

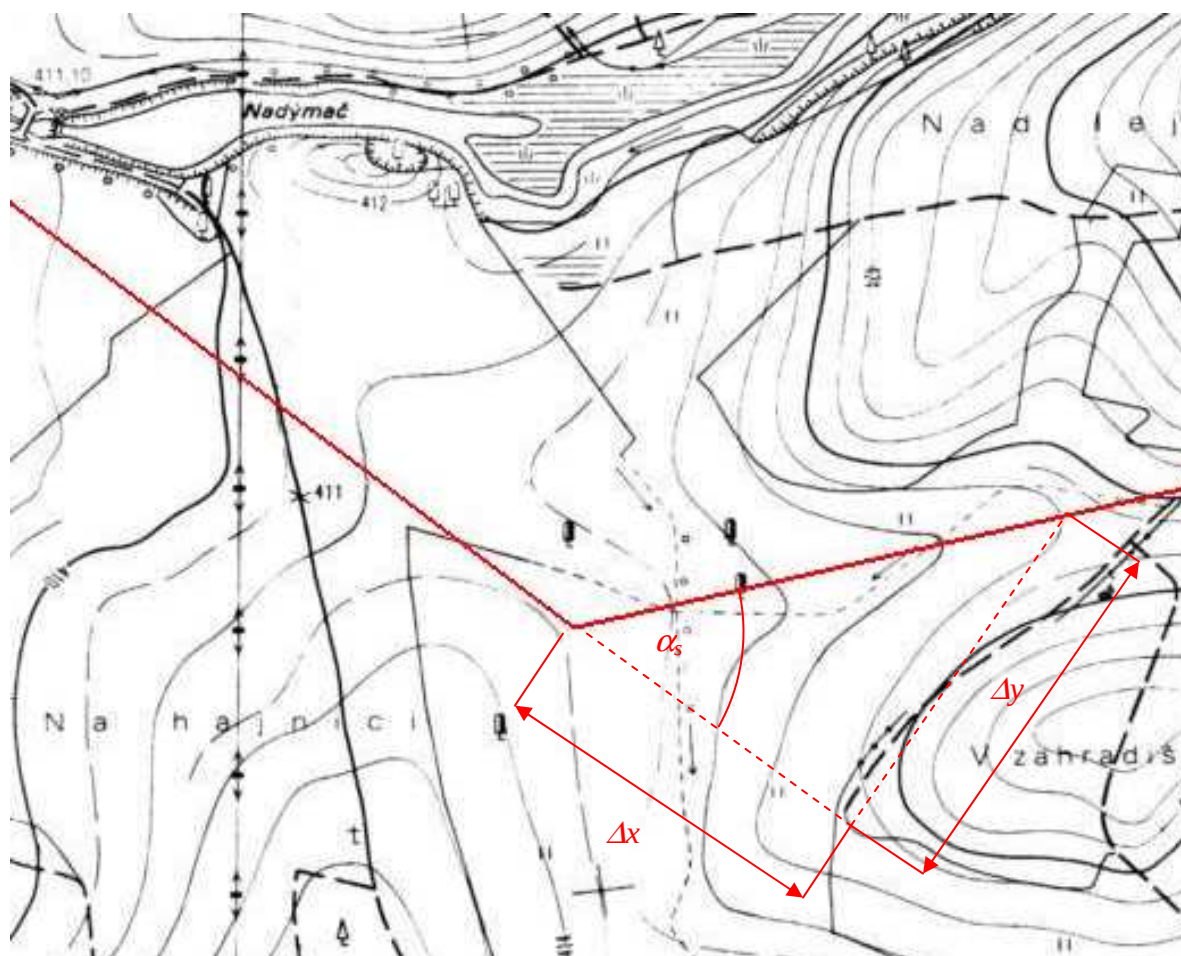
# Návody na výpočty směrových a sklonových poměrů dle zadání do cvičení

Kombinované studium BO01, část Dopravní stavby

## Ad 1) Návrh obou směrových oblouků bez přechodnic

### a) Změřte středové úhly pomocí tangenty úhlu

Středový úhel změříte nejsnáze pomocí tangenty úhlu. K měření zvolíte vhodnou délku základny  $\Delta x$  na prodloužení jedné z tečen, vynesete kolmici a změříte délku mezi patou kolmice a průsečíkem kolmice s druhou tečnou  $\Delta y$ , viz Obr. 1.



Obr. 1 – Měření středového úhlu pomocí tangenty

Středový úhel oblouku se vypočte

$$\alpha_s = \arctan \frac{\Delta y}{\Delta x}.$$

Uvádí se v gradech s přesností na čtyři desetinná místa

### b) Zvolte vhodné poloměry oblouků

Ve vyhledávací studii se pracuje s prostými kružnicovými oblouky, tj. oblouky bez přechodnic, a to přesto, že ve skutečnosti by tyto oblouky byly přechodnicemi opatřeny.

Poloměr oblouku volte co největší s ohledem na to, aby mezi oběma protisměrnými oblouky zbyla mezipřímá délky alespoň  $2 \cdot V_n$  (návrhová rychlost).

Vodítkem pro volbu poloměru oblouku Vám může být tabulka nejmenších dovolených poloměrů oblouku ve vztahu k návrhové rychlosti:

**Tab. 1 Nejmenší dovolené poloměry směrových kružnicových oblouků k návrhové rychlosti a dostřednému sklonu**

| Návrhová rychlost<br>v km/h                                                                                                                          | Poloměr kružnicového oblouku v m  |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|
|                                                                                                                                                      | při dostředném sklonu vozovky v % |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     | bez<br>dostřed.<br>sklonu   |
|                                                                                                                                                      | 2                                 | 2,5   | 3     | 3,5   | 4     | 4,5 | 5   | 5,5 | 6   | 6,5 | 7   |                             |
| 120                                                                                                                                                  | 2 200                             | 1 750 | 1 450 | 1 250 | 1 100 | 975 | 875 | 800 | 725 | -   | -   | 3500<br>(3 800)             |
| 100                                                                                                                                                  | 1500                              | 1200  | 1000  | 875   | 750   | 675 | 600 | 550 | 500 | -   | -   | 3 500*)<br>2 500<br>(2 700) |
| 80                                                                                                                                                   | 1 000                             | 775   | 650   | 550   | 500   | 450 | 400 | 350 | 325 | -   | -   | 3 500*)<br>1 500<br>(1 700) |
| 70                                                                                                                                                   | 750                               | 600   | 500   | 425   | 375   | 330 | 300 | 270 | 250 | -   | -   | 1500                        |
| 60                                                                                                                                                   | 550                               | 450   | 375   | 325   | 270   | 240 | 220 | 200 | 180 | 170 | -   | 1500                        |
| 50                                                                                                                                                   | 375                               | 300   | 250   | 220   | 190   | 170 | 150 | 140 | 125 | 120 | 110 | 1500                        |
| *) Platí jen na dálnicích a rychlostních silnicích<br>( ) Platí pro základní sklon 2,5 %<br>Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102. |                                   |       |       |       |       |     |     |     |     |     |     |                             |

Poznámka: Hodnoty poloměrů, uvedených v tabulce vpravo od silné čáry, je třeba přezkoušet z hlediska výsledného sklonu; hodnoty uvedené vpravo od čárkované čáry pak i z hlediska rozhledu pro zastavení.

c) Vypočítejte vytyčovací parametry oblouků, zkontrolujte délku mezipřímé mezi oblouky

Tečna oblouku:  $T = R \cdot \tan \frac{\alpha_s}{2} \text{ [m]}$

Délka oblouku:  $O = R \cdot \text{arc} \alpha_s = R \cdot \frac{\pi}{200} \cdot \alpha_s \text{ [m]}$

Vzepětí oblouku:  $Z = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha_s}{2}} - 1 \right) \text{ [m]}$

Délkové míry udávejte v metrech s přesností na dvě desetinná místa. Délku přímých zjistíte tak, že změříte délku zadaných tečen v polygonu a od nich odečtete délku vypočtených tečen oblouků.

### Ad 3) Návrh nivelety trasy

a) Vykreslete srovnávací rovinu s vhodnou výškou, do ní průběh terénu tak, že stanovíte staničení průsečíků osy s vrstevnicemi a odhadnete výšku počátečního a koncového bodu osy (pokud neleží přímo na vrstevnici). Vrstevnicový interval je 2 m. Dále navrhnete niveletu sestávající z nejméně dvou sklonů tak, aby co nejlépe kopírovala terén. Dbejte přitom na to, aby niveleta v místech, kde je terén nejnižší a je nutné předpokládat stahování srážkové vody, byla nad úrovní terénu.

b) Podélný sklon určíte z výškového rozdílu mezi lomy sklonu  $\Delta H$  a z jejich vzdálenosti  $\Delta D$ :

$$\text{Podélný sklon: } s = 100 \cdot \frac{\Delta H}{\Delta D} [\%]$$

Sklon udejte v procentech s přesností na dvě desetinná místa. Pro lom nebo lomy sklonu vypočtete zaoblení.

c) Poloměr výškového zakružovacího oblouku volte pokud možno tak, aby vyhověl pro předjíždění. Vodítkem pro volbu Vám budou tabulky:

Tab. 2 Nejmenší poloměry vypuklých výškových oblouků

| $R_v$ v m                         | při návrhové rychlosti v km/h |          |           |        |        |       |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------|-----------|--------|--------|-------|
|                                   | 120                           | 100      | 80        | 70     | 60     | 50    |
| nejmenší doporučený pro zastavení | 12 000                        | 10 000   | 5 000     | 4 000  | 2 500  | 1 500 |
| nejmenší dovolený pro zastavení   | 11 000                        | 6 000 *) | 3 000 **) | 2 500  | 1 500  | 1 000 |
| nejmenší dovolený pro předjíždění | -                             | 38 000   | 21 000    | 15 000 | 10 000 | 6 000 |

\*) Platí jen do rozdílu podélných sklonů  $|s_1 - s_2| \leq 2,5 \%$ , jinak je nutno dodržet hodnotu doporučenou.  
 \*\*) Platí jen do rozdílu podélných sklonů  $|s_1 - s_2| \leq 3,3 \%$ , jinak je nutno dodržet hodnotu doporučenou.

Tab. 3 Nejmenších poloměry vydatých výškových oblouků

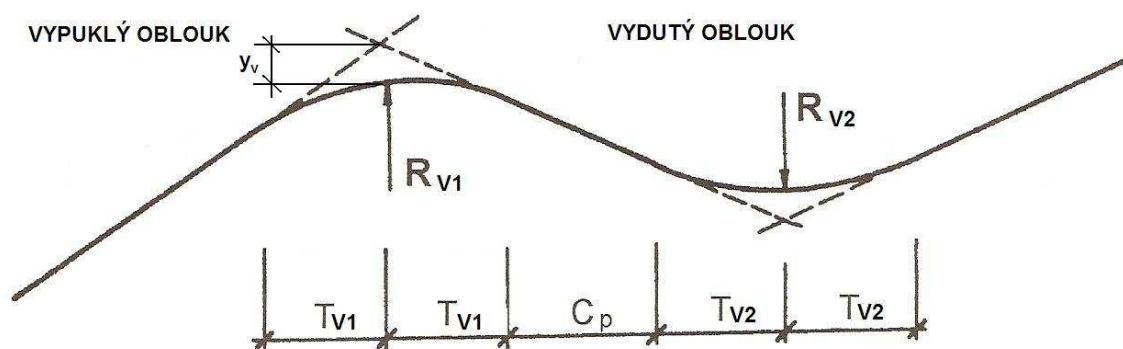
| $R_u$ v m           | při návrhové rychlosti v km/h |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 120                           | 100   | 80    | 70    | 60    | 50    |
| nejmenší doporučený | 6 000                         | 4 200 | 3 000 | 2 000 | 1 500 | 1 200 |
| nejmenší dovolený   | 5 000                         | 3 400 | 2 100 | 1 500 | 1 000 | 700   |

Parametry zakružovacích oblouků vypočtete:

$$\text{Tečna výškového oblouku: } T_v = \frac{R_v}{2} \cdot \frac{|\pm s_1 - (\pm s_2)|}{100} \quad [\text{m}]$$

$$\text{Vzepětí v lomu sklonu: } y_v = \frac{T_v^2}{2 \cdot R_v} \quad [\text{m}]$$

Ve vzorci pro výpočet délky tečny se sklony dosazují se znaménkem ve smyslu rostoucího staničení – kladný sklon znamená stoupání, záporný sklon klesání.



Obr. 2 – Mezipřímá ve výškových obloucích

Následují-li po sobě dva výškové oblouky opačného smyslu podle Obr. 2, doporučuje se mezi ně přímkový sklon délky:

$$C_p = \frac{100 \cdot V_n^2}{R_v} \quad [\text{m}]$$

#### Ad 4) Pro jeden zvolený oblouk trasy vypočtete parametry při použití přechodnic

a) Navrhněte délku přechodnice

Vodítkem pro návrh délky přechodnice je následující tabulka:

Tab. 4 Doporučené délky přechodnic

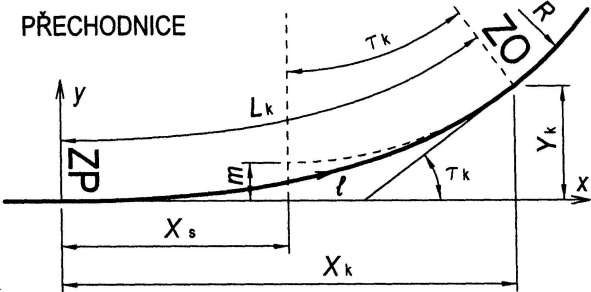
|         |     |     |     |     |       |       |       |       |       |       |
|---------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $R$ v m | 100 | 200 | 300 | 500 | 1 000 | 1 500 | 2 000 | 3 000 | 4 000 | 5 000 |
| $L$ v m | 60  | 80  | 100 | 120 | 160   | 210   | 290   | 430   | 400   | 550   |

Nelze-li ve stísněných poměrech (není Váš případ) těchto hodnot dosáhnout, navrhne se přechodnice podle délky vzestupnice, nejméně však  $1,5 \cdot V_n$  pro klopení kolem vnější hrany vnitřního vodícího proužku a  $1 \cdot V_n$  pro klopení kolem osy.

b) Vypočtete vytyčovací prvky přechodnice ve tvaru klotoidy

Výpočetní vztahy jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 5 – Výpočet vytyčovacích parametrů krajní přechodnice ve tvaru klotoidy

|                                                                                     |                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                         |
| délka přechodnice $L$ [m]                                                           | $L$                                                                                                                                     |
| poloměr kružnicového oblouku $R$ [m]                                                | $R$                                                                                                                                     |
| parametr klotoidy $A$ [m]                                                           | $A^2 = R \cdot L$                                                                                                                       |
| úhel tečny v koncovém bodě přechodnice $\tau_k$ [grad]                              | $\tau_k = \frac{L}{2 \cdot R} \cdot \frac{200}{\pi}$                                                                                    |
| souřadnice koncového bodu přechodnice $Y_k$ [m]                                     | $Y_k = \frac{L^2}{6 \cdot R} - \frac{L^4}{336 \cdot R^3} + \frac{L^6}{42240 \cdot R^5}$                                                 |
| souřadnice koncového bodu přechodnice $X_k$ [m]                                     | $X_k = L - \frac{L^3}{40 \cdot R^2} + \frac{L^5}{3456 \cdot R^4}$                                                                       |
| odsazení kružnicového oblouku $m$ [m]                                               | $\begin{aligned} \Delta R &= Y_k - R \cdot (1 - \cos \tau_k) = \\ &= \frac{L^2}{24 \cdot R} - \frac{L^4}{2688 \cdot R^3} \end{aligned}$ |
| souřadnice $X_s$ středu kružnicového oblouku [m]                                    | $\begin{aligned} X_s &= X_k - R \cdot \sin \tau = \\ &= \frac{L}{2} - \frac{L^3}{240 \cdot R^2} \end{aligned}$                          |

c) Výpočet vytyčovacích prvků symetrického motivu

Kružnicový oblouk

$$\alpha_o = \alpha_s - 2 \cdot \tau \quad [grad]$$

$$T_o = R \cdot \tan \frac{\alpha_o}{2} \quad [m]$$

$$Z_o = R \cdot \left( \frac{1}{\cos \frac{\alpha_o}{2}} - 1 \right) \quad [m]$$

$$O_o = R \cdot \text{arc} \alpha_o \quad [m]$$

Následuje výpočet parametrů celého oblouku

$$\text{Pomocná tečna} \quad t = (R + \Delta R) \cdot \tan \frac{\alpha_s}{2} \quad [m]$$

$$\text{Tečna oblouku} \quad T = X_s + t \quad [m]$$

$$\text{Celková délka} \quad O = 2 \cdot L + O_o \quad [m]$$

**Nejčastější chyby:**

- výsledek výpočtu úhlu  $\tau_k$  pro výpočet přechodnice je bez převodní konstanty v radiánech, převodní konstanta pro grady byla doplněna do vzorce v tabulce 5;
- šikmá délka podélného sklonu se nepočítá, vždy se uvádí vodorovná délka sklonu;
- chybí kontrola délky přímkového podélného sklonu mezi výškovými oblouky.

**Doporučená literatura:**

KRAJČOVIČ, M., JŮZA, P.: *Dopravní stavby. Pozemní komunikace. Návody na cvičení*. VUTIUM, Brno 1998. ISBN 80-214-1273-9