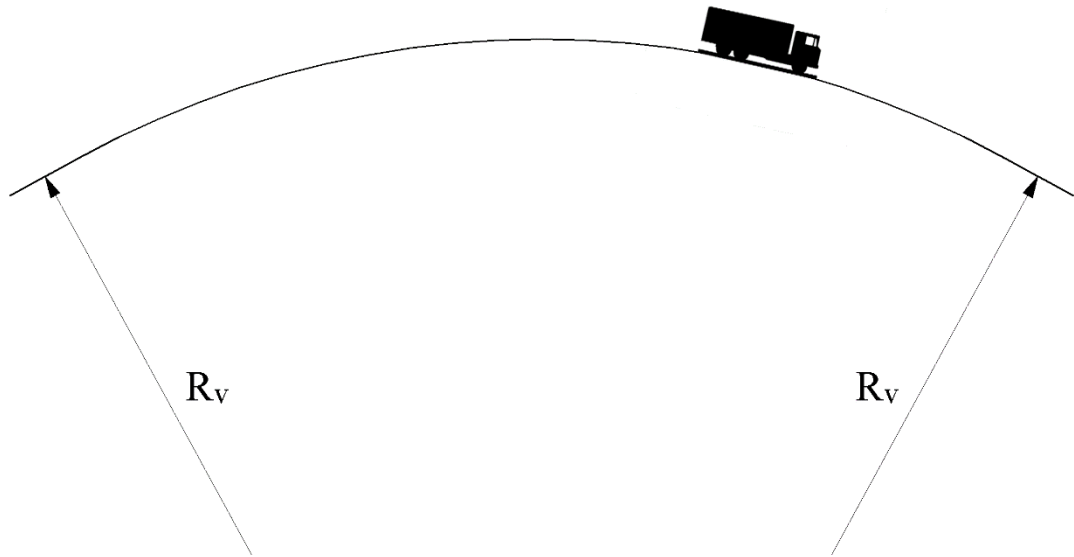


Вертикалне кривине



Вертикални преломи нивелете заобљавају се кружним луком радијуса R_v . Облик функције заобљења је квадратна парабола која са довољно тачности апроксимира круг и која је дата изразом:

$$y = \frac{x^2}{2R_v}$$

где је:

y (m) - ордината квадратне параболе;

x (m) - апсциса квадратне параболе;

R_v (m) - оскулаторни круг квадратне параболе (радијус заобљења вертикалне кривине)

Минималне вредности конвексних и конкавних вертикалних кривина одређене су у складу са обезбеђењем зауставне прегледности за дневну и ноћну возњу. У наредној табели су дате минималне вредности радијуса вертикалних кривина за конвексна и конкавна заобљења у функцији рачунске брзине:

Vr (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
min R_v konk. (m)	550	900	1.250	1.800	2.500	3.250	4.250	5.750	8.250	11.250
min R_v konv. (m)	400	800	1.250	2.000	3.500	5.500	8.000	11.500	16.500	22.500

Максимални нагиб нивелете

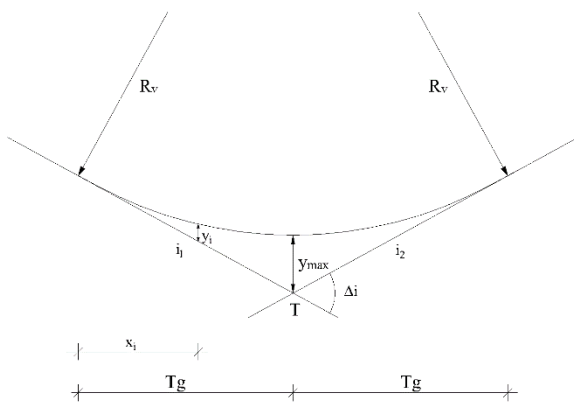
Максимална вредност нагиба нивелете за ванградске путеве зависи од категорија терена и пута. У примени $\max i_n$ битан фактор је дужина на којој постоји тај нагиб, а утицај који тај нагиб има на проточност, безбедност возње, еколошке последице и инвестициона улагања мора се посебно утврдити како са становишта обликовања елемената пројектне геометрије, тако и са становишта вредновања варијантних решења.

V_r (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$\max i_n$ (%)	10	9	8	7	6	5,5	5	4,5	4	4

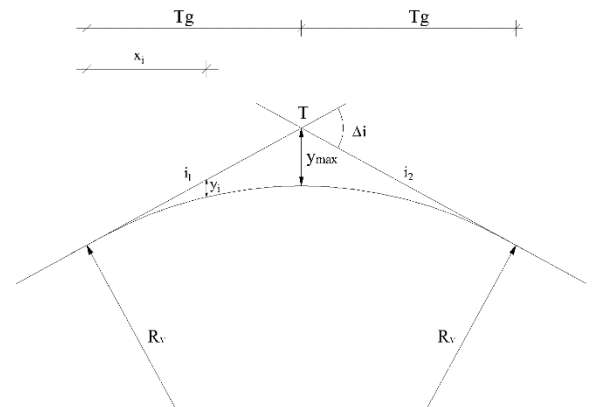
V_r (km/h) -рачунска брзина

Типови вертикалних кривина

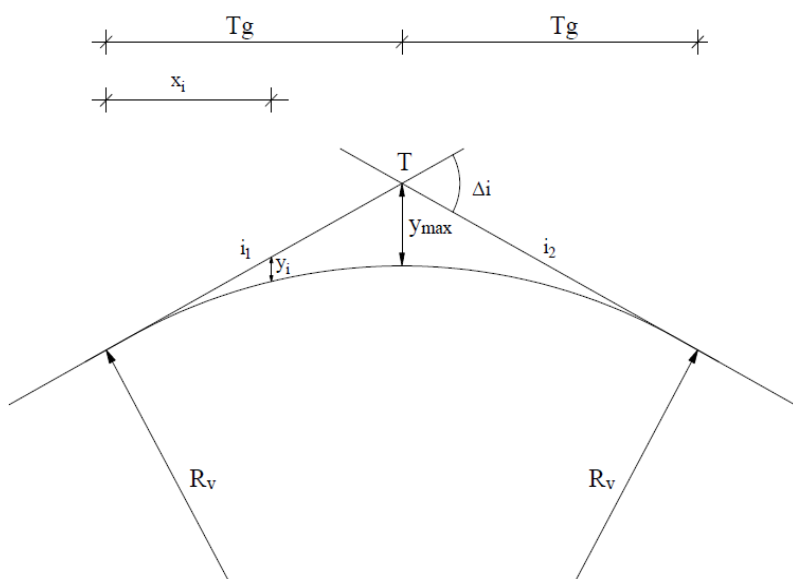
Конкавна вертикална кривина



Конвексна вертикална кривина



Геометрија вертикалне кривине



R_v - радијус вертикалне кривине

T_g - тангента вертикалне кривине

y_{max} - максимална ордината (бисектриса вертикалне кривине)

y_i - ордината вертикалне кривине

i_1, i_2 - подужни негиби нивелете [%]

Δi - оштрина прелома нивелете

$$T_g = \frac{R_v * \Delta i}{200}, \text{ за } \Delta i \text{ [%]}$$

$$y_{max} = \frac{T_g^2}{2R_v}; \quad y_i = \frac{x_i^2}{2R_v}$$

$\Delta i = |i_1| + |i_2|$ – оштрина прелома за вертикалне кривине са супротним нагибима нивелете

Поступак прорачуна вертикалних кривина

Кривина 1

$R_{v1} = 10000\text{m}$

$i_1 = 2,94\%$

$i_2 = 1,005\%$

$\Delta i_1 = |i_1| + |i_2|$

$\Delta i_1 = |2,94| + |1,005|$

$\Delta i_1 = 3,945\%$

$$T_g = \frac{R_v * \Delta i}{200}$$

$$T_{g1} = \frac{10000 * 3,945}{200} \rightarrow T_{g1} = 197,25\text{m}$$

$$x_1 = 50\text{m} \rightarrow y_1 = \frac{50^2}{2 * 10000} = 0,125\text{m}$$

$$x_2 = 100\text{m} \rightarrow y_2 = \frac{100^2}{2 * 10000} = 0,500\text{m}$$

$$x_3 = 150\text{m} \rightarrow y_3 = \frac{150^2}{2 * 10000} = 1,125\text{m}$$

$$x_{max} = T_{g1} \rightarrow y_{max} = \frac{197,25^2}{2 * 10000} = 1,945\text{m}$$

Кривина 2

$R_{v2} = 15000\text{m}$

$i_1 = 2,21\%$

$i_2 = 2,80\%$

$\Delta i_2 = |i_1| + |i_2|$

$\Delta i_2 = |2,21| + |2,80|$

$\Delta i_2 = 5,01\%$

$$T_g = \frac{R_v * \Delta i}{200}$$

$$T_{g2} = \frac{15000 * 5,01}{200} \rightarrow T_{g2} = 375,75\text{m}$$

$$x_1 = 50\text{m} \rightarrow y_1 = \frac{50^2}{2 * 15000} = 0,083\text{m}$$

$$x_2 = 100\text{m} \rightarrow y_2 = \frac{100^2}{2 * 15000} = 0,333\text{m}$$

$$x_3 = 150\text{m} \rightarrow y_3 = \frac{150^2}{2 * 15000} = 0,750\text{m}$$

$$x_4 = 200\text{m} \rightarrow y_4 = \frac{200^2}{2 * 15000} = 1,333\text{m}$$

$$x_5 = 250\text{m} \rightarrow y_5 = \frac{250^2}{2 * 15000} = 2,083\text{m}$$

$$x_{max} = T_{g2} \rightarrow y_{max} = \frac{375,75^2}{2 * 10000} = 2,534\text{m}$$

Кривина 3

$$R_{v3}=8000\text{m}$$

$$i_1=2,80\%$$

$$i_2=1,55\%$$

$$\Delta i_1=|i_1| + |i_2|$$

$$\Delta i_3=|2,8| + |1,55|$$

$$\Delta i_3=4,35\%$$

$$T_g=\frac{R_v*\Delta i}{200}$$

$$T_{g3}=\frac{8000*4,35}{200} \rightarrow T_{g3}=174,00\text{m}$$

$$x_1=50\text{m} \rightarrow y_1=\frac{50^2}{2*8000} = 0,156\text{m}$$

$$x_2=100\text{m} \rightarrow y_2=\frac{100^2}{2*8000} = 0,625\text{m}$$

$$x_3=150\text{m} \rightarrow y_3=\frac{150^2}{2*8000} = 1,406\text{m}$$

$$x_{\max}=T_{g3} \rightarrow y_{\max}=\frac{174,00^2}{2*8000} = 1,892\text{m}$$

Кривина 4

$$R_{v4}=12000\text{m}$$

$$i_1=3,45\%$$

$$i_2=2,55\%$$

$$\Delta i_1=|i_1| + |i_2|$$

$$\Delta i_4=|3,45| + |2,55|$$

$$\Delta i_4=6,00\%$$

Усвојен радијус кривине 4 је:

$$T_g=\frac{R_v*\Delta i}{200}$$

$$T_{g4}=\frac{12000*6,00}{200} \rightarrow T_{g4}=360,00\text{m}$$

$$x_1=50\text{m} \rightarrow y_1=\frac{50^2}{2*12000} = 0,104\text{m}$$

$$x_2=100\text{m} \rightarrow y_2=\frac{100^2}{2*12000} = 0,416\text{m}$$

$$x_3=150\text{m} \rightarrow y_3=\frac{150^2}{2*12000} = 0,937\text{m}$$

$$x_4=200\text{m} \rightarrow y_4=\frac{200^2}{2*15000} = 1,667\text{m}$$

$$x_5=250\text{m} \rightarrow y_5=\frac{250^2}{2*12000} = 2,604\text{m}$$

$$x_6=300\text{m} \rightarrow y_6=\frac{300^2}{2*12000} = 3,750\text{m}$$

$$x_7=350\text{m} \rightarrow y_7=\frac{350^2}{2*12000} = 5,104\text{m}$$

$$x_{\max}=T_{g4} \rightarrow y_{\max}=\frac{360,00^2}{2*12000} = 5,400\text{m}$$