



APLIKACE

ČSN 73 6101

**PROJEKTOVÁNÍ SILNIC A DÁLNIC
PŘI NAVRHOVÁNÍ POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**

NÁVRH TRASY SILNIČNÍ KOMUNIKACE

Silniční komunikace je v terénu určena tzv. **trasou**, což je prostorová křivka určená skutečným prostorovým vedením střední povrchové křivky silniční komunikace. Průmět této křivky do vodorovné roviny představuje tzv. **silniční osu**, která je v projektové dokumentaci znázorňovaná v situaci příslušného měřítko. Rozvinutý průmět do svislé roviny určuje tzv. **niveletu silniční komunikace**, která je znázorňovaná v grafickém podélném profilu. Trasa silniční komunikace obvykle není přímou spojnicí určitých míst, nýbrž obecnou čarou obvykle vyrovnanou v plynulou trasu různé křivosti. Úkol projektanta při návrhu trasy silniční komunikace je poměrně složitý, poněvadž musí při své práci respektovat řadu požadavků jako například :

- dosáhnout optimálního ekonomického řešení s přihlédnutím k dlouhodobé životnosti komunikace tak, aby nebyla v krátké době morálně zastaralá,
- klást důraz na prostorový účinek trasy, tj. nejen sledovat začlenění komunikace do krajiny, ale sledovat plynulost trasy (tvrdost trasy, vyváženost směrových oblouků, délky mezipřímých, vazbu na výškové řešení apod.),
- minimální objem zemních prací, tj. vést trasu pokud možno po terénu v mírných zářezech a násypech,
- v maximální míře přihlédnout i k podmínkám půdně geologickým a hydrogeologickým tak, aby jinak velmi vhodná trasa nebyla vedena územím, kde by bylo nutno např. odstranit velké kubatury nevhodných zemin z podloží nebo nevhodný násypový materiál a zajistit jeho nákladný odvoz na deponii (skládku),
- zachovat silniční estetiku tak, aby se těleso komunikace nestalo dominujícím prvkem území,
- uvažovat s psychologií řidičů a s tím spojené nároky na vlastní trasu a její okolí.

Tyto požadavky nelze zachytit technickými normami, jejich respektování závisí pouze na zkušenosti a citlivém přístupu projektanta k návrhu trasy komunikace.

Návrh trasy, tj. určení nejvhodnějšího směrového a výškového řešení komunikace, se ve většině případů provádí na základě mapových podkladů s výškopisem. Protože trasa, kterou tvoří prostorová křivka, se zde navrhuje pouze jejím půdorysným průmětem (osou), vznikají nároky na projektanta představit si vrstevnicový plán plasticky.

Vyhledávání trasy je jednou z prvních a nejzodpovědnějších prací na projektu komunikace. Snadnější volba trasy je v rovinatém terénu, kde směrové vedení bývá jednodušší, v pahorkatině a hlavně pak v horském terénu je trasování obtížnější.

Než projektant přistoupí k návrhu trasy, provede tzv. rekognoskaci terénu za účelem seznámení se s územím, ve kterém má být trasa komunikace vedena a nebo podrobné prostudování mapového podkladu, které může rekognoskaci nahradit. Ve vrstevnicovém plánu vyhledáváme vhodný směr trasy při určitém dovoleném stoupání.

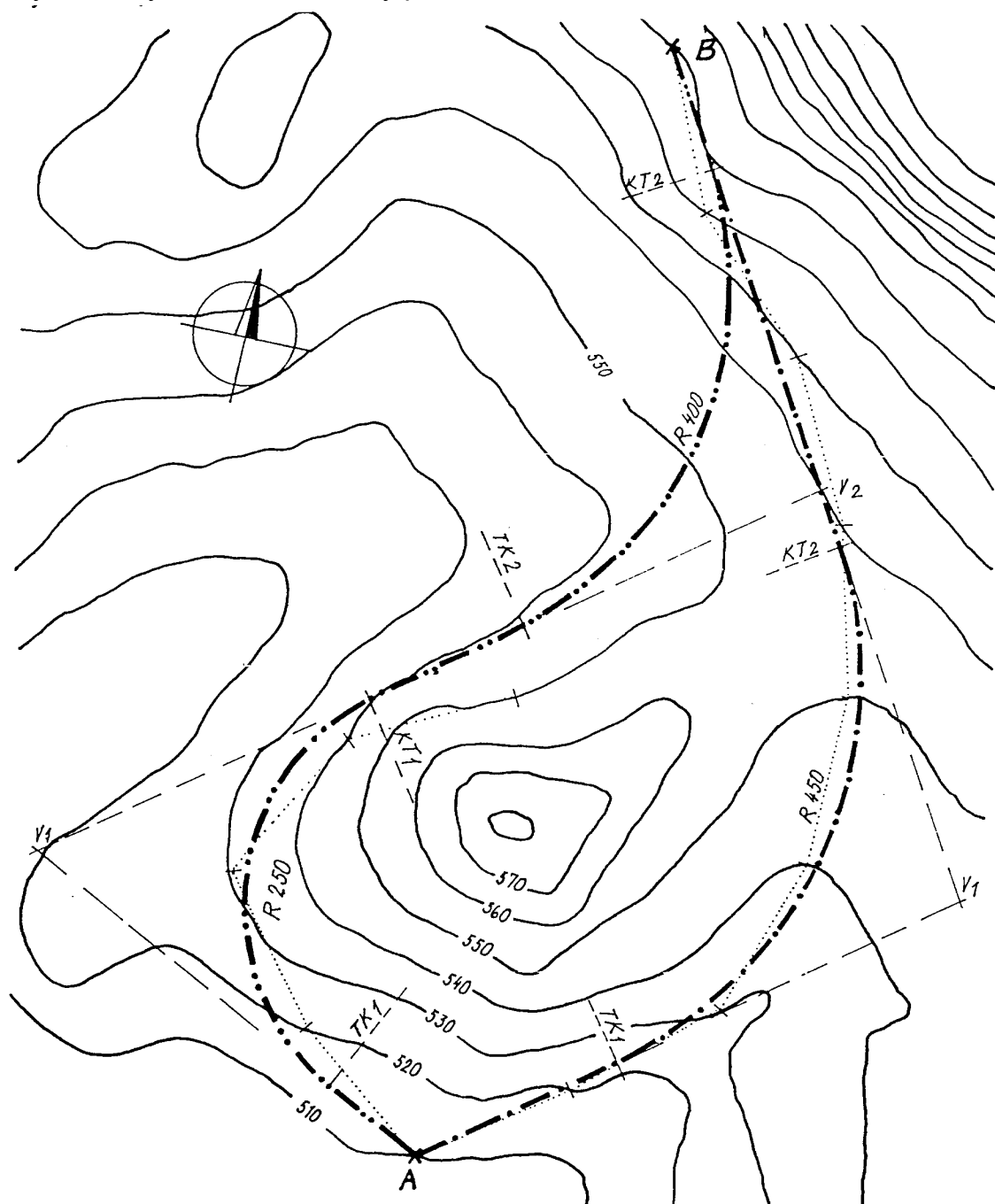
Při trasování se musíme snažit dosáhnout co nejvíce možného přímého spojení určeného začátku a konce trasy nejmenšími podélnými sklony a dosáhnout plynulosti trasy. V rovinatém terénu je hledání trasy podstatně jednodušší. Kromě umělých překážek se přírodní překážky vyskytují řidčeji, obvykle jen vodní toky, inundační nebo zamokřené území. Křížení se železnicemi a dálnicemi řešíme zásadně mimoúrovňově s vhodným využitím konfigurace terénu.

NÁVRH TRASY POMOCÍ ŘÍDICÍ ČÁRY

Ve vrstevnicovém plánu vyhledáváme vhodný směr trasy komunikace při určitém dovoleném stoupání pomocí tzv. **řídící (stoupací) čáry**. Takovýmto způsobem ji vyhledáváme zejména v území členitém s velkými výškovými rozdíly. V rovinatém území je vyhledání, resp. návrh trasy jednoduchý a je možno od řídící čáry upustit.

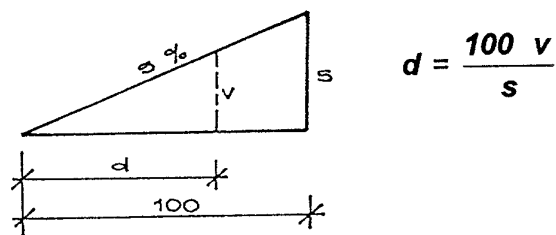
Řídící čára je čára stejného sklonu (zvolené hodnoty podélného sklonu), která jde po povrchu území. Zjistíme ji pomocí intervalu d , tj. vypočtené úsečky, kterou v příslušném měřítku mapy protínáme postupně všechny vrstevnice, pro něž bylo d vypočítáno, pomocí kružítko a to v žádaném směru - viz následující obrázek.

Dostáváme tak lomenou čáru - čáru stoupání. Do této čáry pak navrhne nejvhodnější trasu, resp. její směrový polygon a to s ohledem na plynulost, minimální poloměry směrových oblouků a délky přechodnic.



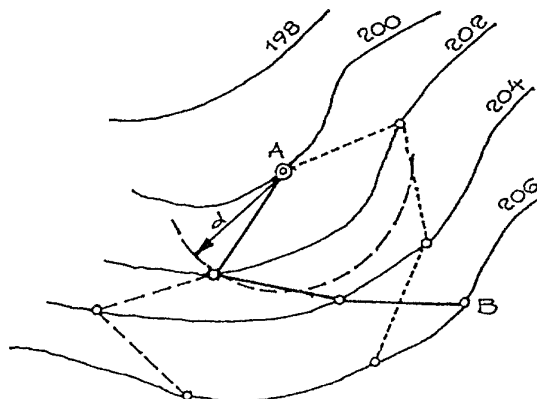
NÁVRH TRASY POMOCÍ ŘÍDICÍ ČÁRY

VÝPOČET PROTÍNACÍHO ÚSEKU „d“

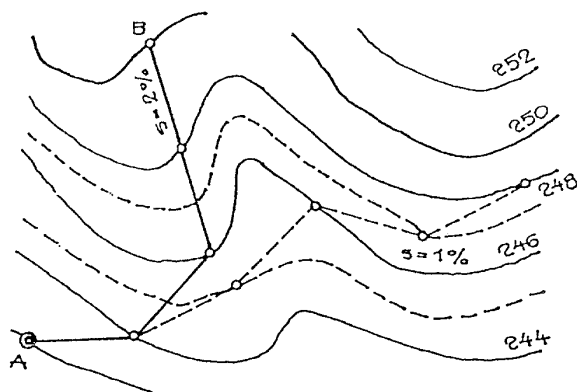


d - protínací úsek v m
v - výškový rozdíl vrstevnic v m
s - stoupání v %

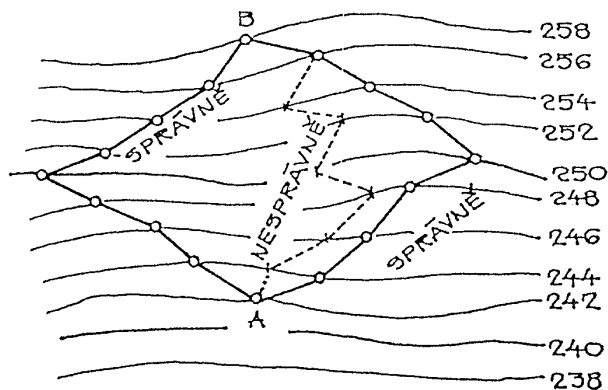
ŘÍDICÍ ČÁRA (STOUPACÍ)



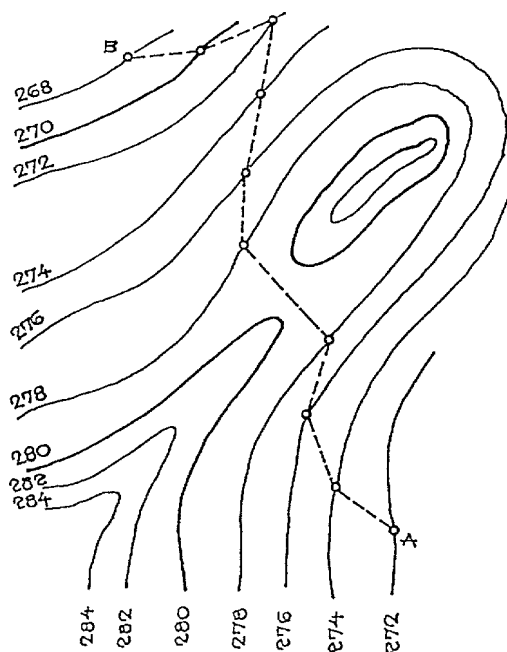
ŘÍDICÍ ČÁRA VE ZVLNĚNÉM ÚZEMÍ



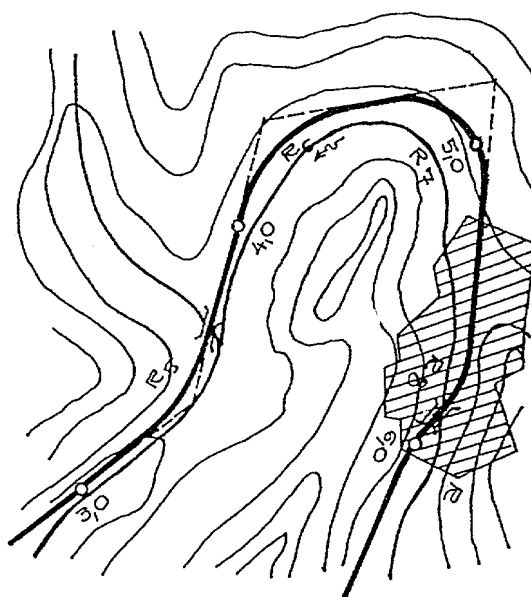
TRASA NA SVAHU



VÝVIN TRASY PŘES SEDLO



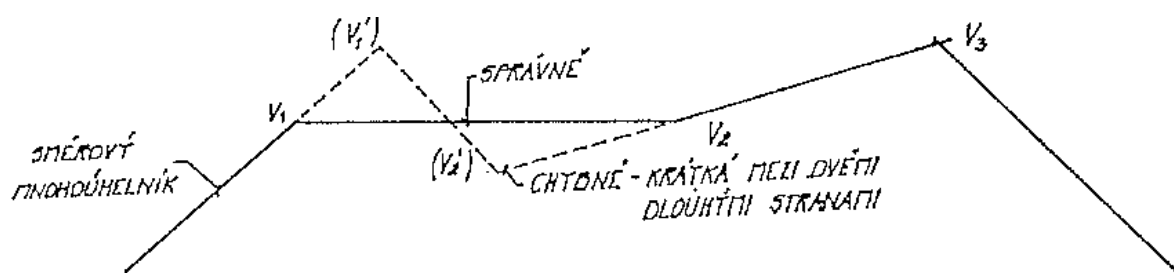
ZAKRESLENÍ TRASY V MAPĚ M = 1:10000



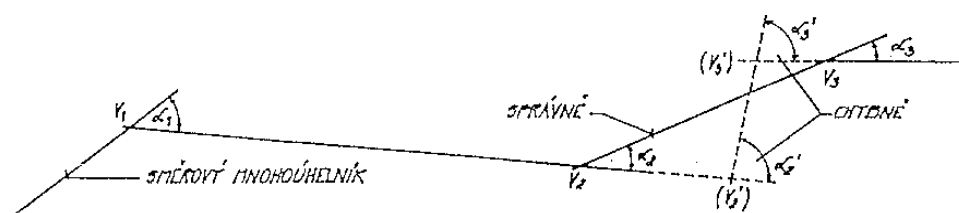
NÁVRH TRASY - TEČNOVÝ POLYGON

Po sestrojení stoupací čáry ve vrstevnicovém plánu musíme přistoupit k jejímu „vyrovnání“ do tečnového polygonu (směrový mnohoúhelník s vrcholy $V_1, V_2 \dots$). Z praktického hlediska je vhodné před určením tečnového polygonu nejprve zakreslit plynulou trasu do stoupací čáry jejím vyrovnáním a teprve v této trase opsat tečnový polygon. Pro estetický účinek a z důvodů homogenity trasy je třeba při návrhu polygonu dbát na to, aby délky stran byly vyvážené, tj. nemají být některé strany příliš krátké a jiné příliš dlouhé a úhly stran mají být v určitém poměru navzájem i k délkám stran, viz příklady na obr.

VYVÁŽENOST STRAN TEČNOVÉHO POLYGONU



POMĚR DÉLKY A ÚHLU TEČNOVÉHO POLYGONU



Délky stran tečnového polygonu, tj. vzdálenosti mezi vrcholy, musí být minimálně tak dlouhé, aby součet tečen oblouků i s přechodnicemi byl jim roven. Protože přechodnice vložená mezi tečnu a kružnicový oblouk bude umístěna přibližně polovinou své délky od dotykového bodu kružnicového oblouku **KT** k tečně a polovinu ke kružnicovému oblouku. Je tedy potřebná část strany mezi dotykovými body kružnic (**KT** a **TK**) rovna nejméně:

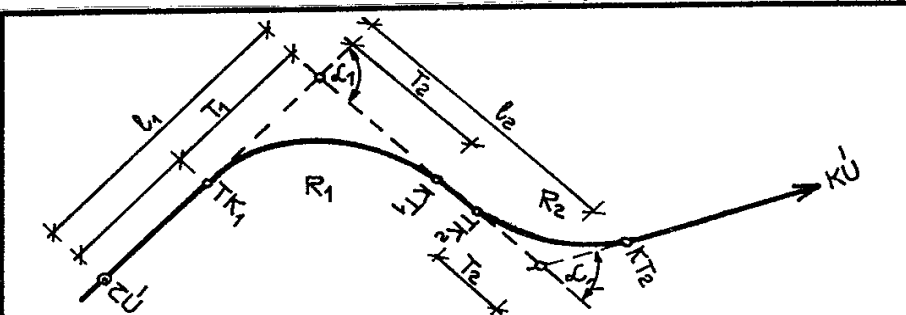
$$2 \times L/2 = L = \text{délka přechodnice.}$$

Minimální délka strany tedy je:

$$\overline{V_1 V_2} = T_1 + L + T_2 = R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + R_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}$$

Návrh a výpočet trasy pro urychlení a zjednodušení práce provádíme do vhodné tabulky.

TABULKA PRO VÝPOČET SMĚROVÉHO VEDENÍ TRASY



l_n	$\angle_n$	$\text{tg } \frac{\angle_n}{2}$	$\frac{\pi \angle_n}{180}$	R_n	O_n	T_n	$T_n + T_{n+1}$	$l_n - (T_n + T_{n+1})$	Označení bodu	STANIČENÍ
									ZU	
									TK ₁	
									KT ₁	
									TK ₂	
									KT ₂	
									TK ₃	
									KT ₃	
									TK ₄	
									KT ₄	
									TK ₅	
									KT ₅	
									TK ₆	
									KT ₆	
									TK ₇	
									KT ₇	
									TK ₈	
									KT ₈	
									TK ₉	
									KT ₉	
									TK ₁₀	
									KT ₁₀	
									TK ₁₁	
									KT ₁₁	
									KU	
Σl	$R_{\min}$		$R_{\max}$	ΣO	ΣT		$2 \Sigma T$		$\Sigma l + \Sigma O - 2 \Sigma T$	

ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ

Třídění silničních komunikací podle ČSN 73 6101 vymezuje volbu prostorového uspořádání, tj. odpovídající kategorii. Ze stanoveného rozsahu kategorií podle níže uvedené tabulky se pak navrhne kategorie dané silniční komunikace podle ustanovení ČSN.

RÁMCOVÁ KATEGORIZACE SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ podle ČSN 73 6101

Roztřídění silničních komunikací	Odpovídající kategorie silničních komunikací
dálnice včetně mezinárodních	<i>D</i> 27,5/120, 100 a 80; <i>D</i> 26,5/120, 100 a 80
silnice I.třídy a mezinárodní silnice	<i>R</i> 27,5/120, 100 a 80; <i>R</i> 26,5/120, 100 a 80; <i>R</i> 24,5/120, 100 a 80; <i>R</i> 22,5/120, 100 a 80; <i>R</i> 11,5/100, 80, 70; <i>S</i> 24,5/100 a 80; <i>S</i> 22,5/100, 80 a 70; <i>S</i> 11,5/80, 70 a 60; výjimečně <i>S</i> 10,5/80, 70 a 60 a <i>S</i> 9,5 ^{*)} /80, 70 a 60
silnice II.třídy a mezinárodní silnice	<i>S</i> 22,5/100, 80 a 70; <i>S</i> 11,5/80, 70 a 60; výjimečně <i>S</i> 10,5/80, 70 a 60; <i>S</i> 9,5/80, 70 a 60; výjimečně <i>S</i> 7,5 ^{*)} 70, 60 a 50
silnice III.třídy	<i>S</i> 11,5/80, 70 a 60; výjimečně <i>S</i> 10,5/80, 70 a 60; <i>S</i> 9,5/80, 70 a 60; <i>S</i> 7,5/70, 60 a 50; <i>S</i> 6,5/60 a 50
*) Nelze použít na mezinárodních silnicích.	

Kategorie silniční komunikace je charakterizována zlomkem obsahujícím :

- v čitateli příslušný písmenný znak (**S**, **R** nebo **D**) a kategorií šířku silniční komunikace v m,
- ve jmenovateli návrhovou rychlost v km/h.

Při volbě kategorie se přihlíží k požadavku plynulosti jízdy v ucelených tazích, bez větších a náhlých změn prostorového uspořádání, ovlivňujících jízdní rychlost. Proto z hlediska homogenity ucelených úseků silniční komunikace lze měnit kategorii pouze v nejnutnějších případech, např. v blízkosti velkých měst, průmyslových center, v horských oblastech apod. Změna kategorie se vyřeší vždy v oblasti křižovatky.

Jednotlivým kategoriím silničních komunikací odpovídají návrhové hodnoty intenzit silničního provozu. Výhledové intenzity vozidel nesmí překročit návrhové intenzity odpovídající prostorovému uspořádání silniční komunikace, výhledové skladbě dopravních proudů vozidel a požadovaným jízdním rychlostem.

Základní čtyřpruhové kategorie lze v případě potřeby souměrně rozšířit o další jízdní pruhy, čímž vzniknou šesti a osmipruhové silniční komunikace s individuálním kategorií označením např. **S 29,5/80**, **D** nebo **R 34/100** apod.

Pro navrhování silničních komunikací sídelními útvary (průjezdni úsek silnice v zastavěném území) platí ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací.

ŠÍRKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ

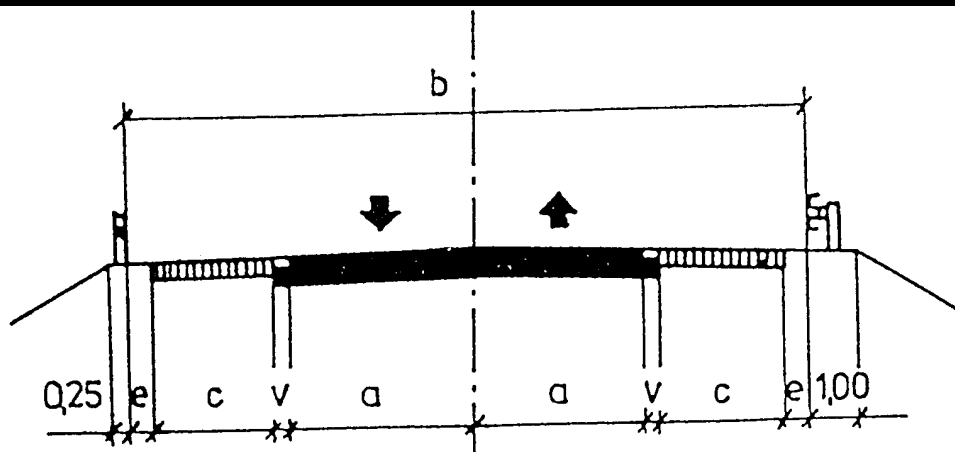
Základní kategorie silnic a dálnic podle ČSN 73 6101

DVOUPRUHOVÉ SILNIČNÍ KOMUNIKACE

Kategorie			Šířka v m			
písmenný znak	b m	návrhová rychlost km/h	a ^{*)}	v	c	e
S	7,5	70; 60; 50	3,00	0,25	0,25	0,25
	9,5	80; 70; 60;	3,50	0,25	0,50	0,50
	10,5				1,00	
	11,5				1,50	
R	11,5^{**)}	100; 80; 70;	3,50	0,25	1,50	0,50

*) Základní hodnota bez rozšíření ve směrovém oblouku.
 **) Při návržení kategorie *R* 11,5 musí být v dokumentaci v zájmu bezpečnosti silničního provozu navržena nejvyšší dovolená rychlost max. 100 km/h.
 ***) Při intenzitě silničního provozu od 300 do 1 500 voz./24h se kat. typ *S* 7,5 provádí v tomto uspořádání.
 ****) Při intenzitě silničního provozu do 300 voz./24h se může provést kat. *S* 6,5 v tomto uspořádání.
 Pro kategorii *S* 6,5 platí všechny články vztahující se ke kategorii *S* 7,5.

S	7,5^{***)}	70; 60; 50	3,00	0,00	0,00	0,75
S	6,5^{****)}	60; 50;	2,75	0,00	0,00	0,50



U dvoupruhových směrově nerozdělených silnic se koruna silniční komunikace šířkově člení na :

- obousměrný jízdní pás, který se skládá ze dvou protisměrných jízdních pruhů šířky **a**
- vodicí proužky šířky **v**
- zpevněné části krajnic **c**
- nezpevněné části krajnic **e**
- kategoriijní (volná) šířka **b**
- šířky pro osazení bezpečnostního zařízení (**0,25 m** nebo **1,00 m**).

ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ

Základní kategorie silnic a dálnic podle ČSN 73 6101

SMĚROVĚ ROZDĚLENÉ SILNIČNÍ KOMUNIKACE

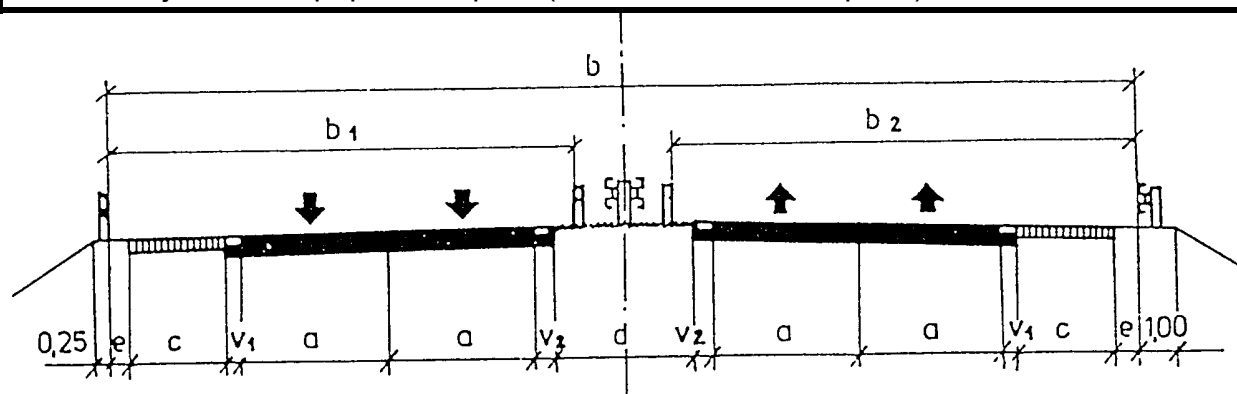
Kategorie			Šířka v m						
písmenný znak	b m	návrhová rychl. km/h	$a^{*)}$	v_1	v_2	c	d	e	b_1, b_2
S	22,5	100; 80; 70	3,50	0,25	0,50	1,50	3,00	0,50	10,25
R		120; 100; 80							
S	24,5	100; 80	3,75	0,25	0,50	2,00	3,00	0,50	11,25
R		120; 100; 80							
D a R	26,5	120; 100; 80	3,75	0,25	0,50	2,50	4,00	0,50	11,75
D a R	27,5^{**)}	120; 100; 80	3,75^{****)}	0,25	0,75^{***)}	3,00	3,50^{**))}	0,50	12,50^{***)}

^{*)} Základní hodnota bez rozšíření ve směrovém oblouku.

^{**))} Kategorie *D* a *R* 27,5 se zpravidla navrhuje v případě, že očekávaná výhledová intenzita dopravy dosáhne do 20 let od předpokládaného data uvedení do provozu hodnot větších než 19 000 voz./den.

^{***)} Líc svodidla ve středním dělicím pásu se zpravidla umísťuje nejméně 0,50 m od hrany zpevnění, v odůvodněných případech (u podpěr nadjezdů, stojek portálů apod.) lze líc svodidla umístit nejméně 0,25 m od hrany zpevnění. Potom je b_1, b_2 jen 12,25 m.

^{****)} Jestliže je třeba z kapacitních důvodů navrhnout šesti či vícepruhovou *D* nebo *R*, navrhuje se třetí, popř. další pruh (u středního dělicího pásu) v šířce 3,50 m.



U čtyřpruhových směrově rozdělených silnic se koruna silniční komunikace šířkově člení na :

- dva jednosměrné jízdní pásy, které se skládají ze dvou stejnosměrných jízdních pruhů šířky a
- vodící proužky šířky v_1 a v_2
- střední dělicí pás d
- zpevněné části krajnic c
- nezpevněné části krajnic e
- šířky pro osazení bezpečnostního zařízení (**0,25 m** nebo **1,00 m**).

ŠÍRKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ

ROZŠÍŘENÍ JÍZDNÍHO PÁSU VE SMĚROVÝCH OBLOUCÍCH

Jízdní pás se skládá :

- a) na směrově nerozdělených silnicích ze dvou protisměrných jízdních pruhů,
- b) na směrově rozdělených silničních komunikacích ze dvou nebo více stejnosměrných jízdních pruhů.

Šířka jízdních pruhů je stanovena podle **ČSN 73 6101** pro jednotlivé základní kategoriální typy od **2,75** do **3,75 m**.

Rozšíření jízdního pásu ve směrovém oblouku se provádí pouze u poloměrů menších než **320 m** a navrhuje se jen na silnicích se základními šířkami jízdních pruhů **3,50** nebo **3,00 m**. Celková hodnota rozšíření jízdního pásu dvoupruhové silnice je dvojnásobkem rozšíření připadajícího na jeden jízdní pruh. Vnitřní jízdní pruh se rozšiřuje na vnitřní stranu a vnější jízdní pruh na vnější stranu směrového oblouku. Na směrově rozdělených silnicích se základní šířkou jízdního pruhu **3,50 m** se rozšíření provede pouze pro pravý krajní jízdní pruh ve směru jízdy. Předepsané rozšíření ve směrovém oblouku, v mezipřímkových úsecích i ve větvích křižovatek a jeho opětné zrušení, se provede náběhovým klínem lineárně na délku přechodnice. Průběh rozšíření jízdního pásu na vnější straně oblouku nesmí však být pohledově patrný. Hodnoty rozšíření jízdního pruhu podle ČSN 73 6101 jsou uvedeny v následující tabulce.

ROZŠÍŘENÍ JÍZDNÍHO PRUHU podle ČSN 73 6101 VE SMĚROVÉM OBLOUKU SE ZÁKLADNÍ ŠÍŘKOU PRUHU 3,50 A 3,00 m

Poloměr směrového oblouku v ose jízdního pásu v m	Rozšíření jízdního pruhu Δa v m
$320 > R \geq 250$	0,15
$250 > R \geq 200$	0,20
$200 > R \geq 170$	0,25
$170 > R \geq 141$	0,30
$141 > R \geq 125$	0,35
$125 > R \geq 110$ *)	0,40

*) Rozšíření jízdních pruhů u směrových oblouků menších poloměrů, než jsou uvedeny v této tabulce, se provede v týchž hodnotách jako na větvích křižovatek podle ČSN 73 6102

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PODÉLNÝ SKLON

Podélný sklon nivelety se řídí členitostí území a návrhovou rychlostí. Největší dovolené hodnoty podélného sklonu jsou uvedeny v následující tabulce :

NÁVRHOVÉ RYCHLOSTI PODLE DRUHU ÚZEMÍ A NEJVĚTŠÍ DOVOLENÉ PODÉLNÉ SKLONY (s) ZÁKLADNÍCH KATEGORIÍ SILNIČNÍCH KOMUNIKACÍ *) PODLE ČSN 73 6101

Kategorijní typ silniční komunikace	Návrhová rychlost v km/h pro území			
	rovinaté nebo mírně zvlněné	pahorkovité	horské	
	podélný sklon (s) v %			
D 26,5 a D 27,5 R 26,5 **) a R 27,5 **)	120	120	100	80
	3	4 ***)	4,5 ***)	4,5 ***)
R 26,5 R 24,5 a R 22,5	120	100	80	
	3,5	4,5	4,5 ***)	
R 11,5	100	80	70	
	3,5	4,5	4,5 ***)	
S 24,5	100	80	80	
	3,5	4,5 (6) ****)	6	
S 22,5	100	80	70	
	4	4,5 (6) ****)	6	
S 11,5; S 10,5 a S 9,5	80	70	60	
	4,5	6	7,5	
S 7,5, S 6,5	70	60	50	
	4,5	7	9	

*) Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102.

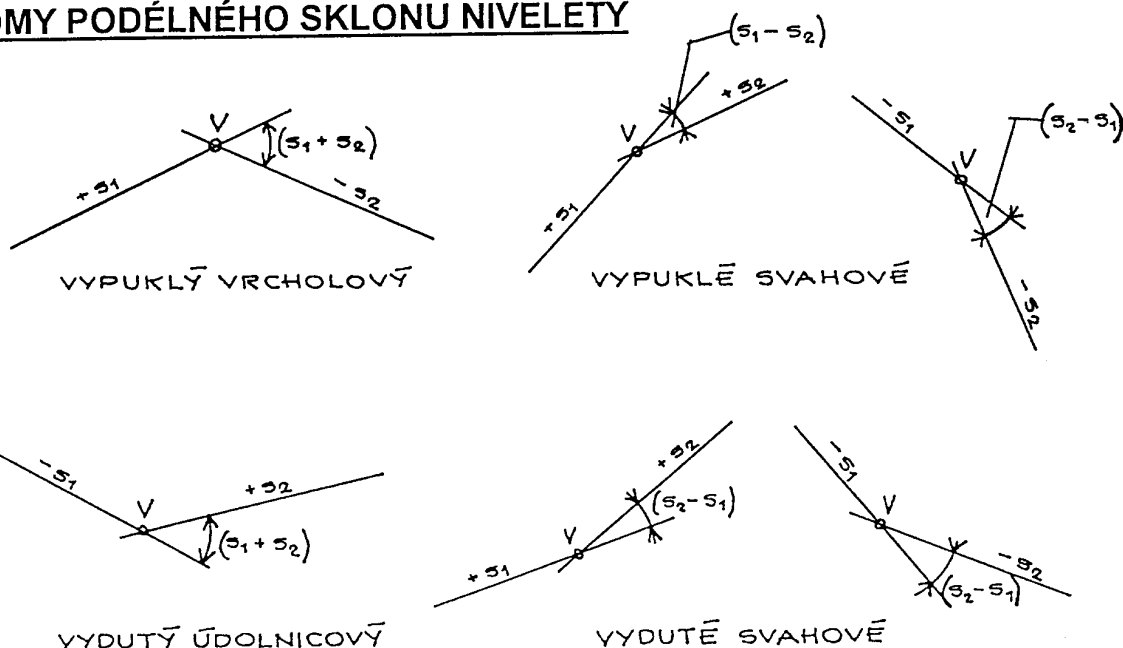
**) Použití je vyhrazeno pouze pro možné pozdější přecházení silnice do dálniční sítě.

***) Překročení hodnoty je třeba doložit rozbořem zvýšení spotřeby pohonných hmot a je vázáno na souhlas příslušného ústředního orgánu státní správy ve věcech dopravy.

****) Vyšších hodnot lze použít v případech, kdyby neobvyklé zvýšení objemu zemních prací nadměrně zvětšilo ekonomickou náročnost řešení nebo by se nadměrně zvětšilo trvalé odnětí kvalitní nebo chráněné zemědělské půdy. Současně je však nutné při použití větších sklonů posoudit zvýšenou spotřebu pohonných hmot.

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

LOMY PODÉLNÉHO SKLONU NIVELETY



Lomy podélného sklonu se zaoblí parabolickými oblouky druhého stupně se svislou osou. Tyto paraboly jsou určeny poloměrem výškového oblouku, který se rovná parametru parabol (poloměru oskulační kružnice ve vrcholu paraboly).

VYPUKLÉ LOMY :

Vypuklé lomy podélného sklonu se zaoblí tak, aby byl :

- na dvoupruhových silnicích zajištěn podle možnosti **rozhled pro předjíždění**,
- na všech silničních komunikacích zajištěn bezpodmínečně **rozhled pro zastavení**.

Nejmenší poloměry vypuklých výškových oblouků jsou uvedeny v následující tabulce.

NEJMENŠÍ POLOMĚRY VYPUKLÝCH VÝŠKOVÝCH OBLOUKŮ PODLE ČSN 73 6101

R_u 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.

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

VYDUTÉ LOMY

Vydaté lomy podélného sklonu se zpravidla zaoblí tak, aby kužel světlometů osvětloval jízdní pás na délku pro zastavení.

Nejmenší poloměry vydatých výškových oblouků jsou uvedeny v následující tabulce:

**NEJMENŠÍ POLOMĚRY VYDUTÝCH VÝŠKOVÝCH OBLOUKŮ
PODLE ČSN 73 6101**

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

Poloměry výškových oblouků (vypuklých i vydatých) mají být navrženy co největší. Čím menší je rozdíl podélných sklonů, tím větších poloměrů zaoblení je třeba použít.

Přímkové sklony mezi výškovými oblouky téhož smyslu jsou nevzhledné a v místech pohledově exponovaných musí být vyloučeny výškovým obloukem o větším poloměru nebo alespoň výškovým obloukem složeným.

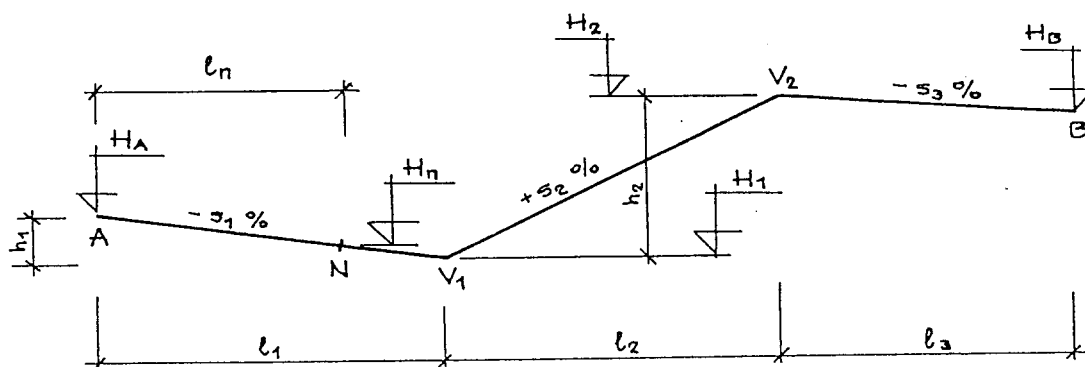
Následují-li těsně za sebou výškové oblouky opačného smyslu, doporučuje se vložit mezi ně přímkový sklon délky :

$$C_p = \frac{100 V_n^2}{R_v},$$

kde C_p je délka svislého průmětu vloženého přímkového sklonu do vodorovné v m
 V_n je návrhová rychlost v km.h⁻¹
 R_v je poloměr vypuklého výškového oblouku v m

NÁVRHOVÉ PRVKY

VÝPOČET VÝŠKOVÉHO POLYGONU



$$H_N = H_A - \frac{s_1 l_n}{100}$$

$$H_2 = H_A - \frac{s_1 l_1}{100} + \frac{s_2 l_2}{100}$$

$$H_1 = H_A - \frac{s_1 l_n}{100}$$

$$H_B = H_A - \frac{s_1 l_1}{100} + \frac{s_2 l_2}{100} - \frac{s_3 l_3}{100}$$

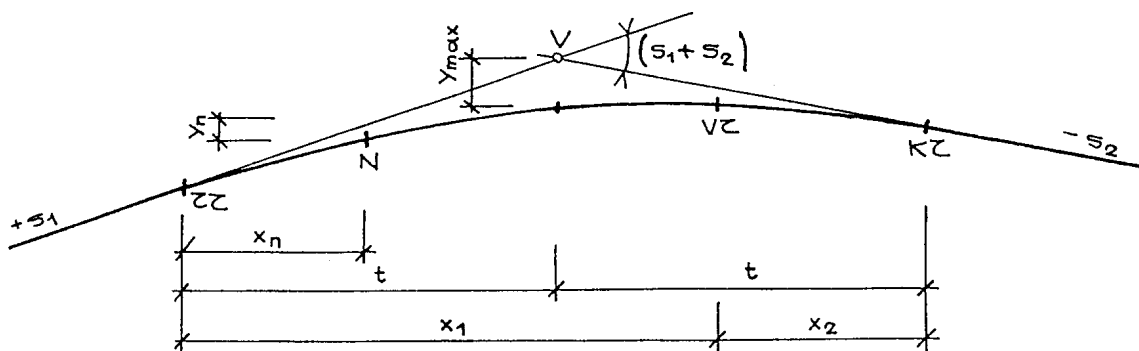
Hodnoty max „s“ jsou dané pro příslušnou kategorii komunikace v ČSN 73 6101.

VYTYČOVACÍ PRVKY PARABOLICKÉHO OBLOUKU

$$R =$$

$$t =$$

$$y_{max} =$$



$$t = \frac{R}{200} [|(\pm s_1)| - |(\pm s_2)|]$$

$$y_n = \frac{x_n^2}{2R}$$

$$y_{max} = \frac{t^2}{2R}$$

$$X_1 = R \cdot \frac{s_1}{100}$$

$$X_2 = R \cdot \frac{s_2}{100}$$

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

VÝSLEDNÝ SKLON

Výsledný sklon jízdního pásu m v % je určen vztahem :

$$m = \sqrt{s^2 + p^2} ,$$

kde s, p jsou hodnoty podélného a příčného sklonu jízdního pásu v %.

Výsledný sklon nesmí přestoupit hodnoty uvedené v následující tabulce a nesmí být menší než **0,5 %**.

NEJVĚTŠÍ DOVOLENÉ VÝSLEDNÉ SKLONY (m) PODLE DRUHU ÚZEMÍ A POUŽITELNÉ KATEGORIE SILNIČNÍ KOMUNIKACE *) PODLE ČSN 73 6101 *)

Kategorijní typ silniční komunikace	Největší výsledný sklon (m) v % v území		
	rovinatém nebo mírně zvlněném	pahorkovitém	horském
D 26,5 a D 27,5 R 26,5; R 27,5 **)	6,5	7,0	7,0
R 26,5; R 24,5 a R 22,5		7,5	7,5
R 11,5			
S 24,5			
S 22,5	7,0	8,5	8,5
S 11,5; S 10,5 a S 9,5	7,5		
S 6,5; S 7,5		8,5	10,0
*) Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102			
**) Použití je vyhrazeno pouze pro možné pozdější přeřazení silnice do dálniční sítě			

Při nepatrných podélných sklonech nivelety a zamýšleném klopení jízdního pásu je k dodržení ustanovení o minimálním výsledném sklonu nutné :

- volit směrový oblouk s poloměrem nevyžadujícím dostředný sklon,
- dbát, aby podélný sklon nivelety odpovídal podmínkám ČSN 73 6101,
- při kombinaci směrového a výškového oblouku umístit vzestupnicový (sestupnicový) příčný řez s nulovým příčným sklonem do takového místa výškového oblouku, v němž pomocná tečna k výškovému oblouku nivelety má podélný sklon odpovídající těmto podmínkám :

$$s' = s - \frac{100 \cdot x'}{R_{v(u)}} ,$$

- kde s' je podélný sklon pomocné tečny výškového oblouku v místě nulového příčného sklonu klopené části příčného řezu v %,
- s podélný sklon hlavní tečny výškového oblouku (strany výškového polygonu) v %,
- x' vzdálenost dotykového bodu výškového oblouku na pomocné tečně od jeho dotykového bodu na hlavní tečně v m,
- $R_{v(u)}$ poloměr výškového oblouku v m.

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PSANÝ PODÉLNÝ PROFIL

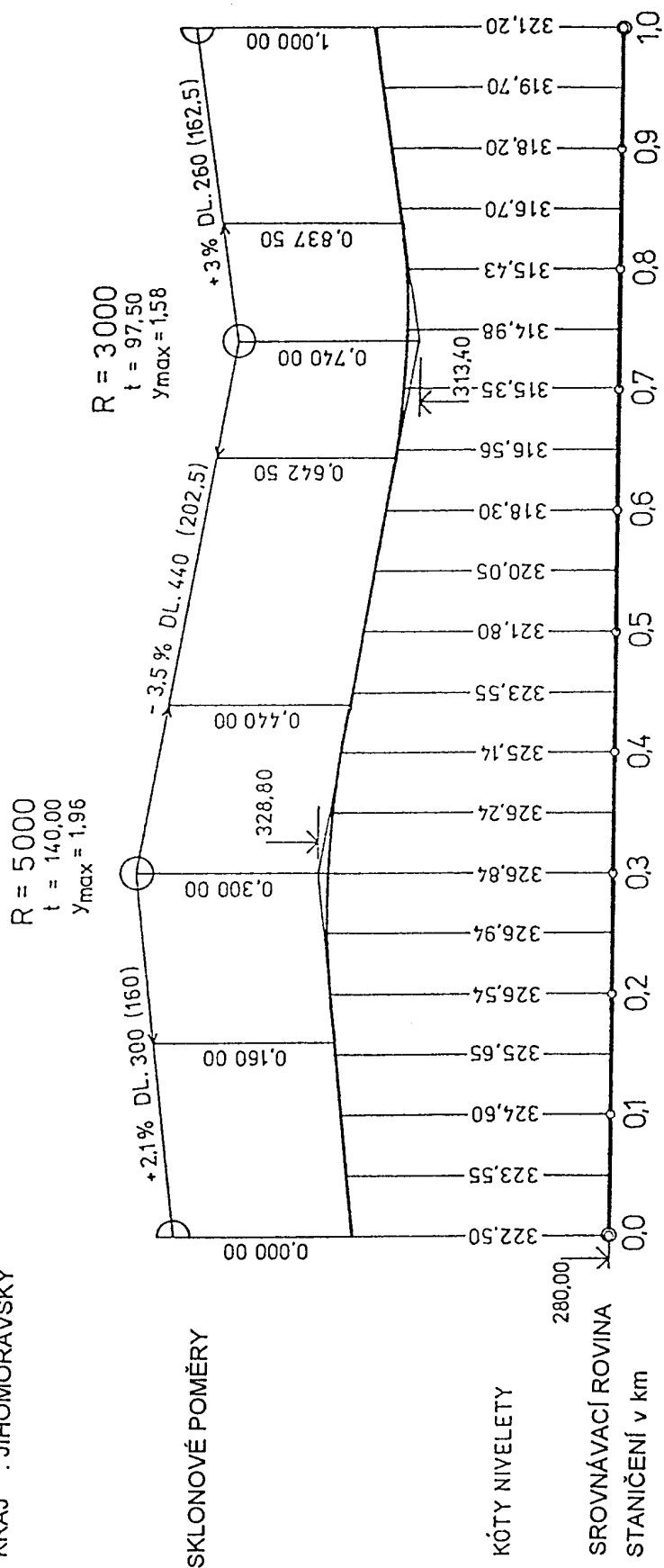
[illegible]

VÝŠKOVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PODÉLNÝ PROFIL - příklad

VLADISLAV	LOUKA	POLE
-----------	-------	------

DRUH POZEMKU
ÚZEM. EVIDENČ. JEDNOTKA
OKRES : TŘEBÍČ
KRAJ : JIHOVÝCHOVSKÝ



SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

OSA SILNICE

Osa silniční komunikace může být vedena v přímé nebo v obloucích tak, aby trasa působila plynulým dojmem a těleso komunikace bylo co nejdokonaleji včleněno do krajiny. Při návrhu trasy musíme dbát na plynulý prostorový vzhled a vzájemný soulad směrových a výškových prvků. Trasa silnice obvykle není přímo spojnicí určitých míst, nýbrž obecnou čarou vyrovnanou v plynulou trasu různé křivosti. Návaznost přímých a oblouků vymezuje ČSN 73 6101.

SMĚROVÉ OBLOUKY

Hodnoty poloměrů směrových oblouků stanovíme z hlediska bezpečnosti proti převržení vozidla a proti smyku. Do lomů směrového polygonu se použije oblouk :

- a) **prostý kružnicový**
- b) **kružnicový s přechodnicemi**
- c) **přechodnicový**
- d) **složený**

Prostý kružnicový oblouk smí být použit pouze při splnění podmínky : vyjde-li odsun kružnicového oblouku ΔR rovný nebo menší **0,25 m**, lze zcela od navržení krajní, popř. mezilehlé přechodnice upustit, pokud by z důvodu postřehnutelné estetické závady ve vedení trasy nebylo vhodnější použití přechodnice i v těchto případech.

Kružnicový oblouk s přechodnicemi je nejčastějším řešením směrového oblouku. Skládá se z kružnicové části a z oboustranných klotoidních přechodnic. Navrhnu-li se dva protisměrné kružnicové oblouky s přechodnicí ve tvaru zvratného oblouku, musí se zachovat poměr parametrů stykových přechodnic A_2 / A_1 menší nebo rovný **1,5** a doporučuje se použití poměru poloměrů R_2 / R_1 menšího nebo rovného **2**, kde R_2 a A_2 jsou větší z obou srovnávaných hodnot. Následují-li po sobě dva protisměrné prosté kružnicové oblouky, musí být mezi ně vložena mezipřímá, alespoň v délce **2V_n** metrů.

Přechodnicový oblouk se připouští tam, kde z trasovacích důvodů bude vhodnější úplně vyloučit kružnicovou část směrového oblouku mezi krajními přechodnicemi, při dodržení poměru parametrů stykových přechodnic A_2 / A_1 menšího nebo rovného **1,5**. Přechodnice se vkládá buď mezi přímou a kružnicový oblouk, anebo mezi dva stejnosměrné kružnicové oblouky různých poloměrů. V délce přechodnice se provede i případná změna příčných sklonů přiléhajících úseků.

Složený oblouk lze navrhnout tam, kde řešení je z trasovacích nebo estetických důvodů prokazatelně méně vhodné. Lze jej sestavit :

- a) nejvhodněji ze vzájemně vystřídáných úseků kružnicových a krajních a mezilehlých přechodnicových,
- b) výjimečně z kružnicových částí o různém poloměru - obvykle s krajními přechodnicemi - pokud nejmenší z navržených poloměrů odpovídá návrhové rychlosti a příslušnému dostřednému sklonu, vzájemný poměr většího (R_2) k menšímu (R_1) ze dvou sousedních poloměrů R_2 / R_1 je menší nebo roven **2**.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

NEJMENŠÍ DOVOLENÉ POLOMĚRY SMĚROVÝCH KRUŽNICOVÝCH OBLOUKŮ VE VZTAHU K NÁVRHOVÉ RYCHLOSTI A K DOSTŘEDNÉMU SKLONU PODLE ČSN 73 6101 *)

Návrhová rychlost v km/h	Poloměr kružnicového oblouku v m											
	při dostředném sklonu vozovky v %											se základním sklonem 2,5% (2%)
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	
120	2200	1750	1450	1250	1100	975	875	800	725	-	-	3500***)
100	1500	1200	1000	875	750	675	600	550	500	-	-	3000**) (2500)
80	1000	775	650	550	500	450	400	350	325	-	-	2800**) (1500)
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

*) Způsob výpočtu je uveden v příloze C (vztah poloměru R k dostřednému sklonu) a v příloze D (poloměry oblouků bez dostředného sklonu). Hodnoty pro větve křižovatek jsou uvedeny v ČSN 73 6102.

**) Platí jen na dálnicích a rychlostních silnicích.

***) Jen při zajištění dobrých protismykových vlastností povrchu vozovky.

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

VZTAH MEZI POLOMĚREM, NÁVRHOVOU RYCHLOSTÍ A DOSTŘEDNÝM SKLONEM SMĚROVÝCH KRUŽNICOVÝCH OBLOUKŮ

Nejmenší poloměr směrového kružnicového oblouku R_{min} v m se vypočítá ze vzorce :

$$R_{min} = 0,3 \frac{V_n^2}{p}$$

kde

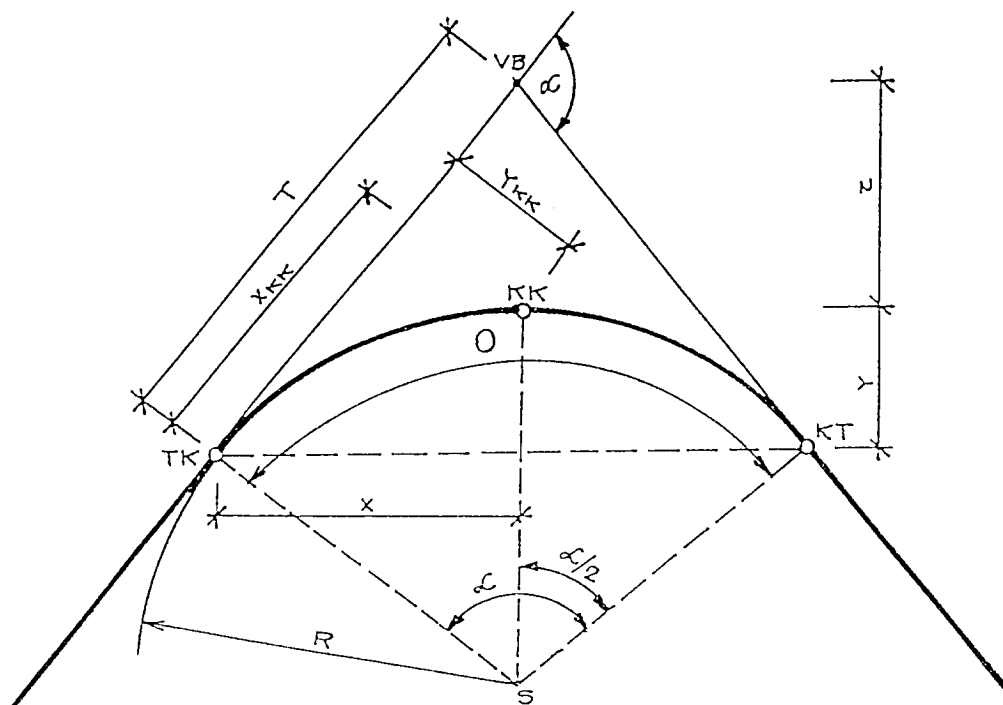
V_n je návrhová rychlost v km/h

p je dostředný sklon vozovky ve směrovém oblouku v %.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KRUŽNICOVÝ OBLOUK BEZ PŘECHODNICE

SESTAVA VÝPOČTU OBLOUKU :



ZÁKLADNÍ VYTYČOVACÍ PRVKY :

TABULKOVÉ FUNKČNÍ HODNOTY	$\text{tg } \alpha/2$		R =	m
	$\sec \alpha/2 - 1$			
	$\text{arc } \alpha$			
$T = R \cdot \text{tg } \alpha/2$	=	=		m
$z = R \cdot (\sec \alpha/2 - 1)$	=	=		m
$O = R \cdot \text{arc } \alpha$	=	=		m

SOUŘADNICE PODROBNÝCH BODŮ OBLOUKU :

Výpočet provedeme pro polární nebo pravoúhlé souřadnice.

Hodnoty je možné odečíst z tabulek, např. :

Klimeš, F., Loskot, F. a kol: Vytyčovací tabulky pro setinné dělení kruhu - TP 30, SNTL Praha, 1957

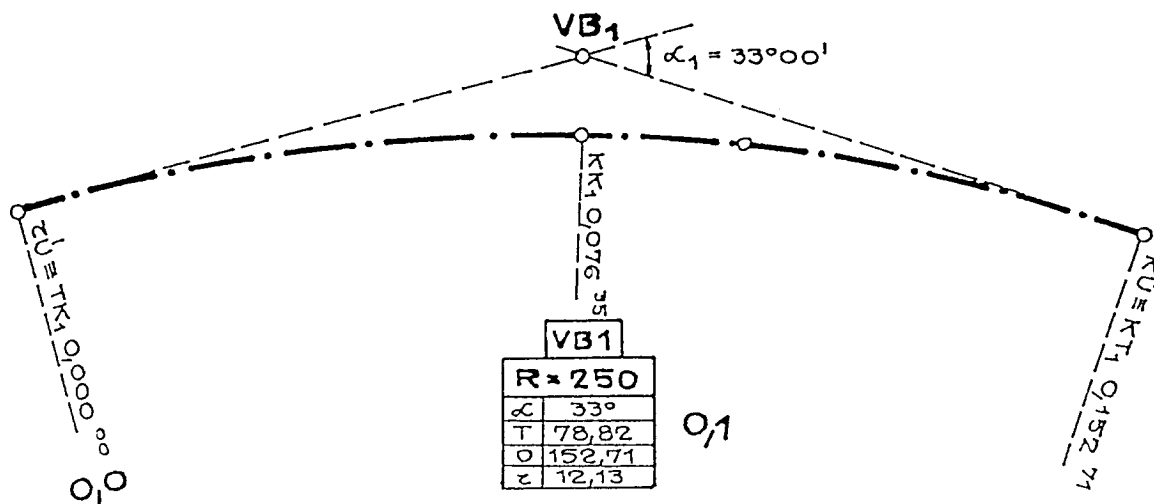
Procházka, J., Puchřík, J.: Projektování pozemních komunikací - Oblouk kružnice - tabulky, VUT Brno, 1979

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KRUŽNICOVÝ OBLOUK BEZ PŘECHODNICE

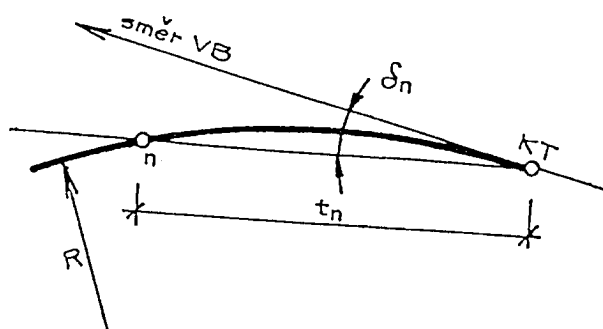
VYTYČOVACÍ VÝKRES - PŘÍKLAD :

M = 1 : 1 000



SOUŘADNICE PODROBNÝCH BODŮ :

PRAVOÚHLÉ

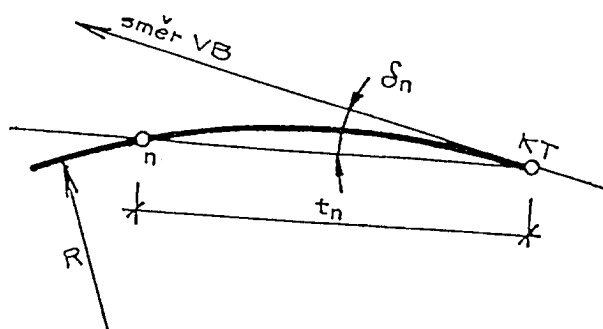


$$x_n = R \cdot \sin \acute{\alpha}_n$$

$$y_n = R \cdot (1 - \cos \acute{\alpha}_n)$$

$$\acute{\alpha}_n \Rightarrow \text{arc } \acute{\alpha}_n = \frac{s_n}{R}$$

POLÁRNÍ



$$\ddot{\alpha}_n = \frac{\acute{\alpha}_n}{2}$$

$$t_n = 2R \cdot \sin \ddot{\alpha}_n$$

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PŘECHODNICE

Přechodnice se vkládá buď mezi přímou a kružnicový oblouk, nebo mezi dva stejnosměrné kružnicové oblouky různých poloměrů, navrhuje se ve tvaru klotoidy, ale nevylučují se jiné vhodné křivky.

Délku přechodnice L v m se z estetických důvodů doporučuje navrhovat v závislosti na velikosti poloměru kružnicového oblouku v hodnotách uvedených v následující tabulce

DOPORUČENÉ DÉLKY PŘECHODNICE L PODLE ČSN 73 6101

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 těchto hodnot ve stísněných poměrech dosáhnout, navrhne se na délku vzestupnice nebo sestupnice, nejméně však :

- $1,5 \cdot V_n$ metrů pro případ klopení jízdního pásu kolem vnější hrany vodícího proužku,
- $1 \cdot V_n$ metrů pro případ klopení jízdního pásu kolem osy (V_n je hodnota návrhové rychlosti v km/h).

Délka mezilehlé přechodnice ve složeném oblouku L_M v m je dána vztahem :

$$L_M = \frac{L(R_2 - R_1)}{R_2}$$

kde L je délka krajní přechodnice menšího poloměru oblouku v m,
 R_1 menší z obou poloměrů dvou po sobě následujících kružnicových částí směrového oblouku v m,
 R_2 větší z obou poloměrů dvou po sobě následujících kružnicových částí směrového oblouku v m,

Od návrhu přechodnice lze upustit, když odsunutí kružnicového oblouku ΔR je menší, než 0,25 m. Přibližné odsunutí kružnicového oblouku od tečny ΔR lze po vložení klotoidické přechodnice zjistit ze vzorce :

$$\Delta R = \frac{L^2}{R} \left[\frac{1}{24} - \frac{\tau^2}{672} + \frac{\tau^4}{31680} - \dots \right],$$

kde $\tau = \frac{L^2}{A^2} = \frac{A^2}{2R^2} = \frac{L}{2R}$ je vnější úhel tečen přechodnice,

A je konstanta (parametr) navržené přechodnice.

Pro úhly $\tau \leq 30^\circ$ je $\Delta R = \frac{L^2}{24R} = \frac{L \cdot \tau}{12}$.

Je-li $\Delta R \leq 0,25$ m, přechodnice se již nenavrhuje.

Pro $\Delta R = 0,25$ m pak platí $\frac{L^2}{24R} = 0,25$ m, odtud $R = \frac{L^2}{6}$, nebo $L = \sqrt{6R}$.

Pro stanovení nejmenšího dovoleného poloměru směrového kružnicového oblouku, který lze již navrhnout bez přechodnice R v m, se za L dosazuje jednotně hodnota $1,5 V_n$ metrů, bez ohledu na odlišný způsob klopení vozovky v obloucích o menších poloměrech. Potom :

$$R = 0,375 V_n^2, \text{ nejméně však } 800 \text{ m,}$$

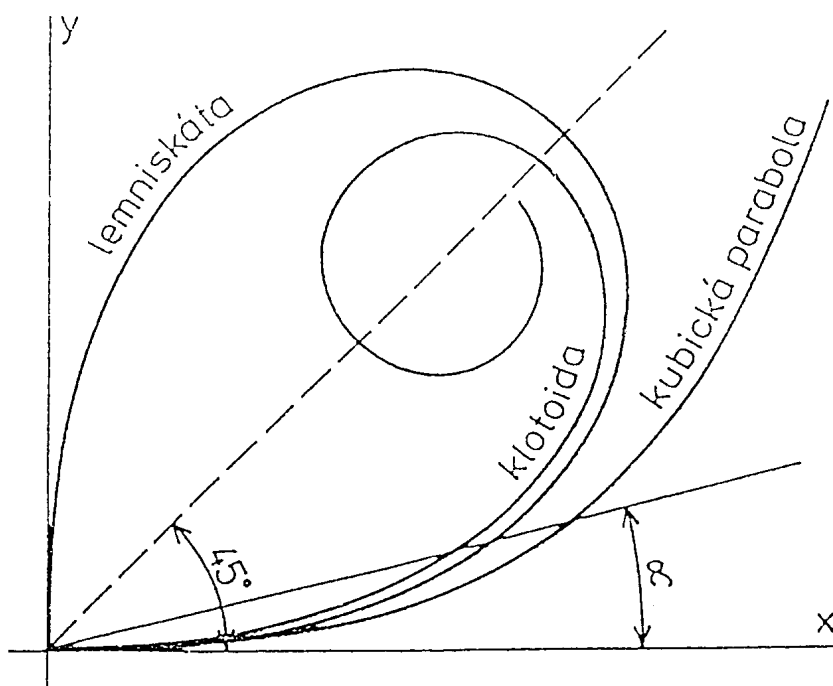
kde V_n je hodnota návrhové rychlosti v km/h.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PŘECHODNICOVÉ KŘIVKY

Projíždí-li motorové vozidlo z přímé do oblouku, je tato jízda jen tehdy zcela bezpečná, když projíždí rovnoměrnou rychlostí a s plynulým rovnoměrným vychylováním řídicích kol. Kombinace přímky a kružnicového oblouku, dotýkajícího se této přímky, je geometricky plynulá. S přihlédnutím k průběhu křivosti takových dvou prvků trasy shledáme, že je to kombinace nevhodná. Každá prudší změna rychlosti nebo směru, může vést ke smyku a k nehodě. To znamená, že projektant silniční komunikace musí navrhnout trasu tak, aby se v obloucích eliminoval nepříznivý vliv odstředivé síly.

V počátcích rozvoje automobilismu vyhověly silniční trasy navržené kružnicovými oblouky bez přechodnic. Až rozvojem po 1.světové válce a výstavbou prvních dálnic se začaly používat přechodnice různých typů, zejména kubické paraboly v počátcích, později používaná lemniskáta a Oerleyeova křivka. U nás se začala počátkem padesátých let používat „volantová přechodnice“ - klotoida (spirála), která nejlépe vyhovuje jízdě automobilu z přímého úseku do oblouku. Na obrázku jsou vidět některé nejpoužívanější přechodnicové křivky.



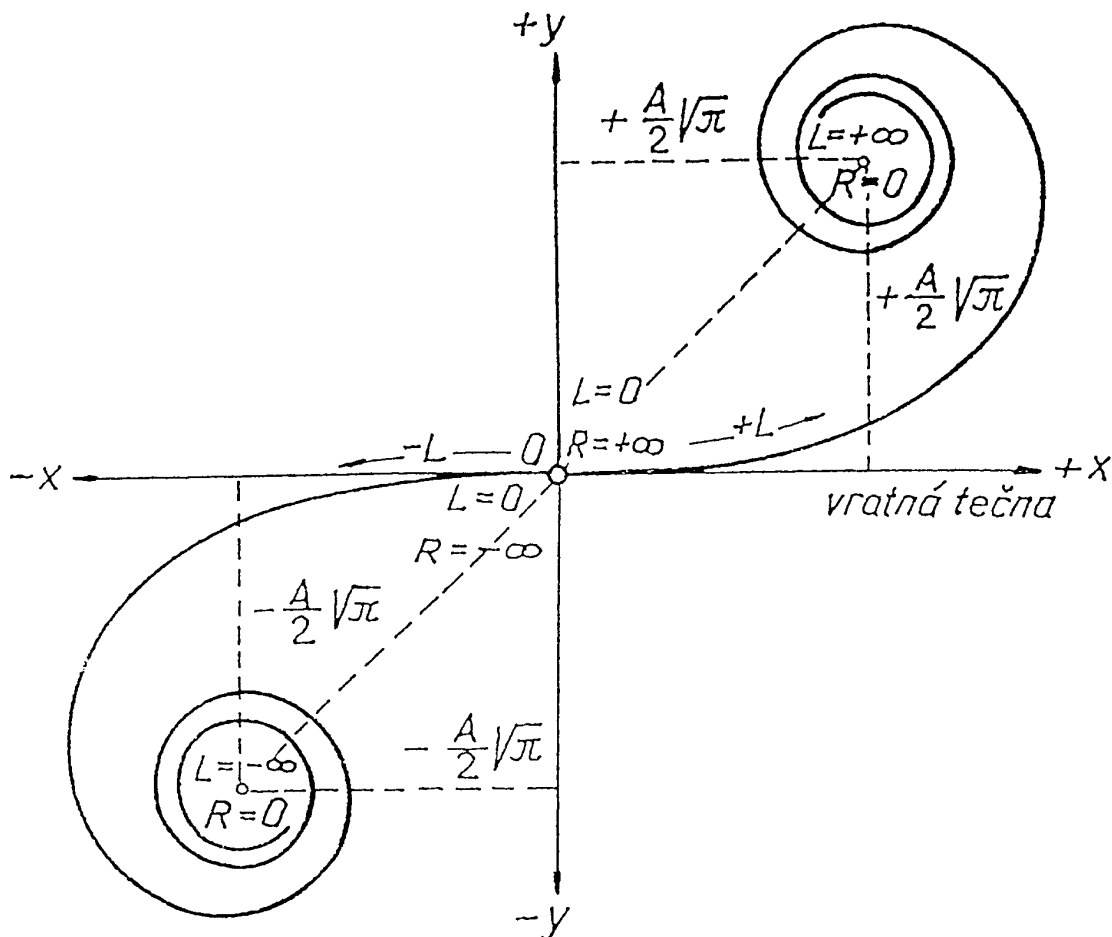
Podle ČSN 73 6101 se přechodnice navrhuje ve tvaru klotoidy, ale nevylučují se i jiné vhodné křivky.

Tvar přechodnice lze odvodit několika způsoby, např. z kinematických podmínek jízdy (rychlosti jízdy), rozměrů vozidla a rychlosti otáčení řídicích kol. Jediná křivka, která má přesný lineární přírůstek křivosti z hlediska kinematických podmínek jízdy, je klotoida. Částečně splňuje podmínku lineárního přírůstku křivosti kubická parabola. Bernulliho lemniskáta má hodně zastánců z důvodů, že výpočet vytyčovací prvků je u této křivky jednodušší a přesnější, používá se nejvíce při projektování vodních toků. Kubická parabola, přestože se lehce vypočítá a vytyčuje, pokládá se za méně vhodný typ přechodnice pro silnice, zejména proto, že pro oblouky s menšími poloměry se nedá vždy použít.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KLOTOIDA

Klotoida (radioida) tvarově představuje spirálu o nekonečné délce, blížící se k ohnisku, kde poloměr oblouku je nulový a jeho souřadnice x a y jsou stejné, což je vidět na obrázku :



Matemicky lze klotoidu odvodit z hlediska bezpečnosti jízdy vozidla pro křivku, které vozidlo vytváří po přechodnici a její tvar je :

$$L \cdot R = A^2$$

Součin poloměru křivosti a délky pro každý bod křivky je konstantní. Odmocnina z konstanty A^2 je tzv. **parametr**, který určuje poměrnou velikost křivky. Pro představu parametru uvádím tento příklad : $A = 100$ m znamená, že přechodnice na délku $L = 100$ m dosahuje poloměru $R = 100$ m. Obdobně v bodě této přechodnice, vzdáleném jen 50 m od počátku, je poloměr křivosti $R = 200$ m, jak plyne ze základní rovnice klotoidy. Čím je parametr menší, tím rychleji se poloměr křivosti zmenšuje. Parametr tedy určuje i tvar klotoidy a je pro klotoidu tím, čím je poloměr pro kružnicový oblouk.. Pro účely silničních přechodnic se však používá pouze krátký úsek od bodu 0, kde je poloměr $R = \infty$ (kde se napojuje na přímou) až k místu, kde je R shodné s poloměrem hlavního kružnicového oblouku, na který přechodnice přímku napojuje.

Vkládá-li se přechodnice mezi dva protisměrné oblouky, vzniká tzv. přechodnice vratná, která je tvořena dvěma větvemi, stýkajícími se v bodě s poloměrem $R = \infty$; o tom však až později, stejně jako o klotoidě mezi dvěma stejnosměrnými oblouky, kdy

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

se vkládá pouze ta část klotoidy, na jejichž koncích jsou její poloměry křivosti shodné s poloměry kružnicových oblouků, mezi něž je vkládána.

Všechny klotoidy jsou si geometricky podobné, liší se jen jejich velikost, která je určena velikostí parametru. Známe-li hodnoty pro určitou klotoidu a její parametr, můžeme vypočítat hodnoty klotoidy s jakýmkoli jiným parametrem tak, že tyto hodnoty násobíme poměrem parametrů. Platí to o všech hodnotách délkových, neplatí to však pro úhel τ , který svírá tzv. krátká tečna (subtangenta) s tečnou vedenou ke klotoidické přechodnici v bodě s poloměrem $R = \infty$. Tento úhel se nemění, když měníme parametr.

Této vlastnosti klotoidy bylo využito pro sestavení tabulek pro vytyčování klotoid tak, že byly vypočteny všechny hodnoty nutné pro vložení a vytyčení klotoidy pro parametr $A = 1$ nebo parametr $A = 100$ (parametry jednotkové) a potřebné hodnoty pro daný parametr A se vypočetly způsobem již uvedeným z geometrické podobnosti. Tento převod je však velmi pracný, protože je nutno interpolovat mnohamístná čísla a výsledek se získá jejich dělením a násobením. Proto byly sestaveny tabulky, u nichž jsou všechny hodnoty již vypočteny, a to v rozsahu, který plně vyhovuje všem praktickým požadavkům.

Vztahy mezi základními prvky klotoidy (A , R , L a τ) jsou uvedeny v následující tabulce :

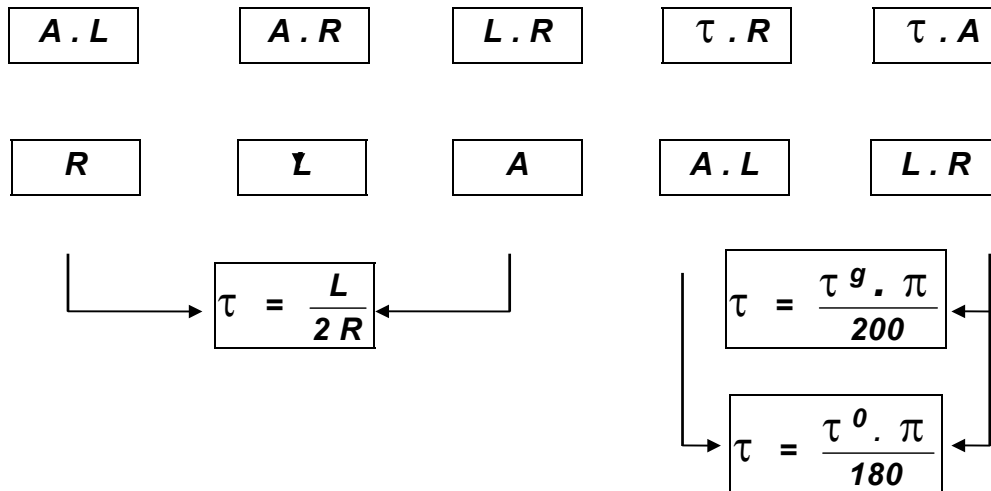
$A = \sqrt{L \cdot R}$	$= R \sqrt{2 \cdot \tau}$	$= \frac{L}{\sqrt{2 \cdot \tau}}$
$L = \frac{A^2}{R}$	$= 2 \cdot \tau \cdot R$	$= A \sqrt{2 \cdot \tau}$
$R = \frac{A^2}{L}$	$= \frac{L}{2 \cdot \tau}$	$= \frac{A}{\sqrt{2 \cdot \tau}}$
$\text{arc } \tau = \frac{L}{2R}$	$= \frac{L^2}{2A^2}$	$= \frac{A^2}{2R^2}$

Jednotlivé prvky klotoidy a jejich vzájemnou závislost uvedenou v přehledné tabulce je možno vypočítat nebo odečíst z tabulek pro klotoidu od různých autorů. S rozvojem výpočetní techniky se více uplatňují programy pro trasování pozemních komunikací s různými vstupními a výstupními údaji. Pro studijní účely a jako pomůcka pro začínající projektanty, mají vytyčovací tabulky svůj význam pro jednoduchost a potřebnou variabilitu.

V současné době, kdy většina studentů má k dispozici kapesní kalkulačky pro vědecké výpočty s možností ukládat programové kroky do paměti, je vlastní výpočet základních a podrobných vytyčovacích prvků klotoidy velmi snadnou záležitostí. Základem celého výpočtu je osvojení vlastností klotoidy a dobrá znalost výrazů (vzorců) potřebných pro výpočet. Zadané hodnoty je nejdříve nutno dosadit do některého vzorce, uvedeného v předešlé tabulce tak, abychom vypočítali neznámé hodnoty rovnice přechodnice. Dále je nutné vypočítat velikost středového (tečnového) úhlu přechodnice τ v obloukové míře (τ). Potom musíme vypočítat pořadnice koncového bodu přechodnice x_{PK} a y_{PK} (pravoúhlé souřadnice). Celý postup je zřejmý z následujícího schématu :

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

POUŽÍVANÉ ZADÁNÍ PŘECHODNICE (VZORCE)



Výpočet pravoúhlých souřadnic koncového bodu přechodnice PK (KP; PP)

$$x_{PK} = L \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{\tau^{2n-2}}{(4n-3) \cdot (2n-2)!}$$

$$y_{PK} = L \cdot \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \cdot \frac{\tau^{2n-1}}{(4n-1) \cdot (2n-1)!}$$

nebo po rozvinutí funkce τ :

$$x_{PK} = L - \frac{L^5}{40 A^4} + \frac{L^9}{3456 A^8} - \frac{L^{13}}{599040 A^{12}} + \dots$$

$$y_{PK} = \frac{L^3}{6 A^2} - \frac{L^7}{336 A^6} + \frac{L^{11}}{42240 A^{10}} - \dots$$

nebo po dosazení za $A^2 = R \cdot L$:

$$x_{PK} = L - \frac{L^3}{40 R^2} + \frac{L^5}{3456 R^4} - \frac{L^7}{599040 R^6} + \dots$$

$$y_{PK} = \frac{L^2}{6 R} - \frac{L^4}{336 R^3} + \frac{L^6}{42240 R^5} - \dots$$

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

Protože řady pro x_{PK} a y_{PK} rychle konvergují, pro praktickou potřebu stačí použít jen první dva členy rovnic. Výpočet stávajících vytyčovacích hodnot přechodnice již není velký problém, což je vidět na schématu klotoidy.

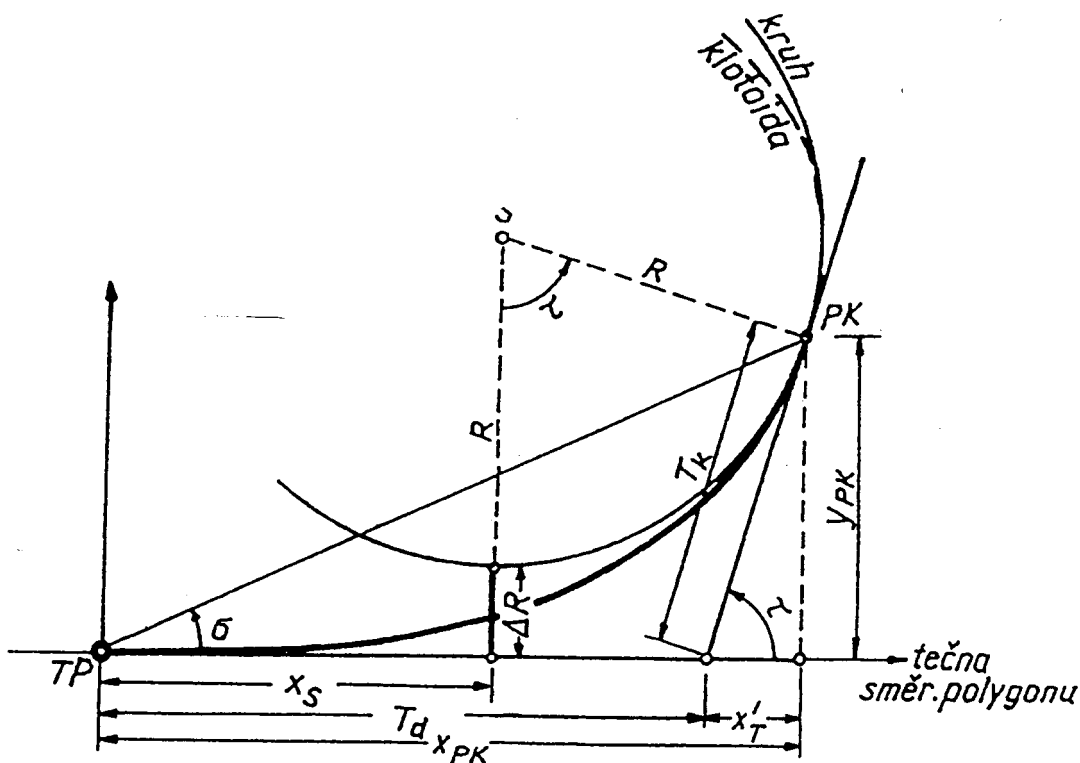
$$x_s = x_{PK} - R \cdot \sin \tau ; \quad x_M(T_d) = x_{PK} - \frac{y_{PK}}{\cos \tau} = x_{PK} - y_{PK} \cotg \tau$$

$$\Delta R = y_{PK} - R \cdot (1 - \cos \tau) ; \quad T_s = \sqrt{x_{PK}^2 + y_{PK}^2} = \frac{x_{PK}}{\cos \sigma} = \frac{y_{PK}}{\sin \sigma}$$

$$\mathbf{s}_t(T_k) = \frac{y_{PK}}{\sin \tau} ; \quad \mathbf{tg} \sigma = \frac{y_{PK}}{x_{PK}}$$

Největší potíže při výpočtu jsou s vyčíslením pravoúhlých souřadnic x_{PK} a y_{PK} . Tento výpočet je vhodné provést pomocí cyklu tak, že připočtenou hodnotu testujeme na velikost poslední platné číslice (obvykle 0,000 001). Přesnost na šest desetinných míst je pro běžné použití dostačující. Je výhodné celý výpočet rozdělit na jednotlivé podprogramy a tyto pak podle potřeby využívat. Pro výpočet podrobných vytyčovacích prvků lze použít podobný postup jako byl uveden pro určení hlavních prvků klotoidy.

Vytyčovací schéma klotoidy :



SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PŘECHODNICOVÝ KLOTOIDICKÝ OBLOUK

Přechodnicovým klotoidickým obloukem nazývá norma ČSN 73 6101 oblouk, v němž délka přechodnic vzrostla natolik, že kružnicový oblouk zcela vymizí, takže se obě přechodnice stýkají v bodě **PP** (přechodnice-přechodnice), v němž mají shodný poloměr křivosti **R** a společnou tečnu. Přechodnice mohou být opět stejné nebo různě dlouhé. V prvním případě mluvíme o přechodnicovém oblouku souměrném, ve druhém případě o přechodnicovém oblouku nesouměrném.

Toto řešení po stránce dopravní bezpečnosti vyhovuje méně a mělo by se používat jen u malých středových úhlů (přesněji u malých vnějších úhlů tečnového polygonu, protože zde kružnicový oblouk vymizel). Obvykle lze toto řešení nahradit kružnicovým obloukem se dvěma přechodnicemi, aniž je nutno podstatněji změnit délku tečen nebo vzepětí. Při takovém řešení lze často vložit kružnicový oblouk většího poloměru, než je poloměr zakřivení v bodě **PP** přechodnicového oblouku. Přesné řešení není pro zaokrouhlenou délku přechodnic možné. Vynutí si malé pootočení jedné z polygonových stran nebo jen přiblížení se ke středovému úhlu α přechodnicového oblouku. Tím se vytvoří malá část kružnicového oblouku (např. 1 až 5 m).

Pro přesný návrh a výpočet hlavních vytyčovacích prvků klotoidických přechodnicových oblouků použijeme tabulek Prof. Ing. V. Veselého a Ing. J. Kašpárka: Klotoida.

Pro výpočet přechodnicového oblouku použijeme první části tabulek. Je třeba uvést, že jsou sestaveny podle úhlu τ a pro jednotkový parametr $\bar{a} = 100$. Vzájemný vztah hodnot tabulkových ke skutečným je konstantní a platí, že

$$\frac{A}{\bar{a}} = \frac{T}{\bar{t}} = \frac{x_{PKP}}{\bar{x}} = \frac{y_{PKP}}{\bar{y}} = \frac{R}{\bar{r}} = \frac{\Delta R}{\Delta \bar{r}} = \frac{L}{\bar{l}} \dots$$

Při výpočtu přechodnicového oblouku lze vycházet z jakéhokoliv vztahu, vypočítat parametr a a ostatní hodnoty, pak získat vynásobením tabulkové hodnoty vztahem $\frac{A}{\bar{a}}$.

Při výpočtu parametru je nutno zvážit, je-li nutné zachovat **přesně** výchozí hodnotu a počítat dále s **nezaokrouhleným** parametrem, nebo máme-li možnost menšího zkrácení nebo prodloužení výchozí hodnoty a použít **zaokrouhleného** parametru. Parametry zpravidla zaokrouhlujeme na takové hodnoty, které jsou uvedeny ve druhé části tabulek. Tím při stanovení vytyčovacích hodnot podrobných bodů si práci značně ulehčíme.

PŘÍKLAD : Vypočítejte hlavní vytyčovací hodnoty symetrického klotoidického přechodnicového oblouku, když je dán středový úhel $\alpha = 27,56^g$ a poloměr oskulační kružnice $R = 250,00$ m.

VÝPOČET : Ze zadaného středového úhlu α , vypočítáme

$$\tau = \frac{\alpha}{2} = \frac{27,56^g}{2} = \underline{13,78^g} \quad \text{a pro tento úhel najdeme v I. části}$$

tabulek hodnoty jednotkové klotoidy.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

Skutečný parametr vypočítáme ze vztahu :

$$\frac{R}{\bar{r}} = \frac{A}{\bar{a}} \Rightarrow A = \bar{a} \cdot \frac{R}{\bar{r}},$$

po dosazení známých hodnot nám vychází :

$$\underline{A} = 100 \cdot \frac{250}{151,9854} = \underline{164,489}$$

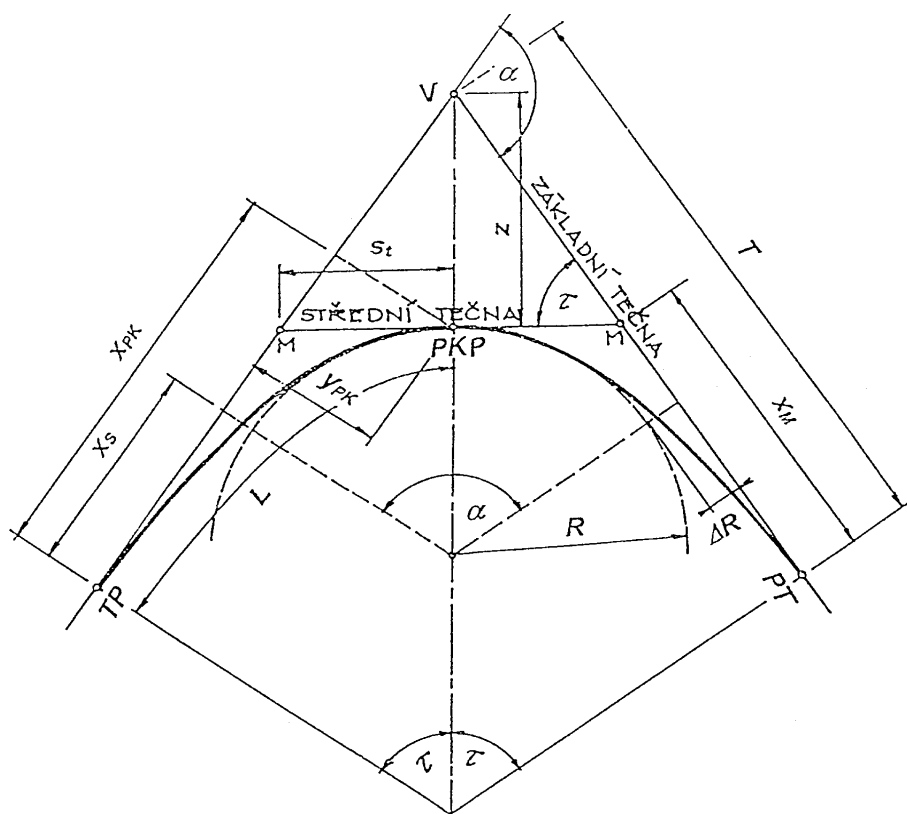
parametr zaokrouhlíme na hodnotu **A = 165**,

a skutečné vytyčovací hodnoty hlavních bodů dostáváme pronásobením tabulkových hodnot vztahem $\frac{A}{\bar{a}}$, což v našem případě je $\frac{165}{100} = \underline{1,65}$

Pro přehlednost výpočet sestavíme do tabulky.

$\bar{a}=100$	$\bar{l}$	$\bar{r}$	$\bar{\Delta r}$	$\bar{x}_s$	$\bar{x}_M$	$\bar{st}$	$\bar{z}$	$\bar{t}$	$\bar{x}$	$\bar{y}$
13,70	65,6047	152,4280	1,1746	32,7518	43,8431	21,9652	4,8012	66,3268	65,3016	4,6905
0,08	0,1912	-0,4426	0,0103	0,0949	0,1613	0,0652	0,0433	0,2019	0,1868	0,0410
$\tau = 13,78$	65,7959	151,9854	1,1849	32,8467	44,0044	22,0304	4,8445	66,5287	65,4884	4,7315
A=165	108,563	250,776	1,955	54,197	72,607	36,350	7,993	109,772	108,055	7,807
	L	R	ΔR	x_s	x_M	st	z	T	x_{PKP}	y_{PKP}

Schéma „čistého“ symetrického klotoidického přechodnicového oblouku (biklotoidu) je vidět na následujícím obrázku.

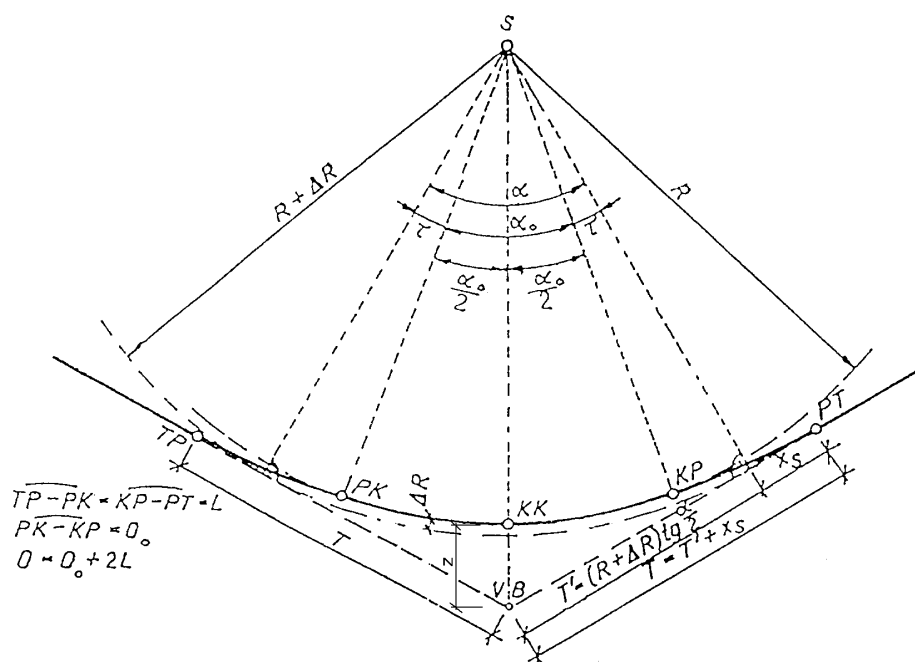


SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KRUŽNICOVÝ OBLOUK S PŘECHODNICEMI

Bylo již řečeno, že jízda v přímé a v kružnicovém oblouku při správně vytvořeném dostředném sklonu nepůsobí žádné obtíže. Ty způsobuje pouze přechod z přímé do oblouku a naopak, který se však usnadňuje přechodnicemi. To je nejjednodušší a nejčastější případ použití klotoidy, při němž jen zbývá stanovit její vhodnou délku. V ČSN 73 6101 je délka určena z hlediska estetického působení trasy a ve stísněných poměrech ze závislosti návrhové rychlosti a způsobu klopení jízdního pásu.

Máme-li mezi přímkou a kružnicovým obloukem vložit přechodnice, musí se oblouk odsunout o hodnotu ΔR od hlavní tečny. Tato okolnost ovlivní výpočet základních vytyčovacích prvků od klasického výpočtu prostého kružnicového oblouku, což je vidět na obrázku.



Z obrázku vyplývá, jak vypočítáme délku tečny odsunutého oblouku, hlavní tečnu, vzepětí oblouku (bisektrisa) a délku kružnicového oblouku. Při určování vytyčovacích prvků kružnicového oblouku se symetrickými přechodnicemi vycházíme z návrhové rychlosti V_n , velikosti poloměru R a ze středového úhlu α . Délku přechodnice L navrhujeme podle podmínek ČSN 73 6101. V tabulkách vyhledáme základní vytyčovací prvky přechodnice nebo je spočítáme podle vzorců. Jde o hodnoty A , R , L , ΔR , x_{PK} , y_{PK} , x_M , x_S , s_t , τ . Prověříme, zda platí **podmínka** $\alpha \geq 2\tau$ a zda je nutné přechodnici navrhovat, tzn. zda je $\Delta R > 0,25 \text{ m}$.

Abychom mohli vynést vytyčovací prvky klotoidy, potřebujeme znát polohu bodu TP (PT), to znamená zjistit délku **hlavní tečny**, pro kterou platí vztah

$$T = T' + x_s$$

T' je délka tečny ke kružnicovému oblouku o poloměru $R + \Delta R$:

$$T' = (R + \Delta R) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Vynesením vzdálenosti x_M dostaneme na tečně směrového polygonu bod M , který je průsečíkem společné tečny přechodnice a kružnice v bodě PK (KP) s tečnou směrového polygonu. Polygonová a společná tečna svírají úhel τ , od společné tečny vytyčujeme

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

podrobné body kružnicového oblouku. Vzdálenost z (bisektrisu) vrcholu oblouku od vrcholového bodu směrového polygonu (vzepětí), určíme ze vztahu :

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

Vzepětí kružnicového oblouku vůči průsečíku pomocných tečen z_0 bude obdobně :

$$z_0 = R \cdot \frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - R = R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - 1 \right) = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha_0}{2} - 1 \right) ;$$

$$\alpha_0 = \alpha - 2\tau$$

a délku „malé“ tečny kružnicového oblouku o poloměru R podle vztahu :

$$T_0 = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}$$

Délka kružnicového oblouku mezi body **PK** a **KP** je dána výrazem :

$$O_0 = R \cdot \operatorname{arc} \alpha_0$$

Délka celého oblouku včetně přechodnic pak rovnicí :

$$O = L + O_0 + L = 2 \cdot L + O_0$$

Výpočet podrobných bodů klotoidické přechodnice a kružnicového oblouku provedeme známým způsobem podle vytyčení, pravoúhlými nebo polárními souřadnicemi. Pro výpočet můžeme použít tabulky Prof. Ing. V. Veselého a Ing. J. Kašpárka: Klotoida: Doc. Ing. J. Puchříka, CSc.: Silnice a dálnice - Klotoida a nebo Ing. A. Kutnohorského: Vytyčovací tabulky pro klotoidické přechodnice ke kruhovým obloukům.

PŘÍKLAD :

Vypočítejte hlavní vytyčovací prvky kružnicového oblouku se symetrickými krajními klotoidickými přechodnicemi, když je dán středový úhel $\alpha = 73,1833^\circ$, poloměr oblouku $R = 370,00 \text{ m}$ a délky přechodnice $L = 120,00 \text{ m}$.

VÝPOČET :

Provedeme podle tabulek Ing. A. Kutnohorského. V první skupině vytyčovacích tabulek vyhledáme pro délku přechodnice $L = 120,00 \text{ m}$ a pro poloměr $R = 370,00 \text{ m}$ hlavní určovací prvky :

- odsun oblouku od hlavních tečen..... $\Delta R = 1,620 \text{ m}$
- vzdálenost středu kružnicového oblouku od začátku přechodnic $x_s = 59,947 \text{ m}$
- souřadnice konce přechodnice **PK (KP)**..... $x_{PK} = 119,685 \text{ m}$
 $y_{PK} = 6,474 \text{ m}$
- tečnový úhel..... $\tau = 10,3236^\circ$

V této tabulce je uveden ještě parametr klotoidy $A = 210,713$, který však prozatím nepotřebujeme. Podle něho se vyhledají pro vytyčování v terénu pravoúhlé souřadnice jednotlivých bodů a vypočte se odklon příčných řezů od kolmic k hlavní tečně.

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

V dalším výpočtu postupujeme tak, že si vypočítáme středový úhel, který zůstane po vložení přechodnic pro „čistý“ kružnicový oblouk.

$$\underline{\alpha}_0 = \alpha - 2\tau = 73,1833 - 2 \cdot 10,3236 = 73,1833 - 20,6472 = \underline{52,5361^\circ}$$

Délku tohoto „čistého“ kružnicového oblouku vypočítáme podle vztahu :

$$\underline{O}_0 = R \cdot \text{arc } \alpha_0 = R \cdot \frac{\pi \cdot \alpha_0}{200} = 370,00 \cdot 0,825235 = 305,337 = \underline{305,34 \text{ m}}$$

Dále vypočítáme tečnu „čistého“ kružnicového oblouku T_0 a vzepětí z_0 podle známých vzorců :

$$\underline{T}_0 = R \cdot \text{tg } \frac{\alpha_0}{2} = 370,00 \cdot 0,437747 = 161,966 = \underline{161,97 \text{ m}}$$

$$\begin{aligned} \underline{z}_0 &= R \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha_0}{2}} - 1 \right) = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha_0}{2} - 1 \right) = 370,00 \cdot 0,091615 = 33,897 = \\ &= \underline{33,90 \text{ m}} \end{aligned}$$

Hlavní tečnu, tj. vzdálenost začátku přechodnice od vrcholového bodu tečnového polygonu, vypočítáme podle vzorce :

$$\begin{aligned} \underline{T} &= T' + x_s = (R + \Delta R) \cdot \text{tg } \frac{\alpha}{2} + x_s = \\ &= (370,000 + 1,620) \cdot 0,647734 + 59,947 = \\ &= 371,620 \cdot 0,647734 + 59,947 = \\ &= 240,711 + 59,947 = 300,658 = \underline{300,66 \text{ m}} \end{aligned}$$

Velikost vzepětí oblouku (bisektrisu) :

$$\begin{aligned} \underline{z} &= (R + \Delta R) \cdot \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) + \Delta R = (R + \Delta R) \cdot \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) + \Delta R = \\ &= 371,620 \cdot 0,191452 + 1,620 = \\ &= 71,147 + 1,620 = 72,767 = \underline{72,77 \text{ m}} \end{aligned}$$

Délka celého oblouku včetně přechodnic :

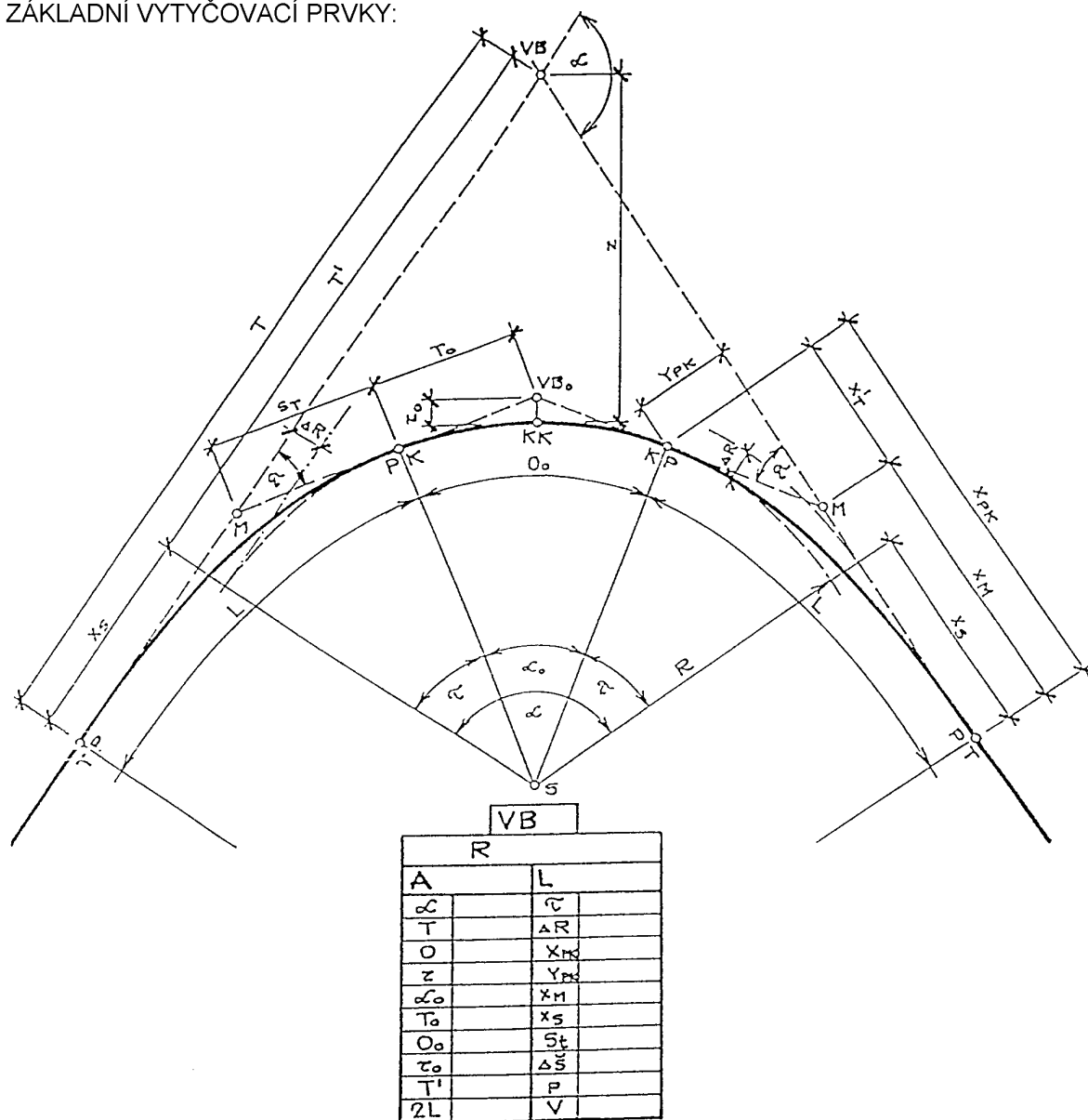
$$\underline{O} = O_0 + 2 \cdot L = 305,34 + 2 \cdot 120,00 = \underline{545,34 \text{ m}}$$

Tím je úloha vyřešena, výpočet podrobných vytyčovacích bodů bychom vypočítali buď pro pravoúhlé nebo polární souřadnice. Zjednodušené vytyčovací schéma kružnicového oblouku se symetrickými přechodnicemi je vidět na následujícím obrázku.

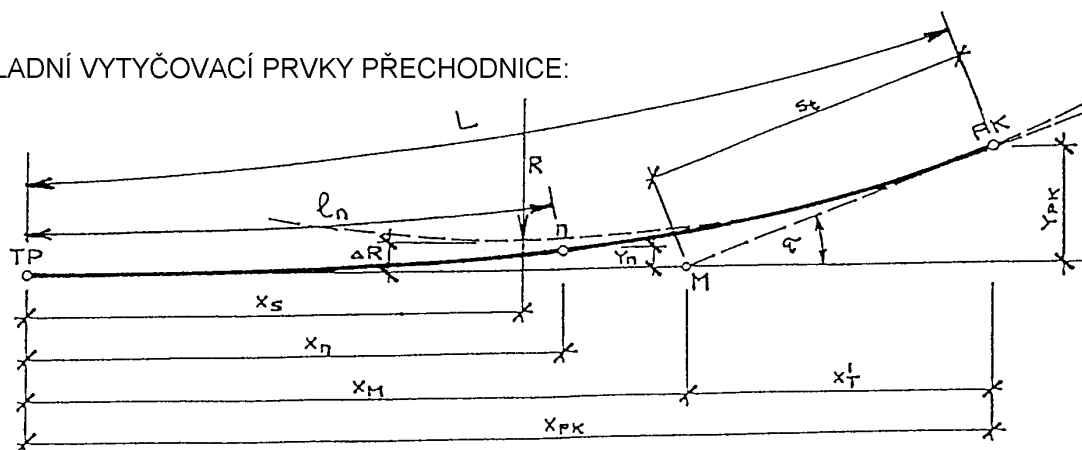
SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KRUŽNICOVÝ OBLOUK SE SYMETRICKÝMI PŘECHODNICEMI

ZÁKLADNÍ VYTYČOVACÍ PRVKY:



ZÁKLADNÍ VYTYČOVACÍ PRVKY PŘECHODNICE:



SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

KRUŽNICOVÝ OBLOUK SE SYMETRICKÝMI PŘECHODNICEMI

VÝPOČET PRVKŮ PŘECHODNICE :

$$L = (1 \div 1,5) \cdot V_n \quad \text{nebo} \quad L = (1/9 \div 1) \cdot R ;$$

$$A^2 = R \cdot L$$

$$\Delta R = y_{PK} - R(1 - \cos \tau) = \frac{L^2}{24 R} ;$$

$$x_s = x_{PK} - R \sin \tau = L \left(\frac{1}{2} - \frac{\tau^2}{60} + \frac{\tau^4}{2160} \right) ;$$

$$x'_T = y_{PK} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \tau} = y_{PK} \cdot \operatorname{cotg} \tau ;$$

$$x_{PK} = L - \frac{L^5}{40 A^4} + \frac{L^9}{3456 A^8} - \dots ;$$

$$y_{PK} = \frac{L^3}{6 A^2} - \frac{L^7}{336 A^6} + \frac{L^{11}}{42240 A^{10}} - \dots ;$$

$$\operatorname{arc} \tau = \frac{L}{2 R} = \frac{L^2}{2 A^2} = \frac{A^2}{2 R^2} \Rightarrow \tau$$

$$x_M = x_{PK} - x'_T ; \quad s_t = \frac{y_{PK}}{\sin \tau} ;$$

Hodnoty vypočítáme nebo odečítáme v tabulkách :

[1] Prof. Ing. V. Veselý,

Ing. J. Kašpárek :

Klotoida. Vytyčovací
tabulky přechodnicových oblouků,

VUT Brno, 1972

[2] Ing. A. Kutnohorský :

Vytyčovací tabulky pro
klotoidické přechodnice
ke kruhovým obloukům.
SNTL Praha, 1974

[3] Ing. J. Puchřík :

Silnice a dálnice.

Klotoida. VUT Brno,
1987

VÝPOČET SOUŘADNIC LIBOVOLNÉHO BODU „n“ PŘECHODNICE :

$$x_n = l_n - \frac{l_n^5}{40 A^4} + \frac{l_n^9}{3456 A^8} ;$$

$$y_n = \frac{l_n^3}{6 A^2} - \frac{l_n^7}{336 A^6} + \frac{l_n^{11}}{42240 A^{10}} ;$$

$$\operatorname{tg} \sigma_n = \frac{y_n}{x_n} \Rightarrow \sigma_n$$

$$t_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} = \frac{x_n}{\cos \sigma_n} = \frac{y_n}{\sin \sigma_n} ;$$

VÝPOČET PRVKŮ KRUŽNICOVÉHO OBLOUKU :

$$R_{min} = 0,3 \frac{V_n^2}{p} ;$$

$$T_0 = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} ;$$

$$T' = (R + \Delta R) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} ;$$

$$z_0 = R \cdot \left(\sec \frac{\alpha_0}{2} - 1 \right) ;$$

$$T = T' + x_s ;$$

$$O_0 = R \cdot \frac{\pi \cdot \alpha_0}{180} = R \cdot \frac{\pi \cdot \alpha_0}{200^g} ;$$

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

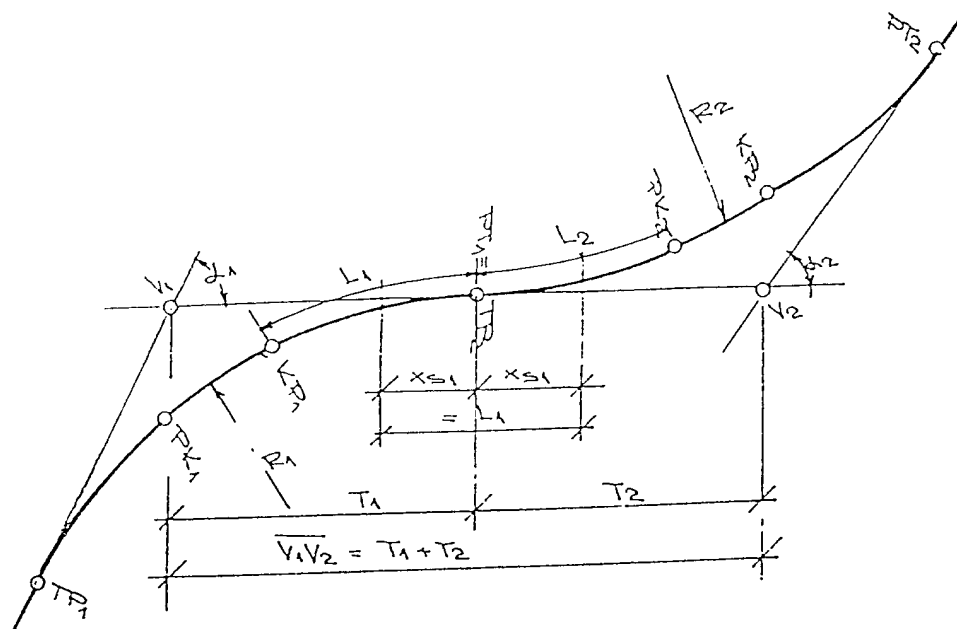
$$O = O_0 + 2 L ;$$

$$\alpha_0 = \alpha - 2 \tau ;$$

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

PROTISMĚRNÉ OBOUKY

Kružnicové protisměrné oblouky bez přechodnic je třeba navrhovat tak, aby mezi nimi byla dostatečně dlouhá mezipřímá, podle **ČSN 73 6101 min 2 . V_n** . Ta je žádoucí pro zabezpečení plynulé jízdy automobilu, aby při jízdě z jednoho do druhého oblouku nedošlo k náhlé změně odstředivého zrychlení, což je dopravně závadné. Při použití protisměrných kružnicových oblouků s přechodnicemi by měla být **mezipřímá** delší než **15 m**, když to není možné, tak mezi protisměrné oblouky vkládáme tzv. vratnou přechodnici, bez mezipřímé. Přechodnice protisměrných kružnicových oblouků se dotýkají v **inflexním bodě**, v němž mají dvě klotoidy poloměr křivosti $R = \infty$. Parametry obou přechodnic se mohou lišit, je však žádoucí, aby byly pokud možno stejné, protože jen v tom případě je přechod tzv. příčných rázů (odstředivého příčného zrychlení) zcela plynulý. Podle ČSN 73 6101 poměr jejich parametrů ($A_2 : A_1$) nemá být větší než **1,5** a poměr poloměrů oblouků $R_2 : R_1$ se doporučuje menší než **2**, přičemž A_2 a R_2 je větší hodnota. Princip řešení protisměrných oblouků je vidět na následujícím obrázku.



Princip řešení protisměrných oblouků :

je dáno - směrový polygon - společná tečna dvou protisměrných oblouků:

$$\overline{V_1 V_2} = [m],$$

- středové úhly : $\alpha_1 ; \alpha_2 ; [^\circ ; ^\circ]$,

- poloměry kružnicových oblouků : $R_1 ; R_2 ; [m]$,

Podstatou řešení bude, aby se sousední přechodnice protisměrných kružnicových oblouků dotýkaly (inflexní bod), a aby byly zhruba stejně dlouhé.

Postup řešení :

$$\overline{V_1 V_2} = T_1 + T_2 ; \quad T_1 = T'_1 + x_{s1} = (R_1 + \Delta R_1) \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + x_{s1} ;$$

$$T_2 = T'_2 + x_{s2} = (R_2 + \Delta R_2) \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} + x_{s2} ;$$

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

potom

$$T_1 + T_2 = (R_1 + \Delta R_1) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + (R_2 + \Delta R_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} + x_{s1} + x_{s2} ;$$

Když pomineme, že ΔR_1 a ΔR_2 jsou malé hodnoty, můžeme napsat :

$$T'_1 = R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} ; \quad \text{a} \quad T'_2 = R_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} ;$$

potom určíme délku přechodnice L_1 přibližně shodou se součtem $x_{s1} + x_{s2}$, tj.

$$L_1 = x_{s1} + x_{s2} = \overline{V_1 V_2} - \left(R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + R_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} \right) ;$$

V tabulkách, případně výpočtem, zjistíme pro R_1 a L_1 všechny vytyčovací prvky první přechodnice x_{s1} , x_{m2} , ΔR_1 atd. a vypočítáme :

$$T_1 = (R_1 + \Delta R_1) \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + x_{s1} ;$$

potom druhá přechodnice bude :

$$T_2 = \overline{V_1 V_2} - T_1$$

$$(R_2 + \Delta R_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} + x_{s2} = \overline{V_1 V_2} - T_1 ,$$

a dosazením za

$$\Delta R_2 = \frac{L_2^2}{24 R_2} \quad \text{a} \quad x_{s2} = \frac{L_2}{2} ,$$

dostaneme

$$T_2 = \left(R_2 + \frac{L_2^2}{24 R_2} \right) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} + \frac{L_2}{2}$$

a po úpravě dostaneme kvadratickou rovnici tvaru :

$$\frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}}{24 R_2} \cdot L_2^2 + \frac{1}{2} L_2 + \left(R_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} - T_2 \right) = 0$$

L_2 určíme jako kořeny kvadratické rovnice :

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a \cdot c}}{2 \cdot a} \Rightarrow \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} \Rightarrow L_2 ;$$

potom spočítáme parametr druhé přechodnice :

$$A_2 = \sqrt{R_2 \cdot L_2}$$

Z tabulek pro jednotkovou přechodnici (Prof. Veselého nebo Ing. Puchříka) určíme vytyčovací prvky požadované přechodnice L_2 a provedeme kontrolu výpočtu :

$$T_1 + T_2 = \overline{V_1 V_2} , \text{ když } T_2 \text{ bude :}$$

$$T_2 = x_{s2} + (R_2 + \Delta R_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2}$$

SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

V praxi se často využíval přibližný výpočet délek vratných přechodnic, kdy se určovala přípustná mezipřímka a nebo krátké překrytí přechodnic do délky $d = \frac{A_1 + A_2}{40}$. Krátké překrytí nebo krátká mezipřímka nejsou na závadu, protože leží v oblasti, kde se prakticky průběh od přímky neliší.

PŘÍKLAD :

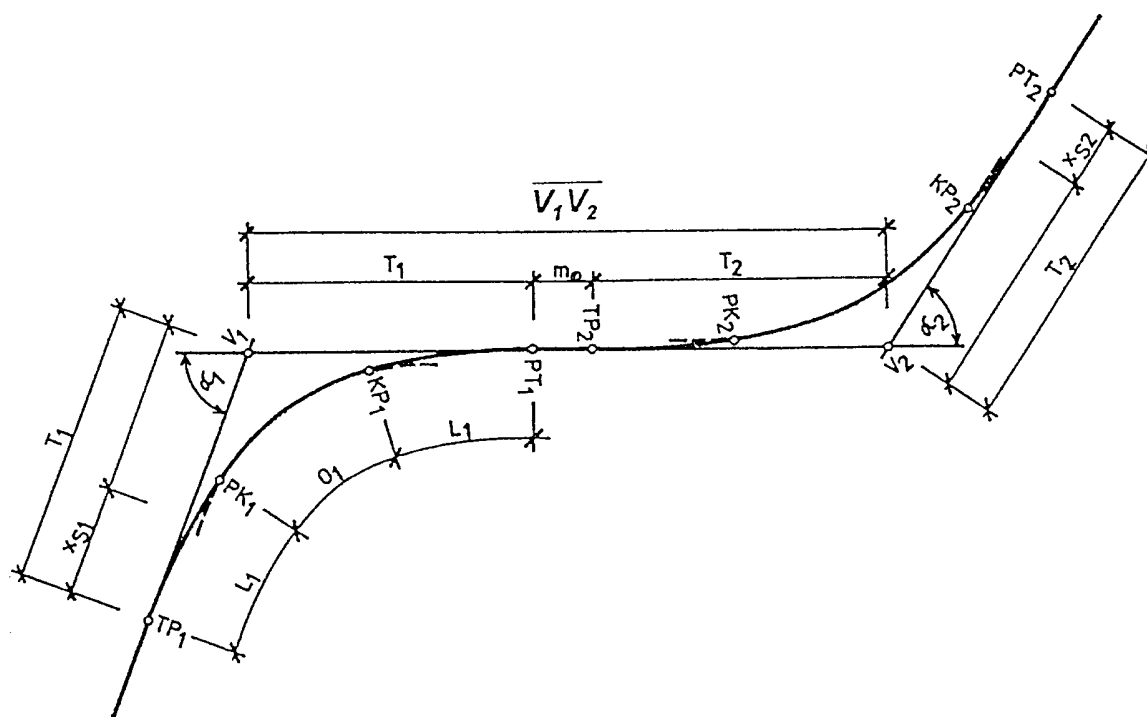
Navrhnete a vypočítejte vytyčovací prvky protisměrných kružnicových oblouků s přechodnicemi, když je délka polygonové strany $\overline{V_1V_2} = 400,00 \text{ m}$. Středové úhly $\alpha_1 = 34,00^\circ$; $\alpha_2 = 40,00^\circ$ a kategorie silniční komunikace je S 9,5/60.

VÝPOČET :

Výpočet provedeme přibližovací metodou, kde nedosahujeme přesně inflexního bodu, pro praktické potřeby ročníkového projektu však bohatě stačí. Na délkách do **5 m** je rozdíl mezi přímkou a klotoidou nepostřehnutelný.

- pro danou rychlost a středové úhly α_1 a α_2 zvolíme poloměry kružnicových oblouků,
- spočítáme délku mezipřímé při použití prostých (čistých) kružnicových oblouků,
- z tabulek pro jednotkovou přechodnici vypočítáme základní vytyčovací hodnoty, resp. vyhledáme v tabulkách,
- vypočítáme přesně velikost jednotlivých tečen a porovnáme součet se stranou polygonu $\overline{V_1V_2}$.

Motiv výpočtu je vidět na následujícím obrázku.



SMĚROVÉ NÁVRHOVÉ PRVKY

Pro návrhovou rychlost $V_n = 60 \text{ km/h}$, středové úhly α_1 a α_2 navrhujeme poloměry oblouků do daného motivu (tečnového polygonu) a minimální délky klotoidických přechodnic.

$$L_1 = L_2 = (1 \div 1,5) \cdot V_n \Rightarrow \text{volíme } L_{\min} = 90,00 \text{ m},$$

pro daný tečnový polygon navrhujeme :

$$R_1 = 400,00 \text{ m} \quad \text{a} \quad R_2 = 600,00 \text{ m}.$$

Vypočítáme rozdíl polygonové strany $\overline{V_1V_2}$ a tečen prostých kružnicových oblouků T_1' a T_2' :

$$\begin{aligned} m &= \overline{V_1V_2} - T_1' - T_2' = \overline{V_1V_2} - R_1 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} - R_2 \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} = \\ &= 400,00 - 400,00 \cdot 0,273569 - 600,00 \cdot 0,324920 = \\ &= 400,00 - 109,427 - 194,952 = 400,00 - 304,38 = \underline{95,62 \text{ m}} \end{aligned}$$

Při návrhu přechodnic by mělo zhruba platit, že

$$m = x_{s_1} + x_{s_2}$$

Z tabulek „Klotoida“ vypíšeme vytyčovací hodnoty pro navržené poloměry R_1 a R_2 a nejbližší větší délku přechodnic tak, aby hodnota $(x_{s_1} + x_{s_2})$ byla přibližně rovna 95,62 m.

Pro $R_1 = 400,00 \text{ m} \Rightarrow x_{s_1} = 45,106 \text{ m}; L_1 = 90,250 \text{ m} \dots$ atd.

Pro $R_2 = 600,00 \text{ m} \Rightarrow x_{s_2} = 47,990 \text{ m}; L_2 = 96,000 \text{ m} \dots$ atd.

Všechny vytyčovací hodnoty pro R_1 a R_2 vypíšeme do přehledné tabulky :

A_1	τ_1^g	L_1	R_1	ΔR_1	x_{s_1}	x_{m_1}	x_{PK_1}	y_{PK_1}	st_1
190,00	7,1819	90,250	400,00	0,848	45,106	60,207	90,135	3,391	30,120
240,00	5,0930	96,000	600,00	0,640	47,990	64,021	95,939	2,559	32,020
A_2	τ_2^g	L_2	R_2	ΔR_2	x_{s_2}	x_{m_2}	x_{PK_2}	y_{PK_2}	st_2

Posoudíme, zda vyhovuje mezipřímá :

$$m_0 = \overline{V_1V_2} - T_1 - T_2 = 0$$

nejprve vypočítáme délky tečen T_1 a T_2

$$\begin{aligned} T_1 &= (R_1 + \Delta R_1) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1}{2} + x_{s_1} = (400,00 + 0,848) \cdot 0,273569 + 45,106 = \\ &= 400,848 \cdot 0,273569 + 45,106 = 109,66 + 45,106 = 154,766 = \underline{154,77 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= (R_2 + \Delta R_2) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_2}{2} + x_{s_2} = (600,00 + 0,640) \cdot 0,324920 + 47,990 = \\ &= 600,640 \cdot 0,324920 + 47,990 = 195,159 + 47,990 = 243,149 = \underline{243,15 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$m_0 = \overline{V_1V_2} - (T_1 + T_2) = 400,00 - (154,77 + 243,15) = 400,00 - 397,92 = \underline{2,08 \text{ m}}$$

Tato mezipřímá je tak malá (krátká), že ji můžeme považovat za inflexi.

PŘÍČNÝ SKLON SILNIČNÍCH A DÁLNIČNÍCH KOMUNIKACÍ

PŘÍČNÝ SKLON A DOSTŘEDNÝ SKLON

Z provozního hlediska by byl ideální příčný sklon nulový v přímce. Ve směrových obloucích je pro alespoň částečnou eliminaci účinků odstředivé síly prováděn jednostranný dostředný příčný sklon.

V přímé se zpravidla provádí sklon střechovitý. Z důvodu snadnějšího odvodnění, ve vhodných terénních podmínkách, v oblasti úrovnových křižovatek apod., může být proveden i jako jednostranný. Změny střechovitého sklonu na jednostranný musí být provedeny plynule tak, aby byly co nejméně patrné.

Základní příčný sklon jízdních pruhů v přímé i v obloucích, pokud nevyžadují sklon větší, se bez ohledu na druh krytu navrhuje zpravidla 2,5 %, nejméně 2,0 %.

Dostředný sklon ve směrových obloucích musí být v odpovídajícím vztahu k návrhové rychlosti a k poloměru podle údajů uvedených v ČSN. Největší dovolené hodnoty dostředného sklonu pro návrhové rychlosti v území pahorkovitém a horském odpovídají nejmenším hodnotám směrových oblouků. V území rovinatém a mírně zvlněném se použijí jako největší hodnoty o 0,5 % nižší. Přitom však nesmí být s výjimkou toček navržen dostředný sklon větší než 6 % v území s častými námrazami.

U všech oblouků, jejichž poloměr nedosahuje hodnot, u nichž podle ČSN již není třeba dostředného sklonu a které nevyžadují většího dostředného sklonu, než je sklon základní, se navrhne dostředný sklon v hodnotě 2,5 %, nejméně však 2,0 %. Přechod střechovitého sklonu do jednostranného dostředného se provádí klopením (otáčením) jízdních pruhů. Klopení dostředného sklonu se vytváří otáčením uvažované části příčného řezu nejčastěji kolem :

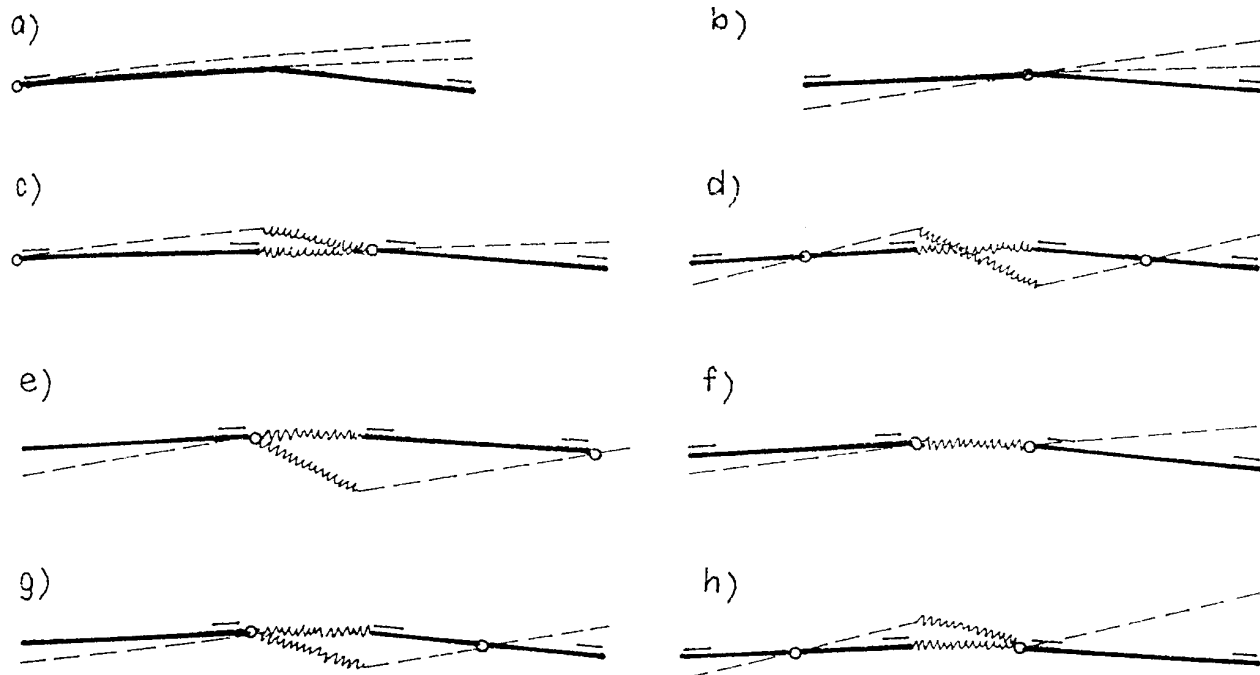
- a) osy jízdního pásu
- b) vnějšího okraje vodicího proužku.

Toto klopení, nebo-li postupná změna příčného sklonu, se provádí na délku přechodnice (stejně jako rozšíření) postupným zvedáním vnější hrany vozovky po plynulé křivce, která se nazývá vzestupnice (sestupnice).

KLOPENÍ PŘÍČNÉHO ŘEZU JÍZDNÍHO PÁSU

ZPŮSOBY KLOPENÍ

Střechovitý příčný sklon jízdního pásu se klopí zásadně nejdříve podle osy jízdního pásu. Po dosažení jednostranného příčného sklonu se v případě potřeby většího dostředného sklonu klopí dále podle způsobů uvedených níže na obr. a, a obr. b



Způsoby dostředného klopení jízdního pásu v obloucích

Na směrově rozdělených komunikacích se klopí každý jízdní pás zvlášť (obr. c až h).

Způsob klopení je závislý na sledovaném účelu, např. na jednoduchosti provádění (obr. c), zploštění vypuklého výškového oblouku (obr. e), zmírnění vzestupnic a sestupnic (obr. d), zachování vodorovného středního dělicího pásu (obr. f), popř. jeho minimálního příčného sklonu (obr. g a h) a na možnosti snadného odvodnění sestupnicových proláklín bez zvýšení nákladů, popřípadě na nutné prohlubování odvodňovacích zařízení (obr. d až h).

Ve všech případech je ovšem třeba přezkoušet a zajistit plynulý odtok srážkové vody i z nejnižších míst koruny silniční komunikace.

Je-li při klopení podle obr. a, c a e vychýlen vnější vodící proužek až za přídatný pruh (pro pomalá vozidla, odbočovací nebo připojovací), klopí se jízdní pás kolem teoretického pokračování původní (ještě nevychýlené) vnější hrany vnějšího vodícího proužku, takže osa klopení zůstává i v úsecích s přídatnými pruhy na témž místě, jako v trase bez přídatných pruhů.

KLOPENÍ PŘÍČNÉHO ŘEZU JÍZDNÍHO PÁSU

VZESTUPNICE

Vzestupnice (sestupnice) se zpravidla navrhuje do délky přechodnice. Přitom však musí být zachována její nejmenší délka podle ČSN 73 6101, jinak je třeba délku přechodnice zvětšit. Nelze-li délku přechodnice zvětšit, nebo není-li nezbytná, lze vzestupnici (sestupnici) částečně nebo úplně posunout do navazující přímé. U kružnicového oblouku o poloměru, pro který by výpočtová hodnota podle ČSN již dostředný sklon nevyžadovala, ale požaduje se podle R_{min} , lze vzestupnici (sestupnici) umístit i do jeho kružnicové části. Půdorysně se vzestupnice (sestupnice) umísťuje do vnějšího okraje nevychýleného vodícího proužku, který při zvoleném způsobu klopení mění svou výškovou polohu a provádí se zásadně v jednotném přímkovém podélném sklonu. Lomený přímkový podélný sklon se provede tehdy, jestliže v rozmezí základních příčných sklonů **-2,5 % (min -2,0 %) až +2,5 % (min +2,0 %)** je nutno uplatnit nejmenší podélný sklon vzestupnice (sestupnice) Δs . Sklon vzestupnice (sestupnice) Δs je rozdílem mezi podélnými sklony okraje nerozšířeného jízdního pásu a osy klopení:

$$\Delta s = \frac{p_2 - p_1}{L_{vz}} \cdot a',$$

kde Δs je sklon vzestupnice,

p_2 (%) příčný sklon jízdního pásu na konci vzestupnice (sestupnice),

p_1 (%) příčný sklon jízdního pásu na začátku vzestupnice (sestupnice),

L_{vz} (m) délka vzestupnice (sestupnice),

a' (m) vzdálenost okraje jízdního pásu od osy klopení.

V průběhu celé délky vzestupnice nesmí být překročen její největší sklon a v rozmezí základních příčných sklonů zpravidla **-2,5 % až +2,5 %** (nejméně **-2,0 % až +2,0 %**) nesmí klesnout pod hodnotu nejmenšího sklonu vzestupnice (sestupnice).

Největší a nejmenší sklony vzestupnice (sestupnice) jsou uvedeny v následující tabulce.

NEJVĚTŠÍ A NEJMENŠÍ SKLONY VZESTUPNICE (SESTUPNICE)

Návrhová rychlost v km/h	max Δs (%)		min Δs (%)	
	$a' \leq 4,25$ m	$a' > 4,25$ m	$a' \leq 4,25$	$a' > 4,25$ m
≤ 50	1,2	1,4	0,1 a'	0,07 a' ($\leq \max \Delta s$)
60 až 70	1,0	1,2		
80 až 90	0,7	0,85		
100 až 120	0,6	0,7		

Lomy na začátku a konci vzestupnice (sestupnice) se výškově zaoblí na délku tečny, rovnající se minimálně 1/6 délky vzestupnice (sestupnice), přičemž se vypočtená délka vzestupnice (sestupnice) prodlouží o dvojnásobek délky tečny. Od zaoblení lze však upustit v případech, kdy největší svislá pořadnice zaoblení y_{max} nepřestoupí hodnotu 0,025 m.

KLOPENÍ PŘÍČNÉHO ŘEZU JÍZDNÍHO PÁSU

Nejmenší délka vzestupnice (sestupnice) $L_{vz\ min}$ v m se vypočítá ze vzorce :

$$L_{vz\ min} = \frac{h_0 \cdot 100}{\max \Delta s} \quad \text{nebo} \quad \frac{h_h \cdot 100}{\max \Delta s},$$

kde $\max \Delta s$ je maximální podélný sklon vzestupnice (sestupnice) podle ČSN 73 6101 (v %)

h_0 (h) převýšení vnějšího okraje vodicího proužku v m; při klopení kolem osy jízdního pásu :

$$h_0 = \frac{(a + v_{1(2)}) \cdot (p_2 - p_1) + \Delta a \cdot p_2}{100}$$

a při klopení kolem vnějšího okraje vodicího proužku :

a) výchozí příčný řez se střechovitým sklonem s okraji jízdního pásu ve stejné výšce :

$$h_h = \frac{(2a + 2v + 2\Delta a) \cdot p_2}{100} \quad (\text{dvoupruhová silnice}),$$

b) výchozí příčný řez s dostředným sklonem s okraji jízdního pásu v různé výšce :

$$h_h = \frac{(2a + 2v + 2\Delta a) \cdot (p_2 - p_1)}{100} \quad (\text{dvoupruhová silnice}),$$

$$h_h = \frac{(2a + v_1 + v_2 + 2\Delta a) \cdot (p_2 - p_1)}{100} \quad (\text{dálnice a vícepruhové silnice})$$

kde a je šířka jízdního pruhu v m,

Δs rozšíření jízdního pruhu v m,

p_1 příčný sklon na začátku vzestupnice (sestupnice) v %, p_1 se záporným znaménkem, pokud má vůči p_2 opačný smysl,

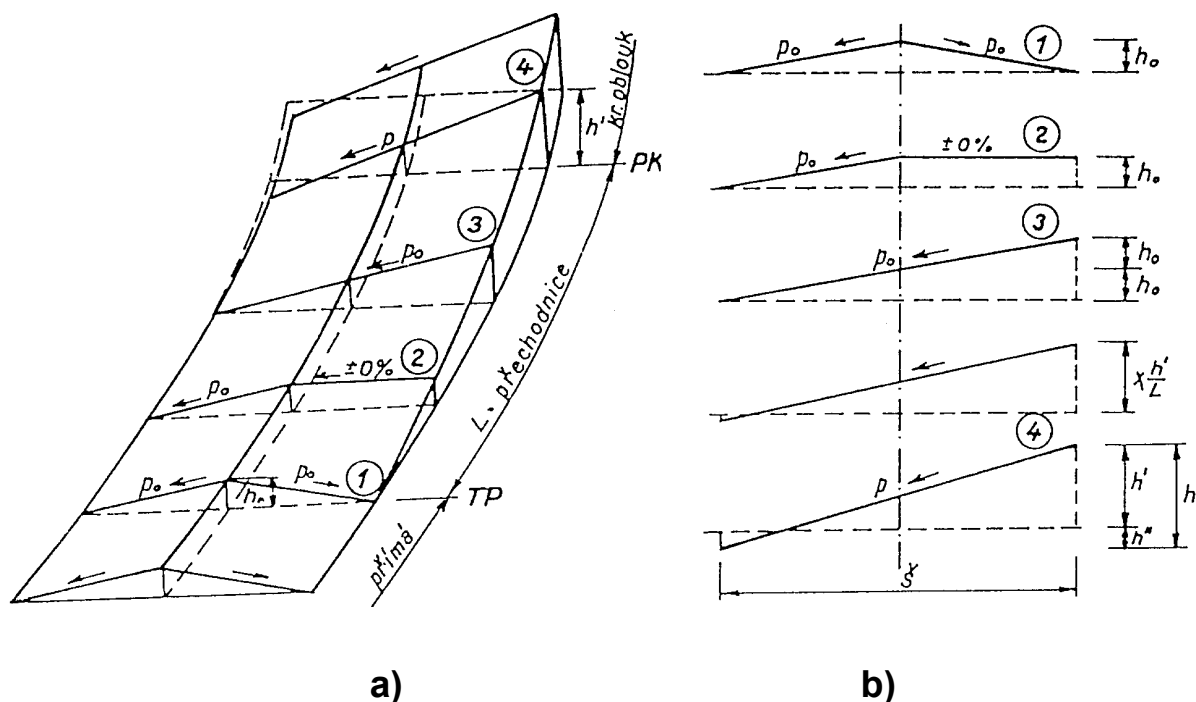
p_2 příčný sklon na konci vzestupnice (sestupnice) v %,

v (v_1, v_2) šířka vodicích proužků v m (pokud jsou rozdílné).

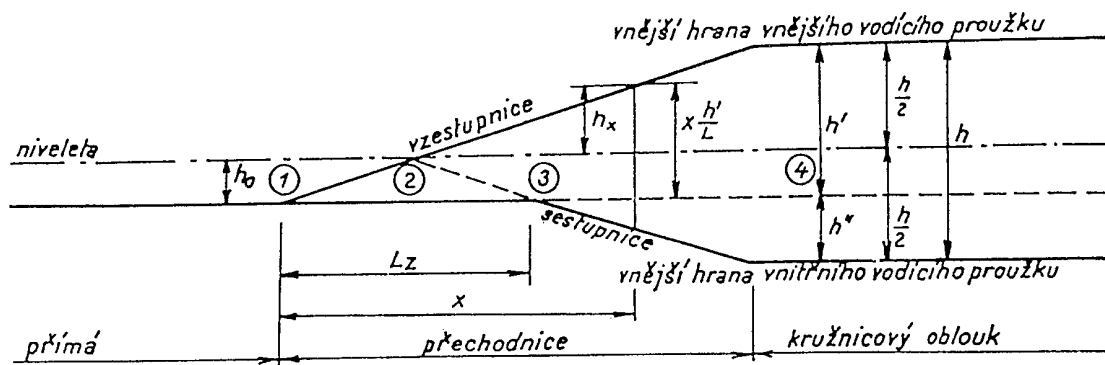
ZPŮSOBY KLOPENÍ PŘÍČNÉHO ŘEZU JÍZDNÍHO PÁSU

KLOPENÍ KOLEM OSY JÍZDNÍHO PÁSU

Klopení probíhá tak, že nejprve se začne zvedat vnější polovina jízdního pásu do vodorovné polohy (poloha 2 na obr. a, b, c) a zvedá se dále až celý jízdní pás dosáhne dostředného sklonu p_0 (poloha 3). Od tohoto okamžiku se začne otáčet celý pás kolem osy až do požadovaného dostředného sklonu p (poloha 4). Vnější hrana vytváří přitom vzestupnici a vnitřní sestupnici. Příčné řezy v jednotlivých polohách jsou na obrázku b.



Z obrázku c vyplývá výpočet kót vnější hrany vnějšího a vnější hrany vnitřního vodícího proužku.



c)

$$h_0 = \frac{\check{s} \cdot p_0}{200}$$

$$h = \frac{\check{s} \cdot p}{100}$$

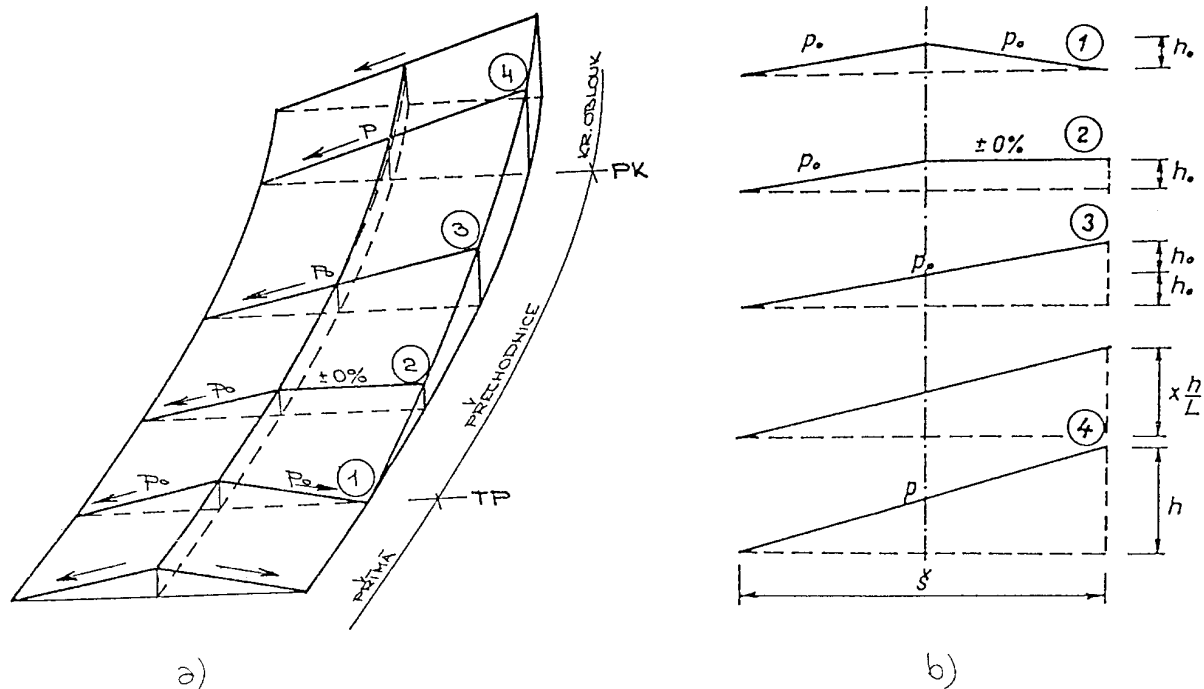
$$L_z = \frac{2 \cdot h_0 \cdot L}{\frac{h}{2} + h_0}$$

kde $\check{s}$ je šířka jízdního pásu a vodících proužků v m,
 p_0 je příčný sklon jízdního pásu v přímé v %,
 p je maximální dostředný sklon jízdního pásu v oblouku v %.

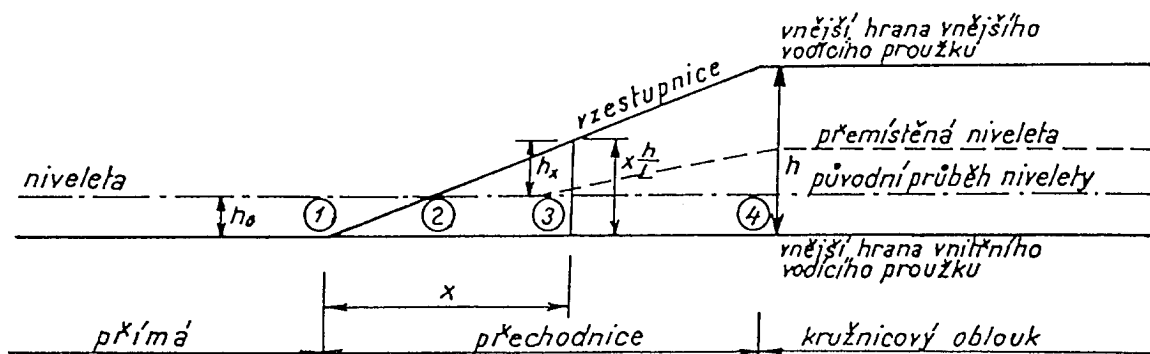
ZPŮSOBY KLOPENÍ

KLOPENÍ KOLEM VNĚJŠÍ HRANY VNITŘNÍHO VODICÍHO PROUŽKU

Tento způsob klopení probíhá tak, že v první fázi se nejprve zdvihá vnější polovina jízdního pásu do vodorovné (poloha 2 na obrázcích a a b a dále až celý jízdní pás dosáhne sklonu p_0 (poloha 3). Od tohoto okamžiku se začne otáčet celý jízdní pás kolem vnější hrany vnitřního vodícího proužku až do požadovaného maximálního dostředného sklonu p (poloha 4). Příčné řezy jednotlivých poloh jsou na obrázku b.



Z obrázku c vyplývá výpočet kót vnější hrany vnějšího a vnější hrany vnitřního vodícího proužku.



c)

$$h_0 = \frac{\check{s} \cdot p_0}{200} ;$$

$$h = \frac{\check{s} \cdot p}{100}$$

kde $\check{s}$ je šířka jízdního pásu a vodicích proužků
 p_0 je příčný sklon jízdního pásu v přímé
 p je maximální dostředný sklon jízdního pásu v oblouku

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO POZEMNÍ KOMUNIKACE

Pod pojmem „**DOKUMENTACE**“ rozumíme soubor písemností a výkresů, který je požadován pro dokumentační zajištění stavby pozemní komunikace.

Dokumentace stavby pozemní komunikace zahrnuje :

- studii (**ST**),
- dokumentaci pro územní rozhodnutí (**DÚR**),
- dokumentaci pro stavební povolení (**DSP**),
- dokumentaci pro zadání stavby (**DZS**),
- realizační dokumentaci stavby (**RDS**),
- dokumentace skutečného provedení stavby (**DSPS**).

Dokumentace stavby musí být omezena na nezbytný rozsah odpovídající jejímu druhu, charakteru, velikosti a složitosti.

Podle směrnic pro dokumentaci staveb pozemních komunikací se většinou písemnosti a výkresy objektů zpracovávají s těmito náležitostmi :

A Technická zpráva, která obsahuje

1. identifikační údaje objektu,
2. popis funkčního a technického řešení,
3. popis napojení na stávající komunikace, přístup na pozemky oddělené stavbou a vazby na stávající inženýrské sítě,
4. úprava režimu povrchových a podzemních vod a jejich ochrana,
5. zvláštní požadavky na postup stavebních prací a údržbu,
6. charakteristika a popis technického řešení pozemní komunikace
 - z hlediska péče o životní prostředí,
 - z hlediska bezpečnosti silničního provozu,
 - z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a provozu stavebních zařízení během výstavby,
 - popis řešení ochrany proti agresivnímu prostředí.

B Přehledná situace stavby ve vhodném měřítku

C Situace pozemní komunikace

Tento výkres zobrazuje navrženou komunikaci, křižovatky a křížení s ostatními komunikacemi, dotčené inženýrské sítě, demolice a ostatní úpravy v přiměřeném měřítku. Obvykle se použije měřítko 1:1000 a 1:2000. V případech složitých vztahů se užije měřítko 1:500. Pro jednoduchá technická řešení je někdy postačující i měřítko 1:5000.

D Podélný profil

Zpravidla se vypracuje v délkovém měřítku situace a výškovém měřítku s desetinásobným převýšením, tj. 1:500/50; 1:1000/100; 1:2000/200 a 1:5000/500.

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO POZEMNÍ KOMUNIKACE

E Vzorové příčné řezy

Vypracují se pro charakteristické a odlišné úseky komunikace (zářez, násyp, různý počet dopravních pruhů, větve křižovatek apod.). Kreslí se obvykle v měřítku 1:50, případně 1:100.

F Charakteristické příčné řezy

Kreslí se zpravidla v měřítku 1:100. Vypracují se v případě, kdy je nutné určit a zobrazit charakteristiky odlišných úseků.

G Výkresy detailních částí objektu

Kreslí se zpravidla v měřítkách 1:10 až 1:500. Jedná se zejména o podrobnosti odvodňovacích zařízení, drobných opěrných a zárubních zdí, bezpečnostních zařízení, dopravních značek a oplocení.

H Výkresy dopravních obslužných zařízení

Zpracují se v případech, kdy jsou součástí objektu pozemní komunikace. Jsou to především autobusové zastávky, parkoviště a jiné dopravní plochy a zařízení. Měřítko volí projektant.

I Výkresy dopravního značení

Obsahují návrh, druh a umístění svislých a vodorovných dopravních značek.

J Vytyčovací výkres v přiměřeném měřítku

(pokud se nezpracovává vytyčovací elaborát celé stavby).

Zpracování všech druhů dokumentace (písemností a výkresů) není vždy nutné. **Pro jednoduché stavby** lze zpracovat **zjednodušenou dokumentaci**.

Zjednodušená dokumentace přichází v úvahu v těch případech, kdy se územní rozhodnutí nevyžaduje, územní řízení se slučuje se stavebním řízením (umístění stavby je jednoznačné), stavební povolení se nevyžaduje a stačí pouze ohlášení a jedná se o jednoduchou stavbu. Zjednodušená dokumentace je také přípustná, jedná-li se o odstraňování následků havárií a živelných pohrom.

Zjednodušená dokumentace pro pozemní komunikace musí obsahovat alespoň :

1. **Průvodní zprávu** s popisem prací
2. **Situaci** ve vhodném měřítku (1:500, 1:1000, 1:2000, 1:2880, 1:5000)
3. **Vzorové příčné řezy** (1:50 až 1:200).

Pro běžné případy se požadují tyto náležitosti :

1. **Průvodní zpráva**
2. **Situace** ve vhodném měřítku (1:500 až 1:5000)
3. **Podélný profil** (1:1000/100 až 1:5000/500)
4. **Vzorové příčné řezy** (1:50 až 1:200)
5. **Charakteristické příčné řezy** .

Jedná-li se o velmi jednoduché stavby s jednoznačným umístěním, je možné vystačit i s průvodní zprávou obsahující podrobný popis prací a přehlednou situaci.

Zjednodušená dokumentace obvykle určuje předmětné zhotovovací práce stavby postačujícím způsobem. Lze ji tedy použít jako dokumentaci pro zadání stavby.

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

Projektem stavby silniční komunikace se rozumí souhrnné architektonické, technické, ekonomické a ekologické řešení stavby včetně návrhů a podmínek na provádění stavby. Projekt se zpracovává v rozsahu a podrobnostech potřebných pro územní rozhodnutí a stavební povolení.

Před vypracováním projektu stavby určí objednavatel (investor) projektantovi základní podmínky pro vedení trasy, kategorii komunikace a to zejména na základě výhledových záměrů rozvoje silničních a dálničních komunikací.

Při vypracování projektu je nutno přihlídnout též k poměrům hydrologickým, včetně stavu podzemní vody, geologickým, půdním a klimatickým (zejména sněhovým) a k ochraně zemědělského a lesního půdního fondu. Přitom nutno zajistit nejvyšší dosažitelnou bezpečnost, hospodárnost a pohodlí jízdy při stanovené návrhové rychlosti, stavebně a hospodářsky účelné a technicky správné řešení silniční komunikace, posouzené i z hlediska estetického a správného začlenění do krajiny a z hlediska vytváření a ochrany životního prostředí.

Pokud není možno ochranu životního prostředí řešit jiným vhodným umístěním silniční komunikace do krajiny, je nutno zajistit dodržování příslušných hygienických předpisů vhodnými technickými a organizačními způsoby.

Naruší-li se stavebními pracemi dosavadní silniční komunikace, musí projekt obsahovat i návrh náhradního zajištění průjezdního silničního provozu během stavby. Navrhované dopravní opatření (např. světelné řízení provozu, stanovení objížděky po jiných komunikacích, vybudování prozatímního souběžného jízdního pásu apod.) je třeba doložit technicko-ekonomickým průkazem, že jde o nejvhodnější z možných řešení.

Návrhové prvky uváděné v ČSN 73 6101 jsou udány v nejnižších nebo nejvyšších přípustných hodnotách. Při návrhu silniční komunikace mají být (ekonomicky účelně) návrhové prvky přiměřeně zvyšovány (např. poloměry oblouků, délky rozhledu aj.) nebo snižovány (např. podélné sklony aj.) tak, aby zajišťovaly co nejlepší provozní podmínky na silničních komunikacích.

Využívání spodní meze se použije v úsecích, v nichž dokonalejší řešení vede k neúměrnému zvýšení stavebních nákladů, např. při velkém zvětšení zemních prací ve skále, při početných demolicích, zejména stavebních památek, při zásahu do chráněných území, překládání vodních toků, drah apod., bez odpovídajícího snížení provozních nákladů. Z důvodů bezpečnosti je třeba dbát, aby přechod na minimální hodnotu návrhového prvku byl pozvolný. Volba návrhových prvků, zejména návrhové rychlosti a návrhových prvků z ní odvozených, má vycházet ze skutečných místních podmínek, pokud možno především z podmínek územních.

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

1. Grafická úprava výkresů pozemních komunikací

Mezi **základní výkresy dokumentace pozemních komunikací** je možno zařadit :

- **přehlednou situaci,**
- **podrobnou situaci,**
- **podélný profil,**
- **vzorové příčné řezy,**
- **příčné (charakteristické) řezy,**
- **výkresy objektů, propustků,**
- **hmotnice (rozvoz hmot),**
- **předběžný výkres výkupu pozemků,**
- **výkresy podrobností,**
- **vytyčovací výkres.**

Grafickou úpravu provádíme podle ČSN 01 3466 „Výkresy cestných komunikací“, která určuje způsoby kreslení a grafickou úpravu výkresů pro dálnice, silnice, místní komunikace a účelové komunikace. Pro úpravu výkresů a způsoby grafického vyjádření (zobrazení) a vyhotovení (čáry, formáty výkresů, měřítko, písmo, skládání výkresů, kótování apod.) platí soubor ČSN třídy 01 a ČSN ISO třídy 54.

2. Společné zásady pro úpravu výkresů pozemních komunikací

Na každé situaci musí být vyznačená **orientace na sever**, v popisovém poli pak musí být uveden **souřadnicový a výškový systém**; v podélném profilu se výškový systém vyznačuje i na srovnávací rovině.

Na výkresech pozemních komunikací se uvádí :

- **staničení hlavních bodů, objektů apod. v kilometrech na pět desetinných míst,**
- **staničení osy komunikace v kilometrech na jedno desetinné místo,**
- **výškové kóty v metrech na dvě desetinná místa,**
- **délkové kóty v příčných řezech v metrech na dvě desetinná místa,**
- **rozměry konstrukcí (vrstvy konstrukce vozovky) v příčných řezech v milimetrech.**

Staničení na situaci i v podélném profilu má narůstat ve směru zleva doprava.

Všechny situace se popisují jednotně ve směru staničení tak, že **popis staničení osy** komunikace se umístí vpravo od osy, rovnoběžně s osou. Popis osy je zdůrazněn větší velikostí a tím i tloušťkou popisu.

Staničení příčných řezů se umístuje **vlevo** od osy na krátké úsečce kolmé na osu.

Popis a staničení hlavních bodů oblouků se umístuje vždy na vnitřní straně oblouku na kolmici na osu tak, že kolmice se vyznačí tenkou čárkovanou čarou.

Popis objektů, např. PROPUSTEK apod., se umístí tak, aby nezasahoval do staničení příčných řezů.

Základní **návrhové prvky směrových oblouků** se umístují do tabulky podle ČSN 01 3466, které se umístují na vnitřní stranu oblouku tak, aby byly kolmé na osu středového úhlu oblouku.

3. Přehledná situace

Obyčejně se kreslí v měřítku 1:10000; 1:5000, ale i v měřítku 1:50000 tak, že trasa navrhované jedno a dvoupruhové pozemní komunikace se vyznačuje silnou plnou čarou a trasa čtyřpruhové komunikace dvěma silnými rovnoběžnými plnými čarami.

Začátek úpravy (ZÚ) a konec úpravy (KÚ) se označí kroužkem na ose komunikace a popisem. Na přehledných situacích v měřítku 1:5000 a 1:10000 se doporučuje vyznačit hlavní body směrových návrhových prvků s popisem poloměru oblouku a délkou přechodnice.

4. Podrobná situace

Vyhotovuje-li se podrobná situace vícebarevně, pak stávající stav (polohopis) se zakresluje černě, výškopis hnědě a navrhovaný stav červeně. Z uvedeného vyplývá, že podrobná situace může být vyhotovená i v jednobarevném provedení.

Osa a směr projektované komunikace se vykresluje **tlustou čerchovanou čarou**, **půdorysné obrysy** šířkového uspořádání pozemní komunikace včetně křížení silnic a železnic, odvodnění apod., **tenkou plnou čarou**. Tenkou plnou čarou se vykreslují rovněž i půdorysné obrysy objektů viditelné při pohledu shora, zatímco zakryté části těchto objektů se vykreslují schematicky tenkou čárkovanou čarou.

Technické **šrafy násypových a výkopových ploch** se vykreslují **jen místo od místa tenkou plnou čarou**.

Začátek a konec úpravy se vyznačuje silnou plnou úsečkou kolmou na osu pozemní komunikace a podle již dříve uvedených zásad se uvede popis staničení. Staničení po 0,1 km se označuje jednoduchým kroužkem na ose komunikace a opět se doplní popisem staničení podle dříve uvedených společných zásad pro úpravu výkresů pozemních komunikací.

Opěrné a zárubní zdi, podélný a příčný trativod, dlážděné příkopy, rigoly, skluzy, záchytné bezpečnostní zařízení apod., se označují značkami uvedenými v ČSN 01 3466. Značky se umístí do prostoru, v kterém se navrhuje vybudování objektů nebo příslušného zařízení a uvede se staničení začátku a konce a doplní se popisem délky (např. SVODIDLO dl. 52,0 m).

Situace se vybarvuje a používají se tyto odstíny barev :

- **navržená vozovka - červeně (světle),**
- **stávající vozovka - šedě,**
- **chodníky - žlutě,**
- **svahy výkopů - hnědě,**
- **svahy násypů - zeleně (světle),**
- **vodní toky - modře,**
- **železniční těleso - fialově,**
- **dlažby (kromě vozovky) - oranžově,**
- **vegetační úpravy - zeleně (středně),**
- **úpravy lesních a polních cest - okr (světle),**
- **cyklistické stezky, pásy - červeně (tmavě).**

5. Podélný profil

Podélný profil se kreslí v převýšeném měřítku, staničí se shodně se situací a vynáší se zleva doprava. Podélné profily je možno kreslit jednobarevně, ve složitějších případech i vícebarevně s tím, že volby barev zůstávají stejné jako v situaci.

Ve dvoubarevném vyhotovení se **černě** vyznačuje :

- do dvou řádků po 5 mm, ohraničených tenkou plnou čarou, se uvede druh pozemku a územní evidenční jednotka; dále se uvádí vyšší územní jednotka,

- řez terénem s vyznačením stávajících silničních komunikací, objektů, vodních toků, železnic apod., se značí tenkou plnou čarou,
- kóty terénu se píší svisle,
- srovnávací rovina se značí silnou plnou čarou, uvede se na ní její výška a příslušný výškový systém a staničení v km po 0,1 km se značí jednoduchým kroužkem s tím, že popis staničení se provádí vodorovně, zatímco staničení jednotlivých příčných řezů v metrech na dvě desetinná místa se píše svisle pod čarou srovnávací roviny.

Červeně se v podélném profilu vyznačuje :

- popis výškových oblouků s udáním poloměru **R** výškového oblouku v metrech, délka průmětu tečny **T** výškového oblouku v metrech a maximální svislé pořadnice **Y** výškového oblouku v metrech,
- sklonové poměry s tím, že sklon v procentech se přepíše na čáru vyjadřující sklon; na sklonovníku se vyznačí šipkami tečny výškových oblouků; staničení důležitých bodů nivelety jako např. tečny výškových oblouků, vrchol výškového polygonu apod., se značí tenkou plnou svislicí a doplní svisle staničením,
- křižovatky, křížení, sjezdy a propustky se označí podle ČSN 01 3466 a doplní staničením a svislým popisem nad sklonovníkem,
- niveleta navrhované komunikace a mostní objekty se kreslí silnou plnou čarou, spodní hrana vozovky tenkou plnou čarou, tečny výškových oblouků pak tenkou čárkovanou čarou,
- dno rigolů, příkopů a tratí se značí tenkou čarou podle ČSN 01 3466, změna příčného sklonu pak tenkou plnou čarou,
- kanalizace, opěrné a zárubní zdi, podélné tratě, úprava dna příkopů, bezpečnostní zařízení, přídatné pruhy apod., se značí silnou plnou čarou s uvedením staničení začátku a konce úpravy s popisem a uvedením délky úpravy,
- kóty nivelety se píší svisle,
- směrové poměry se značí silnou plnou čarou s uvedením parametrů a s označením začátku a konce a uvedením příslušného staničení.

Případné úpravy stávajících silničních objektů, vodních toků, železnic a jiných zařízení se označí např. ZRUŠÍ SE, PŘELOŽÍ SE, a to červeně

6. Vzorový příčný řez

Vzorové příčné řezy se kreslí černě a vyznačí se v nich :

- tenkou plnou čarou obrys terénu v řezu a tenkou čárkovanou čarou sejmutí humusu,
- osa navrhované komunikace se značí tenkou čerchovanou čarou,
- obrysy všech úprav a konstrukcí silniční komunikace, které se dotýkají zemního tělesa, se značí silnou plnou čarou, obrysy navrhovaného silničního tělesa pak tenkou plnou čarou, rovněž tak jako bezpečnostní zařízení a ohraničení silničního pozemku a povrch humusování,
- jednotlivé vrstvy vozovky, krajnic a chodníků se oddělují tenkou plnou čarou a doplní se grafickým vyznačením hmot podle ČSN 01 3466 a to na polovině příčného řezu.

Každý vzorový příčný řez musí obsahovat rozměry kategorií šířky pozemní komunikace a jejich jednotlivých částí, sklony svahů uvedené popisem, hodnoty příčných sklonů jednotlivých částí komunikace a příslušné výškové kóty na krytové

vrstvě (osa, konec zpevnění, konec nezpevněné krajnice apod.) a kóty pláně a jejího příčného sklonu.

Jednotlivé vrstvy konstrukce vozovky, chodníků apod., musí být doplněny označením úpravy, číslem normy a tloušťkou úpravy.

7. Příčné řezy

Příčné řezy se kreslí jen černě a v příčném řezu se vyznačuje obrys povrchu terénu tenkou plnou čarou, obrys tloušťky odstranění humusu, ornice apod., pak tenkou čárkovanou čarou. Osa navrhované komunikace se značí tenkou čerchovanou čarou, obrys všech úprav a konstrukcí silniční komunikace, které se dotýkají zemního tělesa, se vykreslí silnou plnou čarou. Obrys navrhovaného silničního tělesa se značí tenkou plnou čarou. Každý řez se opatří staničením, které se umísťuje v ose nad příčným řezem.

Příčný sklon vozovky a krajnic a sklon svahů se vyznačí vždy na prvním příčném řezu, v dalších řezech, pokud se nemění, se tyto údaje nepíší.

Každou změnu šířkových poměrů, např. rozšíření vozovky na začátku oblouku ap., se musí vyznačit příslušnými kótami.

V ose příčného řezu se píše výškové kóty terénu vodorovně a dále se uvádí výška navrhované nivelety, která se píše svisle, aby nemohlo dojít k záměně v případě, že výškové kóty terénu a nivelety mají blízké hodnoty.

Body lomů jednotlivých částí koruny pozemní komunikace se označují krátkými úsečkami a k nim se svisle přepíše zkrácená výšková kóta, tj. výška v metrech na dvě desetinná místa.

8. Technická zpráva

Každá projektová dokumentace musí obsahovat technickou zprávu, která má za úkol přehledně, stručně a výstižně popsané a zdůvodnit navrhované řešení. V technické zprávě musí být popsán a zdůvodněn všechny odchylky od předcházejícího stupně projektové dokumentace.

Technická zpráva slouží mj. ke slovnímu vyjádření obsahu jednotlivých příloh. Zpracovává se většinou jako poslední, ale při posuzování důležitosti jednotlivých příloh, je vždy na prvním místě a také v seznamu příloh, je vždy uváděna jako první.

Na začátku technické zprávy se uvedou základní údaje o stavbě: název, celková délka, kategorie komunikace, investor, generální projektant, zpracovatel projektové dokumentace, zhotovitel stavebních prací, budoucí správce, dotčené krajské, okresní a obecní úřady, správci dotčených inženýrských sítí, plánovaná doba výstavby a investiční náklad.

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

Technickou zprávu je nutno členit takto :

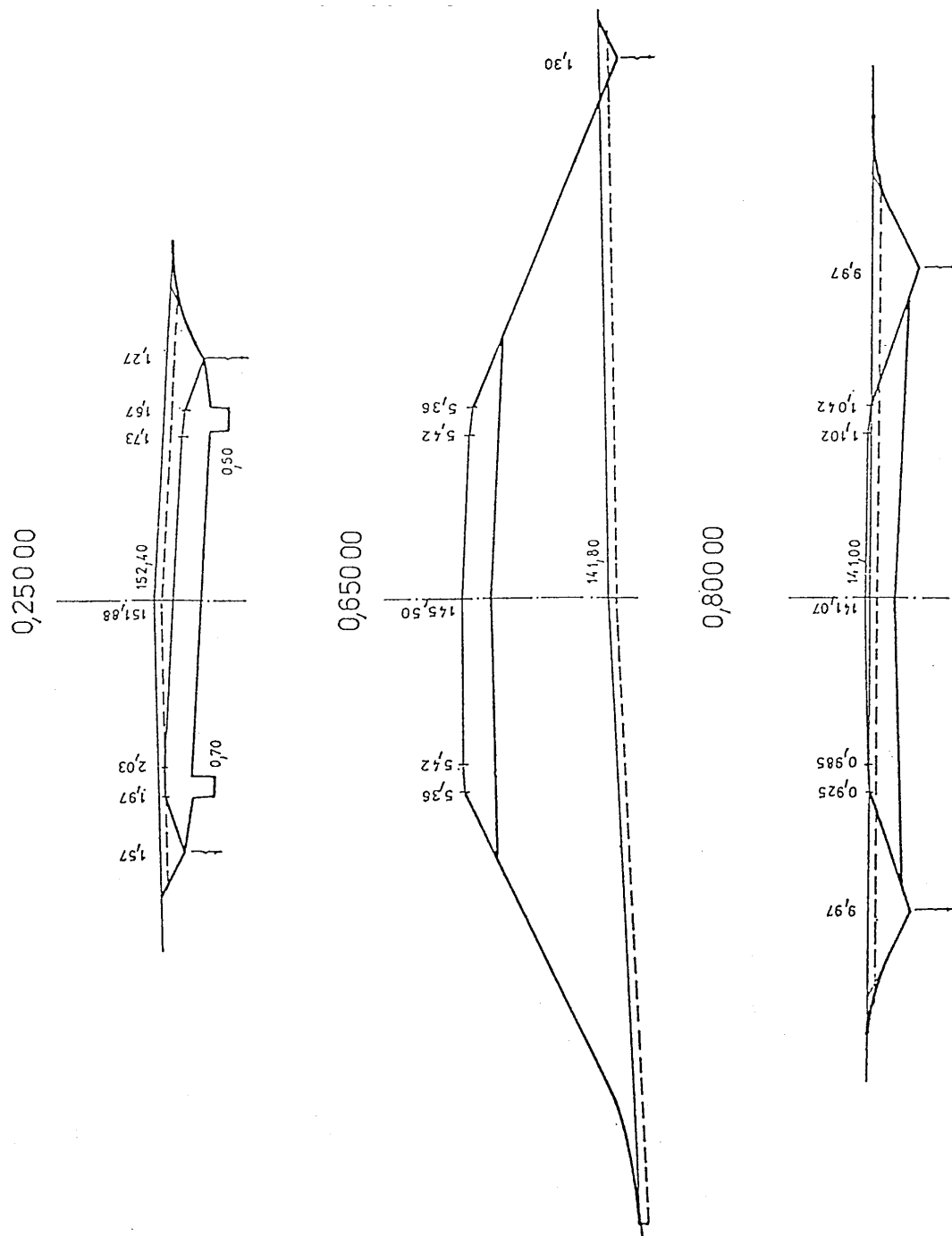
- A Všeobecné údaje :**
 - a) odůvodnění důležitosti a nutnosti vyprojektované komunikace (hospodářské, sociální, rekreační),
 - b) přehled všech jednání o zpracovávané dokumentaci a jejich vliv na vypracované řešení.
- B Přehled ČSN a předpisů,** použitých při zpracování
- C Směrové vedení trasy** (popis a zdůvodnění)
- D Výškové vedení trasy** (popis a zdůvodnění)
- E Příčné uspořádání a konstrukce vozovky** (popis detailů příčných řezů)
- F Soupis všech křížení se silnicemi, vodními toky, inženýrskými sítěmi** apod. s odkazem, kde jsou řešeny
- G Popis odvodnění** a zpráva o stavu podzemních vod, srážkových vod a průtočných množství
- H Soupis objektů** s jejich charakteristikami a odkazem, kde jsou řešeny
- I Zpráva o složení zeminy** a výsledcích laboratorních zkoušek, popis sond a míst odebrání
- J Bezpečnostní zařízení** s popisem druhu a množství
- K Zajištění pevných měřických bodů**
- L Další potřebné údaje** např. zemní práce, demolice apod.
- M Opisy zápisů z jednání.**

Technická zpráva musí být vždy ukončena datem a vlastnoručním podpisem zpracovatele !!!

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

Pracovní příčné řezy nám slouží rovněž i k vykreslení podrobné situace, neboť z nich můžeme zjistit šířku násypu, tj. vzdálenost paty násypu od osy komunikace v příslušném místě řezu, rovněž tak jako šířku výkopu. Při odečítání těchto šířek je nutno si opět uvědomit, že pracovní příčný řez je v měřítku 1:100 a situace v měřítku 1:1000. Kromě toho z těchto řezů zjišťujeme i příkopy u pat násypů (v zářezu jsou obvyklé, nejsou-li navrženy rigoly) apod. V praxi slouží pracovní příčné řezy i ke zjišťování ploch odhumusování, humusování a svahování.

Příklad grafické úpravy příčných řezů

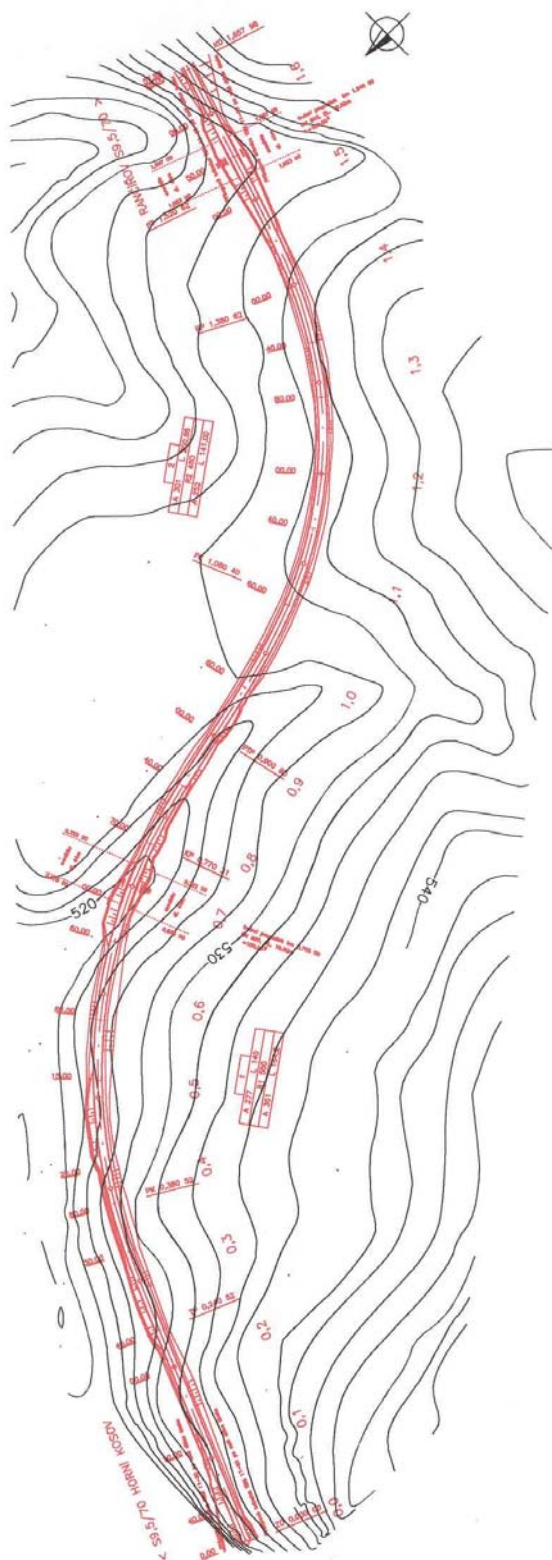


Příklad grafické úpravy příčných řezů



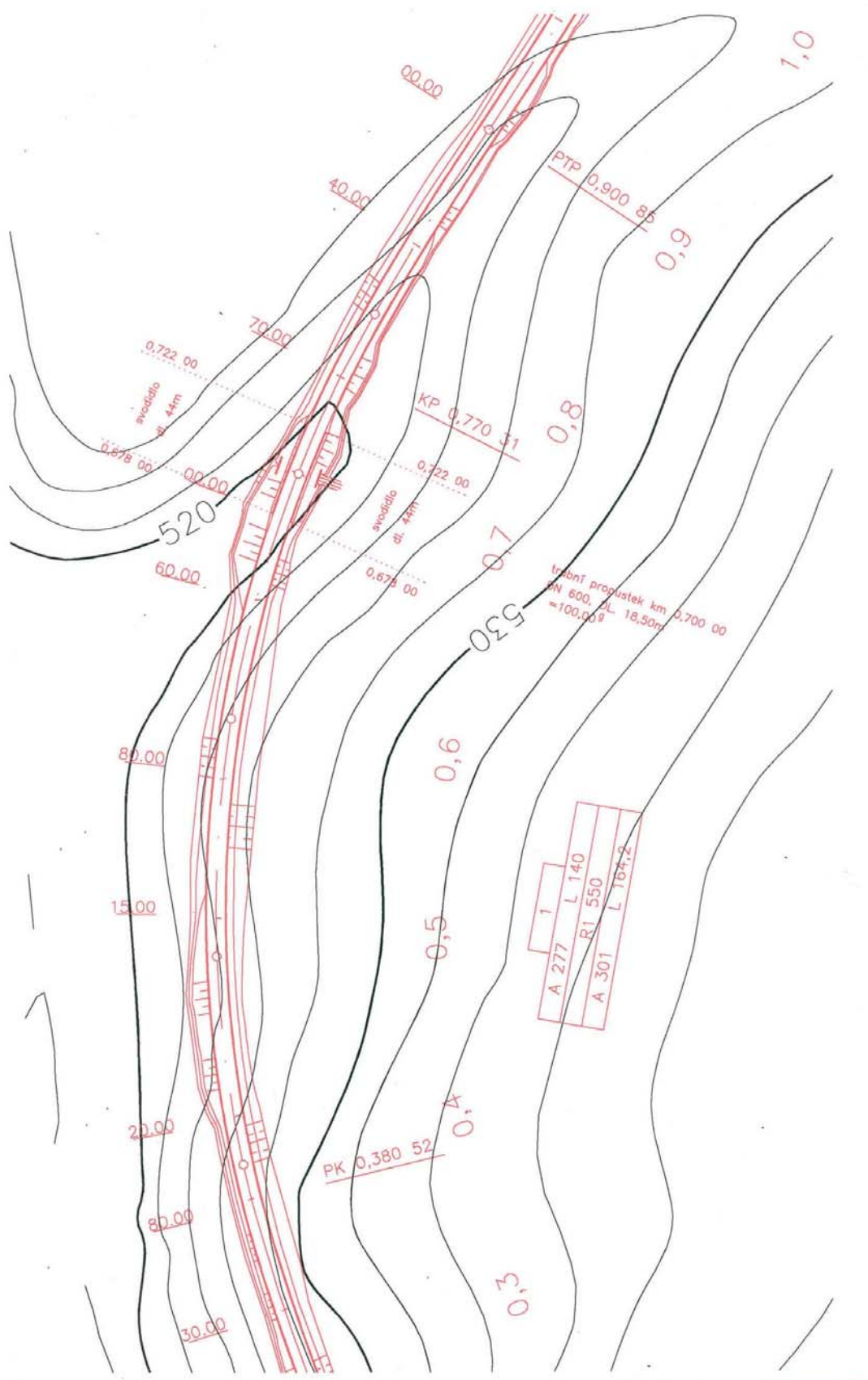
PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

PŘÍKLAD GRAFICKÉ ÚPRAVY PODROBNÉ SITUACE



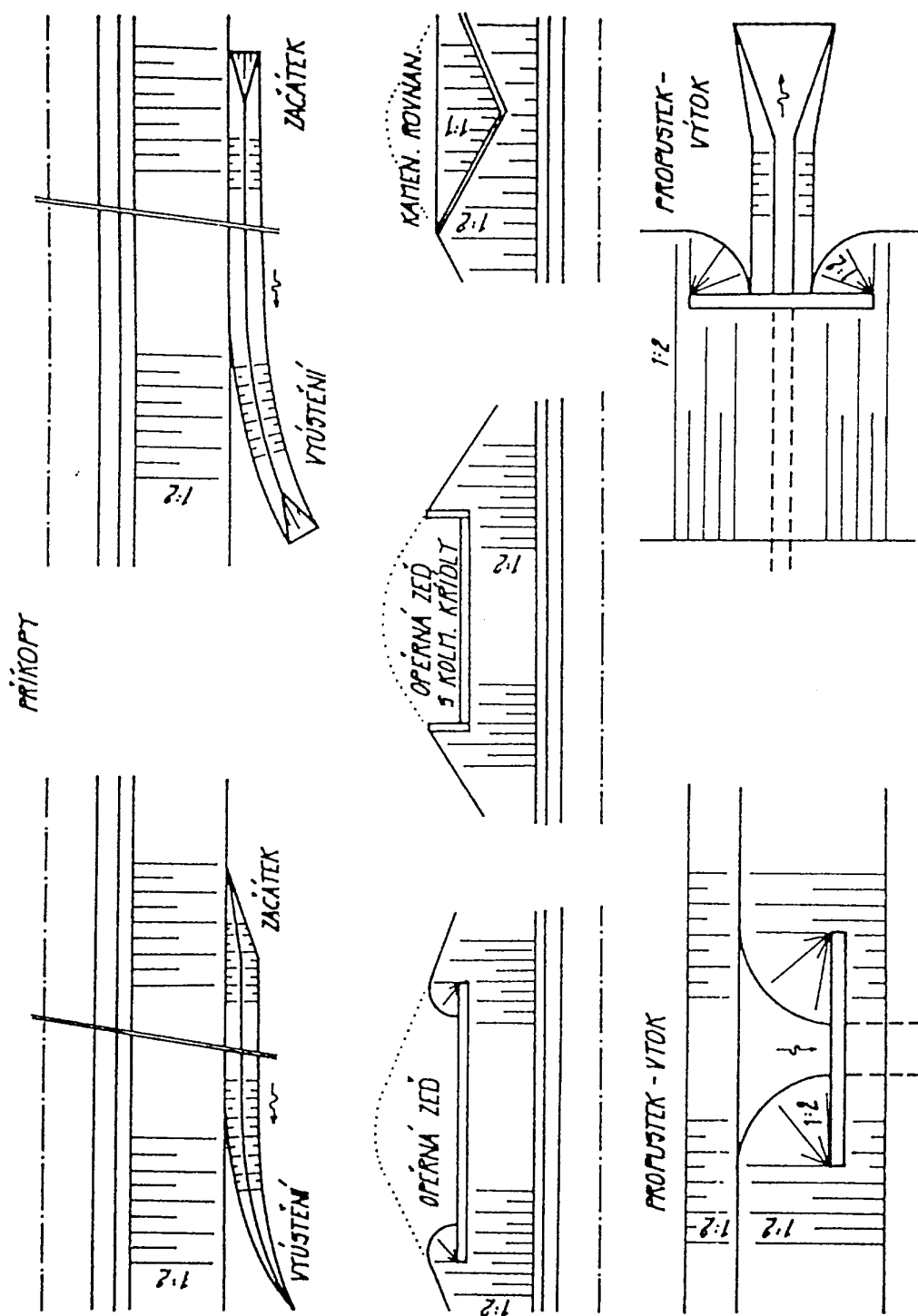
PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

PŘÍKLAD GRAFICKÉ ÚPRAVY PODROBNÉ SITUACE



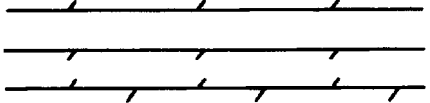
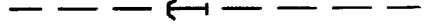
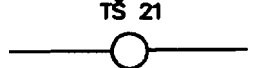
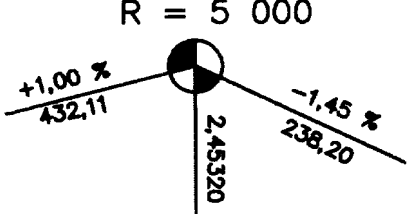
PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

PŘÍKLAD GRAFICKÉ ÚPRAVY NĚKTERÝCH DETAILŮ V SITUACI



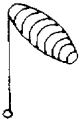
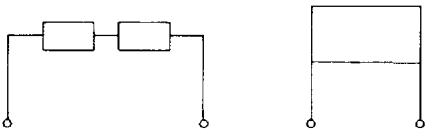
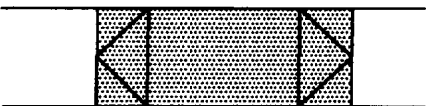
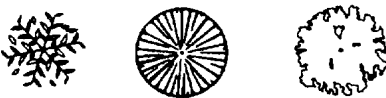
PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

ZNAČKY PRO PODROBNOU SITUACI podle ČSN 01 3466

ZNAČKA	NÁZEV
	OPĚRNÉ A ZÁRUBNÍ ZDI
	PROTIHLUKOVÉ CLONY
	SVODIDLO: JEDNOSTRANNÉ VLEVO JEDNOSTRANNÉ VPRAVO OBOUSTRANNÉ
	ZÁBRADLÍ
	ZPEVNĚNÍ PŘÍKOPU
	SMĚR TOKU VODY
	DLAŽBA Z LOMOVÉHO KAMENE
	DLAŽBA Z KOSTEK NEBO Z DLAŽDIC
	TRATIVOD
	KONTROLNÍ ŠACHTA TRATIVODU
	SKLONOVNÍK POZNÁMKA: ZNAČKA PRO SKLONOVNÍK JE INFORMATIVNÍ A KRESLÍ SE V PŘÍPADĚ POŽADAVKU OBJEDNATELE

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

ZNAČKY PRO PODROBNOU SITUACI podle ČSN 01 3466

ZNAČKA	NÁZEV
	INFORMÁTOR VĚTRU
	DOPRAVNÍ ZNAČKY NA NOSNÉ KONSTRUKCI
	TELEFONNÍ HLÁSKA
	ÚNIKOVÝ PROSTOR
	ZPOMALOVACÍ PRAHY
	ZELEŇ SOLITERY
	ZELEŇ STROMOVÁ VÝSADBA ALEJ
	ZELEŇ KEŘOVÁ VÝSADBA
	ZELEŇ SMÍŠENÁ VÝSADBA V NÁSYPU
	ZELEŇ SMÍŠENÁ VÝSADBA V ZÁŘEZU
	ZELEŇ ROVNÉ PLOCHY
	ZELEŇ DĚLÍCÍ PÁSY

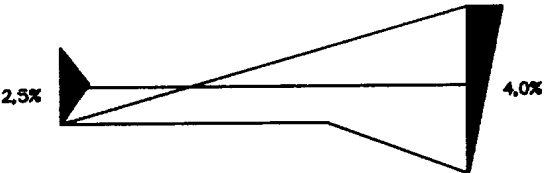
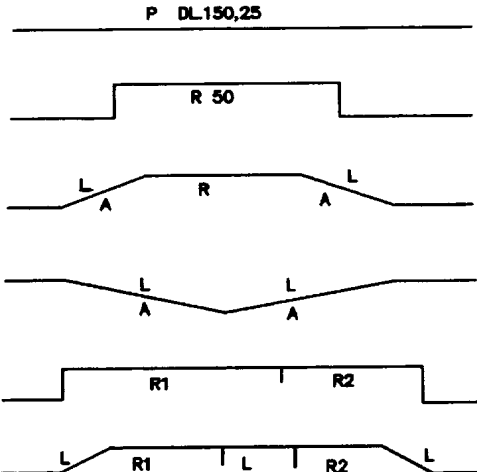
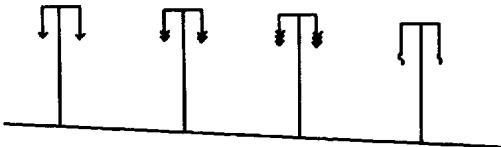
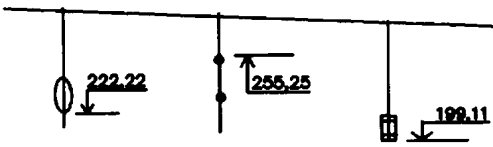
PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

ZNAČKY PRO PODÉLNÝ PROFIL PODLE ČSN 01 3466

ZNAČKA	NÁZEV
	SKLONOVNÍK
	TEČNA VÝŠKOVÉHO OBLOUKU
	KŘÍŽOVATKY DÁLNIC, SILNIC A MĚSTSKÝCH KOMUNIKACÍ S ODBOČENÍM VLEVO OBOUSTRANNÝM VPRAVO
	PŘIPOJENÍ ÚČELOVÉ KOMUNIKACE ZLEVA OBOUSTRANNĚ ZPRAVA
	PŘIPOJENÍ SJEZDŮ ZLEVA OBOUSTRANNĚ ZPRAVA
	PŘIPOJENÍ SJEZDŮ S PROPUSTKEM ZLEVA OBOUSTRANNĚ ZPRAVA
	ŽELEZNIČNÍ PŘEJEZD JEDOKOLEJNÝ VÍCEKOLEJNÝ
	DNO PŘÍKOPU (RIGOLU) VPRAVO VLEVO OBOUSTRANNĚ
	DNO TRATIVODU VPRAVO VLEVO OBOUSTRANNĚ
	SOUČÁSTI POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ ZDI, SVODIDLA, PŘÍDATNÉ PRUHY VLEVO VPRAVO OBOUSTRANNĚ

PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

ZNAČKY PRO PODÉLNÝ PROFIL PODLE ČSN 01 3466

ZNAČKA	NÁZEV
	ZMĚNA PŘÍČNÉHO SKLONU PRAVOSTRANNÝ SMĚROVÝ OBLOUK
	LEVOSTRANNÝ SMĚROVÝ OBLOUK
	SMĚROVÉ POMĚRY PŘÍMÁ KRUHOVÝ OBLOUK KRUHOVÝ OBLOUK S PŘECHODNICEMI PŘECHODNICOVÝ OBLOUK OBLOUK SLOŽENÝ OBLOUK SLOŽENÝ S MEZILEHLOU PŘECHODNICÍ
	PROPUSTEK
	KŘÍŽENÍ S NADZEMNÍM VEDENÍM NN VN VVN TF
	KŘÍŽENÍ S PODZEMNÍM VEDENÍM

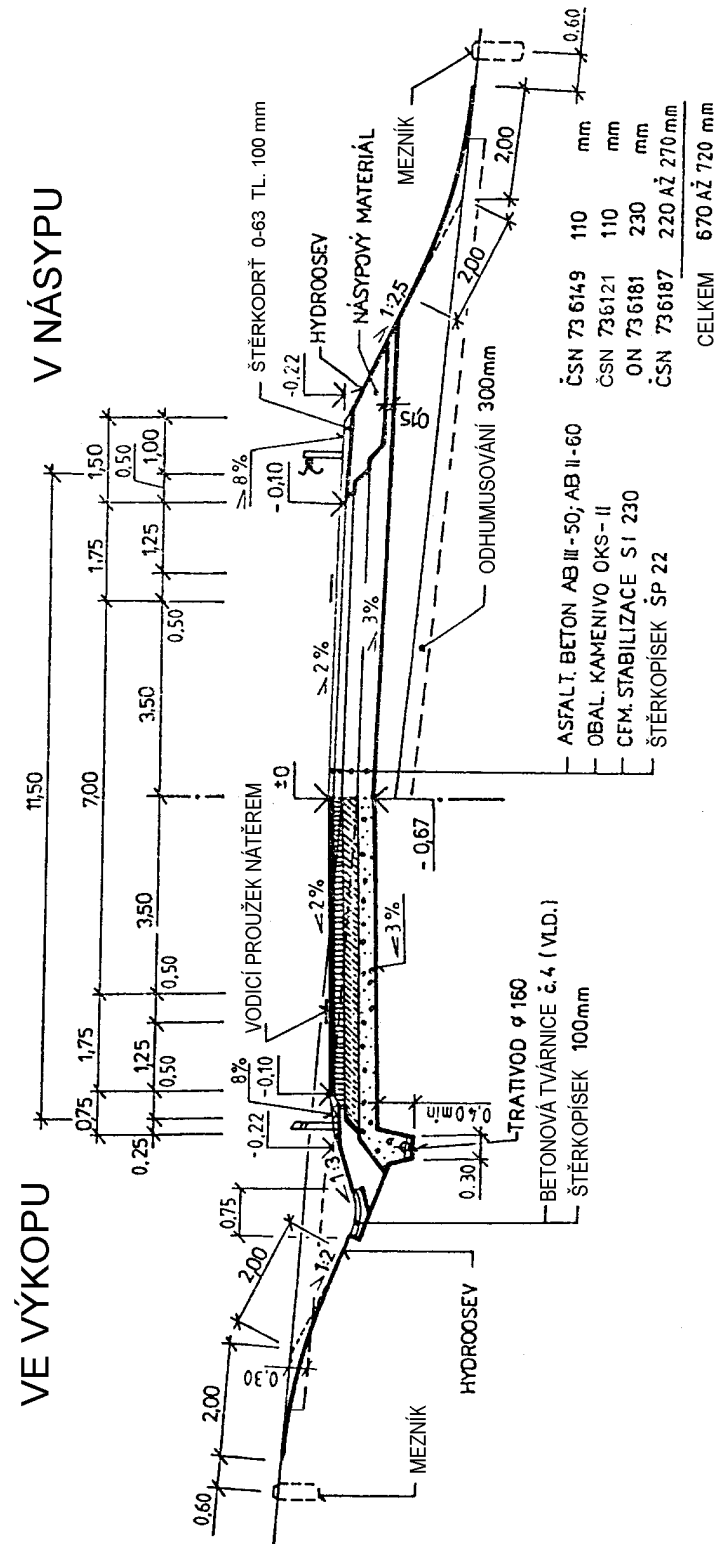
VZOROVÝ PRÍČNÝ REZ - grafická úprava - príklad



PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

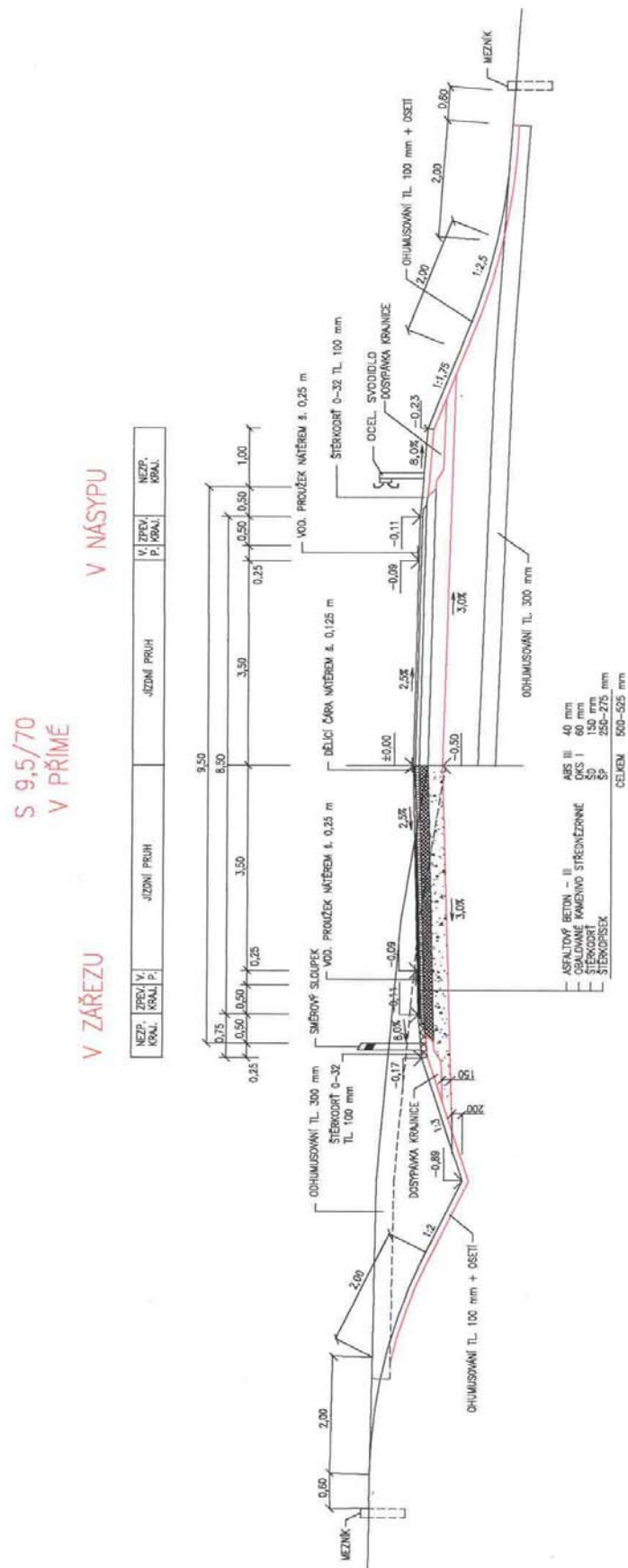
VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - grafická úprava - příklad

S 11,5/80
V PŘÍMÉ



PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ - grafická úprava - příklad



PROJEKT SILNIČNÍ KOMUNIKACE

ZNAČKY PRO VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ PODLE ČSN 01 3466

ZNAČKA	NÁZEV
	PÍSKOVÝ PODSYP
	OCHRANNÁ VRSTVA
	NESTMELENÁ VRSTVA
	STABILIZOVANÁ VRSTVA
	ASFALTOVÁ PODKLADNÍ VRSTVA
	ASFALTOVÁ OBRUSNÁ VRSTVA
	OBRUSNÉ A PODKLADNÍ VRSTVY Z PROSTÉHO BETONU
	VRSTVA ZE ŽELEZOBETONU
	VRSTVA Z PŘEDPJATÉHO BETONU
	GEOTEXTILIE
	VÝROBKY Z PŘÍRODNÍHO KAMENE VÝROBKY SE KRESLÍ SCHEMATICKY PODLE SKUTEČNÉHO TVARU
	BETONOVÉ VÝROBKY VÝROBKY SE KRESLÍ SCHEMATICKY PODLE SKUTEČNÉHO TVARU

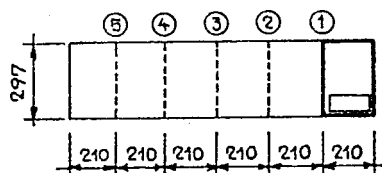
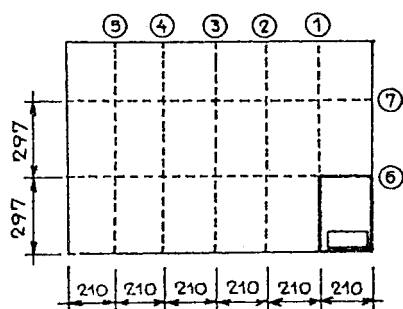
KOMPLETACE PROJEKTU

Všechny přílohy „zkráceného projektu“, správněji „Zjednodušené projektové dokumentace“, budou zpracované na normalizovaný formát A4 (resp. jeho násobky) podle ČSN ISO 5457 : 1994 „Úprava výkresových listů“. Je třeba upozornit, že do uceleného souboru výkresové dokumentace se nemají zařazovat formáty A4 naležato, zejména u liniových staveb, kde se skládají výkresy nastojato. Mezinárodní normy neobsahují žádná ustanovení o způsobu skládání výkresů, pouze identifikační část popisového pole musí být vždy na lici složené kopie, podle ČSN 01 3111 „Skládání výkresů“.

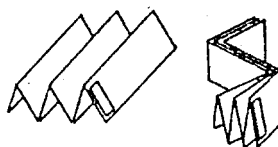
SKLÁDÁNÍ VÝKRESŮ, oříznuté výkresy se skládají na formát A4 (210x297 mm) tak, aby popisové pole, umístěné na nesloženém listě v pravém rohu dole, bylo na složeném formátu A4 na kratší straně. Běžně se výkresy skládají nejdříve na šířku 210 mm, počínaje od pravé strany a pak na výšku zdola po 297 mm, takže popisové pole zůstane vždy na vrchním složeném formátu dole.

PŘÍKLADY SKLÁDÁNÍ VÝKRESŮ

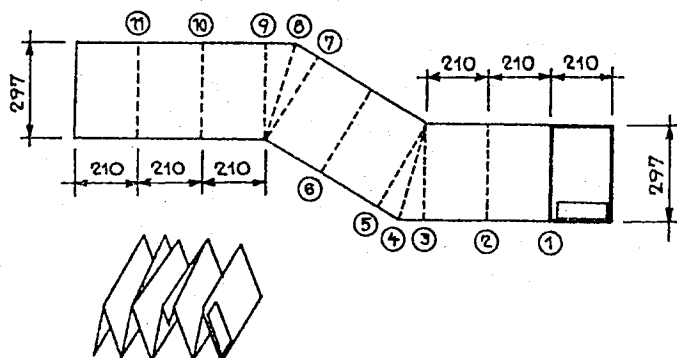
Schéma přehybů



Skládání
na délku na výšku



Formáty výkresů, které nemají obdélníkový tvar, mají se skládat tak, abychom je mohli složit na formát A4, viz příklad.



Poznámka : čísla v kroužku značí postup při skládání výkresů na formát A4.

KOMPLETACE PROJEKTU

POPISOVÉ POLE se umísťuje do pravého dolního rohu kreslicí plochy výkresu. Je to ohraničené místo na výkresu, obsahující rubriky pro vepsání předepsaných údajů. Náležitosti a rozvrh popisového pole musí splňovat podmínky ČSN 01 3403 a ČSN ISO 5457 (r.1994). Šířka popisového pole nemá překročit 170 mm, aby po složení výkresu zůstalo pole viditelné v celé své délce. Výška se volí podle potřeby vepsání všech nutných údajů o výkresu, má být však co nejmenší.

Příklad popisového pole podle ČSN ISO 5457 (r.1994) :

2	1	
3	7	
4	5	6

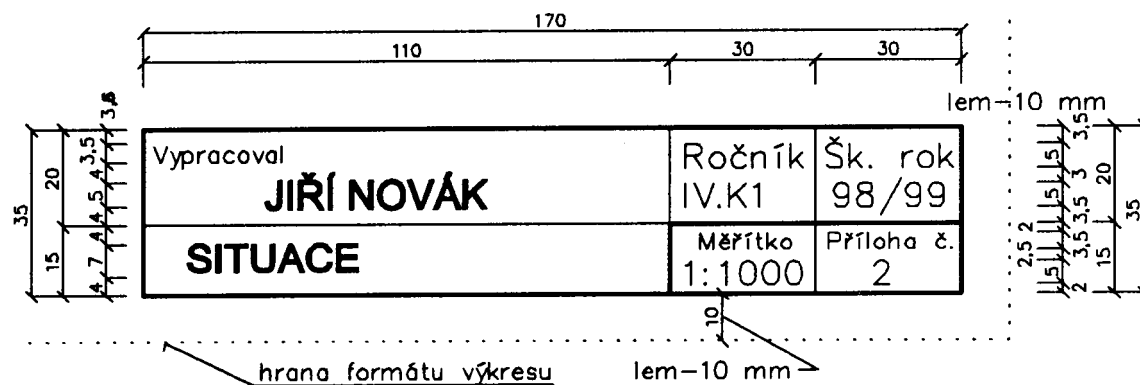
Poznámka : čísla v kroužku označují členění popisového pole na řádky a sloupce, kde se píše údaje o výkresu, zejména tyto :

- 1 Název a úplná adresa (popř. i telef. číslo) organizace, která výkres zpracovala.
- 2 Jména a podpisy (popř. i funkce) pracovníků, kteří zodpovídají za obsah a za zpracování výkresu.
- 3 Údaje o stavbě (stavebním objektu apod.), zejména :
 - místo stavby (např. obec, město, okres),
 - přímý investor,
 - bližší určení místa a objektu (parcelní číslo, popisné číslo, orientační číslo, číslo objektu),
 - pojmenování nebo označení stavby, části stavby, souboru staveb nebo objektu, dále staničení komunikace apod.,
 - část dokumentace (např. zdravotní instalace).
- 4 Údaje o obsahu výkresu : např. obrazy uvedené na výkresu (situace, podélný profil, příčné řezy apod.); označení části projektu (parkoviště, křižovatka, silnice I/3 apod.).
- 5 Měřítko (měřítko) výkresu je možné psát i v části 7, popř. vynechat u výkresů kreslených bez měřítko.
- 6 Číslo výkresu (pořadové číslo v souboru výkresů); popř. archivní číslo sloučené s pořadovým číslem výkresu.
- 7 Doplňující údaje, zejména :
 - označení formátu výkresu (formátu originálu před zmenšením apod.),
 - datum (dokončení výkresu),
 - archivní číslo výkresu (pokud není shodné s číslem výkresu),
 - další údaje o výkresu (např. číslo zakázky, číslo kopie).

Údaje v popisovém poli se mohou podle potřeby rozšířit nebo zmenšit, pro jejichž zapsání se využije možnost zvětšení nebo zmenšení výšky popisového pole.

KOMPLETACE PROJEKTU

Pro potřeby výuky v rámci cvičení je postačující použít upravené popisové pole takto



ODEVZDÁVÁNÍ PROJEKTU

Všechny přílohy projektu a cvičení budou odevzdány v základací složce s těmito přílohami

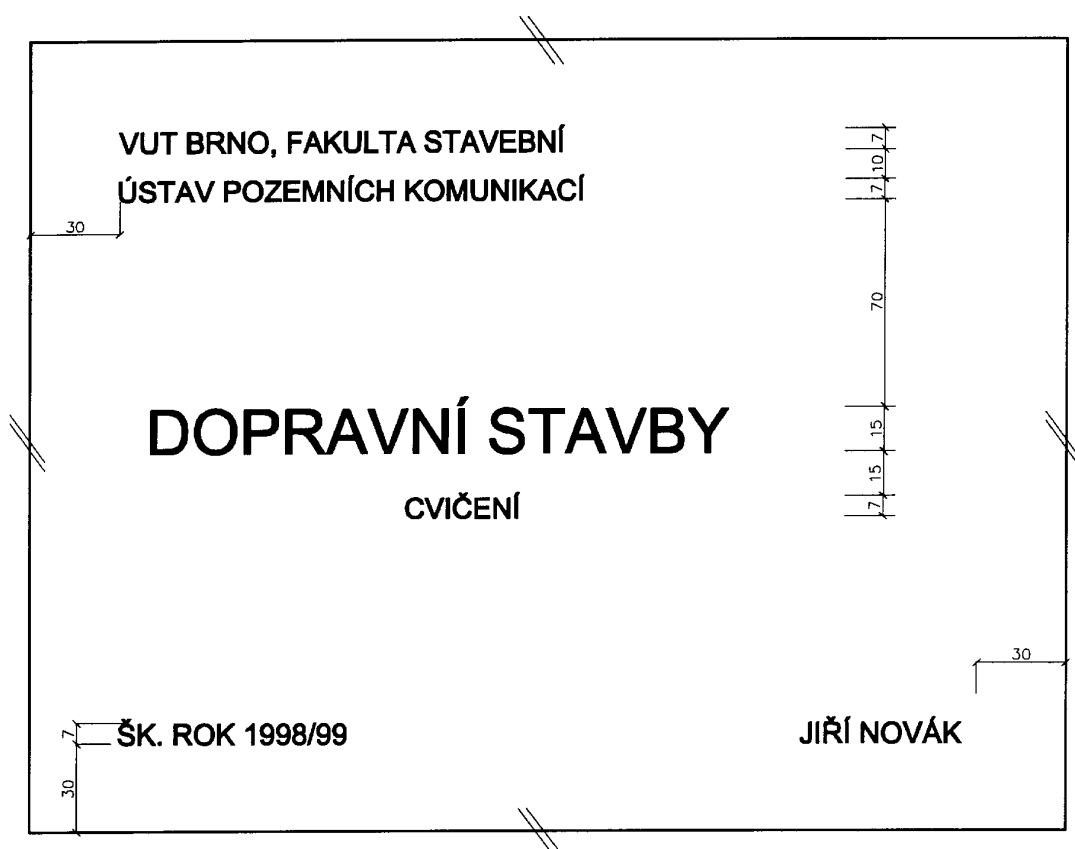
A. ZADÁNÍ č.1

B. ZADÁNÍ č.2

C. ZADÁNÍ č.3

1. Technická zpráva
2. Situace v měřítku 1:1000
3. Podélný profil v měřítku 1:1000/100
4. Vzorový příčný řez v měřítku 1:50
5. Pracovní příčné řezy v měřítku 1:100
6. Koncepty výpočtů a návrhů

Tento seznam příloh bude napsán na vnitřní straně obálky, která bude na titulní straně popsána takto :



SKLONOVÉ POMĚRY

ZMĚNA PŘÍČNÉHO SKLONU VOZOVKY

KÓTY NIVELETY

KÓTY TERÉNU

SROVNÁVACÍ ROVINA

STANIČENÍ

VZDÁLENOST PŘÍČNÝCH ŘEZŮ

SMĚROVÉ POMĚRY

