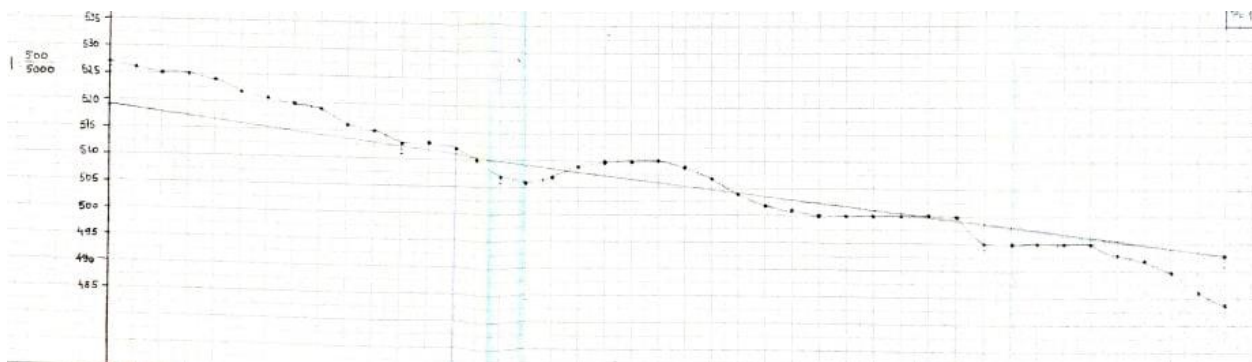


PRORAČUN ELEMENATA KRIVINA SA PRELAZNICAMA, STACIONAŽA I UBLAŽAVANJE USPONA U KRIVINAMA

Nastavljamo izradu uzdužnog profila za glavni projekat. Verovatno je većina Vas pripremila podlogu za izradu i iscrtala liniju terena. Sada treba preneti niveletu sa idejnog projekta, jer nam je to polazni podatak za ublažavanje (slika 1).



Slika 1- Niveleta preneti sa idejnog profila

Prelazimo na proračun ublaženih nagiba. Pre svega daćemo neka pojašnjenja u vezi konkretnog zadatka koji radimo, a sve u skladu sa izloženim gradivom na predavanjima iz oblasti UBLAŽAVANJE USPONA U KRIVINAMA.

Dužina trase za koju radimo ublažavanje je izdvojeni deo iz idejnog projekta i iznosi 2100m. Na toj deonici postoje 2 krivine. Podaci za krivine su sledeći:

KRIVINA 3:

$$T_3 = R_3 \cdot tg \frac{\alpha_3}{2} = 900 \cdot tg \frac{28^\circ 57' 18''}{2} = 900 \cdot 0,258199 = 232,38m$$

$$D_{kl3} = \frac{R_3 \cdot \pi \cdot \alpha_3}{180} = \frac{900 \cdot \pi \cdot 28^\circ 57' 18''}{180} = 454.82 m$$

$$B_3 = R_3 \cdot \left(\sec \frac{\alpha_3}{2} - 1 \right) = 900 \cdot \left(\sec \frac{28^\circ 57' 18''}{2} - 1 \right) = 29.52m$$

KRIVINA 4:

$$T_4 = R_4 \cdot tg \frac{\alpha_4}{2} = 800 \cdot tg \frac{30^\circ 08' 24''}{2} = 800 \cdot 0,26926 = 215,41m$$

$$D_{kl4} = \frac{R_4 \cdot \pi \cdot \alpha_4}{180} = \frac{800 \cdot \pi \cdot 30^\circ 08' 24''}{180} = 420.83 m$$

$$B_4 = R_4 \cdot \left(\sec \frac{\alpha_4}{2} - 1 \right) = 800 \cdot \left(\sec \frac{30^\circ 08' 24''}{2} - 1 \right) = 28.50m$$

Sračunajmo sada elemente prelaznih krivina.

KRIVINA 3:

$$h_3 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_3} = \frac{7,1 \cdot 130^2}{900} = 133,32mm \text{ , usvojeno } h_3 = 135mm$$

$$V_{max} = 4,6 \cdot \sqrt{R_{min}} = 4,6 \cdot \sqrt{800} = 130,10 \text{ [km/h]}$$

R_{min} – najmanji radijus na celoj trasi

$$ctg\beta = 0,08 + 0,0084 \cdot V_{max} = 0,08 + 0,0084 \cdot 130 = 1,172$$

$$ctg\beta_{usvojeno} = 1,0$$

$$L_3 = h_3 \cdot ctg\beta = 135 \cdot 1,0 = 135,00m \text{ , usvojeno } L_3 = 140,00m$$

Usvajam 140m za dužinu prelazne krivine jer želim da izbegnem interpolaciju. Savetujem Vam da kod usvajanja prelazne krivine proverite da li postoji u tablici kako ne bi ste radili interpolaciju. Ovo je savet pre svega za pismeni deo ispita.

r	800	800	800	800	
L	150	160	170	180	
l	149,868	159,840	169,808	179,772	18
a	74,285	79,134	83,964	88,773	9
f	1,162	1,321	1,490	1,668	
I : m	710003,0	755888,2	801499,3	846820,4	891
τ	5° 25' 16,7"	5° 47' 23,8"	6° 09' 36,0"	6° 31' 53,3"	6° 5

r	900	900	900	900	900
L	110	120	130	140	150
l	109,959	119,947	129,932	139,915	149,896
a	54,775	59,709	64,630	69,539	74,434
f	0,558	0,664	0,779	0,902	1,035
I : m	590469,8	643421,6	696185,4	748746,8	801090,1
τ	3° 30' 55,1"	3° 50' 15,8"	4° 09' 39,3"	4° 29' 05,6"	4° 48' 35,0"

Slika 2- Izgled tabela sa podacima iz tablica "O.Sarrazin, H.Oberbeck"

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)- za poznato R i sračunato L očitavamo ostale vrednosti iz tabele

R [m]	900
L [m]	140
l [m]	139,915
a [m]	69,539
f [m]	0,902
τ [°]	4°29'5,6''

$$T_{g3} = (R_3 + f_3) \cdot tg \frac{\alpha_3}{2} + a_3 = (900 + 0,902) \cdot tg \frac{28^\circ 57' 18''}{2} + 69,539 = 302,15m$$

$$D_{p3} = \frac{R_3 \cdot \pi \cdot (\alpha_3 - 2 \cdot \tau_{l3})}{180^\circ} + 2 \cdot L_3 = \frac{900 \cdot \pi \cdot (28^\circ 57' 18'' - 2 \cdot 4^\circ 29' 5,6'')}{180^\circ} + 2 \cdot 140$$

$$= 313,49 + 280 = 593,49m$$

$$B_3 = (R_3 + f_3) \cdot \left(sec \frac{\alpha_3}{2} - 1 \right) + f_3 = (900 + 0,902) \cdot \left(sec \frac{28^\circ 57' 18''}{2} - 1 \right) + 0,902$$

$$= 30,45 m$$

KRIVINA 4:

$$h_4 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_4} = \frac{7,1 \cdot 130^2}{800} = 149,9mm \text{ , usvojeno } h_4 = 150mm$$

$$ctg \beta_{usvojeno} = 1,0$$

$$L_4 = h_4 \cdot ctg \beta = 150 \cdot 1,0 = 150,00m \text{ , usvojeno } L_4 = 150,00m$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)- za poznato R i sračunato L očitavamo ostale vrednosti iz tabele

R [m]	800
L [m]	150
l [m]	149,868
a [m]	74,285
f [m]	1,162
τ [°]	5°25'16,7''

$$T_{g4} = (R_4 + f_4) \cdot tg \frac{\alpha_4}{2} + a_4 = (800 + 1,162) \cdot tg \frac{30^\circ 08' 24'' 4}{2} + 74,285 = 290,01 m$$

$$D_{p4} = \frac{R_4 \cdot \pi \cdot (\alpha_4 - 2 \cdot \tau_{l4})}{180^\circ} + 2 \cdot L_4 = \frac{800 \cdot \pi \cdot (30^\circ 08' 24'' 4 - 2 \cdot 5^\circ 25' 16,7'')}{180^\circ} + 2 \cdot 150$$

$$= 269,44 + 300 = 569,44 m$$

$$B_4 = (R_4 + f_4) \cdot \left(sec \frac{\alpha_4}{2} - 1 \right) + f_4 = (800 + 1,162) \cdot \left(sec \frac{30^\circ 08' 24'' 4}{2} - 1 \right) + 1,162$$

$$= 29,69 m$$

Pre bilo kakvog ublažavanja treba uraditi novu stacionažu železničke pruge za krivine sa prelaznicama.

STACIONAŽA SA PRELAZNIM KRIVINAMA

$$A': 2 + 500,00$$

$$PPK_3: A' + (\overline{A'T_3} - T_{g3}) = A' + (\overline{A'PKK_3} + T_1 - T_{g3}) \\ = 2500 + (452,46 + 232,38 - 302,15) = 2500 + 382,69 = 2882,69m$$

$$PKK_3: PPK_3 + L_3 = 2882,69 + 140 = 3022,69m$$

$$KKK_3: PKK_3 + D_{\check{c}kl3} = 3022,69 + 313,49 = 3336,18m$$

$$KPK_3: KKK_3 + L_3 = 3336,18 + 140 = 3476,18m$$

$$PPK_4: KPK_3 + (\overline{KKK_3PKK_4} + T_3 + T_4) - T_{g3} - T_{g4} \\ = 3476,18 + ((389,71 + 232,38 + 215,41) - 302,15 - 290,01) \\ = 3476,18 + 245,34 = 3721,52m$$

$$PKK_4: PPK_4 + L_4 = 3721,52 + 150 = 3871,52m$$

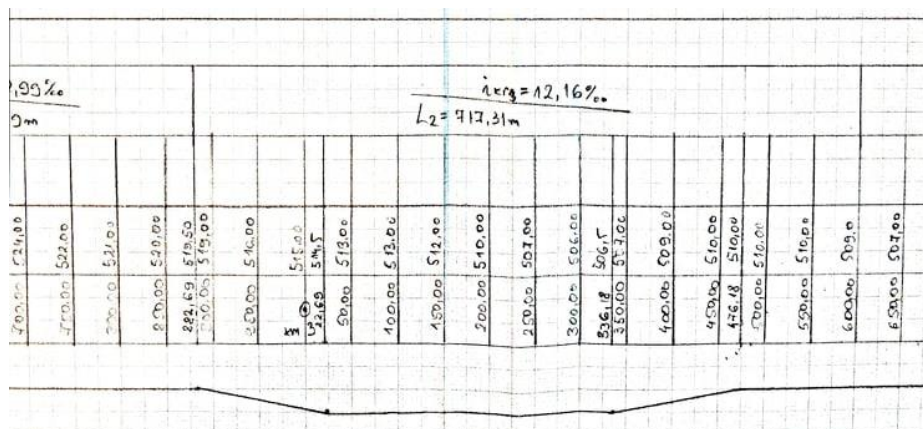
$$KKK_4: PKK_4 + D_{\check{c}kl4} = 3871,52 + 269,44 = 4140,96m$$

$$KPK_4: KKK_4 + L_4 = 4140,96 + 150 = 4290,96m$$

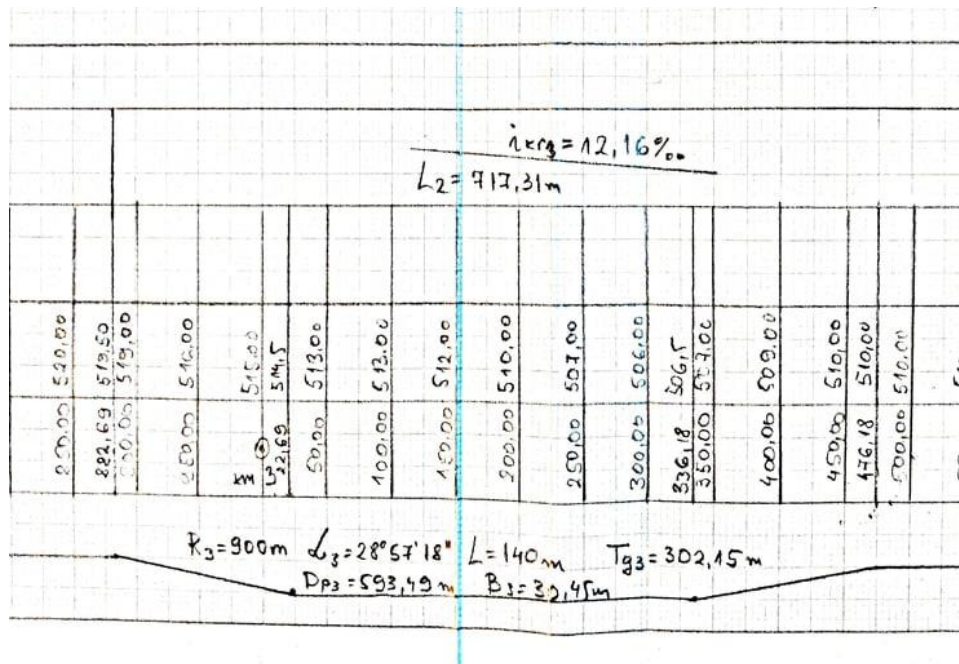
$$B': KPK_4 + (\overline{T_4B'} - T_{g4}) = 4290,96 + (\overline{KKK_4B'} + T_4 - T_{g4}) \\ = 4290,96 + (382,18 + 215,41 - 290,01) \\ = 4290,96 + 307,58 = 4598,54m$$

Kao što vidite, dužina trase se skratila za oko metar i po, što se i moglo očekivati. Po novoj stacionaži moja dužina na kojoj ublažavam iznosi 2098,54m.

Treba ove stacionaže uneti u rubriku STACIONAŽA (slika 3) i odgovarajuće podatke o krivinama u delu PRAVCI I KRIVINE (slika 4). Za kote terena, dovoljno je da očitajte sa uzdužnog (sa linije terena), to će biti zadovoljavajuće. Ostaje nepopunjeno, KOTE NIVELETE, pa to radimo sledeće.



Slika 3- Stacionaže tačka krivine su unete u deo STACIONAŽA



Slika 4- Uneti podaci za krivinu

Uočavamo da postoji pravac između krivina 3 i 4 koji je kraći od 300m. Taj pravac ćemo podeliti i jedan deo pripojćemo krivini 3 a drugi krivini 4. Ovo je važno da se uoči pre nego što se počne sa proračunom ublaženih nagiba. Ako ovu dužinu ne uzmemo u obzir, javiće se neslaganje kod proračuna kota nivelete.

UBLAŽAVANJE USPONA U KRIVINAMA

$$w_{kr} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{R}, [N/kN] \\ \frac{650}{R - 55}, [N/kN] \end{array} \right.$$

KRIVINA 3:

$$w_{kr3} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{900} = 0,833 \text{ N/kN} \\ \frac{650}{900 - 55} = 0,769 \text{ N/kN} \end{array} \right.$$

$$\Delta h_3 = w_{kr3} \cdot (D_{p3} + S_1) = 0,833 \cdot (0,59349 + 0,12382) = 0,598m$$

$(D_{p3} + S_1)$ – po formuli ovu dužinu unosimo u km

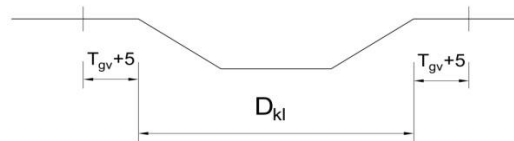
Napomena: Pravac S_1 predstavlja deo pravca između ove dve krivine. Ceo taj pravac iznosi 245,34m. Ja hoću da mi prelom bude na 3+600,00 što ovaj pravac od prilike deli na pola. Tačnije, krivini 3 se pripaja 123,82m a krivini 4 pripajamo 121,52m.

KRIVINA 4:

$$w_{kr4} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{800} = 0,9375 \text{ N/kN} \\ \frac{650}{800 - 55} = 0,8725 \text{ N/kN} \end{array} \right.$$

$$\Delta h_4 = w_{kr4} \cdot (D_4 + S_2) = 0,9375 \cdot (0,56944 + 0,12152) = 0,648 \text{ m}$$

Napomena: specifični otpori u krivinama ne prelaze vrednost 2N/kN, te nije potrebno predvideti zaobljenja preloma niveleta na novonastalim prelomima niveleta (početak i kraj krivine). Kada bi ta vrednost bila veća od 2N/kN dužini na mestu krivine dodajemo $2 * T_{gv} + 2 * 5$, gde je T_{gv} dužina vertikalne krivine a 5m rezerva.



Merodavni nagib i_m je nagib na pravcu.

$$i_m = i_s + \frac{\sum \Delta h}{L_{trase}}$$

i_s – nagib sa idejnog projekta

$$i_s = 12,4 \text{ ‰}$$

$$i_m = i_s + \frac{\sum \Delta h}{L_{trase}} = 12,4 + \frac{0,598 + 0,648}{2,09854} = \mathbf{12,99‰}$$

Nagibi u krivinama nakon ublažavanja iznose:

$$i_{kr3} = i_m - w_{kr3} = 12,99 - 0,833 = \mathbf{12,16‰}$$

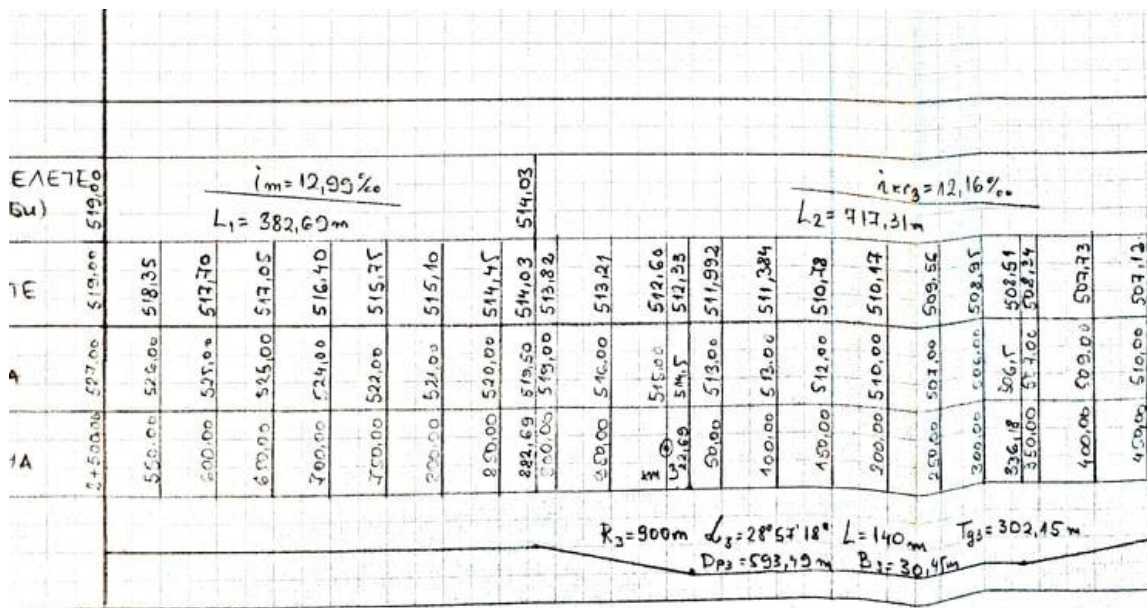
$$i_{kr4} = i_m - w_{kr4} = 12,99 - 0,9735 = \mathbf{12,02‰}$$

Sračunati su nagibi na pravcu i iznose $i_m = 12,99‰$, a u krivinama $i_{kr3} = 12,16‰$ i $i_{kr4} = 12,02‰$. Pošto nema vertikalnih krivina, granice preloma su početak prelazne krivine 3, stacionaža 3+600,00 i kraj prelazne krivine 4. Prema ovome sračunavam kote nivelete i upisujem u deo **KOTE NIVELETE**.

Novi ublaženi nagibi se konstruišu na uzdužnom. Jako je teško na ovaj način objasniti konstruisanje, to ostavljamo za čas koji ćemo raditi na fakultetu, nadam se uskoro. Za sada je dovoljno da ucrtate ove nagibe na uzdužnom bez konstruisanja. Krenite od prve tačke, pa do sledeće prelomne i tako redom.

VAŽNO!!!

Kada računate elemente krivina sa prelaznicama, javićete se za podatke iz tabela. Potrebno je da date podatak za R i sračunato L.



Slika 5- Izračunate kote nivelete za nove ublažene nagibe.