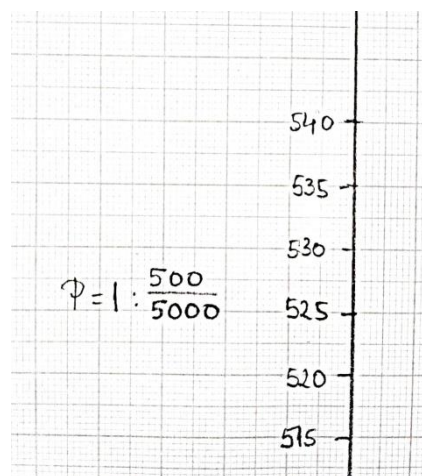


UZDUŽNI PROFIL GLAVNOG PROJEKTA

-priprema podloge i izrada zadataka-

Za ovonedeljna vežbanja je planirana priprema podloge za izradu uzdužnog profila glavnog projekta. Potreban Vam je milimetarski papir, formata kao za idejni projekat. Može da se javi potreba za nastavljanjem lista, sve zavisi koju dužinu trase budete radili za glavni projekat (ne radite celu trasu, već onaj deo trase koji nastavnik odredi). Izgled tabele, rubrike i razmeru možete videti na sledećim slikama.

СИТУАЦИЈА
НАГИБ НИВЕЛЕТЕ (УБЛАЖИ.НАГИБИ)
КОТЕ НИВЕЛЕТЕ
КОТЕ ТЕРЕНА
СТАЦИОНАНА
ПРАВЦИ И КРИВИНЕ



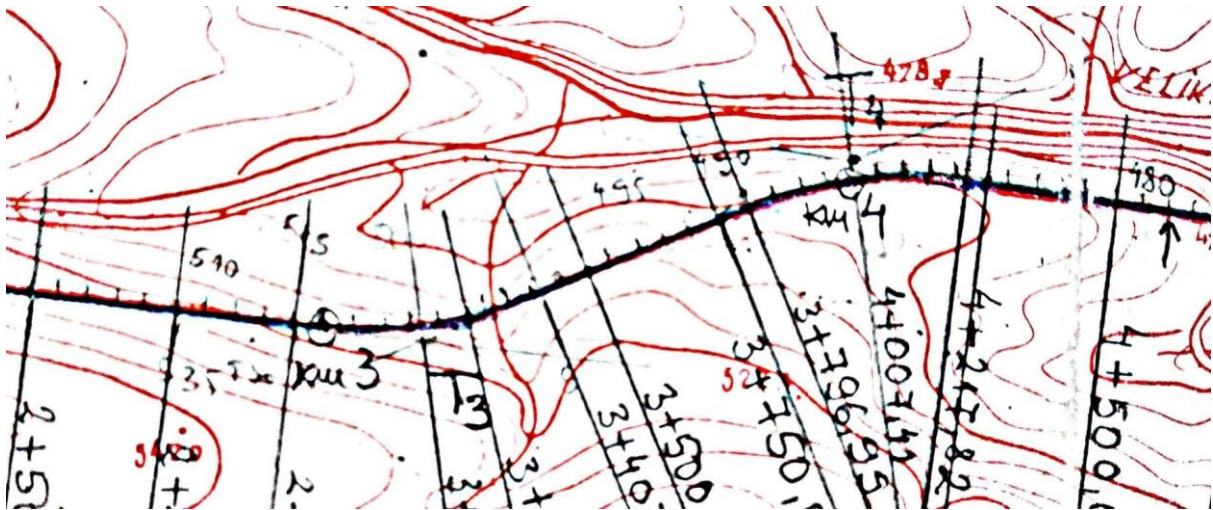
Slika 1- Sadržaj rubrika

Slika 2- Razmera i visinska skala

ЖЕЛЕЗНИЧКЕ ПРУГЕ	
УЗДУЖНИ ПРОФИЛ ЖЕЛ ПРУГЕ -ГЛАВНИ ПРОЈЕКАТ - 2+500,00 ÷ 4+600,00	
ИМЕ — ПРЕЗИМЕ — БРОЈ ИНДЕКСА КАНДИДАТА	
$\varphi = 1 : \frac{500}{5000}$	ОБЕРА:

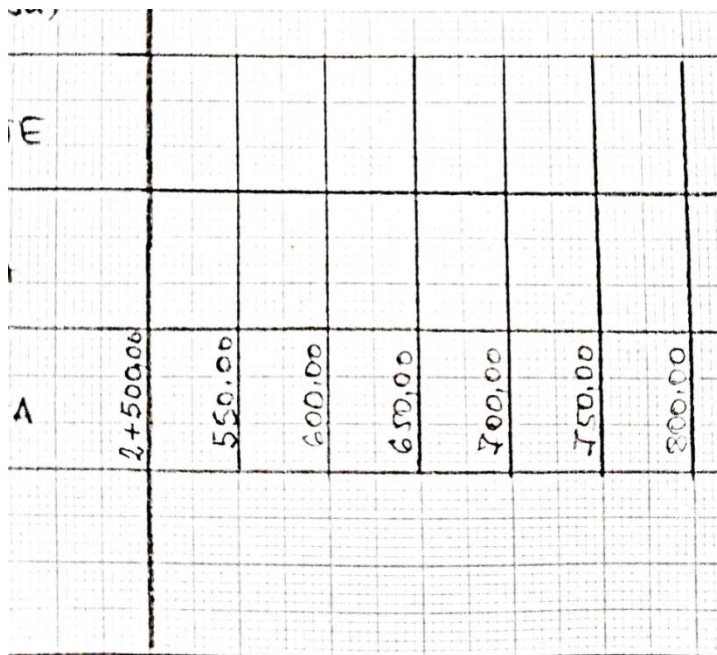
Slika 3¹ Izgled tabele

Potrebno je za glavni projekat, očitati kote terena gušće nego za idejni projekat. Biramo da nam stacionaža bude na 50m na glavnom projektu, što znači da ćemo očitavati kote terena na 2mm na situaciji (slika 4). Trebalo bi da glavni projekat radimo na karti veće razmere, ali pošto nismo vršili dodatna snimanja kako bi dobili detaljniju sliku terena, zadovoljićemo se postojećom kartom.



Slika 4- Progušćena mreža stacionarnih tačaka

Najpre na uzdužnom (glavni pr.) u SITUACIJI obeležite tačke na 50m. Stacionaže tačaka krivine ne označavajte jer ćemo kružne krivine zameniti prelaznim krivinama pa tek onda uneti stacionaže (slika 5). Podsetite se zadatka iz dela Konstruktivni elementi-elementi plana pruge. Tu su predstavljena dva zadatka za proračun elemenata kružne i krivine sa prelaznicama.



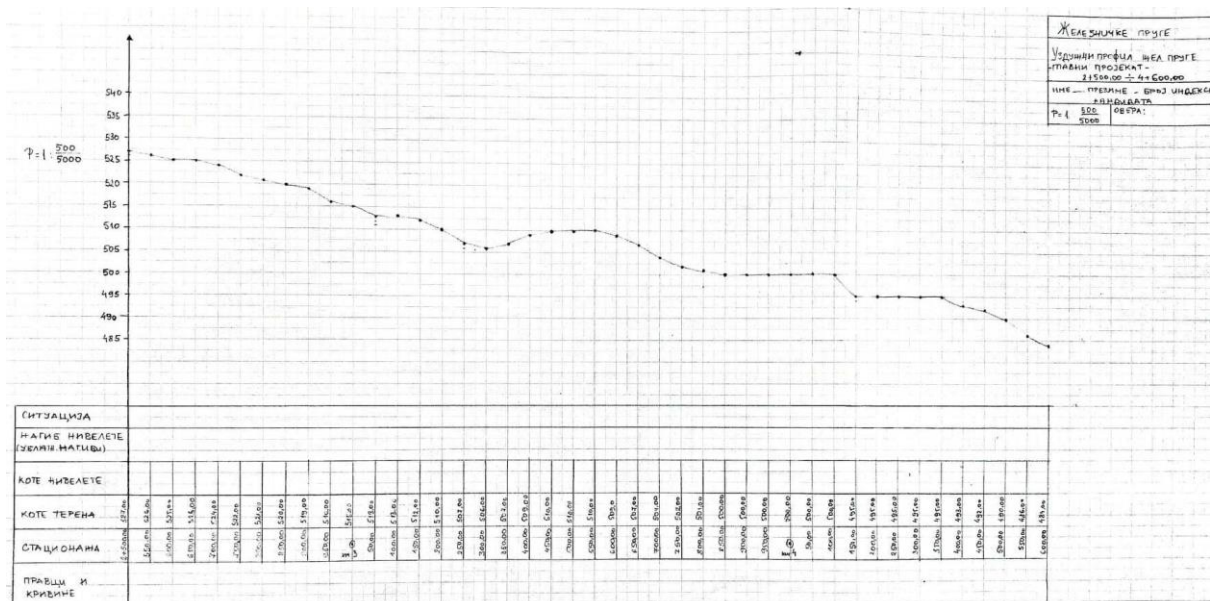
Slika 5- Stacionaža na 50m

Pošto smo nove tačke označili na situaciji na 2mm što u uzdužnom za glavni projekat iznosi 50m, za te tačke očitavamo kote terena i unosimo u KOTE TERENA (slika 6).

550,00	526,00
600,00	525,00
650,00	525,00
700,00	524,00
750,00	522,00
800,00	521,00
850,00	520,00
900,00	519,00
950,00	516,00

Slika 6- Kote terena za tačke na 50m

Kada očitamo sve kote terena, ucrtamo liniju terena (slika 7).

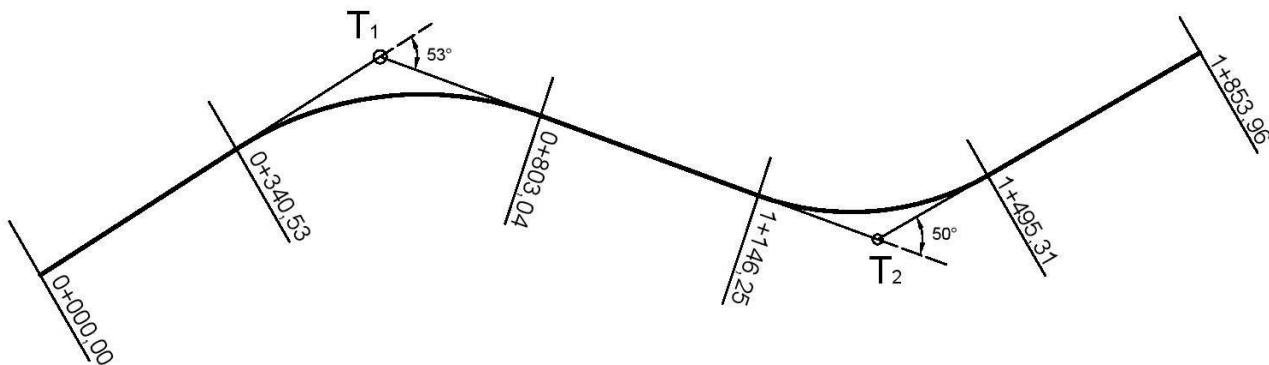


Slika 7 – Izgled linije terena

U nastavku imate **zadatke** koji se tiču ublažavanja uspona u krivinama. Jako je važno **da** ih **pogledate** , kako bi mogli na svom grafičkom da uradite isto to. Nećemo prelaziti na izradu uzdužnog pre sledeće nedelje, kako bi ste priveli kraju idejni projekat, ko nije. Dovoljno je da očitavate kote terena i unesete ih u uzdužni profil glavnog projekta.

Primer 1:

Potrebno je sračunati elemente krivina sa prelaznicama za prikazani deo trase, ako je poznata maksimalna brzina kretanja voza na tom delu pruge $V_{max} = 85 \text{ km/h}$. Radijusi krivina i odgovarajući skretni uglovi na posmatranoj deonici su $R_1 = 500 \text{ m}$, $\alpha_1 = 53^\circ$, $R_2 = 400 \text{ m}$ i $\alpha_2 = 50^\circ$. Ucrtati i označiti na trasi nove sračunate elemente krivina i za tako sračunate elemente izvršiti stacionažu.



PRORAČUN ELEMENATA KRIVINA SA PRELAZNICOM

KRIVINA 1:

$$h_1 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_1} = \frac{7,1 \cdot 85^2}{500} = 102,6 \text{ mm} \quad , \text{ usvojeno } h_1 = 105 \text{ mm}$$

$$ctg\beta = 0,08 + 0,0084 \cdot V_{max} = 0,08 + 0,0084 \cdot 85 = 0,794$$

$$L_1 = h_1 \cdot ctg\beta = 105 \cdot 0,794 = 83,37 \text{ m} \quad , \quad \text{ usvojeno } L_1 = 90,00 \text{ m}$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)

R [m]	500
L [m]	90
l [m]	89,927
a [m]	44,604
f [m]	0,670
τ [°]	5°12'2,6''

$$T_{g1} = (R_1 + f_1) \cdot tg \frac{\alpha_1}{2} + a_1 = (500 + 0,670) \cdot tg \frac{53^\circ}{2} + 44,604 = 294,23 \text{ m}$$

$$D_{p1} = \frac{R_1 \cdot \pi \cdot (\alpha_1 - 2 \cdot \tau_{11})}{180^\circ} + 2 \cdot L_1 = \frac{500 \cdot \pi \cdot (53^\circ - 2 \cdot 5^\circ 12' 2,6'')}{180^\circ} + 2 \cdot 90$$
$$= 371,63 + 180 = 551,63 \text{ m}$$

$$B_1 = (R_1 + f_1) \cdot \left(sec \frac{\alpha_1}{2} - 1 \right) + f_1 = (500 + 0,670) \cdot \left(sec \frac{53^\circ}{2} - 1 \right) + 0,670 = 59,45 \text{ m}$$

KRIVINA 2:

$$h_2 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_2} = \frac{7,1 \cdot 85^2}{400} = 128,24mm \quad , \text{usvojeno } h_2 = 130mm$$

$$ctg\beta = 0,794$$

$$L_2 = h_2 \cdot ctg\beta = 130 \cdot 0,794 = 103,22m \quad , \text{usvojeno } L_2 = 110,00m$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)

$R [m]$	400
$L [m]$	110
$l [m]$	109,792
$a [m]$	53,892
$f [m]$	1,240
$\tau [^\circ]$	$8^\circ 02' 0,3''$

$$T_{g2} = (R_2 + f_2) \cdot tg \frac{\alpha_2}{2} + a_2 = (400 + 1,240) \cdot tg \frac{50^\circ}{2} + 53,892 = 240,99m$$

$$D_{p2} = \frac{R_2 \cdot \pi \cdot (\alpha_2 - 2 \cdot \tau_{l2})}{180^\circ} + 2 \cdot L_2 = \frac{400 \cdot \pi \cdot (50^\circ - 2 \cdot 8^\circ 02' 0,3'')}{180^\circ} + 2 \cdot 110 \\ = 236,89 + 220 = 456,89m$$

$$B_1 = (R_2 + f_2) \cdot \left(\sec \frac{\alpha_2}{2} - 1 \right) + f_2 = (400 + 1,240) \cdot \left(\sec \frac{50^\circ}{2} - 1 \right) + 1,240 = 41,72 m$$

STACIONAŽA TRASE SA PRELAZNIM KRIVINAMA

Za proračun stacionaže trase su potrebne i vrednosti tangenti za čisto kružne krivine.

$$T_1 = R_1 \cdot tg \frac{\alpha_1}{2} = 500 \cdot tg \frac{53^\circ}{2} = 249,29m$$

$$T_2 = R_2 \cdot tg \frac{\alpha_2}{2} = 400 \cdot tg \frac{50^\circ}{2} = 186,52m$$

$$A: \quad 0 + 000,00$$

$$PPK_1: \quad 0 + (\overline{AT_1} - T_{g1}) = 0 + (340,53 + T_1 - T_{g1}) \\ = 0 + (340,53 + 249,29 - 294,23) = 295,59$$

$$PKK_1: \quad PPK_1 + L_1 = 295,59 + 90 = 385,59$$

$$KKK_1: \quad PKK_1 + 371,63 = 385,59 + 371,63 = 757,22$$

$$KPK_1: \quad KKK_1 + L_1 = 757,22 + 90 = 847,22$$

$$PPK_2: \quad KPK_1 + (\overline{T_1T_2} - T_{g1} - T_{g2}) = KPK_1 + ((T_1 + T_2 + 343,21) - T_{g1} - T_{g2}) \\ = 847,22 + ((249,29 + 186,52 + 343,21) - 294,23 - 240,99) \\ = 847,22 + 243,8 = 1091,02$$

$$PKK_2: PPK_2 + L_2 = 1091,02 + 110 = 1201,02$$

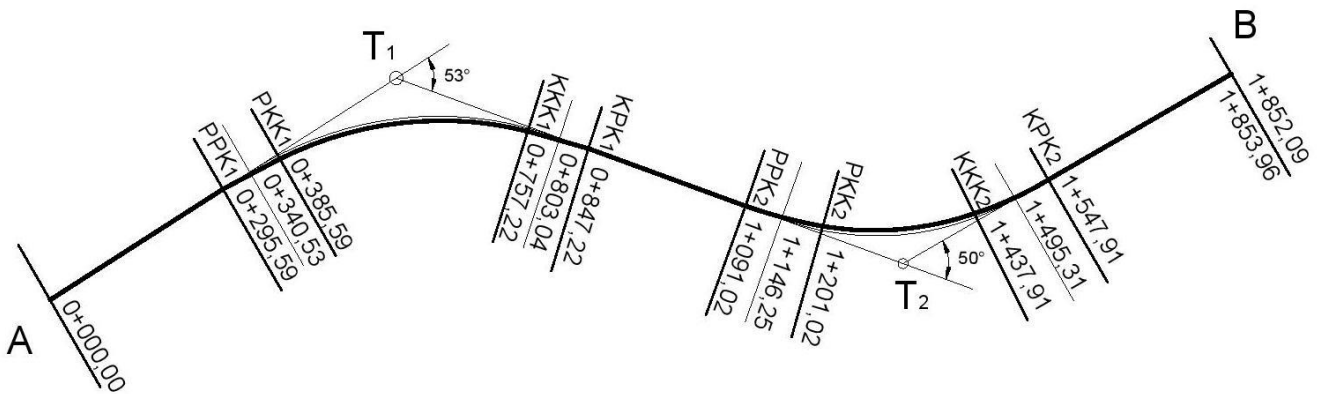
$$KKK_2: PKK_2 + 236,89 = 1201,02 + 236,89 = 1437,91$$

$$KPK_2: KKK_2 + L_2 = 1437,91 + 110 = 1547,91$$

$$B: KPK_2 + (\overline{T_2B} - T_{g2}) = KPK_2 + (T_2 + 358,65 - T_{g2})$$

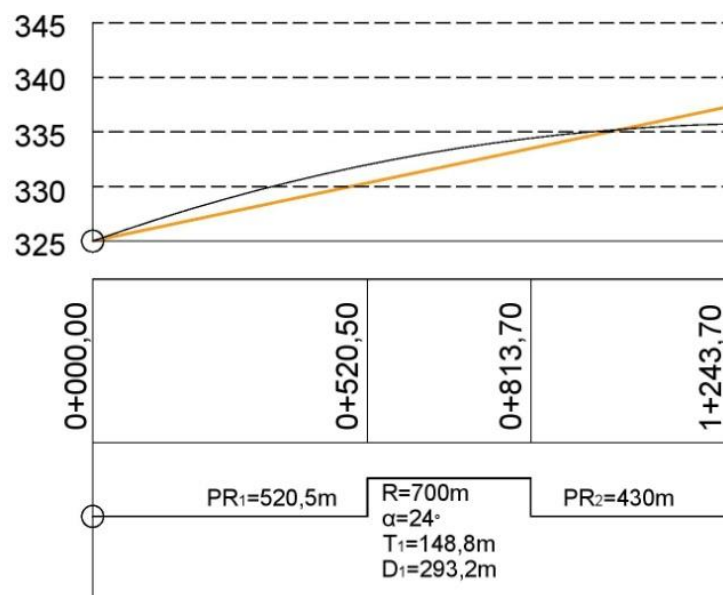
$$= 1547,91 + (186,52 + 358,65 - 240,99)$$

$$= 1852,09 = 1 + 852,09$$



Primer 2:

U zadatku na slici je prikazan uzdužni profil železničke pruge na nivou idejnog projekta sa nagibom $i_s = 10,05\%$. Izvršiti ublažavanje nagiba u krivini za slučaj krivine sa prelaznicama. U razmeri $R = 1: \frac{500}{5000}$ konstruisati nove nagibe i sračunati kote nivelete karakterističnih tačaka. Brzina voza koji vuče elektro lokomotiva je 85 km/h .



$$h = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R} = \frac{7,1 \cdot 85^2}{700} = 73,28 \text{ mm} \text{ , usvojeno } h_1 = 75 \text{ mm}$$

$$ctg\beta = 0,08 + 0,0084 \cdot V_{max} = 0,08 + 0,0084 \cdot 85 = 0,794$$

$$L = h \cdot ctg\beta = 75 \cdot 0,794 = 59,55 \text{ m} \text{ , usvojeno } L = 60,00 \text{ m}$$

R [m]	700
L [m]	60
l [m]	59,989
a [m]	29,940
f [m]	0,214
τ [°]	2°27'37,2''

$$T_{gp} = (R + f) \cdot tg \frac{\alpha}{2} + a = (700 + 0,214) \cdot tg \frac{24^\circ}{2} + 29,940 = 178,78 \text{ m}$$

$$D_{kl} = \frac{R \cdot \pi \cdot (\alpha - 2 \cdot \tau_l)}{180^\circ} + 2 \cdot L = \frac{700 \cdot \pi \cdot (24^\circ - 2 \cdot 2^\circ 27' 37,2'')}{180^\circ} + 2 \cdot 60 = 233,1 + 120 = 353,1 \text{ m}$$

$$T = R \cdot tg \frac{\alpha}{2} = 700 \cdot tg \frac{24^\circ}{2} = 148,79 \text{ m}$$

STACIONAŽA TRASE SA PRELAZNIM KRIVINAMA

A: 0 + 000,00

PPK: $0 + (\overline{AT} - T_g) = 0 + (520,5 + T_g - T_{gp}) = 0 + (520,5 + 148,79 - 178,78) = 490,51$

PKK: $PPK + L = 490,51 + 60 = 550,51$

KKK: $PKK + 233,1 = 550,51 + 233,1 = 783,61$

KPK: $KKK + L = 783,61 + 60 = 843,61$

B: $KPK + (\overline{TB} - T_{gp}) = KPK + (T_g + 430 - T_{gp})$

$$= 843,61 + (148,79 + 430 - 178,78) = 1243,62 = 1 + 243,62$$

UBLAŽAVANJE USPONA U KRIVINI

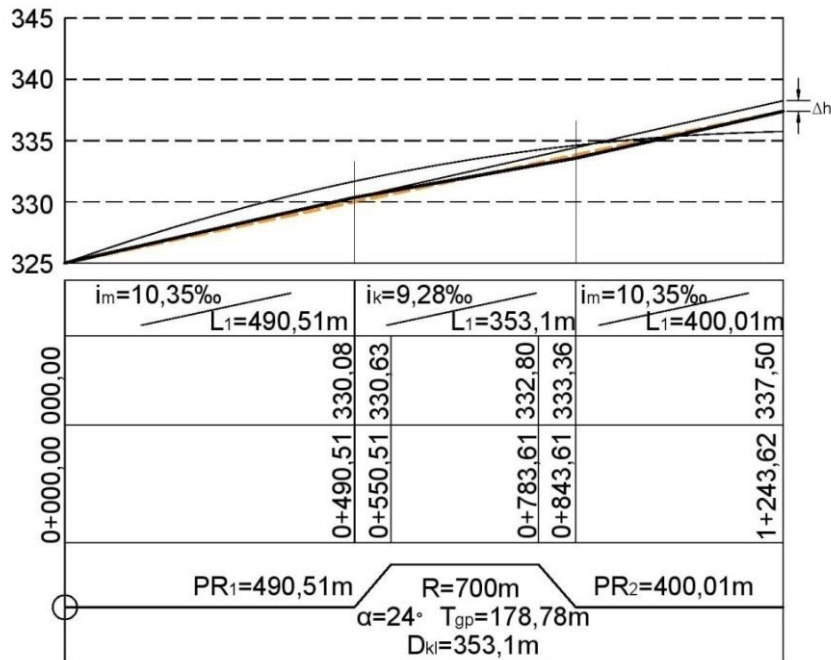
$$w_{kr} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{R}, [N/kN] \\ \frac{650}{R - 55}, [N/kN] \end{array} \right.$$

$$\Delta h = w_{kr} \cdot L_{kr} = 1,071 \cdot 0,3531 = 0,3781 \text{ m} \quad w_{kr}$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{700} = 1,071 \text{ N/kN} \\ \frac{650}{700 - 55} = 1,008 \text{ N/kN} \end{array} \right.$$

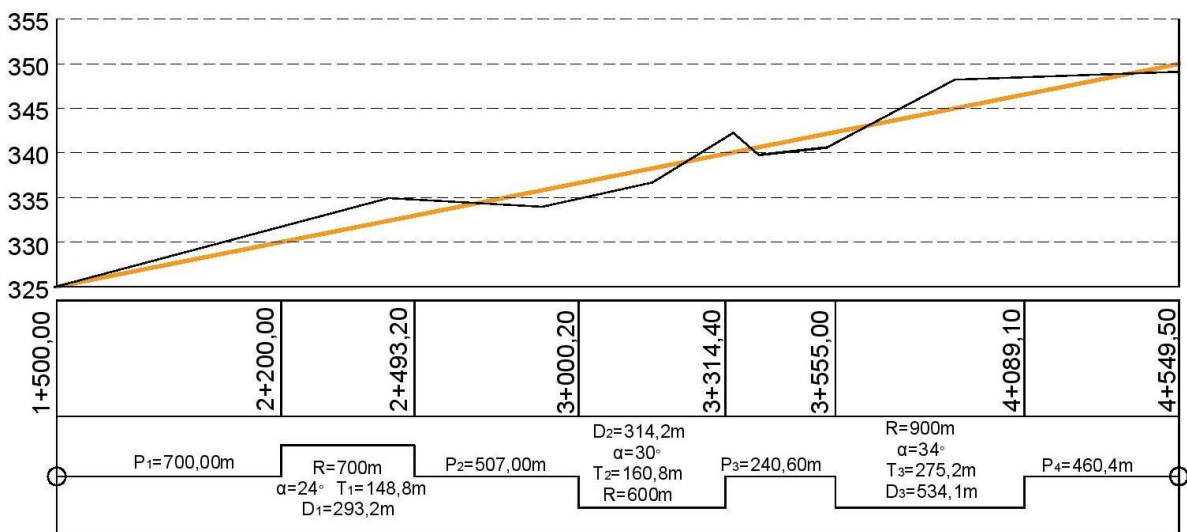
$$i_m = i_s + \frac{\Delta h}{L_{trase}} = 10,05 + \frac{0,3781}{1,244} = 10,35\%$$

$$i_{kr} = i_m - w_{kr} = 10,35 - 1,071 = 9,28 \%$$



Primer 3:

Izvršiti ublažavanje uspona za prikazani deo trase pruge sa tri horizontalne krivine sledećih karakteristika: $R_1 = 700m$, $\alpha_1 = 24^\circ$, $R_2 = 600m$ i $\alpha_2 = 30^\circ$ i $R_3 = 900m$ i $\alpha_3 = 34^\circ$. Pri ublažavanju voditi računa o pravcima kraćim od 300m. Poznato je da je $V_{max} = 110 km/h$.



PRORAČUN ELEMENATA KRIVINA SA PRELAZNICOM

KRIVINA 1:

$$h_1 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_1} = \frac{7,1 \cdot 110^2}{700} = 122,73\text{mm} \text{ , usvojeno } h_1 = 125\text{mm}$$

$$ctg\beta = 0,08 + 0,0084 \cdot V_{max} = 0,08 + 0,0084 \cdot 110 = 1,004$$

$$ctg\beta = 1,0$$

$$L_1 = h_1 \cdot ctg\beta = 125 \cdot 1,0 = 125,0\text{m} \text{ , usvojeno } L_1 = 130,00\text{m}$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)

$R [m]$	700
$L [m]$	130
$l [m]$	129,888
$a [m]$	64,392
$f [m]$	0,998
$\tau [^\circ]$	$5^\circ 22' 07,5''$

$$T_{g1} = (R_1 + f_1) \cdot tg \frac{\alpha_1}{2} + a_1 = (700 + 0,998) \cdot tg \frac{24^\circ}{2} + 64,392 = 213,4 \text{ m}$$

$$D_{p1} = \frac{R_1 \cdot \pi \cdot (\alpha_1 - 2 \cdot \tau_{11})}{180^\circ} + 2 \cdot L_1 = \frac{700 \cdot \pi \cdot (24^\circ - 2 \cdot 5^\circ 22' 7,5'')}{180^\circ} + 2 \cdot 130 \\ = 161,57 + 260 = 421,57\text{m}$$

KRIVINA 2:

$$h_2 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_2} = \frac{7,1 \cdot 110^2}{600} = 143,18\text{mm} \text{ , usvojeno } h_2 = 145\text{mm}$$

$$ctg\beta = 1,0$$

$$L_2 = h_2 \cdot ctg\beta = 145 \cdot 1,0 = 145,00\text{m} \text{ , usvojeno } L_2 = 150,00\text{m}$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)

$R [m]$	600
$L [m]$	150
$l [m]$	149,766
$a [m]$	73,744
$f [m]$	1,541
$\tau [^\circ]$	$7^\circ 16' 44,7''$

$$T_{g2} = (R_2 + f_2) \cdot tg \frac{\alpha_2}{2} + a_2 = (600 + 1,541) \cdot tg \frac{30^\circ}{2} + 73,744 = 234,93\text{m}$$

$$D_{p2} = \frac{R_2 \cdot \pi \cdot (\alpha_2 - 2 \cdot \tau_{12})}{180^\circ} + 2 \cdot L_2 = \frac{600 \cdot \pi \cdot (30^\circ - 2 \cdot 7^\circ 16' 44,7'')}{180^\circ} + 2 \cdot 150 \\ = 161,71 + 300 = 461,71\text{m}$$

KRIVINA 3:

$$h_3 = \frac{7,1 \cdot V_{max}^2}{R_3} = \frac{7,1 \cdot 110^2}{900} = 95,45 \text{ mm} \text{ , usvojeno } h_3 = 100 \text{ mm}$$

$$ctg\beta = 1,0$$

$$L_3 = h_3 \cdot ctg\beta = 100 \cdot 1,0 = 100,00 \text{ m} \text{ , usvojeno } L_3 = 100,00 \text{ m}$$

Očitavaju se sledeće vrednosti iz tablica (O.Sarrazin, H.Oberbeck)

R [m]	900
L [m]	100
l [m]	99,969
a [m]	49,831
f [m]	0,462
τ [°]	3°11'36,7''

$$T_{g3} = (R_3 + f_3) \cdot tg \frac{\alpha_3}{2} + a_2 = (900 + 0,462) \cdot tg \frac{34^\circ}{2} + 49,831 = 325,13 \text{ m}$$

$$D_{p3} = \frac{R_3 \cdot \pi \cdot (\alpha_3 - 2 \cdot \tau_{l3})}{180^\circ} + 2 \cdot L_2 = \frac{900 \cdot \pi \cdot (34^\circ - 2 \cdot 3^\circ 11' 36,7'')}{180^\circ} + 2 \cdot 100 \\ = 433,74 + 200 = 633,74 \text{ m}$$

STACIONAŽA:

$$A: \quad 1 + 500,00$$

$$PPK_1: \quad 1500 + (\overline{AT_1} - T_{g1}) = 1500 + (700 + T_1 - T_{g1}) \\ = 1500 + (700 + 148,8 - 213,4) = 2135,4$$

$$PKK_1: \quad PPK_1 + L_1 = 2135,4 + 130 = 2265,4$$

$$KKK_1: \quad PKK_1 + 161,57 = 2265,4 + 161,57 = 2426,97$$

$$KPK_1: \quad KKK_1 + L_1 = 2426,97 + 130 = 2556,97$$

$$PPK_2: \quad KPK_1 + (\overline{T_1 T_2} - T_{g1} - T_{g2}) = KPK_1 + ((T_1 + T_2 + 507) - T_{g1} - T_{g2}) \\ = 2556,97 + ((148,8 + 160,5 + 507) - 213,4 - 234,93) = 2556,97 + 367,97 \\ = 2924,94$$

$$PKK_2: \quad PPK_2 + L_2 = 2924,94 + 150 = 3074,94$$

$$KKK_2: \quad PKK_2 + 236,89 = 3074,94 + 236,89 = 3311,83$$

$$KPK_2: \quad KKK_2 + L_2 = 3311,83 + 150 = 3461,83$$

$$PPK_3: \quad KPK_2 + (\overline{T_2 T_3} - T_{g2} - T_{g3}) = KPK_2 + ((T_2 + T_3 + 240,6) - T_{g2} - T_{g3}) \\ = 3461,83 + ((160,8 + 275,2 + 240,6) - 234,93 - 325,13) \\ = 3461,83 + 116,54 = 3578,37$$

$$PKK_3: \quad PPK_3 + L_3 = 3578,37 + 100 = 3678,37$$

$$KKK_3: PKK_3 + 433,74 = 3603,19 + 433,74 = 4036,93$$

$$KPK_3: KKK_3 + L_3 = 4036,93 + 100 = 4136,93$$

$$\begin{aligned} B: \quad KPK_3 + (\overline{T_3B} - T_{g3}) &= KPK_3 + (T_3 + 460,4 - T_{g3}) \\ &= 4136,93 + (275,2 + 460,4 - 325,13) = 4136,93 + 410,47 = 4547,4 \\ &= 4 + 547,4 \end{aligned}$$

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 1:

$$w_{kr1} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{700} = 1,071 \text{ N/kN} \\ \frac{650}{700 - 55} = 1,008 \text{ N/kN} \end{array} \right.$$

$$\Delta h_1 = w_{kr1} \cdot L_{kr1} = 1,071 \cdot 0,42157 = 0,4515 \text{ m}$$

KRIVINA 2:

$$w_{kr2} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{750}{600} = 1,25 \text{ N/kN} \\ \frac{650}{600 - 55} = 1,193 \text{ N/kN} \end{array} \right.$$

$$\Delta h_2 = w_{kr2} \cdot L_{kr2} = 1,25 \cdot \left(0,46171 + \frac{0,11654}{2} \right) = 1,25 \cdot 0,51998 = 0,65 \text{ m}$$

Napomena: Dužini krivine 2 dodata je polovina pravca između krivine 2 i 3, pošto je taj pravac kraći od 300 metara pripaja se nekom drugom pravcu. U ovom slučaju je podjeljen na dva dela i pripojen krivinama 2 i 3 po pola.

KRIVINA 3:

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

$$\Delta h_3 = w_{kr3} \cdot L_{kr3} = 0,833 \cdot \left(0,63375 + \frac{0,11654}{2} \right) = 0,833 \cdot 0,69202 = 0,576 \text{ m}$$

Merodavni nagib i_m je nagib na pravcu.

$$i_m = i_s + \frac{\sum \Delta h}{L_{trase}} = 8,2 + \frac{1,6775}{3,0474} = 8,75\%$$

Nagibi u krivinama nakon ublažavanja iznose:

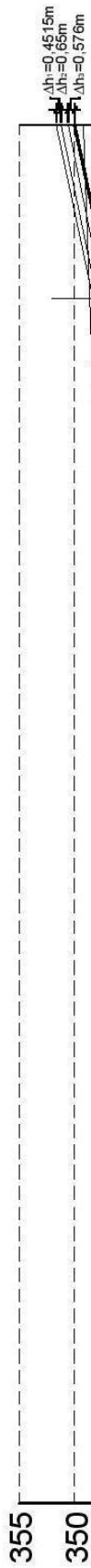
$$i_{kr1} = i_m - w_{kr1} = 8,75 - 1,071 = \mathbf{7,68} \text{ ‰}$$

$$i_{kr2} = i_m - w_{kr2} = 8,75 - 1,25 = \mathbf{7,5} \text{ ‰}$$

$$i_{kr3} = i_m - w_{kr3} = 8,75 - 0,833 = \mathbf{7,92} \text{ ‰}$$

Primer 4:

Prema podacima iz prethodnog zadatka konstruisati u pogodnoj razmeri nove sračunate nagibe nivelete na pravcu i u krivinama, i sračunati kote nivelete karakterističnih tačaka.



325	$i_{kr1}=8,75\%$ 635,4 m	$i_{kr1}=7,68\%$ 421,57 m	$i_{kr1}=8,75\%$ 367,97 m	$i_{kr2}=7,5\%$ 519,98 m	$i_{kr3}=7,92\%$ 692,02 m	$i_{kr3}=8,75\%$ 410,47 m
330	2+135,40	2+265,40	2+924,94	3+074,64	3+503,19	4+136,93
335	330,56	331,56	337,02	338,15	341,56	342,35
340		332,80	337,02	339,36	340,48	345,78
345		333,79	337,02	340,48	342,35	346,39
350		333,79	337,02	340,48	342,35	346,39
355		333,79	337,02	340,48	342,35	346,39

1+500,00	$P_1=635,4$ m	$R=700$ m $\alpha=24^\circ$ $L_1=130$ m $T_{1p}=213,4$ m $D_{1p}=421,57$ m	$P_2=367,97$ m	$R=600$ m $\alpha=30^\circ$ $L_2=150$ m $T_{2p}=234,93$ m $D_{2p}=461,71$ m	$P_3=116,54$ m	$R=900$ m $\alpha=34^\circ$ $L_3=100$ m $T_{3p}=325,13$ m $D_{3p}=633,74$ m	$P_4=410,47$ m
----------	---------------	--	----------------	---	----------------	---	----------------

1+500,00 325,00

4+547,4
349,98