φ_l	3°16'26,9"	3°49'11,6"	4°21'56,3"	4°54'41,1"	5°27'26,0"	
x =						
10	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005	
20	0,063	0,054	0,048	0,042	0,038	
30	0,214	0,184	0,161	0,143	0,129	
40	0,508	0,435	0,381	0,339	0,305	
50	0,993	0,851	0,744	0,662	0,595	
60	1,717	1,471	1,287	1,144	1,029	
70	2,722	2,339	2,045	1,817	1,635	
80		3,490	3,057	2,715	2,443	
90			4,354	3,872	3,482	
100				5,316	4,784	
110					6,377	

R = 350

R	350				
	160	170	180	190	200
L	159,166	169,000	178,813	188,605	198,374
l	79,861	84,833	89,802	94,767	99,729
d	12,145	13,704	15,356	17,100	18,937
yl	8,042	3,433	3,848	4,286	4,748
ΔR	52,206	55,315	58,395	61,446	64,466
e	13°05'46,2"	13°54'52,9"	14°43'59,5"	15°33'06,2"	16°22'12,8"
τl	4°21'48,4"	4°38'09,3"	4°54'29,9"	5°10'50,4"	5°27'10,7"
ωl	8°43'57,8"	9°16'43,6"	9°49'29,6"	10°22'15,8"	10°55'02,1"
φl					
x =	10	0,003	0,003	0,003	0,002
	20	0,024	0,022	0,021	0,019
	30	0,080	0,076	0,071	0,064
	40	0,190	0,179	0,169	0,152
	50	0,372	0,350	0,331	0,298
	60	0,643	0,605	0,572	0,514
	70	1,021	0,961	0,908	0,817
	80	1,525	1,435	1,355	1,220
	90	2,172	2,044	1,930	1,737
	100	2,982	2,806	2,649	2,384
	110	3,972	3,737	3,529	3,174
	120	5,162	4,857	4,585	4,124
	130	6,573	6,183	5,836	5,249
	140	8,225	7,735	7,300	6,563
	150	10,139	9,532	8,995	8,084
	160	12,340	11,598	10,940	9,828
	170	14,848	13,953	13,158	11,814
	180		16,620	15,670	14,061
	190			17,492	16,588
	200			20,481	19,419
	210				22,573

R = 375

R	375				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,999	29,995	39,989	49,978
l	5,000	10,000	14,999	19,998	24,996
d	0,044	0,178	0,400	0,711	1,111
ΔR	0,011	0,044	0,100	0,178	0,278
e	3,333	6,665	9,993	13,318	16,637
τl	0°45'50,2"	1°31'40,4"	2°17'30,6"	3°03'20,8"	3°49'11,0"
ωl	0°15'16,7"	0°30'33,5"	0°45'50,2"	1°01'06,9"	1°16'23,5"
φl	0°30'33,5"	1°01'06,9"	1°31'40,4"	2°02'13,9"	2°32'47,5"
x =	10	0,044	0,022	0,011	0,009
	20	0,311	0,178	0,089	0,071
	30		0,578	0,300	0,240
	40			0,711	0,569
	50			1,380	1,112
	60				1,915

R = 375

R	375				
	160	170	180	190	200
L	159,273	169,129	178,966	188,784	198,582
l	79,879	84,855	89,828	94,797	99,763
d	11,341	12,797	14,341	15,971	17,688
z _l	2,840	3,205	3,593	4,002	4,438
ΔR	52,351	55,489	58,602	61,689	64,749
e	12°13'23,2"	12°59'13,4"	13°45'03,6"	14°30'53,8"	15°16'44,0"
τ _l	4°04'22,1"	4°19'37,7"	4°34'53,1"	4°50'08,4"	5°05'23,6"
ω _l	8°09'01,1"	8°39'35,7"	9°10'10,5"	9°40'45,4"	10°11'20,4"
φ _l					
x = 10	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
20	0,022	0,021	0,020	0,019	0,018
30	0,075	0,071	0,067	0,063	0,060
40	0,178	0,167	0,158	0,150	0,142
50	0,347	0,327	0,309	0,292	0,278
60	0,600	0,565	0,533	0,505	0,480
70	0,953	0,897	0,847	0,803	0,762
80	1,423	1,339	1,265	1,198	1,138
90	2,027	1,908	1,801	1,707	1,621
100	2,782	2,618	2,472	2,342	2,224
110	3,706	3,487	3,292	3,119	2,962
120	4,816	4,531	4,278	4,052	3,848
130	6,131	5,767	5,444	5,156	4,896
140	7,669	7,213	6,808	6,447	6,122
150	9,452	8,887	8,387	7,940	7,539
160	11,499	10,809	10,198	9,653	9,164
170	13,880	12,999	12,261	11,603	11,012
180		15,476	14,595	13,808	13,102
190			17,219	16,288	15,450
200				19,061	18,078
210					20,002

R = 400

R	400				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,999	29,996	39,990	49,980
l	5,000	10,000	14,999	19,998	24,997
d	0,042	0,167	0,375	0,667	1,041
z _l	0,010	0,042	0,094	0,167	0,260
ΔR	3,333	6,665	9,994	13,320	16,640
e	0°42'58,3"	1°25'56,6"	2°08'54,9"	2°51'53,2"	3°34'51,6"
τ _l	0°14'19,4"	0°28'38,9"	0°42'58,3"	0°57'17,7"	1°11'37,0"
ω _l	0°28'38,9"	0°57'17,7"	1°25'56,6"	1°54'35,5"	2°23'14,6"
φ _l					
x = 10	0,042	0,021	0,014	0,010	0,008
20	0,292	0,167	0,111	0,083	0,067
30		0,542	0,375	0,281	0,225
40			0,876	0,667	0,534
50				1,293	1,043
60					1,795

R = 400

R	400				
	110	120	130	140	150
L					
<i>l</i>	109,792	119,730	129,657	139,572	149,474
<i>d</i>	54,965	59,955	64,943	69,929	74,912
<i>y</i> ₁	5,085	5,990	7,028	8,149	9,351
ΔR	1,260	1,499	1,759	2,039	2,341
<i>e</i>	36,386	39,686	42,870	46,088	49,289
τ_1	7°52'41,4"	8°35'39,7"	9°18'38,0"	10°01'36,3"	10°44'34,7"
ω_1	2°37'32,3"	2°51'51,3"	3°06'10,2"	3°20'29,0"	3°34'47,7"
φ_1	5°15'09,1"	5°43'48,4"	6°12'27,8"	6°41'07,3"	7°09'47,0"
x = 10	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003
20	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022
30	0,102	0,094	0,087	0,080	0,075
40	0,242	0,222	0,205	0,190	0,178
50	0,474	0,434	0,401	0,372	0,347
60	0,818	0,750	0,692	0,643	0,600
70	1,300	1,192	1,100	1,021	0,953
80	1,942	1,780	1,642	1,525	1,423
90	2,767	2,585	2,340	2,172	2,027
100	3,799	3,481	3,212	2,982	2,782
110	5,064	4,638	4,279	3,972	3,706
120	6,582	6,031	5,563	5,162	4,816
130		7,679	7,085	6,573	6,131
140			8,864	8,225	7,669
150				10,136	9,452
160					11,495

R = 400

R	400				
	60	70	80	90	100
L					
<i>l</i>	59,966	69,946	79,920	89,886	99,844
<i>d</i>	29,994	34,991	39,987	44,981	49,974
<i>y</i> ₁	1,499	2,041	2,665	3,372	4,162
ΔR	0,375	0,510	0,666	0,843	1,041
<i>e</i>	19,955	23,261	26,559	29,846	33,123
τ_1	4°17'49,9"	5°00'48,2"	5°43'46,5"	6°26'44,8"	7°09'43,1"
ω_1	1°25'56,4"	1°40'15,7"	1°54'34,9"	2°08'54,1"	2°23'13,2"
φ_1	2°51'53,5"	3°20'32,5"	3°49'11,6"	4°17'50,7"	4°46'29,9"
x = 10	0,007	0,006	0,005	0,005	0,004
20	0,056	0,048	0,042	0,037	0,033
30	0,188	0,161	0,141	0,125	0,113
40	0,445	0,381	0,333	0,296	0,267
50	0,869	0,744	0,651	0,579	0,521
60	1,502	1,287	1,126	1,001	0,900
70	2,381	2,045	1,789	1,590	1,430
80		3,051	2,673	2,375	2,136
90			3,805	3,385	3,045
100				4,645	4,182
110					5,571

R = 425

R	425				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,999	29,996	39,991	49,983
l	5,000	10,000	14,999	19,999	24,997
d	0,039	0,157	0,353	0,627	0,980
y _l	0,010	0,039	0,088	0,157	0,247
ΔR	3,333	6,665	9,995	13,321	16,643
e	0°40'26,6"	1°20'53,3"	2°01'19,9"	2°41'46,6"	3°22'13,2"
τ _l	0°13'28,9"	0°26'57,8"	0°40'26,6"	0°53'55,5"	1°07'24,3"
ω _l	0°26'57,7"	0°53'55,5"	1°20'53,3"	1°47'51,1"	2°14'48,9"
φ _l	0,039	0,020	0,013	0,010	0,008
x = 10	0,275	0,157	0,105	0,078	0,063
20		0,510	0,353	0,265	0,212
30			0,824	0,628	0,502
40				1,217	0,983
50					1,691
60					

R = 400

R	400				
	160	170	180	190	200
L	159,361	169,234	179,091	188,931	198,754
l	79,898	84,872	89,848	94,822	99,792
d	10,636	12,008	13,451	14,981	16,592
y _l	2,663	3,006	3,369	3,753	4,157
ΔR	52,470	55,631	58,771	61,888	64,981
e	11°27'33,0"	12°10'31,3"	12°53'29,6"	13°36'27,9"	14°19'26,2"
τ _l	3°49'06,3"	4°03'24,8"	4°17'43,2"	4°32'01,5"	4°46'19,6"
ω _l	7°38'26,7"	8°07'06,5"	8°35'46,4"	9°04'26,4"	9°33'06,6"
φ _l	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
x = 10	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017
20	0,070	0,066	0,063	0,059	0,056
30	0,167	0,157	0,148	0,140	0,133
40	0,326	0,306	0,289	0,274	0,260
50	0,563	0,529	0,500	0,474	0,450
60	0,894	0,841	0,794	0,752	0,715
70	1,334	1,256	1,186	1,123	1,067
80	1,900	1,788	1,689	1,600	1,520
90	2,608	2,454	2,317	2,195	2,085
100	3,473	3,268	3,086	2,923	2,777
110	4,513	4,246	4,009	3,797	3,607
120	5,744	5,404	5,102	4,832	4,589
130	7,185	6,758	6,379	6,041	5,736
140	8,852	8,325	7,857	7,439	7,063
150	10,766	10,122	9,551	9,042	8,584
160	12,944	12,169	11,480	10,865	10,313
170		14,482	13,661	12,926	12,266
180			16,110	15,241	14,460
190				17,829	16,913
200					19,639
210					

R = 425

R	425					
	160	170	180	190	200	
L						
<i>l</i>	159,434	169,321	179,194	189,053	198,896	
<i>d</i>	79,906	84,887	89,866	94,842	99,816	
<i>y_l</i>	10,014	11,301	12,665	14,106	15,624	
ΔR	2,507	2,829	3,172	3,533	3,914	
<i>e</i>	52,569	55,750	58,911	62,053	65,174	
τ_l	10°47'06,3"	11°27'33,0"	12°07'59,6"	12°48'26,3"	13°28'52,9"	
ω_l	3°35'38,2"	3°49'06,3"	4°02'34,3"	4°16'02,2"	4°29'30,0"	
φ_l	7°11'28,1"	7°38'26,7"	8°05'25,3"	8°32'24,1"	8°59'22,9"	
x = 10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	
20	0,020	0,018	0,017	0,017	0,016	
30	0,066	0,062	0,059	0,056	0,053	
40	0,157	0,148	0,139	0,132	0,125	
50	0,306	0,288	0,272	0,258	0,245	
60	0,529	0,498	0,471	0,446	0,424	
70	0,841	0,791	0,747	0,708	0,673	
80	1,256	1,182	1,116	1,057	1,004	
90	1,788	1,683	1,589	1,506	1,430	
100	2,454	2,309	2,181	2,066	1,962	
110	3,268	3,075	2,904	2,751	2,613	
120	4,246	3,995	3,772	3,573	3,394	
130	5,404	5,084	4,800	4,546	4,318	
140	6,758	6,357	6,001	5,683	5,397	
150	8,325	7,829	7,390	6,997	6,644	
160	10,122	9,518	8,982	8,503	8,073	
170	12,166	11,439	10,793	10,216	9,698	
180		13,609	12,840	12,150	11,532	
190			14,323	13,591	12,927	
200			16,748	15,991	15,327	
210				18,445	17,748	

R = 450

R	450					
	10	20	30	40	50	
L						
<i>l</i>	10,000	19,999	29,997	39,992	49,985	
<i>d</i>	5,000	10,000	14,999	19,999	24,997	
<i>y_l</i>	0,037	0,148	0,333	0,593	0,926	
ΔR	0,009	0,037	0,088	0,148	0,231	
<i>e</i>	3,333	6,665	9,996	13,323	16,646	
τ_l	0°38'11,8"	1°16'23,7"	1°54'35,5"	2°32'47,3"	3°10'59,2"	
ω_l	0°12'43,9"	0°25'27,9"	0°38'11,8"	0°50'55,8"	1°03'39,6"	
φ_l	0°25'27,9"	0°50'55,8"	1°16'23,7"	1°41'51,5"	2°07'19,6"	
x = 10	0,037	0,019	0,012	0,009	0,007	
20	0,259	0,148	0,099	0,074	0,059	
30		0,482	0,333	0,250	0,200	
40			0,778	0,593	0,474	
50				1,149	0,927	
60					1,595	

R = 450

R	450					
	60	70	80	90	100	
L						
<i>t</i>	59,973	69,958	79,937	89,910	99,877	
<i>d</i>	29,996	34,993	39,989	44,985	49,979	
<i>y_l</i>	1,333	1,814	2,369	2,988	3,700	
ΔR	0,333	0,454	0,592	0,750	0,925	
<i>e</i>	19,964	23,276	26,581	29,879	33,167	
τ_l	3°49'11,0"	4°27'22,8"	5°05'34,7"	5°43'46,5"	6°21'58,3"	
ω_l	1°16'23,5"	1°29'07,3"	1°41'51,2"	1°54'34,9"	2°07'18,6"	
c_l	2°32'47,5"	2°58'15,5"	3°23'43,5"	3°49'11,6"	4°14'39,7"	
x	10	0,006	0,005	0,004	0,004	
20	0,049	0,042	0,037	0,033	0,030	
30	0,167	0,143	0,125	0,111	0,100	
40	0,395	0,339	0,296	0,263	0,237	
50	0,772	0,662	0,579	0,515	0,463	
60	1,335	1,144	1,001	0,889	0,800	
70	2,115	1,817	1,590	1,413	1,271	
80		2,710	2,410	2,110	1,898	
90			3,375	3,007	2,705	
100			4,125	3,714	3,414	
110				4,946	4,646	

R = 450

R	450					
	110	120	130	140	150	
L						
<i>t</i>	109,836	119,787	129,729	139,662	149,584	
<i>d</i>	54,973	59,964	64,955	69,944	74,931	
<i>y_l</i>	4,477	5,327	6,250	7,247	8,317	
ΔR	1,120	1,333	1,564	1,813	2,081	
<i>e</i>	36,445	39,712	42,967	46,210	49,438	
τ_l	7°00'10,1"	7°38'22,0"	8°16'33,8"	8°54'45,6"	9°32'57,5"	
ω_l	2°20'02,3"	2°32'45,9"	2°45'29,5"	2°58'13,0"	3°10'56,4"	
c_l	4°40'07,8"	5°05'36,1"	5°31'04,3"	5°56'32,6"	6°22'01,1"	
x	10	0,003	0,003	0,003	0,002	
20	0,027	0,025	0,023	0,021	0,020	
30	0,091	0,083	0,077	0,071	0,067	
40	0,216	0,197	0,182	0,169	0,158	
50	0,421	0,386	0,356	0,331	0,309	
60	0,727	0,667	0,616	0,572	0,533	
70	1,156	1,059	0,978	0,908	0,847	
80	1,726	1,582	1,460	1,355	1,265	
90	2,458	2,253	2,079	1,930	1,801	
100	3,375	3,092	2,854	2,649	2,472	
110	4,497	4,120	3,801	3,529	3,292	
120	5,843	5,355	4,940	4,585	4,278	
130		6,816	6,289	5,836	5,444	
140			7,865	7,300	6,808	
150				8,991	8,387	
160					10,195	

R = 450

R	450				
	L	160	170	180	190
<i>l</i>	159,495	169,394	179,281	189,155	199,015
<i>d</i>	79,916	84,899	89,880	94,859	99,836
<i>y_l</i>	9,460	10,676	11,966	13,328	14,763
ΔR	2,368	2,672	2,996	3,337	3,697
<i>e</i>	52,651	55,849	59,029	62,191	65,335
τ_l	10°11'09,3"	10°49'21,1"	11°27'33,0"	12°05'44,8"	12°43'56,6"
ω_l	3°23'39,8"	3°36'23,1"	3°49'06,3"	4°01'49,5"	4°14'32,5"
φ_l	6°47'29,5"	7°12'58,0"	7°38'26,7"	8°03'55,3"	8°29'24,1"
x =					
10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
20	0,019	0,017	0,016	0,016	0,015
30	0,063	0,059	0,056	0,053	0,050
40	0,148	0,139	0,132	0,125	0,119
50	0,289	0,272	0,257	0,244	0,231
60	0,500	0,471	0,444	0,421	0,400
70	0,794	0,747	0,706	0,669	0,635
80	1,186	1,116	1,054	0,998	0,948
90	1,689	1,589	1,501	1,422	1,351
100	2,317	2,181	2,059	1,951	1,853
110	3,086	2,904	2,742	2,598	2,467
120	4,009	3,772	3,562	3,374	3,205
130	5,102	4,800	4,532	4,292	4,077
140	6,379	6,001	5,665	5,365	5,095
150	7,857	7,390	6,975	6,605	6,273
160	9,551	8,982	8,477	8,026	7,621
170	11,477	10,793	10,184	9,640	9,152
180		12,836	12,112	11,463	10,881
190			14,275	13,510	12,821
200				15,793	14,986
210					17,390

R = 475

R	475				
	L	10	20	30	40
<i>l</i>	10,000	19,999	29,997	39,993	49,986
<i>d</i>	5,000	10,000	14,999	19,999	24,998
<i>y_l</i>	0,035	0,140	0,316	0,561	0,877
ΔR	0,009	0,035	0,079	0,140	0,219
<i>e</i>	3,333	6,666	9,996	13,324	16,648
τ_l	0°36'11,2"	1°12'22,4"	1°48'33,6"	2°24'44,8"	3°00'56,0"
ω_l	0°12'03,7"	0°24'07,5"	0°36'11,2"	0°48'14,9"	1°00'18,6"
φ_l	0°24'07,5"	0°48'14,9"	1°12'22,4"	1°36'29,9"	2°00'37,4"
x =					
10	0,035	0,018	0,012	0,009	0,007
20	0,246	0,140	0,094	0,070	0,056
30		0,456	0,316	0,237	0,189
40			0,737	0,562	0,449
50				1,089	0,878
60					1,511

R = 475

R	475				
	160	170	180	190	200
L	159,547	169,456	179,355	189,241	199,115
<i>l</i>	79,924	84,909	89,892	94,873	99,852
<i>d</i>	8,964	10,117	11,339	12,631	13,991
<i>y_l</i>	2,243	2,532	2,839	3,162	3,503
ΔR	52,721	55,932	59,128	62,308	65,471
<i>e</i>	9°38'59,3"	10°15'10,5"	10°51'21,8"	11°27'33,0"	12°03'44,2"
τ_l	3°12'57,0"	3°25'00,2"	3°37'03,3"	3°49'06,3"	4°01'09,3"
ω_l	6°26'02,3"	6°50'10,3"	7°14'18,5"	7°38'26,7"	8°02'34,9"
φ_l					
x =	10	0,002	0,002	0,002	0,002
	20	0,018	0,017	0,015	0,014
	30	0,059	0,056	0,053	0,047
	40	0,140	0,132	0,125	0,112
	50	0,274	0,258	0,244	0,219
	60	0,474	0,446	0,421	0,379
	70	0,752	0,708	0,669	0,602
	80	1,123	1,057	0,998	0,898
	90	1,600	1,506	1,422	1,279
	100	2,195	2,066	1,951	1,755
	110	2,923	2,751	2,598	2,337
	120	3,797	3,573	3,374	3,086
	130	4,832	4,546	4,292	3,861
	140	6,041	5,683	5,365	4,826
	150	7,439	6,997	6,605	5,940
	160	9,042	8,503	8,026	7,216
	170	10,862	10,216	9,640	8,665
	180		12,148	11,464	10,301
	190			13,507	12,135
	200			14,942	14,181
	210				16,451

R = 500

R	500				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,999	29,997	39,994	49,988
<i>l</i>	5,000	10,000	15,000	19,999	24,998
<i>d</i>	0,033	0,133	0,300	0,533	0,833
<i>y_l</i>	0,008	0,033	0,075	0,133	0,208
ΔR	3,333	6,666	9,996	13,325	16,650
<i>e</i>	0°34'22,7"	1°08'45,3"	1°43'07,9"	2°17'30,6"	2°51'53,2"
τ_l	0°11'27,6"	0°22'55,1"	0°34'22,6"	0°45'50,2"	0°57'17,7"
ω_l	0°22'55,1"	0°45'50,2"	1°08'45,3"	1°31'40,4"	1°54'35,5"
φ_l					
x =	10	0,017	0,011	0,008	0,007
	20	0,133	0,089	0,067	0,053
	30	0,433	0,300	0,225	0,180
	40		0,700	0,534	0,427
	50			1,034	0,834
	60				1,435

R = 500

R	500				
	L	110	120	130	140
<i>l</i>	109,867	119,827	129,780	139,726	149,663
<i>d</i>	54,978	59,971	64,963	69,954	74,944
<i>y_l</i>	4,030	4,795	5,627	6,524	7,488
ΔR	1,008	1,199	1,407	1,632	1,874
<i>e</i>	36,487	39,767	43,037	46,297	49,545
τ_l	6°18'09,1"	6°52'31,8"	7°26'54,4"	8°01'17,1"	8°35'39,7"
ω_l	2°06'02,3"	2°17'29,6"	2°28'56,9"	2°40'24,1"	2°51'51,3"
φ_l	4°12'06,8"	4°35'02,2"	4°57'57,5"	5°20'53,0"	5°43'48,4"
x = 10	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002
20	0,024	0,022	0,021	0,021	0,018
30	0,082	0,075	0,069	0,064	0,060
40	0,194	0,178	0,164	0,152	0,142
50	0,379	0,347	0,321	0,298	0,278
60	0,555	0,600	0,554	0,514	0,480
70	1,040	0,953	0,880	0,817	0,762
80	1,553	1,423	1,314	1,220	1,138
90	2,212	2,027	1,871	1,737	1,621
100	3,036	2,782	2,568	2,384	2,224
110	4,045	3,706	3,420	3,174	2,962
120	5,254	4,816	4,443	4,124	3,848
130		6,128	5,655	5,249	4,896
140			7,070	6,563	6,122
150				8,081	7,539
160					9,161

R = 500

R	500				
	L	60	70	80	90
<i>l</i>	59,978	69,966	79,949	89,927	99,900
<i>d</i>	29,996	34,994	39,991	44,988	49,983
<i>y_l</i>	1,200	1,683	2,132	2,698	3,331
ΔR	0,300	0,408	0,533	0,675	0,833
<i>e</i>	19,971	23,287	26,598	29,902	33,198
τ_l	3°26'15,9"	4°00'38,5"	4°35'01,2"	5°09'23,8"	5°43'46,5"
ω_l	1°08'45,2"	1°20'12,7"	1°31'40,1"	1°43'07,5"	1°54'34,9"
φ_l	2°17'30,7"	2°40'25,8"	3°03'21,1"	3°26'16,3"	3°49'11,6"
x = 10	0,006	0,005	0,004	0,004	0,003
20	0,044	0,038	0,033	0,030	0,027
30	0,150	0,129	0,113	0,100	0,090
40	0,356	0,305	0,267	0,237	0,213
50	0,695	0,595	0,521	0,463	0,417
60	1,201	1,029	0,900	0,800	0,720
70	1,903	1,635	1,430	1,271	1,144
80		2,438	2,137	1,898	1,708
90			3,040	2,705	2,434
100				3,710	3,341
110					4,448

R = 500

R	500				
	160	170	180	190	200
L	159,591	169,509	179,418	189,315	199,201
i	79,932	84,918	89,903	94,886	99,867
d	8,518	9,613	10,775	12,002	13,295
y _l	2,131	2,406	2,697	3,005	3,329
ΔR	52,781	56,004	59,213	62,408	65,588
e	9°10'02,4"	9°44'25,0"	10°18'47,7"	10°53'10,3"	11°27'33,0"
τ _l	3°03'18,4"	3°14'45,5"	3°26'12,5"	3°37'39,4"	3°49'06,3"
ω _l	6°06'44,0"	6°29'39,5"	6°52'35,2"	7°15'30,9"	7°38'26,7"
φ _l					
x =	10	0,002	0,002	0,002	0,002
	20	0,017	0,016	0,015	0,014
	30	0,056	0,053	0,050	0,047
	40	0,133	0,125	0,119	0,112
	50	0,260	0,245	0,231	0,219
	60	0,450	0,424	0,400	0,379
	70	0,715	0,673	0,635	0,602
	80	1,067	1,004	0,948	0,898
	90	1,520	1,430	1,351	1,279
	100	2,085	1,962	1,853	1,755
	110	2,777	2,613	2,467	2,337
	120	3,607	3,394	3,205	3,036
	130	4,589	4,318	4,077	3,861
	140	5,736	5,397	5,095	4,826
	150	7,063	6,644	6,273	5,940
	160	8,584	8,073	7,621	7,216
	170	10,311	9,698	9,152	8,665
	180		11,530	10,881	10,301
	190			12,819	12,135
	200				14,178
	210				15,609

R = 550

R	550				
	10	20	30	40	50
L	10,000	19,993	29,998	39,995	49,990
i	5,000	10,000	15,000	19,999	24,998
d	0,030	0,121	0,273	0,485	0,757
ΔR	0,008	0,030	0,068	0,121	0,189
e	3,333	6,666	9,997	13,326	16,653
τ _l	0°31'15,1"	1°02'30,3"	1°33'45,4"	2°05'00,5"	2°36'15,7"
ω _l	0°10'25,1"	0°20'50,1"	0°31'15,1"	0°41'40,2"	0°52'05,2"
φ _l	0°20'50,0"	0°41'40,2"	1°02'30,3"	1°23'20,3"	1°44'10,5"
x =	10	0,030	0,010	0,008	0,006
	20	0,212	0,081	0,061	0,048
	30		0,273	0,205	0,164
	40	0,394	0,637	0,485	0,388
	50			0,940	0,758
	60				1,304

R = 550

R	550				
	L	110	120	130	140
<i>l</i>	109,890	119,857	129,819	139,773	149,721
<i>d</i>	54,982	59,976	64,970	69,962	74,954
<i>y_l</i>	3,664	4,360	5,116	5,933	6,809
ΔR	0,916	1,090	1,280	1,484	1,704
<i>e</i>	36,518	39,807	43,088	46,361	49,624
τ_l	5°43'46,5"	6°15'01,6"	6°46'16,8"	7°17'31,9"	7°48'47,0"
ω_l	1°54'34,9"	2°04'59,8"	2°15'24,6"	2°25'49,4"	2°36'14,2"
φ_l	3°49'11,6"	4°10'01,8"	4°30'52,2"	4°51'42,5"	5°12'32,8"
x =					
10	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
20	0,022	0,020	0,019	0,017	0,016
30	0,074	0,068	0,063	0,058	0,055
40	0,176	0,162	0,149	0,139	0,129
50	0,344	0,316	0,291	0,271	0,253
60	0,595	0,546	0,504	0,468	0,436
70	0,945	0,866	0,800	0,743	0,693
80	1,411	1,294	1,194	1,109	1,035
90	2,010	1,842	1,701	1,579	1,474
100	2,759	2,529	2,334	2,167	2,022
110	3,675	3,368	3,108	2,885	2,692
120	4,773	4,376	4,037	3,748	3,497
130		5,566	5,138	4,769	4,449
140			6,421	5,962	5,561
150				7,389	6,847
160					8,319

R = 550

R	550				
	L	60	70	80	90
<i>l</i>	59,982	69,972	79,958	89,940	99,917
<i>d</i>	29,997	34,995	39,993	44,990	49,986
<i>y_l</i>	1,091	1,484	1,939	2,453	3,029
ΔR	0,273	0,371	0,485	0,613	0,757
<i>e</i>	19,976	23,295	26,610	29,919	33,222
τ_l	3°07'30,8"	3°38'45,9"	4°10'01,1"	4°41'16,2"	5°12'31,4"
ω_l	1°02'30,2"	1°12'55,2"	1°23'20,1"	1°33'45,1"	1°44'10,0"
φ_l	2°05'00,6"	2°25'50,7"	2°46'41,0"	3°07'31,1"	3°28'21,4"
x =					
10	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
20	0,040	0,035	0,030	0,027	0,024
30	0,136	0,117	0,102	0,091	0,082
40	0,323	0,277	0,242	0,216	0,194
50	0,632	0,541	0,474	0,421	0,379
60	1,092	0,936	0,818	0,727	0,655
70	1,729	1,486	1,300	1,156	1,040
80		2,216	1,942	1,726	1,553
90			2,763	2,458	2,212
100				3,371	3,036
110					4,041

R = 550

R	550				
	160	170	180	190	200
L	159,662	169,594	179,519	189,434	199,340
<i>l</i>	79,944	84,932	89,920	94,906	99,890
<i>d</i>	7,746	8,743	9,799	10,916	12,093
<i>y_l</i>	1,938	2,188	2,452	2,732	3,027
ΔR	52,877	56,119	59,350	62,569	65,775
<i>e</i>	8°20'02,2"	8°51'17,3"	9°22'32,4"	9°53'47,6"	10°25'02,7"
τ_l	2°46'38,9"	2°57'03,6"	3°07'28,3"	3°17'52,8"	3°28'17,4"
ω_l	5°33'23,3"	5°54'13,7"	6°15'04,1"	6°35'54,8"	6°56'45,3"
φ_l					
x = 10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
20	0,015	0,014	0,013	0,013	0,012
30	0,051	0,048	0,045	0,043	0,041
40	0,121	0,114	0,108	0,102	0,097
50	0,237	0,223	0,210	0,199	0,189
60	0,409	0,385	0,364	0,345	0,327
70	0,650	0,612	0,578	0,547	0,520
80	0,970	0,913	0,862	0,817	0,776
90	1,381	1,300	1,228	1,163	1,105
100	1,895	1,784	1,684	1,596	1,516
110	2,524	2,375	2,243	2,124	2,018
120	3,278	3,084	2,913	2,759	2,621
130	4,170	3,924	3,705	3,509	3,333
140	5,212	4,904	4,630	4,385	4,165
150	6,416	6,036	5,699	5,397	5,126
160	7,795	7,333	6,922	6,555	6,225
170	9,361	8,806	8,312	7,870	7,474
180		10,466	9,879	9,353	8,881
190			11,634	11,015	10,457
200				12,866	12,214
210					14,161

R = 550

R	550				
	210	220	230	240	250
L	209,236	219,122	228,997	238,860	248,712
<i>l</i>	104,873	109,854	114,833	119,810	124,785
<i>d</i>	13,329	14,625	15,980	17,395	18,870
<i>y_l</i>	3,337	3,661	4,001	4,356	4,726
ΔR	68,968	72,147	75,311	78,459	81,592
<i>e</i>	10°56'17,8"	11°27'33,0"	11°58'48,1"	12°30'03,2"	13°01'18,4"
τ_l	3°38'41,9"	3°49'06,3"	3°59'30,7"	4°09'55,0"	4°20'19,3"
ω_l	7°17'35,9"	7°38'25,7"	7°59'17,4"	8°20'08,2"	8°40'59,1"
φ_l					
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,012	0,011	0,011	0,010	0,010
30	0,039	0,037	0,036	0,034	0,033
40	0,092	0,088	0,084	0,081	0,078
50	0,180	0,172	0,165	0,158	0,152
60	0,312	0,298	0,285	0,273	0,262
70	0,495	0,472	0,452	0,433	0,416
80	0,739	0,705	0,675	0,647	0,621
90	1,052	1,004	0,961	0,921	0,884
100	1,444	1,378	1,318	1,263	1,212
110	1,922	1,834	1,755	1,681	1,614
120	2,496	2,382	2,278	2,183	2,096
130	3,174	3,030	2,898	2,777	2,665
140	3,966	3,785	3,620	3,469	3,330
150	4,881	4,658	4,455	4,268	4,097
160	5,927	5,656	5,409	5,183	4,975
170	7,115	6,789	6,492	6,220	5,970
180	8,454	8,066	7,713	7,389	7,092
190	9,954	9,496	9,079	8,698	8,347
200	11,624	11,089	10,601	10,155	9,744
210	13,477	12,855	12,288	11,769	11,292
220	15,521	14,804	14,149	13,550	13,000
230		16,945	16,194	15,506	14,875
240			18,433	17,649	16,928
250				19,987	19,169
260					21,006

R = 600

R	600					
	60	70	80	90	100	
L						
l	59,985	69,976	79,964	89,949	99,931	
d	29,998	34,996	39,994	44,992	49,988	
yl	1,000	1,361	1,777	2,249	2,776	
ΔR	0,250	0,340	0,444	0,562	0,694	
e	19,980	23,301	26,619	29,932	33,240	
τl	2°51'53,2"	3°20'32,1"	3°49'11,0"	4°17'49,9"	4°46'28,7"	
ωl	0°57'17,7"	1°06'50,6"	1°16'23,5"	1°25'56,4"	1°35'29,2"	
φl	1°54'35,5"	2°13'41,5"	2°32'47,5"	2°51'53,5"	3°10'59,5"	
x =						
10	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	
20	0,037	0,032	0,028	0,025	0,022	
30	0,125	0,107	0,094	0,083	0,075	
40	0,296	0,254	0,222	0,197	0,178	
50	0,579	0,496	0,434	0,386	0,347	
60	1,001	0,858	0,750	0,667	0,600	
70	1,585	1,362	1,192	1,059	0,953	
80		2,030	1,780	1,582	1,423	
90			2,532	2,253	2,027	
100				3,089	2,782	
110					3,703	

R = 600

R	600				
	10	20	30	40	50
L					
l	10,000	19,999	29,998	39,996	49,991
d	5,000	10,000	15,000	19,999	24,999
yl	0,028	0,111	0,250	0,444	0,694
ΔR	0,007	0,028	0,063	0,111	0,174
e	3,333	6,666	9,998	13,327	16,655
τl	0°28'38,9"	0°57'17,8"	1°25'56,6"	1°54'35,5"	2°23'14,4"
ωl	0°09'33,0"	0°19'05,9"	0°28'38,9"	0°38'11,8"	0°47'44,7"
φl	0°19'05,9"	0°38'11,9"	0°57'17,7"	1°16'23,7"	1°35'29,7"
x =					
10	0,028	0,014	0,009	0,007	0,006
20	0,194	0,111	0,074	0,056	0,044
30		0,361	0,250	0,188	0,150
40			0,584	0,445	0,356
50				0,862	0,695
60					1,195

R = 600

R	600					
	L	160	170	180	190	200
<i>l</i>	159,716	169,659	179,595	189,524	199,445	
<i>d</i>	79,953	84,943	89,933	94,921	99,907	
<i>y_l</i>	7,102	8,016	8,986	10,010	11,089	
ΔR	1,777	2,006	2,248	2,505	2,775	
<i>e</i>	52,950	56,206	59,454	62,691	65,917	
τ_l	7°38'22,0"	8°07'00,9"	8°35'39,7"	9°04'18,6"	9°32'57,5"	
ω_l	2°32'45,9"	2°42'18,6"	2°51'51,3"	3°01'23,9"	3°10'56,4"	
φ_l	5°05'36,1"	5°24'42,3"	5°43'48,4"	6°02'54,7"	6°22'01,1"	
x =	10	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001
	20	0,014	0,013	0,012	0,012	0,011
	30	0,047	0,044	0,042	0,039	0,038
	40	0,111	0,105	0,099	0,094	0,089
	50	0,217	0,204	0,193	0,183	0,174
	60	0,375	0,353	0,333	0,316	0,300
	70	0,596	0,561	0,529	0,502	0,476
	80	0,889	0,837	0,790	0,749	0,711
	90	1,266	1,192	1,125	1,066	1,013
	100	1,737	1,635	1,544	1,463	1,389
	110	2,313	2,177	2,055	1,947	1,850
	120	3,004	2,827	2,669	2,529	2,402
	130	3,821	3,596	3,395	3,216	3,055
	140	4,775	4,493	4,243	4,018	3,817
	150	5,878	5,530	5,221	4,945	4,697
	160	7,140	6,717	6,341	6,006	5,704
	170	8,572	8,065	7,613	7,209	6,846
	180	10,183	9,583	9,047	8,566	8,134
	190	11,862	11,178	10,652	10,183	9,756
	200					11,183
	210					12,962

R = 600

R	600					
	L	110	120	130	140	150
<i>l</i>	109,908	119,880	129,848	139,810	149,766	
<i>d</i>	54,985	59,980	64,975	69,968	74,961	
<i>y_l</i>	3,359	3,997	4,691	5,439	6,243	
ΔR	0,840	1,000	1,173	1,360	1,562	
<i>e</i>	36,542	39,838	43,128	46,410	49,684	
τ_l	5°15'07,6"	5°43'46,5"	6°12'25,4"	6°41'04,2"	7°09'43,1"	
ω_l	1°45'02,1"	1°54'34,9"	2°04'07,7"	2°13'40,5"	2°23'13,2"	
φ_l	3°30'05,5"	3°49'11,6"	4°08'17,7"	4°27'23,7"	4°46'29,9"	
x =	10	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
	20	0,020	0,019	0,017	0,016	0,015
	30	0,068	0,063	0,058	0,054	0,050
	40	0,162	0,148	0,137	0,127	0,119
	50	0,316	0,289	0,267	0,248	0,231
	60	0,546	0,500	0,462	0,429	0,400
	70	0,866	0,794	0,733	0,681	0,635
	80	1,294	1,186	1,094	1,016	0,948
	90	1,842	1,689	1,559	1,447	1,351
	100	2,529	2,317	2,139	1,986	1,853
	110	3,368	3,086	2,848	2,644	2,467
	120	4,373	4,009	3,700	3,434	3,205
	130		5,099	4,707	4,369	4,077
	140			5,882	5,461	5,095
	150				6,722	6,273
	160					7,619

K = 600

R	600				
	210	220	230	240	250
L					
<i>l</i>	209,358	219,262	229,157	239,042	248,917
<i>d</i>	104,893	109,877	114,859	119,840	124,819
<i>yl</i>	12,223	13,412	14,656	15,954	17,307
ΔR	3,059	3,357	3,669	3,994	4,333
<i>e</i>	69,133	72,336	75,527	78,705	81,870
τ_l	10°01'36,3"	10°30'15,2"	10°58'54,1"	11°27'33,0"	11°56'11,8"
ω_l	3°20'29,0"	3°30'01,5"	3°39'33,9"	3°49'06,3"	3°58'38,7"
φ_l	6°41'07,3"	7°00'13,7"	7°19'20,2"	7°38'26,7"	7°57'33,1"
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,011	0,010	0,010	0,009	0,009
30	0,036	0,034	0,033	0,031	0,030
40	0,085	0,081	0,077	0,074	0,071
50	0,165	0,158	0,151	0,145	0,139
60	0,286	0,273	0,261	0,250	0,240
70	0,454	0,433	0,414	0,397	0,381
80	0,677	0,647	0,618	0,593	0,569
90	0,965	0,921	0,881	0,844	0,810
100	1,323	1,263	1,208	1,158	1,111
110	1,762	1,681	1,608	1,541	1,479
120	2,287	2,183	2,088	2,001	1,921
130	2,909	2,777	2,656	2,545	2,443
140	3,635	3,469	3,318	3,179	3,052
150	4,472	4,268	4,082	3,912	3,755
160	5,431	5,183	4,957	4,749	4,559
170	6,518	6,220	5,949	5,700	5,471
180	7,744	7,389	7,066	6,770	6,497
190	9,116	8,698	8,316	7,967	7,647
200	10,644	10,155	9,709	9,300	8,925
210	12,337	11,769	11,251	10,777	10,341
220	14,204	13,550	12,952	12,405	11,902
230		15,505	14,820	14,193	13,617
240			16,864	16,149	15,492
250				18,282	17,537
260					19,760

R = 650

R	650				
	10	20	30	40	50
L					
<i>l</i>	10,000	20,000	29,998	39,996	49,993
<i>d</i>	5,000	10,000	15,000	19,999	24,999
<i>yl</i>	0,026	0,103	0,231	0,410	0,641
ΔR	0,006	0,026	0,058	0,103	0,160
<i>e</i>	3,333	6,666	9,998	13,328	16,657
τ_l	0°26'26,7"	0°52'53,3"	1°19'20,0"	1°45'46,6"	2°12'13,3"
ω_l	0°08'48,9"	0°17'37,8"	0°26'26,6"	0°35'15,5"	0°44'04,4"
φ_l	0°17'37,8"	0°35'15,5"	0°52'53,4"	1°10'31,1"	1°28'08,9"
x = 10	0,026	0,013	0,009	0,006	0,005
20	0,180	0,103	0,068	0,051	0,041
30		0,333	0,231	0,173	0,138
40			0,539	0,410	0,328
50				0,795	0,641
60					1,103

R = 650

R	650				
	L	110	120	130	140
<i>l</i>	109,921	119,898	129,870	139,838	149,800
<i>d</i>	54,987	59,983	64,978	69,973	74,967
<i>y_l</i>	3,101	3,690	4,330	5,021	5,764
ΔR	0,775	0,923	1,083	1,256	1,442
<i>e</i>	36,560	39,862	43,158	46,448	49,731
τ_l	4°50'53,2"	5°17'19,8"	5°43'46,5"	6°10'13,1"	6°36'39,8"
ω_l	1°36'57,4"	1°45'46,2"	1°54'34,9"	2°03'23,7"	2°12'12,4"
φ_l	3°13'55,8"	3°31'33,6"	3°49'11,6"	4°06'49,4"	4°24'27,4"
<i>x</i>					
10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
20	0,019	0,017	0,016	0,015	0,014
30	0,063	0,058	0,058	0,049	0,046
40	0,149	0,137	0,126	0,117	0,109
50	0,291	0,267	0,247	0,229	0,214
60	0,504	0,462	0,426	0,396	0,369
70	0,800	0,733	0,677	0,628	0,586
80	1,194	1,094	1,010	0,938	0,875
90	1,701	1,559	1,439	1,336	1,247
100	2,334	2,139	1,974	1,833	1,710
110	3,108	2,848	2,628	2,440	2,277
120	4,085	3,699	3,414	3,169	2,958
130		4,705	4,343	4,032	3,762
140			5,427	5,039	4,701
150				6,201	5,787
160					7,028

R = 650

R	650				
	L	60	70	80	90
<i>l</i>	59,987	69,980	79,970	89,957	99,941
<i>d</i>	29,998	34,997	39,995	44,993	49,990
<i>y_l</i>	0,923	1,256	1,641	2,076	2,563
ΔR	0,231	0,314	0,410	0,519	0,641
<i>e</i>	19,983	23,306	26,626	29,942	33,254
τ_l	2°38'39,9"	3°05'06,6"	3°31'33,2"	3°57'59,9"	4°24'26,5"
ω_l	0°52'53,3"	1°01'42,1"	1°10'30,9"	1°19'19,8"	1°28'08,6"
φ_l	1°45'46,6"	2°03'24,5"	2°21'02,3"	2°38'40,1"	2°56'17,9"
<i>x</i>					
10	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003
20	0,034	0,029	0,026	0,023	0,021
30	0,115	0,099	0,087	0,077	0,069
40	0,274	0,234	0,205	0,182	0,164
50	0,534	0,458	0,401	0,356	0,321
60	0,924	0,791	0,692	0,616	0,554
70	1,463	1,257	1,100	0,978	0,880
80		1,874	1,643	1,460	1,314
90			2,337	2,079	1,871
100				2,851	2,568
110					3,417

R = 650

R	650				
	160	170	180	190	200
L	159,758	169,710	179,655	189,595	199,527
<i>l</i>	79,960	84,952	89,943	94,932	99,921
<i>d</i>	6,557	7,401	8,296	9,242	10,239
<i>y_l</i>	1,640	1,851	2,076	2,312	2,562
ΔR	53,006	56,275	59,534	62,786	66,028
<i>e</i>	7°03'06,4"	7°29'33,1"	7°55'59,7"	8°22'26,4"	8°48'53,1"
τ_l	2°21'01,1"	2°29'49,7"	2°38'38,4"	2°47'27,0"	2°56'15,6"
ω_l	4°42'05,3"	4°59'43,4"	5°17'21,3"	5°34'59,4"	5°52'37,5"
φ_l					
x = 10	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
20	0,013	0,012	0,011	0,011	0,010
30	0,043	0,041	0,038	0,036	0,035
40	0,103	0,097	0,091	0,086	0,082
50	0,200	0,189	0,178	0,169	0,160
60	0,346	0,326	0,308	0,292	0,277
70	0,550	0,517	0,489	0,463	0,440
80	0,821	0,772	0,729	0,691	0,657
90	1,169	1,100	1,039	0,984	0,935
100	1,603	1,509	1,425	1,350	1,282
110	2,135	2,009	1,897	1,797	1,707
120	2,772	2,609	2,464	2,334	2,217
130	3,526	3,318	3,133	2,968	2,819
140	4,406	4,146	3,915	3,708	3,523
150	5,423	5,103	4,818	4,563	4,334
160	6,587	6,197	5,851	5,541	5,263
170	7,907	7,439	7,023	6,651	6,317
180		8,838	8,344	7,902	7,504
190			9,823	9,302	8,833
200				10,860	10,313
210					11,951

R = 650

R	650				
	210	220	230	240	250
L	209,453	219,371	229,281	239,183	249,077
<i>l</i>	104,909	109,895	114,880	119,864	124,846
<i>d</i>	11,287	12,385	13,534	14,733	15,983
<i>y_l</i>	2,824	3,099	3,387	3,688	4,001
ΔR	69,261	72,483	75,696	78,897	82,086
<i>e</i>	9°15'19,7"	9°41'46,4"	10°08'13,0"	10°34'39,7"	11°01'06,3"
τ_l	3°05'04,1"	3°13'52,6"	3°22'41,1"	3°31'29,6"	3°40'18,0"
ω_l	6°10'15,6"	6°27'53,8"	6°45'31,9"	7°03'10,1"	7°20'48,3"
φ_l					
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,010	0,009	0,009	0,009	0,008
30	0,033	0,031	0,030	0,029	0,028
40	0,078	0,075	0,071	0,068	0,066
50	0,153	0,146	0,139	0,134	0,128
60	0,264	0,252	0,241	0,231	0,222
70	0,419	0,400	0,382	0,366	0,352
80	0,625	0,597	0,571	0,547	0,525
90	0,890	0,850	0,813	0,779	0,748
100	1,221	1,166	1,115	1,069	1,026
110	1,626	1,552	1,484	1,422	1,366
120	2,111	2,015	1,927	1,847	1,773
130	2,685	2,563	2,451	2,349	2,255
140	3,354	3,202	3,062	2,934	2,817
150	4,127	3,939	3,767	3,610	3,465
160	5,011	4,783	4,574	4,383	4,207
170	6,014	5,740	5,489	5,259	5,048
180	7,144	6,817	6,519	6,246	5,995
190	8,409	8,024	7,672	7,351	7,055
200	9,816	9,366	8,955	8,579	8,234
210	11,376	10,853	10,376	9,940	9,539
220	13,095	12,493	11,943	11,439	10,977
230		14,292	13,663	13,086	12,556
240			15,543	14,886	14,282
250				16,848	16,164
260					18,208

R = 700

R	700				
	60	70	80	90	100
L					
<i>l</i>	59,989	69,983	79,974	89,963	99,949
<i>d</i>	29,998	34,997	39,996	44,994	49,992
<i>yl</i>	0,857	1,166	1,523	1,928	2,380
ΔR	0,214	0,292	0,381	0,482	0,595
<i>e</i>	19,985	23,310	26,631	29,950	33,264
τ_l	2°27'19,9"	2°51'53,2"	3°16'26,6"	3°40'59,9"	4°05'33,2"
ω_l	0°49'06,6"	0°57'17,7"	1°05'28,8"	1°13'39,8"	1°21'50,9"
φ_l	1°38'13,3"	1°54'35,5"	2°10'57,8"	2°27'20,1"	2°43'42,3"
x = 10	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002
20	0,032	0,027	0,024	0,021	0,019
30	0,107	0,092	0,080	0,071	0,064
40	0,254	0,218	0,190	0,169	0,152
50	0,496	0,425	0,372	0,331	0,298
60	0,857	0,735	0,643	0,572	0,514
70	1,358	1,167	1,021	0,908	0,817
80		1,740	1,525	1,355	1,220
90			2,169	1,930	1,737
100				2,647	2,384
110					3,172

R = 700

R	700				
	10	20	30	40	50
L					
<i>l</i>	10,000	20,000	29,999	39,997	49,994
<i>d</i>	5,000	10,000	15,000	19,999	24,999
<i>yl</i>	0,024	0,095	0,214	0,381	0,595
ΔR	0,006	0,024	0,054	0,095	0,149
<i>e</i>	3,333	6,666	9,998	13,329	16,658
τ_l	0°24'33,3"	0°49'06,6"	1°13'40,0"	1°38'13,3"	2°02'46,6"
ω_l	0°08'11,1"	0°16'22,2"	0°24'33,3"	0°32'44,4"	0°40'55,5"
φ_l	0°16'22,2"	0°32'44,4"	0°49'06,7"	1°05'28,9"	1°21'51,1"
x = 10	0,024	0,012	0,008	0,006	0,005
20	0,167	0,095	0,063	0,048	0,038
30		0,310	0,214	0,161	0,129
40			0,500	0,381	0,305
50				0,738	0,595
60					1,024

R = 700

R	700					
	L	160	170	180	190	200
<i>l</i>	159,791	169,750	179,703	189,650	199,592	
<i>d</i>	79,965	84,958	89,950	94,942	99,932	
<i>y_l</i>	6,090	6,874	7,705	8,584	9,510	
ΔR	1,523	1,719	1,927	2,147	2,379	
<i>e</i>	53,051	56,329	59,599	62,861	66,116	
τ_l	6°32'53,1"	6°57'26,4"	7°21'59,8"	7°46'33,1"	8°11'06,4"	
ω_l	2°10'56,8"	2°19'07,8"	2°27'18,7"	2°35'29,6"	2°43'40,4"	
φ_l	4°21'56,3"	4°38'18,6"	4°54'41,1"	5°11'03,5"	5°27'26,0"	
<i>x</i>	10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	20	0,012	0,011	0,011	0,010	0,010
	30	0,040	0,038	0,036	0,034	0,032
	40	0,095	0,090	0,085	0,080	0,076
	50	0,186	0,175	0,165	0,157	0,149
	60	0,321	0,303	0,286	0,271	0,257
	70	0,510	0,480	0,454	0,430	0,408
	80	0,762	0,717	0,677	0,642	0,610
	90	1,085	1,021	0,965	0,914	0,868
	100	1,489	1,401	1,323	1,254	1,191
	110	1,982	1,865	1,762	1,669	1,585
	120	2,574	2,422	2,287	2,166	2,058
	130	3,274	3,081	2,909	2,756	2,618
	140	4,091	3,849	3,635	3,443	3,270
	150	5,034	4,737	4,472	4,236	4,024
	160	6,114	5,752	5,431	5,144	4,886
	170	7,337	6,904	6,518	6,173	5,863
	180		8,201	7,744	7,333	6,964
	190			9,114	8,632	8,197
	200				10,076	9,569
	210					11,087

R = 700

R	700					
	L	110	120	130	140	150
<i>l</i>	109,932	119,912	129,888	139,860	149,828	
<i>d</i>	54,989	59,985	64,981	69,977	74,971	
<i>y_l</i>	2,880	3,427	4,021	4,663	5,353	
ΔR	0,720	0,857	1,006	1,166	1,339	
<i>e</i>	36,575	39,881	43,182	46,478	49,768	
τ_l	4°30'06,5"	4°54'39,8"	5°19'13,2"	5°43'46,5"	6°08'19,8"	
ω_l	1°30'01,9"	1°38'12,9"	1°46'23,9"	1°54'34,9"	2°02'45,9"	
φ_l	3°00'04,6"	3°16'26,9"	3°32'49,3"	3°49'11,6"	4°05'33,9"	
<i>x</i>	10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
	20	0,017	0,016	0,015	0,014	0,013
	30	0,058	0,054	0,049	0,046	0,043
	40	0,139	0,127	0,117	0,109	0,102
	50	0,271	0,248	0,229	0,213	0,198
	60	0,468	0,429	0,396	0,367	0,343
	70	0,743	0,681	0,628	0,583	0,545
	80	1,109	1,016	0,938	0,871	0,813
	90	1,579	1,447	1,336	1,240	1,158
	100	2,167	1,986	1,833	1,702	1,588
	110	2,885	2,644	2,440	2,266	2,114
	120	3,746	3,434	3,169	2,942	2,746
	130		4,367	4,032	3,743	3,492
	140			5,037	4,677	4,364
	150				5,755	5,371
	160					6,522

R = 700

R	700					
	210	220	230	240	250	
L						
<i>l</i>	209,528	219,457	229,380	239,296	249,204	
<i>d</i>	104,921	109,910	114,897	119,883	124,867	
<i>yl</i>	10,483	11,504	12,571	13,686	14,847	
ΔR	2,623	2,878	3,146	3,425	3,716	
<i>e</i>	69,363	72,601	75,829	79,049	82,258	
τ_l	8° 35' 39,7"	9° 00' 13,0"	9° 24' 46,4"	9° 49' 19,7"	10° 13' 53,0"	
ω_l	2° 51' 51,3"	3° 00' 02,1"	3° 08' 12,9"	3° 16' 23,6"	3° 24' 34,4"	
φ_l	5° 43' 48,4"	6° 00' 10,9"	6° 16' 33,5"	6° 32' 56,1"	6° 49' 18,6"	
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,009	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008
30	0,031	0,029	0,028	0,027	0,026	0,026
40	0,073	0,069	0,066	0,063	0,061	0,061
50	0,142	0,135	0,129	0,124	0,119	0,119
60	0,245	0,234	0,224	0,214	0,206	0,206
70	0,389	0,371	0,355	0,340	0,327	0,327
80	0,581	0,554	0,530	0,508	0,488	0,488
90	0,827	0,789	0,755	0,723	0,694	0,694
100	1,134	1,083	1,035	0,992	0,953	0,953
110	1,510	1,441	1,378	1,321	1,268	1,268
120	1,960	1,871	1,790	1,715	1,646	1,646
130	2,493	2,379	2,276	2,181	2,093	2,093
140	3,114	2,972	2,843	2,724	2,615	2,615
150	3,882	3,657	3,498	3,352	3,217	3,217
160	4,652	4,440	4,246	4,069	3,906	3,906
170	5,583	5,328	5,095	4,882	4,686	4,686
180	6,631	6,328	6,051	5,798	5,565	5,565
190	7,804	7,447	7,121	6,823	6,548	6,548
200	9,109	8,692	8,311	7,962	7,642	7,642
210	10,555	10,070	9,628	9,224	8,852	8,852
220	12,147	11,590	11,080	10,614	10,186	10,186
230		13,256	12,674	12,140	11,649	11,649
240			14,416	13,808	13,248	13,248
250				15,624	14,991	14,991
260					16,884	16,884

R = 750

R	750					
	10	20	30	40	50	
L						
<i>l</i>	10,000	20,000	29,999	39,997	49,994	
<i>d</i>	5,000	10,000	15,000	20,000	24,999	
<i>yl</i>	0,022	0,089	0,200	0,356	0,556	
ΔR	0,005	0,022	0,050	0,089	0,139	
<i>e</i>	3,333	6,666	9,998	13,330	16,659	
τ_l	0° 22' 55,1"	0° 45' 50,2"	1° 08' 45,3"	1° 31' 40,4"	1° 54' 35,5"	
ω_l	0° 07' 38,4"	0° 15' 16,7"	0° 22' 55,1"	0° 30' 33,5"	0° 38' 11,8"	
φ_l	0° 15' 16,7"	0° 30' 33,5"	0° 45' 50,2"	1° 01' 06,9"	1° 16' 23,7"	
x = 10	0,022	0,011	0,007	0,006	0,004	
20	0,155	0,089	0,059	0,044	0,036	
30		0,289	0,200	0,150	0,120	
40			0,467	0,356	0,284	
50				0,689	0,556	
60					0,956	

R = 750

R	750					
	60	70	80	90	100	
L	59,990	69,985	79,977	89,968	99,956	
<i>l</i>	29,998	34,997	39,996	44,995	49,993	
<i>d</i>	0,800	1,089	1,422	1,800	2,222	
<i>y</i> _l	0,200	0,272	0,355	0,450	0,556	
ΔR	19,987	23,313	26,636	29,956	33,273	
<i>e</i>	2°17'30,6"	2°40'25,7"	3°03'20,8"	3°26'15,9"	3°49'11,0"	
τ_l	0°45'50,2"	0°53'28,5"	1°01'06,9"	1°08'45,2"	1°16'23,5"	
ω_l	1°31'40,4"	1°46'57,2"	2°02'13,9"	2°17'30,7"	2°32'47,5"	
φ_l						
x = 10	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	
20	0,030	0,025	0,022	0,020	0,018	
30	0,100	0,086	0,075	0,067	0,060	
40	0,237	0,203	0,178	0,158	0,142	
50	0,463	0,397	0,347	0,309	0,278	
60	0,800	0,686	0,600	0,533	0,480	
70	1,268	1,089	0,953	0,847	0,762	
80		1,623	1,423	1,265	1,138	
90			2,024	1,801	1,621	
100				2,470	2,224	
110					2,960	

R = 750

R	750					
	110	120	130	140	150	
L	109,941	119,923	129,902	139,878	149,850	
<i>l</i>	54,990	59,987	64,984	69,980	74,975	
<i>d</i>	2,688	3,199	3,754	4,353	4,996	
<i>y</i> _l	0,672	0,800	0,939	1,088	1,250	
ΔR	36,587	39,896	43,202	46,502	49,798	
<i>e</i>	4°12'06,1"	4°35'01,2"	4°57'56,3"	5°20'51,4"	5°43'46,5"	
τ_l	1°24'01,8"	1°31'40,1"	1°39'18,4"	1°46'56,7"	1°54'34,9"	
ω_l	2°48'04,3"	3°03'21,1"	3°18'37,9"	3°33'54,7"	3°49'11,6"	
φ_l						
x = 10	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	
20	0,016	0,015	0,014	0,013	0,012	
30	0,055	0,050	0,046	0,043	0,040	
40	0,129	0,119	0,109	0,102	0,095	
50	0,253	0,231	0,214	0,198	0,185	
60	0,436	0,400	0,369	0,343	0,320	
70	0,693	0,635	0,586	0,545	0,508	
80	1,035	0,948	0,875	0,813	0,759	
90	1,474	1,351	1,247	1,158	1,080	
100	2,022	1,853	1,710	1,588	1,482	
110	2,692	2,467	2,277	2,114	1,973	
120	3,495	3,205	2,958	2,746	2,562	
130		4,075	3,762	3,492	3,259	
140			4,700	4,364	4,072	
150				5,369	5,012	
160					6,085	

R = 750

R	750				
	160	170	180	190	200
L					
<i>l</i>	159,818	169,782	179,741	189,695	199,645
<i>d</i>	79,970	84,964	89,957	94,949	99,941
<i>yl</i>	5,684	6,416	7,193	8,013	8,878
ΔR	1,422	1,605	1,799	2,004	2,221
<i>e</i>	53,088	56,372	59,650	62,922	66,187
τ_l	6°06'41,6"	6°29'36,7"	6°52'31,8"	7°15'26,9"	7°38'22,0"
ω_l	2°02'13,2"	2°09'51,4"	2°17'29,6"	2°25'07,8"	2°32'45,9"
φ_l	4°04'28,4"	4°19'45,3"	4°35'02,2"	4°50'19,1"	5°05'36,1"
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,011	0,010	0,010	0,009	0,009
30	0,038	0,035	0,033	0,032	0,030
40	0,089	0,084	0,079	0,075	0,071
50	0,174	0,163	0,154	0,146	0,139
60	0,300	0,282	0,267	0,253	0,240
70	0,476	0,448	0,423	0,401	0,381
80	0,711	0,669	0,632	0,599	0,569
90	1,013	0,953	0,900	0,853	0,810
100	1,389	1,308	1,235	1,170	1,111
110	1,850	1,741	1,644	1,557	1,479
120	2,402	2,260	2,135	2,022	1,921
130	3,055	2,875	2,715	2,572	2,443
140	3,817	3,592	3,392	3,213	3,052
150	4,697	4,420	4,173	3,953	3,755
160	5,704	5,367	5,067	4,800	4,559
170	6,845	6,441	6,081	5,760	5,471
180		7,651	7,224	6,841	6,497
190			8,502	8,052	7,647
200				9,398	8,925
210					10,340

R = 750

R	750				
	210	220	230	240	250
L					
<i>l</i>	209,589	219,527	229,460	239,386	249,306
<i>d</i>	104,931	109,921	114,910	119,898	124,884
<i>yl</i>	9,786	10,739	11,736	12,777	13,861
ΔR	2,448	2,687	2,936	3,197	3,469
<i>e</i>	69,445	72,695	75,937	79,171	82,397
τ_l	8°01'17,1"	8°24'12,2"	8°47'07,3"	9°10'02,4"	9°32'57,5"
ω_l	2°40'24,1"	2°48'02,2"	2°55'40,3"	3°03'18,4"	3°10'56,4"
φ_l	5°20'53,0"	5°36'10,0"	5°51'27,0"	6°06'44,0"	6°22'01,1"
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,008	0,008	0,008	0,007	0,007
30	0,029	0,027	0,026	0,025	0,024
40	0,068	0,065	0,062	0,059	0,057
50	0,132	0,126	0,121	0,116	0,111
60	0,229	0,218	0,209	0,200	0,192
70	0,363	0,346	0,331	0,318	0,305
80	0,542	0,517	0,495	0,474	0,455
90	0,772	0,736	0,704	0,675	0,648
100	1,058	1,010	0,966	0,926	0,889
110	1,409	1,345	1,286	1,233	1,183
120	1,829	1,746	1,670	1,601	1,537
130	2,326	2,221	2,124	2,035	1,954
140	2,906	2,774	2,653	2,542	2,441
150	3,576	3,413	3,264	3,128	3,002
160	4,341	4,143	3,962	3,797	3,645
170	5,209	4,971	4,755	4,556	4,373
180	6,186	5,904	5,646	5,410	5,193
190	7,280	6,947	6,644	6,366	6,110
200	8,497	8,108	7,753	7,428	7,130
210	9,844	9,393	8,982	8,605	8,258
220	11,323	10,809	10,335	9,900	9,501
230		12,362	11,820	11,322	10,865
240			13,442	12,876	12,355
250				14,568	13,978
260					15,740

R = 800

R	800				
	60	70	80	90	100
L					
l	59,992	69,987	79,980	89,972	99,961
d	29,999	34,998	39,997	44,995	49,993
z _l	0,750	1,021	1,333	1,687	2,083
ΔR	0,188	0,255	0,333	0,422	0,521
e	19,989	23,315	26,640	29,962	33,281
τ _l	2°08'54,9"	2°30'24,1"	2°51'53,2"	3°13'22,4"	3°34'51,6"
ω _l	0°42'58,3"	0°50'08,0"	0°57'17,7"	1°04'27,4"	1°11'37,0"
φ _l	1°25'56,6"	1°40'16,1"	1°54'35,5"	2°08'55,0"	2°23'14,6"
x =					
10	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002
20	0,028	0,024	0,021	0,019	0,017
30	0,094	0,080	0,070	0,063	0,056
40	0,222	0,190	0,167	0,148	0,133
50	0,434	0,372	0,326	0,289	0,260
60	0,750	0,643	0,563	0,500	0,450
70	1,188	1,021	0,894	0,794	0,715
80		1,522	1,334	1,186	1,067
90			1,897	1,689	1,520
100				2,315	2,085
110					2,774

R = 800

R	800				
	10	20	30	40	50
L					
l	10,000	20,000	29,999	39,998	49,995
d	5,000	10,000	15,000	20,000	24,999
z _l	0,021	0,083	0,188	0,333	0,521
ΔR	0,005	0,021	0,047	0,083	0,130
e	3,333	6,666	9,999	13,330	16,660
τ _l	0°21'29,2"	0°42'58,3"	1°04'27,5"	1°25'56,6"	1°47'25,8"
ω _l	0°07'09,7"	0°14'19,4"	0°21'29,2"	0°28'38,9"	0°35'48,6"
φ _l	0°14'19,5"	0°28'38,9"	0°42'58,3"	0°57'17,7"	1°11'37,2"
x =					
10	0,021	0,010	0,007	0,005	0,004
20	0,146	0,083	0,056	0,042	0,033
30		0,271	0,188	0,141	0,113
40			0,438	0,333	0,067
50				0,646	0,521
60					0,896

R = 800

R	800					
	110	120	130	140	150	
L	109,948	119,933	129,914	139,893	149,868	
<i>l</i>	54,991	59,989	64,986	69,982	74,978	
<i>d</i>	2,520	2,999	3,519	4,081	4,685	
<i>y_l</i>	0,630	0,750	0,880	1,020	1,171	
ΔR	36,596	39,909	43,218	46,522	49,822	
<i>e</i>	3°56'20,7"	4°17'49,9"	4°39'19,0"	5°00'48,2"	5°22'17,3"	
τ_l	1°18'46,7"	1°25'56,4"	1°33'06,0"	1°40'15,7"	1°47'25,3"	
ω_l	2°37'34,0"	2°51'53,5"	3°06'13,0"	3°20'32,5"	3°34'52,0"	
φ_l						
x = 10	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	
20	0,015	0,014	0,013	0,012	0,011	
30	0,051	0,047	0,043	0,040	0,038	
40	0,121	0,111	0,103	0,095	0,089	
50	0,237	0,217	0,200	0,186	0,174	
60	0,409	0,375	0,346	0,321	0,300	
70	0,650	0,596	0,550	0,510	0,476	
80	0,970	0,889	0,821	0,762	0,711	
90	1,381	1,266	1,169	1,085	1,013	
100	1,895	1,737	1,603	1,489	1,389	
110	2,523	2,313	2,135	1,982	1,850	
120	3,276	3,004	2,772	2,574	2,402	
130		3,819	3,526	3,274	3,055	
140			4,405	4,090	3,817	
150				5,032	4,697	
160					5,702	

R = 800

R	800					
	160	170	180	190	200	
L	159,840	169,808	179,772	189,732	199,688	
<i>l</i>	79,973	84,968	89,962	94,955	99,948	
<i>d</i>	5,330	6,016	6,744	7,513	8,324	
<i>y_l</i>	1,333	1,505	1,687	1,879	2,082	
ΔR	53,117	56,408	59,698	62,972	66,245	
<i>e</i>	5°43'46,5"	6°05'15,6"	6°26'44,8"	6°48'14,0"	7°09'43,1"	
τ_l	1°54'34,9"	2°01'44,5"	2°08'54,1"	2°16'03,7"	2°23'13,2"	
ω_l	3°49'11,6"	4°03'31,1"	4°17'50,7"	4°32'10,3"	4°46'29,9"	
φ_l						
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
20	0,010	0,010	0,009	0,009	0,008	
30	0,035	0,033	0,031	0,030	0,028	
40	0,083	0,078	0,074	0,070	0,067	
50	0,163	0,153	0,145	0,137	0,130	
60	0,281	0,265	0,250	0,237	0,225	
70	0,447	0,420	0,397	0,376	0,357	
80	0,667	0,628	0,593	0,561	0,533	
90	0,949	0,894	0,844	0,799	0,759	
100	1,303	1,226	1,158	1,097	1,042	
110	1,734	1,632	1,541	1,460	1,387	
120	2,252	2,119	2,001	1,896	1,801	
130	2,864	2,695	2,545	2,411	2,290	
140	3,578	3,367	3,179	3,012	2,861	
150	4,402	4,143	3,912	3,705	3,520	
160	5,346	5,030	4,749	4,499	4,273	
170	6,415	6,037	5,700	5,398	5,127	
180		7,169	6,770	6,411	6,089	
190			7,936	7,545	7,166	
200				8,806	8,363	
210					9,658	

R = 800

R	800				
	L	210	220	230	240
<i>l</i>	209,639	219,584	229,525	239,461	249,390
<i>d</i>	104,940	109,931	114,921	119,910	124,898
<i>ψ_l</i>	9,176	10,070	11,005	11,981	12,998
ΔR	2,295	2,519	2,753	2,998	3,253
<i>e</i>	69,512	72,772	76,026	79,272	82,510
τ_l	7°31'12,3"	7°52'41,4"	8°14'10,6"	8°35'39,7"	8°57'08,9"
ω_l	2°30'22,8"	2°37'32,3"	2°44'41,8"	2°51'51,3"	2°59'00,7"
φ_l	5°00'49,5"	5°15'09,1"	5°29'28,8"	5°43'48,4"	5°58'08,2"
x = 10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	0,008	0,008	0,007	0,007	0,007
30	0,027	0,026	0,024	0,023	0,023
40	0,063	0,061	0,058	0,056	0,053
50	0,124	0,118	0,113	0,109	0,104
60	0,214	0,205	0,196	0,188	0,180
70	0,340	0,325	0,311	0,298	0,286
80	0,508	0,485	0,464	0,444	0,427
90	0,723	0,690	0,660	0,633	0,608
100	0,992	0,947	0,906	0,868	0,833
110	1,321	1,261	1,206	1,156	1,109
120	1,715	1,637	1,566	1,500	1,440
130	2,181	2,082	1,991	1,908	1,832
140	2,724	2,600	2,487	2,383	2,288
150	3,352	3,199	3,060	2,932	2,815
160	4,069	3,883	3,714	3,559	3,417
170	4,882	4,660	4,456	4,270	4,099
180	5,798	5,533	5,292	5,071	4,867
190	6,823	6,511	6,227	5,966	5,727
200	7,962	7,598	7,266	6,962	6,682
210	9,224	8,802	8,416	8,063	7,739
220	10,613	10,127	9,683	9,277	8,903
230		11,581	11,073	10,608	10,180
240			12,592	12,063	11,575
250				13,646	13,095
260					14,743

R = 850

R	850				
	L	10	20	30	40
<i>l</i>	10,000	20,000	29,999	39,998	49,996
<i>d</i>	5,000	10,000	15,000	20,000	24,999
<i>ψ_l</i>	0,020	0,078	0,176	0,314	0,490
ΔR	0,005	0,020	0,044	0,078	0,122
<i>e</i>	3,333	6,666	9,999	13,330	16,661
τ_l	0°20'13,3"	0°40'26,6"	1°00'40,0"	1°20'53,3"	1°41'06,6"
ω_l	0°06'44,5"	0°13'28,9"	0°20'13,3"	0°26'57,8"	0°33'42,2"
φ_l	0°13'28,8"	0°26'57,7"	0°40'26,7"	0°53'55,5"	1°07'24,4"
x = 10	0,020	0,010	0,007	0,005	0,004
20	0,137	0,078	0,052	0,039	0,031
30		0,255	0,176	0,132	0,106
40			0,412	0,314	0,251
50				0,608	0,490
60					0,843

LITERATURA

1. Dragčević V., Rukavina T., Donji ustroj prometnica, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2006.
2. Dragčević V., Korlaet Ž., Osnove projektiranja cesta, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2003.
3. Simović V., Leksikon građevinarstva, Masmedia, Zagreb, 2002.
4. Opći tehnički uvjeti za radove na cestama, Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, 2001.
5. Klemenčić A., Korlaet Ž., Ceste, Fakultet građevinskih znanosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1984.
6. Horvat Z., Babić B., Građenje i održavanje kolničkih konstrukcija, Fakultet građevinskih znanosti sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 1984.
7. Žnideršić B., Priručnik za obeležavanje prelaznice oblika klotoide pravouglim koordinatama, Građevinska knjijiga, Beograd, 1966.