Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Jan Helm

Topografické plochy

Katedra didaktiky matematiky

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Jana Hromadová, Ph.D.**

Studijní program: **Matematika, matematika zaměřená na vzdělávání, kombinace matematika s deskriptivní geometrií**

2009

Rád bych poděkoval všem, kteří mě podpořili při psaní této práce. Zvláštní poděkování patří RNDr. Janě Hromadové, Ph.D. za zapůjčení literatury a množství cenných rad.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 16.3.2009 Jan Helm

Obsah

Název práce: Topografické plochy
Autor: Jan Helm
Katedra (ústav): Katedra didaktiky matematiky
Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jana Hromadová, Ph.D.
e-mail vedoucího: Jana.Hromadova@mff.cuni.cz

Abstrakt:
Tato bakalářská práce zabývající se topografickými plochami je určena zejména učitelům deskriptivní geometrie na středních a vysokých školách jako pomůcka při výuce topografických ploch. Největší část této práce se věnuje řešení násypů a výkopů podél komunikací a rovinných ploch, což je jedno z praktických využití znalostí o topografických plochách. První kapitola slouží jen k připomenutí, popř. zavedení pojmů z kótovaného promítání potřebných v dalším textu. V dalších kapitolách je zaveden pojem topografická plocha, je vysvětlena konstrukce vrstevnicového plánu a určení jeho měřítka a jsou zde uvedeny některé konstrukce na topografických plochách např. podélný profil, příčný profil, nárysný obrys nebo průnik topografických ploch. Studenti středních a vysokých škol mohou tuto práci využít pro procvičení příkladů, které jsou na konci většiny kapitol, nebo při samostudiu.

Klíčová slova: topografická plocha, vrstevnicový plán, podélný profil, příčný profil, řešení násypů a výkopů.

Title: Topographical surfaces
Author: Jan Helm
Department: Department of Mathematics Education
Supervisor: RNDr. Jana Hromadová, Ph.D.
Supervisor´s e-mail address: Jana.Hromadova@mff.cuni.cz

Abstract:
This bachelor thesis is dealing with the topographical surfaces. It is mainly destined for high school and university teachers of descriptive geometry as an aid for education of topographical surfaces. The majority of the text is concentrated on a solution of fills and earthwork cuttings along communications and plane surfaces, which is one of the practical usage of knowledge in topographical surfaces. The first chapter serves the purpose of only reminding eventually introducing of concepts from dimensioned projection necessary for the rest of the text. In the next chapters there is introduced the concept of topographical surface, an explanation of a contour plan construction and the determination of its scale and there are mentioned several constructions on topographical surfaces. For example: a longitudinal profile, a cross profile, a vertical contour or an intersection of topographical surfaces. The high school and university students can use this bachelor thesis for practising tasks (which are at the end of almost each chapter) or for study hour.

Key words: topographical surface, contour plan, longitudinal profile, cross profile, solution of fills and earthwork cuttings.

Úvod

Tématem této bakalářské práce jsou topografické plochy. Při výuce deskriptivní geometrie, ať už na střední nebo vysoké škole, jsou topografickým plochách věnovány obvykle 2-4 vyučovací hodiny, jen výjimečně více. Také v učebnicích deskriptivní geometrie se topografickým plochám věnuje obyčejně jen několik málo stran. Cílem této práce bylo vytvořit ucelený text o topografických plochách, který by sloužil učitelům při výuce tohoto tématu, ve kterém je dostatek názorných obrázků a ze kterého by mohli čerpat příklady. Zároveň bylo cílem vytvořit text dostatečně srozumitelný, ze kterého se je schopen student sám naučit vyřešit násypy a výkopy podél komunikací a jiné konstrukce na topografických plochách. Předpokládá se, že čtenář tohoto textu má určité znalosti z deskriptivní geometrie, např. že ví, co je nárys, vržený stín, atd. Některé kapitoly lze číst samostatně, ale jiné využívají znalostí z předcházejících kapitol.

První kapitola není výkladem kótovaného promítání, jsou zde jen připomenuty některé pojmy, jejichž znalost je potřebná k porozumění dalším kapitolám.

Ve druhé kapitole se čtenář dozví, která plocha je topografická, jaké názvy mají některé speciální topografické plochy a jaké významné body a křivky se na ploše nachází. Ve třetí kapitole se naučí zakreslit topografickou plochu v kótovaném promítání, tzn. vytvořit vrstevnicový plán. Aby si mohl čtenář vytvořit představu o tvaru topografické plochy, jsou v dalších kapitolách uvedeny konstrukce příčného a podélného profilu a také nárysného obrysu.

Poslední kapitola, na kterou bych rád upozornil, je kapitola o průniku topografických ploch a topografické plochy s rovinou, která není moc náročná, ale o to víc je důležitá při řešení násypů a výkopů podél komunikací a kolem různých rovinných ploch. Kapitola o řešení násypů a výkopů je zajímavou a praktickou aplikací znalostí o topografických plochách, proto je této kapitole věnováno nejvíce prostoru.

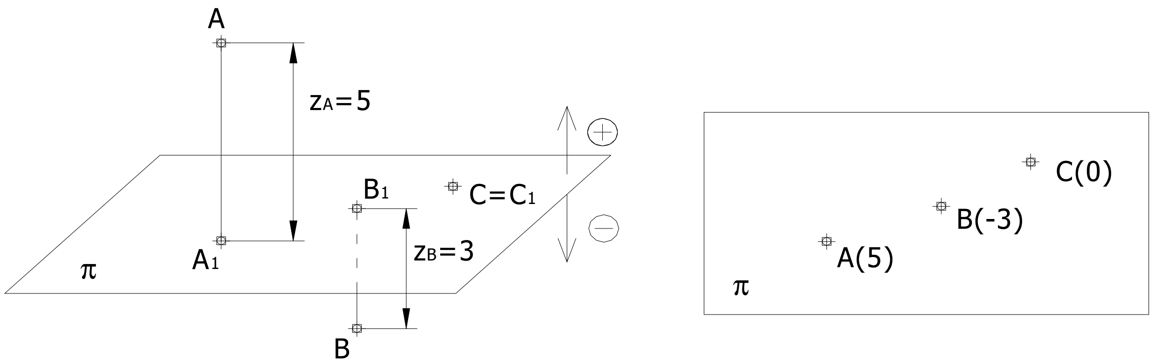
Obrázky a zadání cvičení jsou kresleny v AutoCADu. Součástí této bakalářské práce je přiložené CD, na kterém je celý text bakalářské práce v elektronické podobě.

Kapitola 1

Kótované promítání

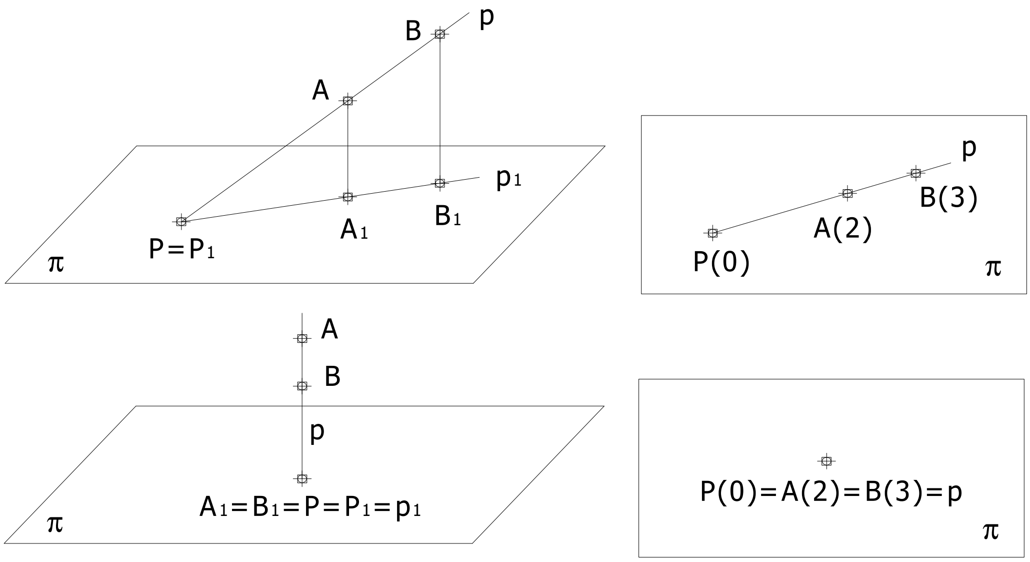
Pro zobrazení topografických ploch je nejvhodnější tzv. *kótované promítání*, proto je pro zakreslování topografických ploch nutné znát alespoň základní názvosloví a vlastnosti tohoto promítání. Kótované promítání je pravoúhlé promítání na jednu průmětnu, která je zpravidla vodorovná a dělí prostor na dva poloprostory. Jeden z těchto poloprostorů, většinou ten „nad“ průmětnou, prohlásíme za kladný, druhý bude záporný.

Protože bod A není jednoznačně určen svým pravoúhlým průmětem A_1 do průmětny, doplníme průmět (půdorys) A_1 o tzv. *kótu* z_A, kterou získáme jako vzdálenost bodů AA_1 (vzdálenost bodu A od průmětny) opatřenou kladným znaménkem, jestliže leží bod A v kladném poloprostoru a záporným znaménkem v opačném případě (obr. 1.1).



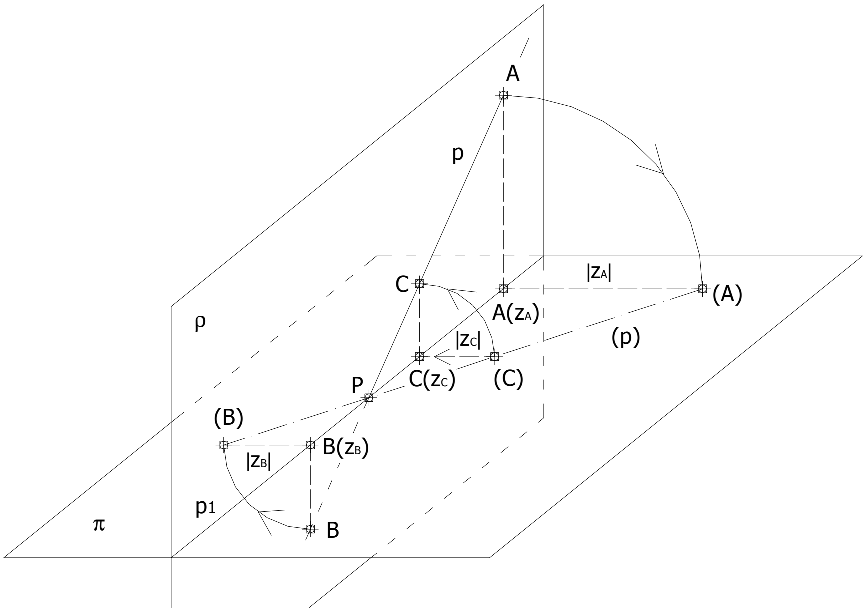
Obrázek 1.1 Zobrazení bodu

Při zobrazování přímky v kótovaném promítání stačí znát kótované průměty dvou různých bodů přímky. Pravoúhlý průmět p_1 přímky p, určené body A a B, je spojnice A_1B_1, když $A_1 \neq B_1$. V případě, že $A_1 = B_1$, pak $p_1 = A_1 = B_1$, což nastane právě tehdy, když p je promítací.



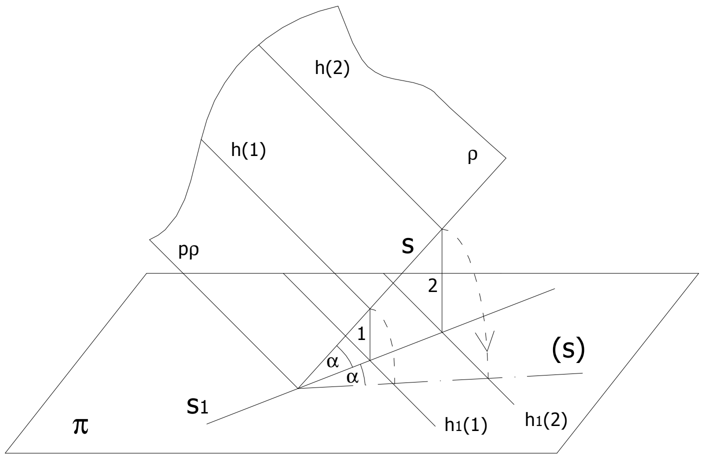
Obrázek 1.2 Zobrazení přímky

Každá přímka, která je rovnoběžná s průmětnou, se nazývá *hlavní přímka*. Přímka, která není hlavní, protíná průmětnu v bodě, který nazýváme *stopník* (bod P na obrázku 1.2). *Stupňovaní* přímky znamená nalezení průmětů bodů přímky, které mají celočíselné kóty. K určení stopníku přímky používáme *sklápění* promítací roviny přímky (obr. 1.3). Na kolmice k p_1 sestrojené v π vyneseme na příslušnou stranu od průmětu p_1 kótu z_A a z_B. Průnik p_1 s (p) je hledaný stopník. Ze sklopení lze snadno určit kóty bodů přímky p (na obr. 1.3 bod C).



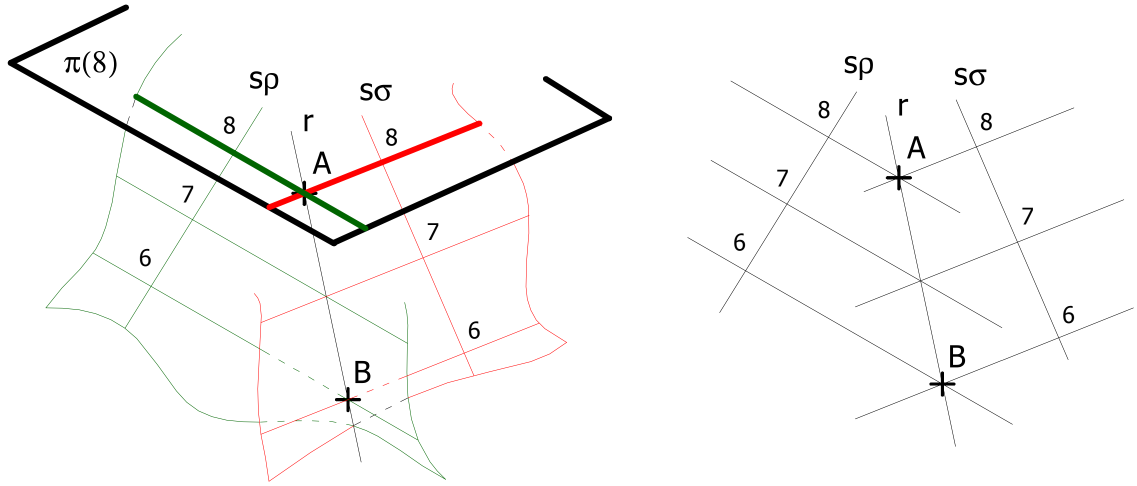
Obrázek 1.3 Stopník přímky

Tři různé body, které neleží v přímce, určují rovinu. Rovina je promítací právě tehdy, když kótované průměty všech bodů roviny leží na přímce. Rovina rovnoběžná s průmětnou se nazývá *hlavní* (*vrstevní*) *rovina*. Průnikem roviny ρ, která není hlavní, s hlavními rovinami jsou hlavní přímky této roviny. Průmětna je hlavní rovina o kótě 0 a hlavní přímka v ní ležící se nazývá *stopa roviny* ρ a značí se p^{ρ}. Přímka roviny, která je kolmá na hlavní přímky, se nazývá *spádová přímka*. Každým bodem roviny prochází právě jedna spádová přímka, která se zpravidla značí *s*. Ve sklopení spádové přímky do půdorysny (popř. jiné hlavní roviny) určuje úhel α odchylku spádové přímky od průmětny (viz. obrázek 1.4). Odchylka roviny od průmětny se rovná odchylce její spádové přímky od průmětny.



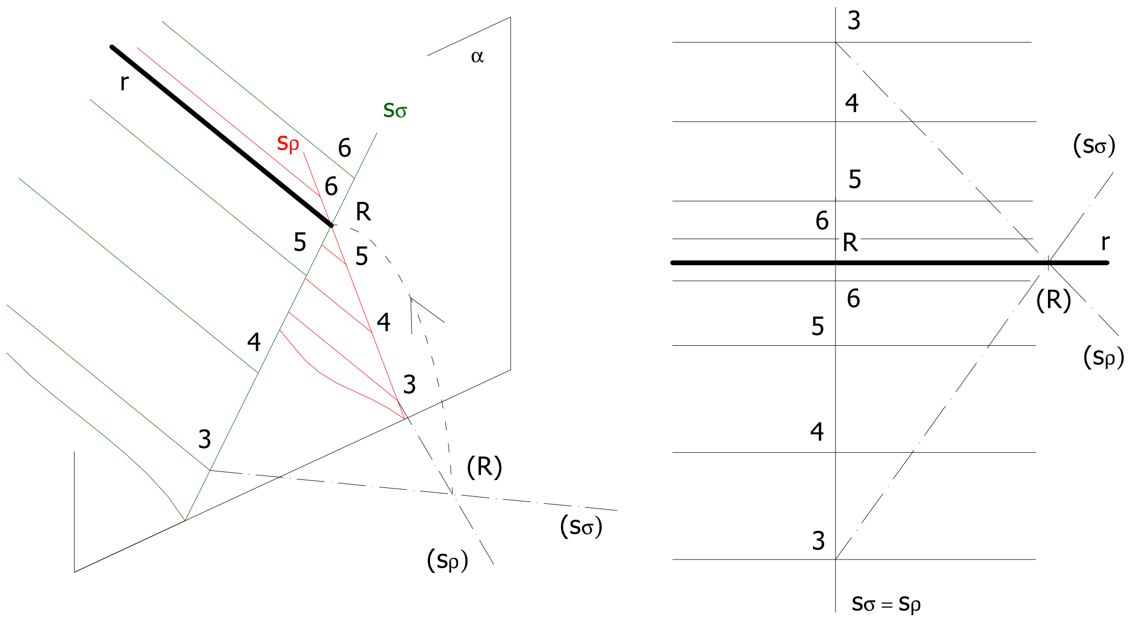
Obrázek 1.4 Odchylka roviny od průmětny

Nalezení *průsečnice r* dvou různoběžných rovin není složité. Hlavní přímky obou rovin se v téže hlavní rovině protínají v bodě průsečnice. Stačí nalézt dva její body (viz. obr. 1.5).



Obrázek 1.5 Průsečnice rovin

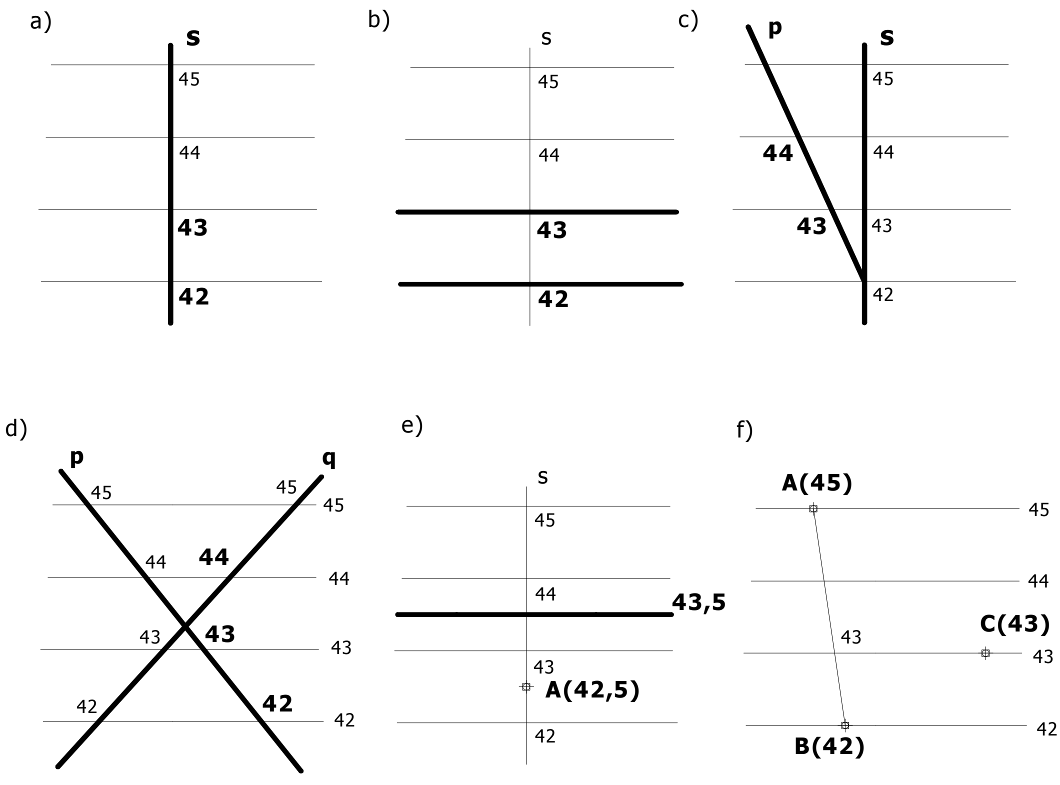
Speciálním případem je situace, kdy jsou hlavní přímky rovin ρ i σ rovnoběžné. Rovina α, která je kolmá na hlavní přímky obou rovin, protne roviny ve spádových přímkách s_ρ a s_σ. Ve sklopení roviny α (do půdorysny nebo jiné hlavní roviny) určíme průsečík spádových přímek (R). Průsečnice rovin ρ, σ prochází bodem R a je rovnoběžná s hlavními přímkami rovin (obr. 1.6).



Obrázek 1.6 Průsečnice rovin ve speciální poloze

Na obrázku 1.7 jsou znázorněny různé způsoby zadání roviny:

a) Stupňovaná spádová přímka jednoznačně určuje rovinu. Hlavní přímky jsou kolmé na spádovou přímku a jejich kóta je shodná s kótou bodu na spádové přímce, kterým hlavní přímka prochází.
b) Rovina je zadána dvěma hlavními přímkami. Každá kolmice k průmětům těchto hlavních přímek je průmětem spádové přímky, na které známe dva její body.
c) Je-li zadána stupňovaná přímka *p* ležící v hledané rovině a spádová přímka nebo směr spádové přímky, budou hlavní přímky kolmé na spádovou přímku, respektive její směr, a průsečík s přímkou *p* určí jejich kótu.
d) Další možností je zadat rovinu dvěma přímkami, z nichž ani jedna není hlavní. Jsou-li obě tyto přímky vystupňované, hlavní přímky nalezneme jako spojnice bodů o stejných kótách. Na obrázku d) známe na přímce q pouze jeden její bod. Na přímce p nalezneme bod s touto kótou a získáme směr hlavních přímek.
e) Rovina může být zadána také jednou hlavní přímkou a bodem roviny, který na této hlavní přímce neleží. Kolmice na zadanou hlavní přímku procházející zadaným bodem je spádová přímka, na které známe dva body a snadno lze dourčit její stupňování.
f) Tři body, které neleží v přímce, také určují jednoznačně rovinu, jejíž hlavní přímky získáme tak, že spojíme bod s nejmenší a největší kótou. Na této spojnici nalezneme bod o kótě shodné s kótou třetího bodu, čímž získáme směr hlavních přímek roviny.



Obrázek 1.7 Různá zadání roviny

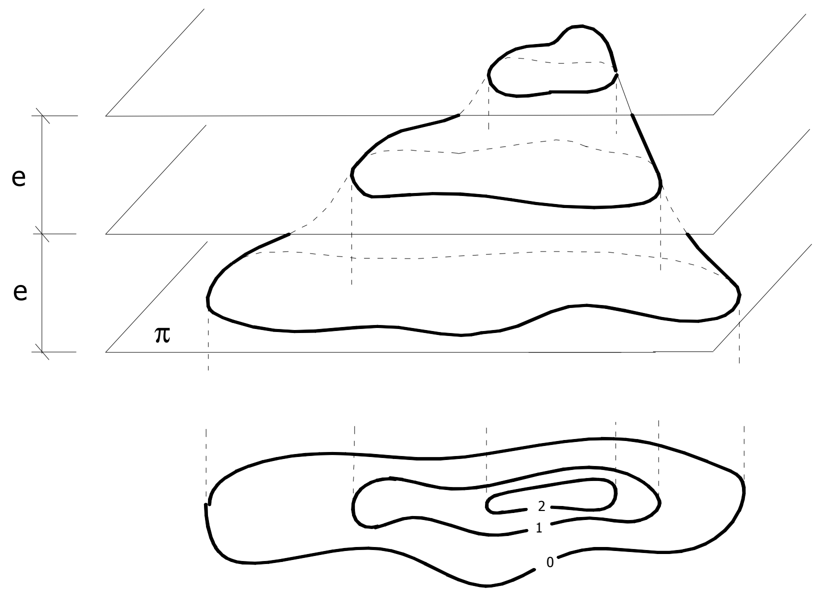
Kapitola 2

Topografická plocha a její části

Topografická plocha (řecky topo = místa se týkající, topografie = místopis) je tvořena částí zjednodušeného zemského povrchu, z tohoto důvodu ji také nazýváme *plochou terénu*. Nemá předepsaný výtvarný zákon, proto náleží mezi *grafické* neboli *empirické plochy*.

Pokud zobrazovaná topografická plocha nepřesahuje 200 km^2, zobrazujeme ji v kótovaném promítání na vodorovnou průmětnu, kterou tvoří vhodně prodloužená mořská hladina, kterou lze na takto malé ploše považovat za rovinu. Zobrazováním větších částí zemského povrchu se zabývá *kartografie*.

Zobrazovanou část zemského povrchu protínáme *ekvidistantními rovinami*, tj. vodorovnými rovinami, které jsou vzdáleny o tutéž délku – *ekvidistanci*. Řezy ekvidistantních (neboli *vrstevních*) rovin s plochou tvoří *vrstevní* (též *vrstevnicové*) *křivky*. Rozlišujeme vrstevní křivky nacházející se nad průmětnou, tzv. *výškové křivk*y (*isohypsy*), a křivky pod průmětnou, nazývané *hloubkové křivky* (*isobaty*).



Obrázek 2.1

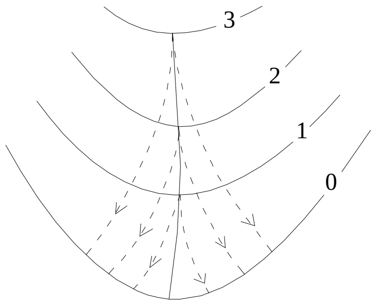
Pravoúhlé průměty těchto křivek do průmětny π pak nazveme *vrstevnicemi*. Vrstevnice se opatřují příslušnou kótou, přičemž průmětna π má kótu 0. Topografická plocha je určena *vrstevnicovým plánem*, tj. soustavou kótovaných vrstevnic. Mezi jednotlivými vrstevnicemi není plocha určena. Potřebujeme-li určit přesněji tvar plochy, musíme zmenšit ekvidistanci.

Cvičení 2.1 : Na obrázku 2.1 nalezněte vrstevní křivky a určete zda se jedná o isohypsy nebo o isobaty. Kde jsou na obrázku 2.1 znázorněny vrstevnice?

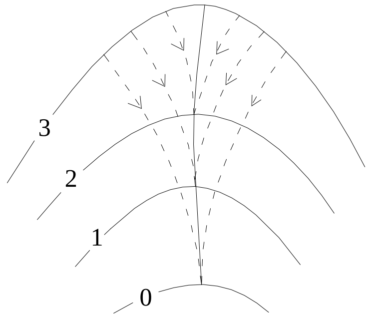
Dalšími významnými křivkami topografické plochy jsou tzv. *spádové křivky* (jejich pravoúhlé průměty do π nazýváme *spádnice*), které mají tu vlastnost, že protínají kolmo všechny vrstevnicové křivky respektive vrstevnice plochy.

Na topografických plochách můžeme nalézt zvláštní případy spádových křivek:

- *Hřebenová* neboli *úboční křivka* – z každého jejího bodu vychází dvě spádnice, které mají v tomto bodě s křivkou společnou tečnu a směřují od ní (obr. 2.2).
- *Údolní křivka* neboli *údolnice* – do každého jejího bodu ústí dvě spádnice, které opět mají v tomto bodě s křivkou společnou tečnu (obr. 2.3).



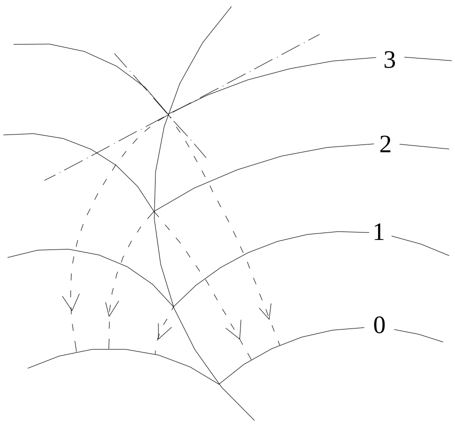
Obrázek 2.2



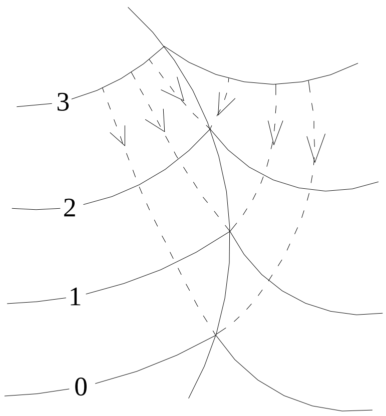
Obrázek 2.3

Na topografických plochách se také nalézají významné křivky, které spádové nejsou. Spojením bodů lomu na sousedních vrstevnicích vznikne jedna z křivek:

- *Hřbetní křivka* neboli *hřbetnice* – v terénu se jeví jako hrana. Z každého bodu hřbetnice vycházejí dvě různé spádnice, které mají v tomto bodě různé tečny (obr. 2.4).
- *Osa údolního koryta* – v terénu se jeví jako ostrý zářez. Do každého jejího bodu ústí dvě spádnice, které mají v tomto bodě různé tečny (obr. 2.5).



Obrázek 2.4

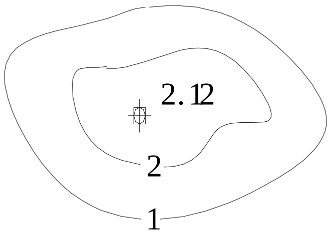


Obrázek 2.5

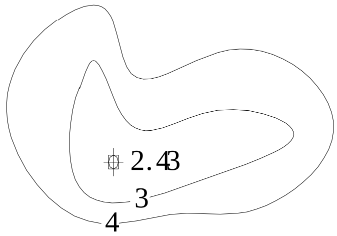
Kresleno podle Setzer [1], obr. 58, str. 71.

Na topografických plochách se nachází některé významné body. Jsou to takové body plochy, v nichž je tečná rovina plochy vodorovná :

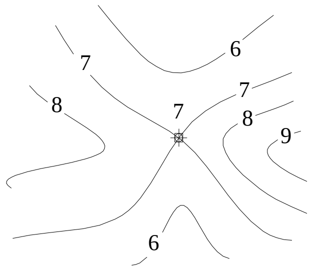
- *Vrchol* – bod, v jehož vhodně zvoleném okolí mají všechny vrstevnice menší kóty než má vrchol. Matematicky se jedná o lokální maximum nadmořské výšky. V praxi se obvykle pojem *vrchol* používá pro body s určitou významností, např. nejvyšší bod pohoří.
- *Důl* – bod, v jehož vhodně zvoleném okolí mají všechny vrstevnice vyšší kóty. Matematicky se jedná o lokální minimum nadmořské výšky.
- *Sedlový* neboli *uzlový bod* – protínají se v něm vrstevnice o stejné kótě a rozděluje plochu na 4 části. Dvě protější části mají vrstevnice o vyšších a dvě o nižších kótách než má sedlový bod.



Obrázek 2.6 Vrchol



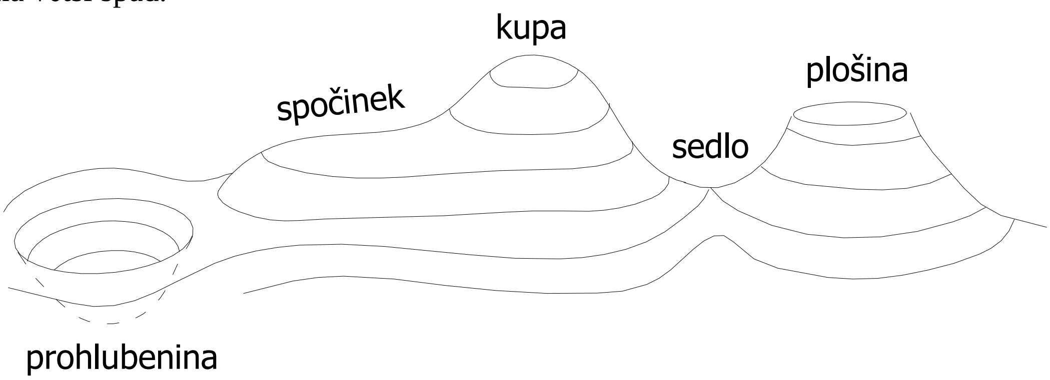
Obrázek 2.7 Důl



Obrázek 2.8 Sedlový bod

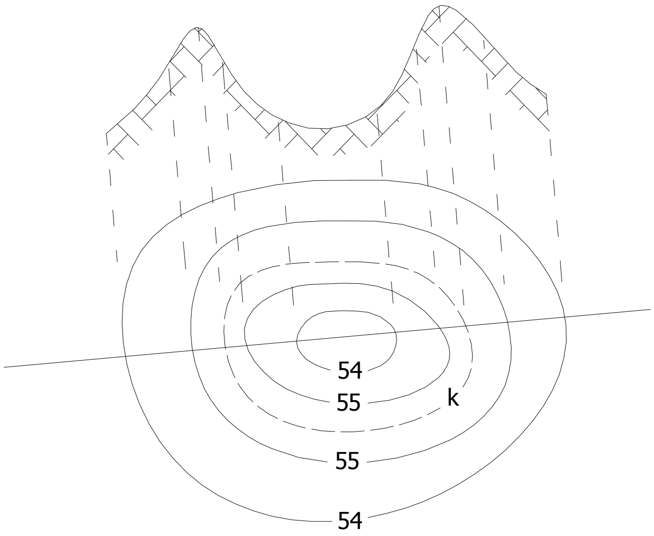
Na topografických plochách nebo na jejich částech se vyskytují speciální tvary ploch:

- Plochu v okolí hřbetnice nazýváme *hřbet*, plochu v okolí údolnice *údolí*
- Část plochy v blízkosti vrcholu se nazývá *kupa* (obr. 2.9)
- Okolí dolu vytváří na ploše *prohlubeninu* (obr. 2.9)
- V blízkosti sedlového bodu vytváří plocha tzv. *sedlo* (obr. 2.9)
- *Plošinou* nazveme takovou část plochy, jíž se dotýká vodorovná tečná rovina podél plochy (popř. téměř vodorovnou část topografické plochy), v jejímž okolí mají vrstevnice menší výškové kóty (obr. 2.9)
- Na obrázku 2.9 je znázorněn také tzv. *spočinek*, který vzniká v místech, kde hřbetnice přechází do značně mírnějšího sklonu (do 2°) a před začátkem a po ukončení spočinku má větší spád.

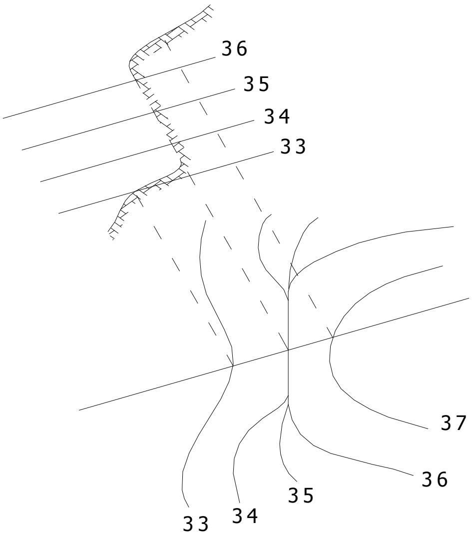


Obrázek 2.9

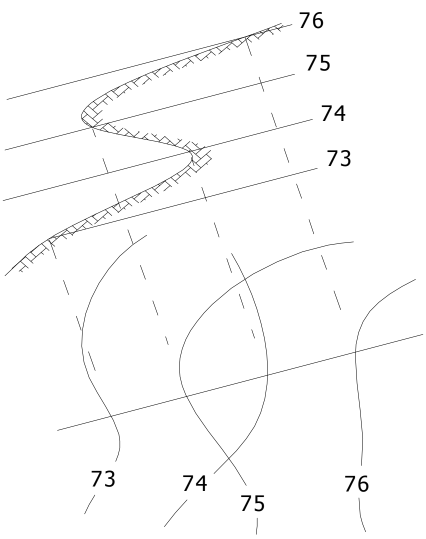
- Jestliže se vodorovná tečná rovina dotýká plochy v uzavřené křivce *k* a uvnitř křivky má plocha prohlubeninu, tak jako na obrázku 2.10, nazýváme tuto část plochy *kráterem* a křivku *k kráterovou křivkou*.
- Body tzv. *svislé stěny* mají svislou tečnou rovinu. Svislá stěna je ve vrstevnicovém plánu vždy tam, kde splývají vrstevnice s různými kótami (obr. 2.11).
- Část plochy, ve které se kříží vrstevnice (nikoli vrstevní křivky) nazveme *převisem*. Převis je znázorněn na obrázku 2.12.



Obrázek 2.10 Kráter



Obrázek 2.11 Svislá stěna



Obrázek 2.12 Převis

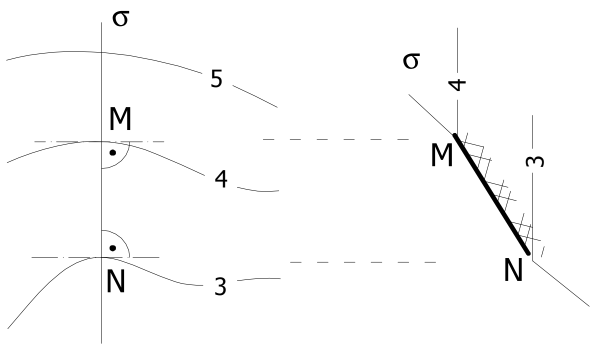
Kresleno podle obrázků Drábek a kol. [2], str. 120-121.

Kapitola 3

Konstrukce vrstevnicového plánu

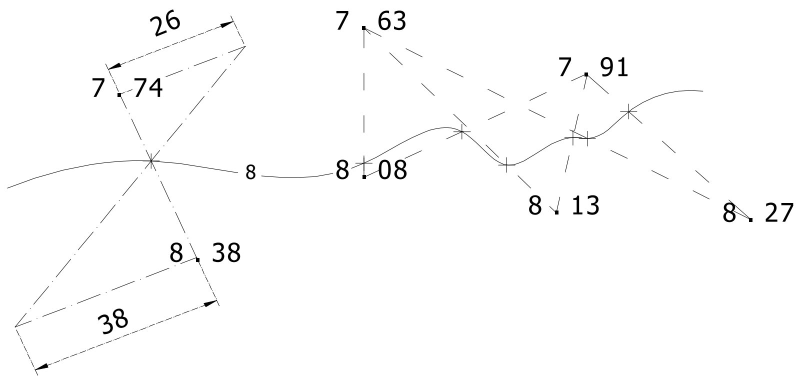
V praxi se často vyskytuje úloha: sestrojit vrstevnicový plán z určitého množství polohově a výškově zaměřených bodů. Při konstrukci vrstevnicového plánu se využívá *předpokladu lineárního průběhu mezi dvěma sousedními vrstevnicemi*:

Sestrojme promítací rovinu σ, která je „téměř kolmá“ na 2 sousední vrstevnice a protíná je v bodech M, N. Pro praktické zjednodušení konstrukcí na topografických plochách budeme předpokládat, že úsečka MN leží celá na topografické ploše (plyne z Drábek [2], str. 114).



Obrázek 3.1 Lineární průběh mezi dvěma vrstevnicemi

S využitím tohoto předpokladu snadno sestrojíme některé body vrstevnice. Na obrázku 3.2 vlevo je znázorněna konstrukce bodu o kótě 8, který leží na spojnici bodů o kótách 7,74 respektive 8,38. Desetinná čárka oddělující metry od decimetrů je nahrazena tečkou, která svou polohou určuje zároveň půdorys příslušného bodu.

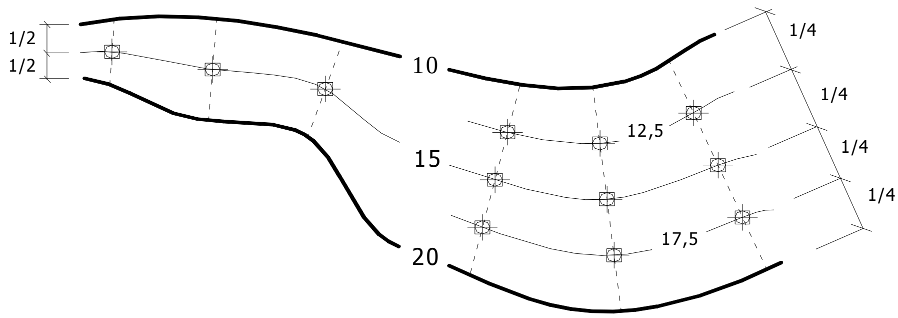


Obrázek 3.2

Svislou promítací rovinu obou bodů sklopíme do vrstevní roviny o kótě 8. Průsečík spojnice bodů sklopených (podle předpokladu úsečka) a spojnice půdorysů těchto bodů je půdorys hledaného bodu. Tento bod má kótu 8. Stejnou konstrukci použijeme na další známé body, čímž dostaneme další body vrstevnice. Je zřejmé, že čím větší počet bodů sestrojíme, tím přesnější tvar vrstevnice získáme.

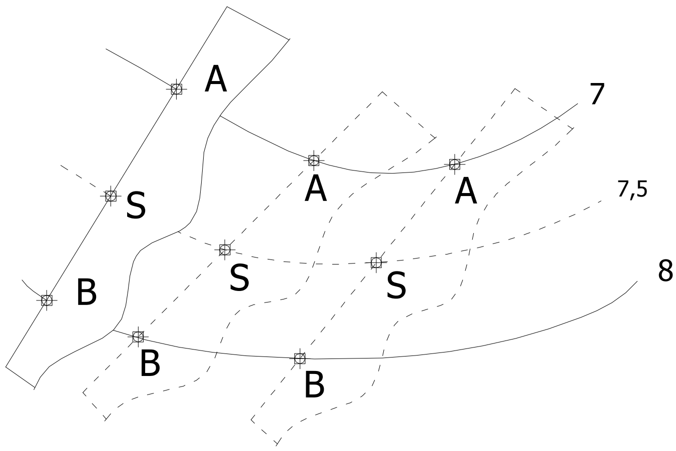
V některých případech nám nepostačí daná hustota vrstevnic (tzn. sousední vrstevnice jsou daleko od sebe) na vrstevnicovém plánu. V takové situaci můžeme mezi již zakreslené vrstevnice *vložit* neboli *interpolovat* jednu či více vrstevnic. Mezi vrstevnicemi však není plocha dostatečně určena, proto jsou všechny metody interpolace pouze přibližné.

Body *interkalární* neboli *vložené* vrstevnice získáme půlením příček „přibližně kolmých“ zároveň k oběma sousedním vrstevnicím. Příčky nemusíme jen půlit, ale můžeme je dělit na libovolné díly. Na obrázku 3.3 vpravo jsou příčky např. děleny na čtvrtiny.

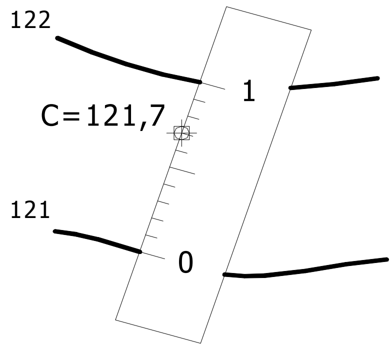


Obrázek 3.3

Ve speciálním případě lze použít metodu interpolace, kterou uvádí Drábek [2], str. 115: Jestliže jsou dané sousední vrstevnice téměř „rovnoběžné“ (ekvidistantní), pak na proužek papíru vyznačíme úsečku AB rovnou vzdálenosti sousedních vrstevnic a rozdělíme ji na požadovaný počet dílků. Na obrázku 3.4 je zvolen bod S jako střed úsečky AB. Pohybujeme-li krajními body A, B po příslušných vrstevnicích, bod S se pohybuje po vložené vrstevnici.



Obrázek 3.4



Obrázek 3.5

Místo proužku papíru lze s výhodou využít měřítko. S použitím měřítka lze odhadovat kótu bodu ležícího na topografické ploše, což je znázorněno na obrázku 3.5.

Cvičení 3.1 : Sestrojte:

a) vrstevnici o kótě 5

4.92

5.03

4.99

5.06

5.10 4.88

4.97

4.95

b) vrstevnici o kótě 21

20 . 79

20 . 16

20 . 86

21 . 33

21 . 57

20 . 44

20 . 98

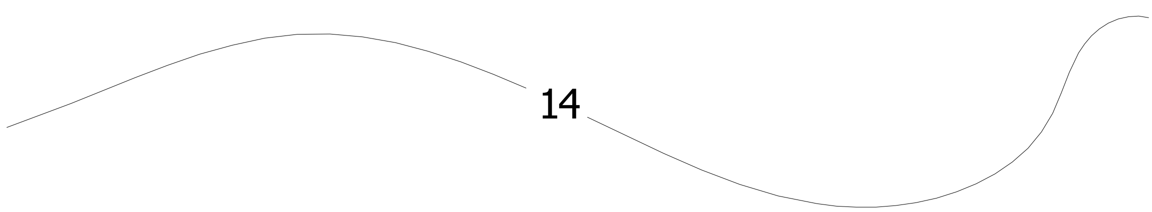
20 . 52

c) vrstevnici o kótě 15

15 . 07

15 . 02

15 . 06

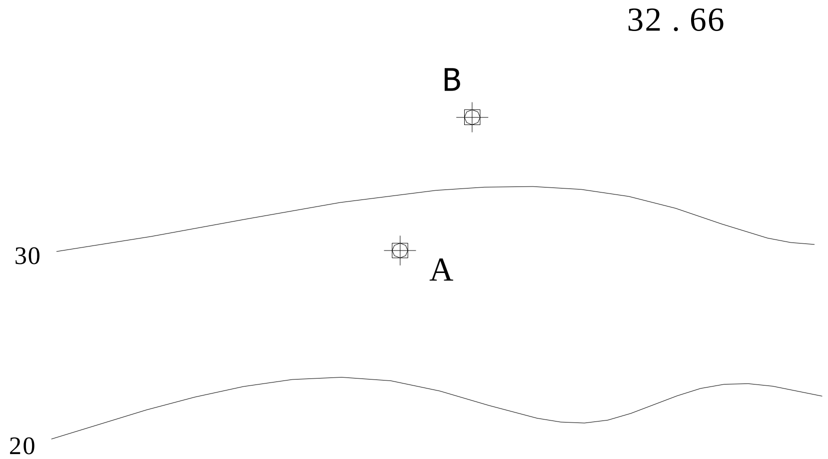


Cvičení 3.2 :
a) Sestrojte vrstevnicový plán, kde S je sedlový bod. Zvolte vhodnou ekvidistanci.

710 . 54
709 . 77
709 . 43
709 . 00
708 . 26
708 . 28
707 . 15
707 . 58
706 . 59
707 . 63
706 . 02
705 . 69
706 . 97
S = 707 . 50
707 . 07
706 . 11
707 . 77
708 . 91
708 . 88
708 . 10
707 . 26
709 . 70
709 . 38
709 . 69
710 . 22
708 . 94
710 . 47

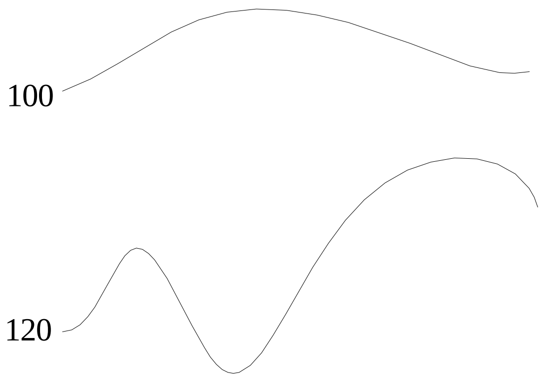
b) Do vrstevnicového plánu doplňte vrstevnici o kótě 707,5 .

Cvičení 3.3 : Určete přibližné kóty bodů A, B .

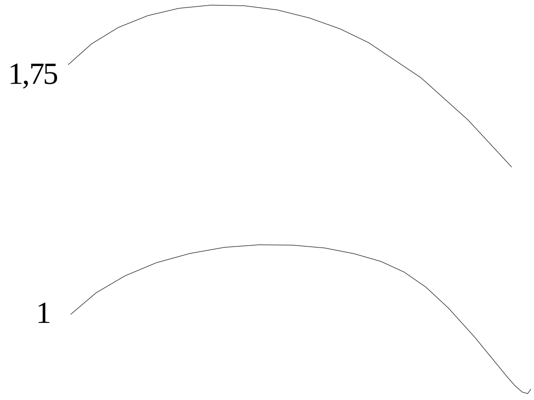


Cvičení 3.4 : Vložte:

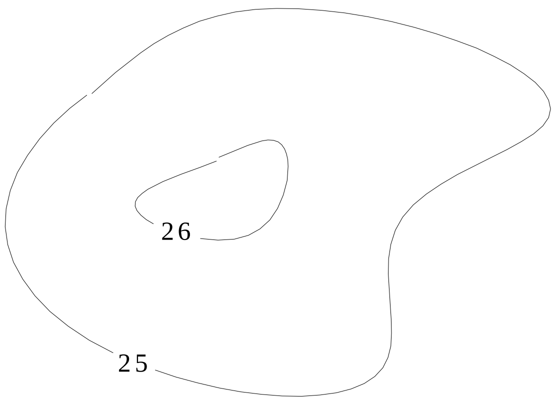
a) vrstevnici 110.



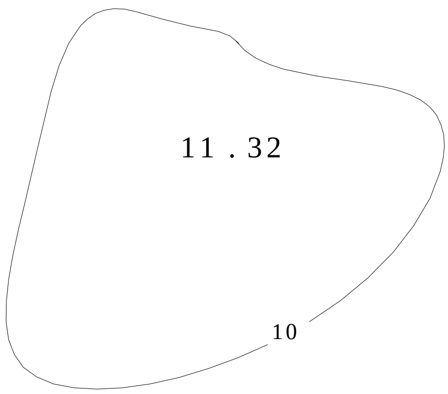
b) vrstevnice 1,25 a 1,5. Použijte a porovnejte obě metody interpolace.



c) vrstevnici 25,5 .



d) vrstevnici 11, kde zadaný bod je vrcholem plochy.



Cvičení 3.5 : Narýsujte vrstevnici o kótě 15,2 .

14 . 80

15 . 07

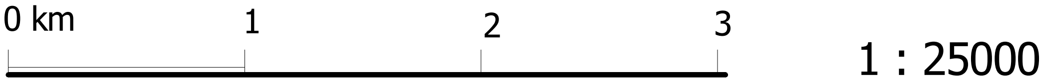
15 . 36

15 . 61

Kapitola 4

Měřítko vrstevnicového plánu

Vzhledem k velikosti nákresny se kreslí vrstevnicový plán v určitém *měřítku*. *Poměr zmenšení 1 : M* udává, v jakém poměru je úsečka *d* na mapě (vrstevnicovém plánu) k odpovídající úsečce *D* v terénu. Na mapách se často vedle *číselného měřítka* setkáváme i s *grafickým měřítkem*. Pokud se přenesou tyto dílky na papírový proužek, lze pomocí tohoto proužku poměrně přesně měřit vzdálenosti na mapě (číselné měřítko je znázorněno na obrázku 4.1 vpravo, grafické pak vlevo).



Obrázek 4.1 Grafické a číselné měřítko

! POZOR: Je potřeba rozlišovat zmenšení délek tzv. *lineární zmenšení* od *plošného zmenšení*, tj. poměr obsahu *p* rovinného obrazce na mapě k jeho skutečné velikosti *P* v terénu, který je roven *poměru 1 :* M^2.

Příklad:
Na mapě s měřítkem 1:100 (tedy M=100) jsme naměřili délky stran obdélníka 2cm a 3cm. Ve skutečnosti měří strana obdélníka 2·100 tedy 200cm respektive 3·100 = 300cm. Spočítáme-li plošný obsah skutečného obdélníka, který je roven 60000cm^2 a porovnáme-li ho s obsahem obdélníka na mapě, dostaneme poměr 6:60000, po upravení 1:10000, a to je právě plošný poměr zmenšení 1 : M^2.

Cvičení 4.1 : Určete skutečnou délku, jestliže na mapě s měřítkem 1:1000 má úsečka délku:
a) 30cm b) 0,1cm c) 1m a 36cm d) 2/5dm

Cvičení 4.2 : Určete v metrech skutečnou délku úsečky, která má na mapě s měřítkem 1:250 délku: a) 2cm b) 420mm c) 1m a 15cm d) $0{,}2\cdot10^{-2}$ dm

Cvičení 4.3 : Jakou délku bude mít úsečka na mapě s měřítkem 1:4000, jestliže ve skutečnosti má délku : a) 12km b) 20m c) 1km a 360m
d) 150m a 1400cm, výsledek uveďte v mm

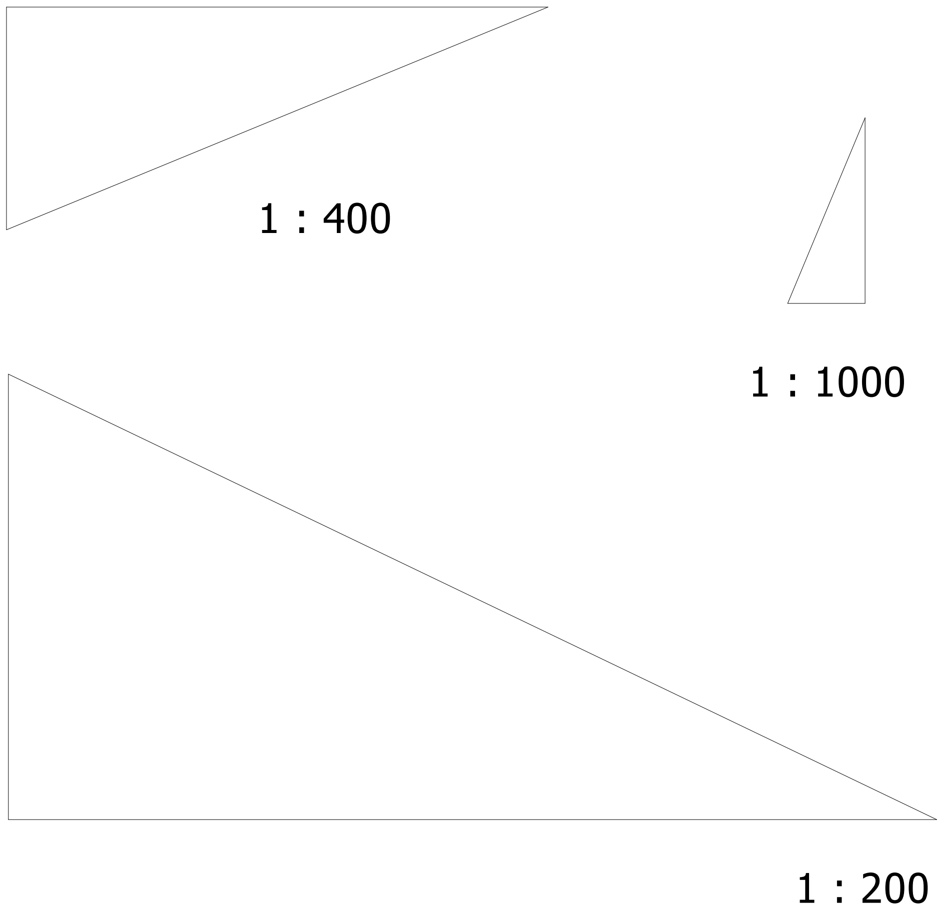
Cvičení 4.4 : Určete poměr a : b : c jestliže jsme změřili úsečku a = 21cm na mapě s měřítkem 1:500, úsečku b = 1,8m na mapě s měřítkem 1:25 a úsečku c = 7,5mm na mapě s měřítkem 1:8000.

Cvičení 4.5 : Na mapě s měřítkem 1:700 jsme změřili úsečku AB=48cm. Jakou délku bude mít tatáž úsečka AB na mapě s měřítkem 1:400?

Cvičení 4.6 : Měřítko mapy je 1 : M. Určete podle grafického měřítka M.

1 : M

Cvičení 4.7 : Každý z trojúhelníků je znázorněn na jiné mapě. Měřítko příslušné mapy je uvedeno u trojúhelníku. Určete který z pravoúhlých trojúhelníků má ve skutečnosti největší obsah.



Kapitola 5

Křivka konstantního spádu

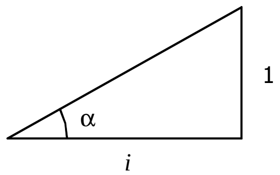
Než si ukážeme, jak sestrojit křivku konstantního neboli stálého spádu, která leží na topografické ploše, musíme vědět kdy křivka (přímka) leží na ploše:

Tvrzení 5.1 : *Křivka leží na topografické ploše* právě tehdy, když každý její bod leží na stejně kótované vrstevnici.

Tvrzení 5.2 : *Bod leží na topografické ploše* právě tehdy, když leží na nějaké křivce, která leží na topografické ploše.

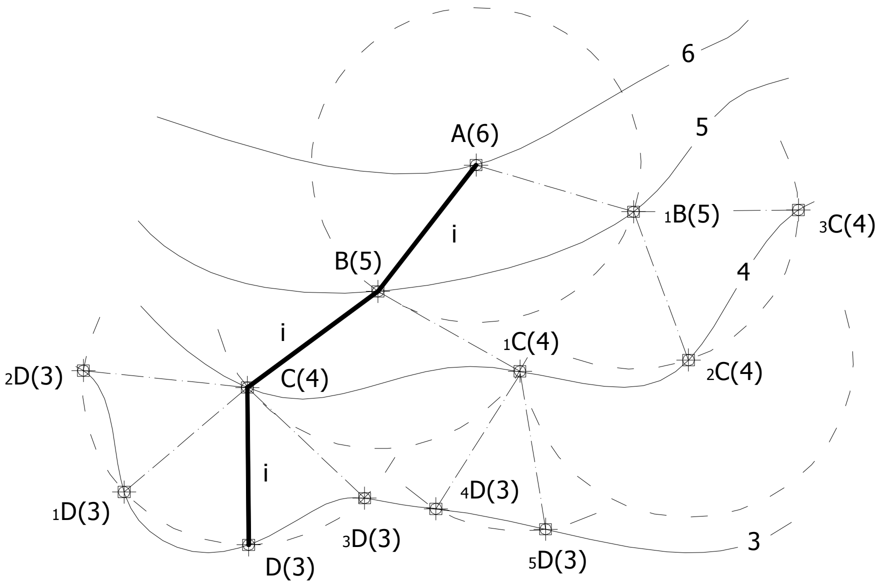
Křivka stálého spádu na topografické ploše má stálé intervaly. *Interval i* je délka půdorysu úsečky, jejíž krajní body na křivce mají kóty lišící se o jednotku.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{i}$$



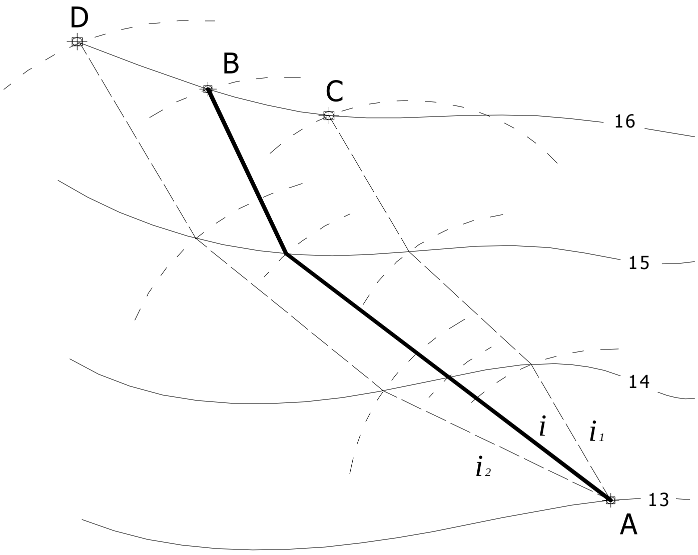
Obrázek 5.1

Chceme-li vést daným bodem křivku konstantního spádu, dosadíme tg α do vzorce na obrázku 5.1, čímž zjistíme interval *i*. Průsečíky kružnice se středem v bodě bodě A(6) a poloměrem *i* s příslušnou vrstevnicí označíme B(5), ${}_1$B(5), popř. ${}_2$B(5), … . V dalším kroku volíme za střed kružnice jeden z bodů B(5), ${}_1$B(5), … . Poloměr kružnice je stále *i*. Takto můžeme pokračovat dokud neprotneme požadovanou vrstevnici, nebo do té doby než se stane, že sestrojená kružnice nemá s příslušnou vrstevnicí žádný průsečík (na obrázku 5.2 z bodu ${}_2$C(4)). Křivku stálého spádu ležící na ploše získáme plynulým spojením bodů A, B, C, D. Spojením těchto bodů úsečkami získáme lomenou čáru, která tuto křivku aproximuje.



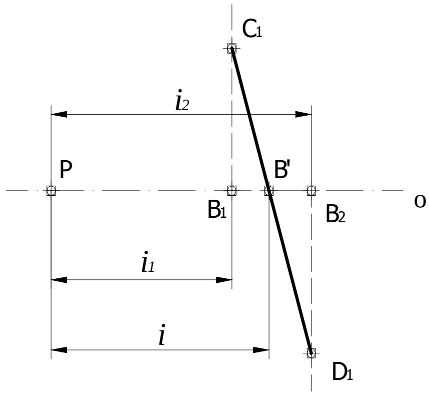
Obrázek 5.2

Druhým typem úlohy je dané dva body na ploše spojit cestou (křivkou) konstantního spádu. Na obrázku 5.3 je určen bod A jako výchozí bod. Nejprve zvolíme libovolný interval i_1 a vedeme z bodu A křivku konstantního spádu s intervalem i_1 (viz. obr. 5.2). Tato křivka protne vrstevnici, na níž leží bod B, v bodě C. Dále provedeme tutéž konstrukci s větším (popř. menším) intervalem i_2, tak aby vzniklý bod D, který opět leží na téže vrstevnici jako bod B, ležel vpravo, pokud bod C ležel vlevo od bodu B a naopak.



Obrázek 5.3

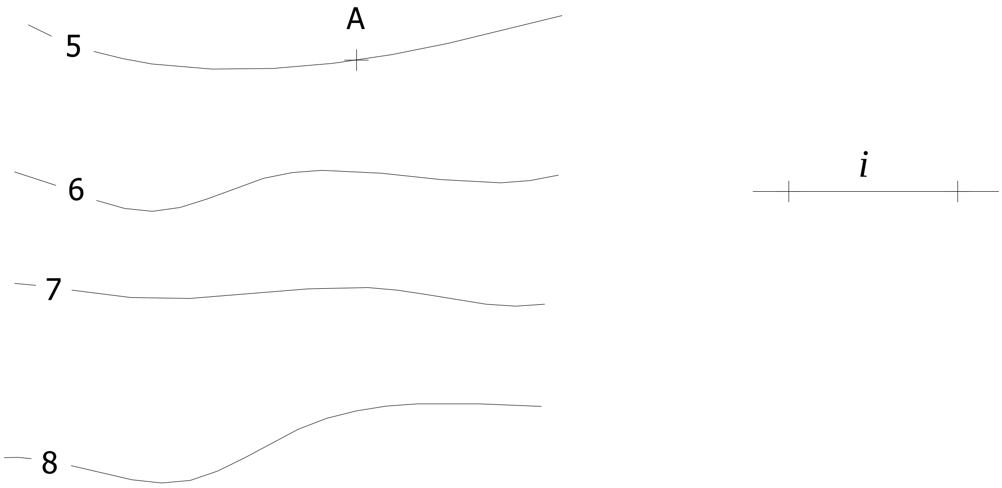
Hledaný interval *i* lze zkonstruovat následovně: Na osu *o* naneseme od zvoleného bodu P (od počátku) intervaly i_1, i_2. Tím získáme body B1 a B2. Na kolmici k ose *o* naneseme z bodu B1 (B2) nad osu *o* (pod osu *o*) chybu CB (DB), kterou odměříme z vrstevnicového plánu, a vzniklý bod označme C1 (D1). Spojnice bodů C1, D1 je tzv. *křivka chyb*, která nám určí na ose *o* bod B´ (obr. 5.4). Nakonec vedeme z bodu A křivku konstantního spádu s intervalem *i* = PB´, což je hledaná spojnice bodů A, B (obr. 5.3).



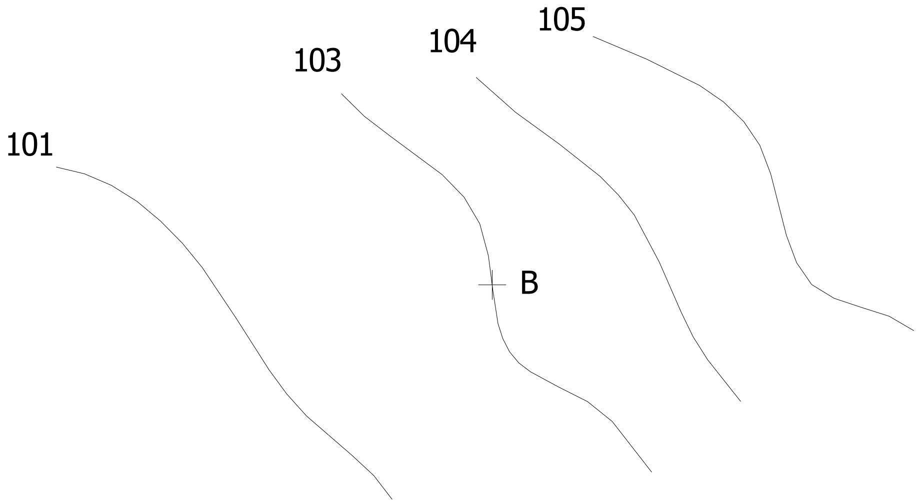
Obrázek 5.4 Křivka chyb

Tento postup lze použít za předpokladu: Když volíme při protnutí vrstevnice s kótou 14 kruhovým obloukem o poloměrech i_1 levý průsečík, uvažujeme levé průsečíky také pro kruhové oblouky s poloměry i_2, *i* atd. (viz. obr. 5.3).
Obě konstrukce nalezneme např. v Drábek [2], str. 121-122.

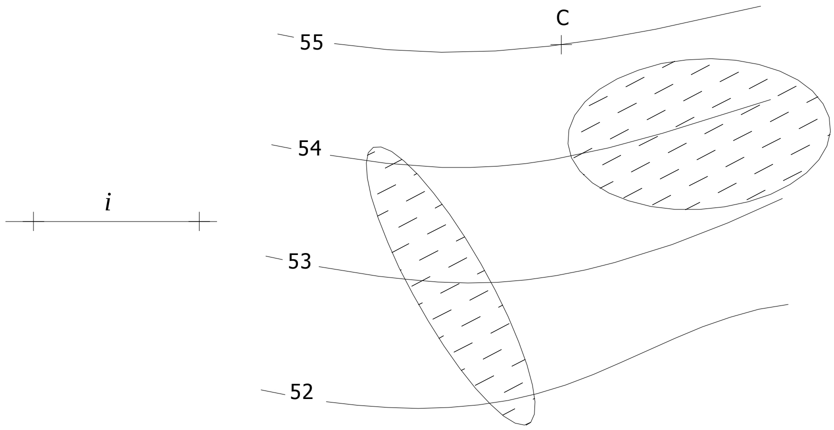
Cvičení 5.1 : Je dán bod A a interval *i*. Sestrojte křivku konstantního spádu, která leží na topografické ploše.



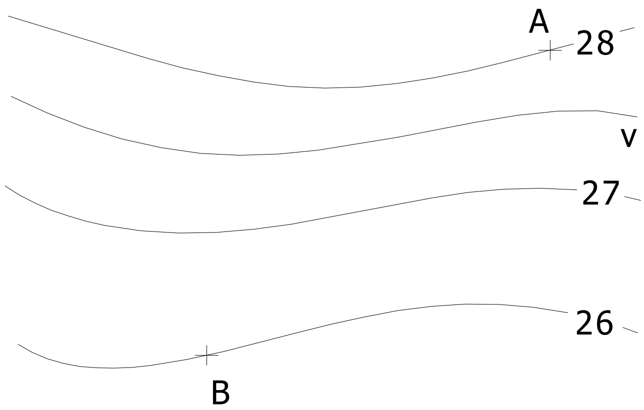
Cvičení 5.2 : Je dán bod B a spád křivky tg α = 1/3. Sestrojte křivku konstantního spádu, která leží na topografické ploše.



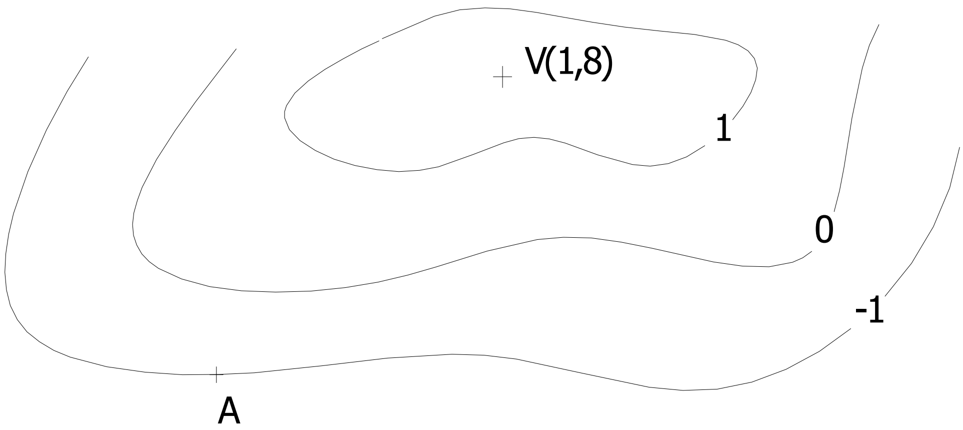
Cvičení 5.3 : Je dán bod C a interval *i*. Navrhněte cestu konstantního spádu ležící na topografické ploše tak, aby nevedla skrz oplocené pozemky (na obrázku vyšrafované).



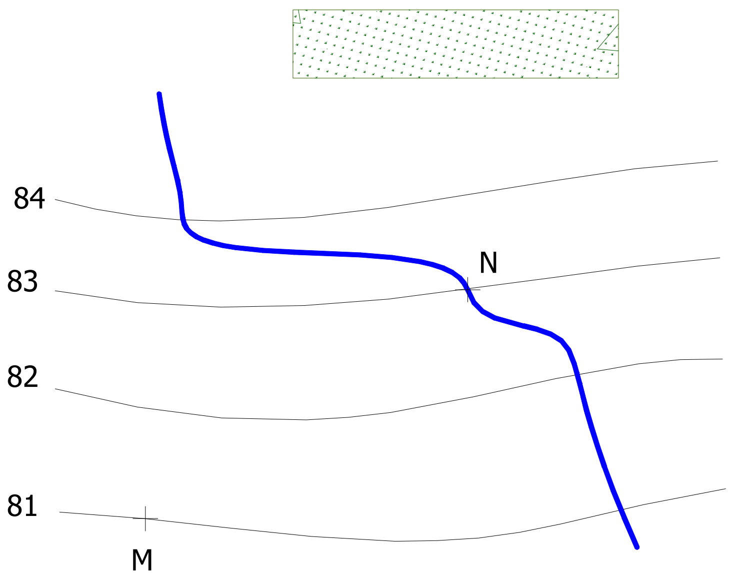
Cvičení 5.4 : Mezi body A, B sestrojte křivku konstantního spádu ležící na topografické ploše. Určete spád křivky a kótu vrstevnice *v*.



Cvičení 5.5 : Mezi vrcholem V(1,8) a bodem A sestrojte křivku stálého spádu, která leží na topografické ploše.



Cvičení 5.6 : Sestrojte z bodu M cestu konstantního spádu ke hřišti, které má kótu 85, jestliže bod N znázorňuje jedinou lávku přes potok.

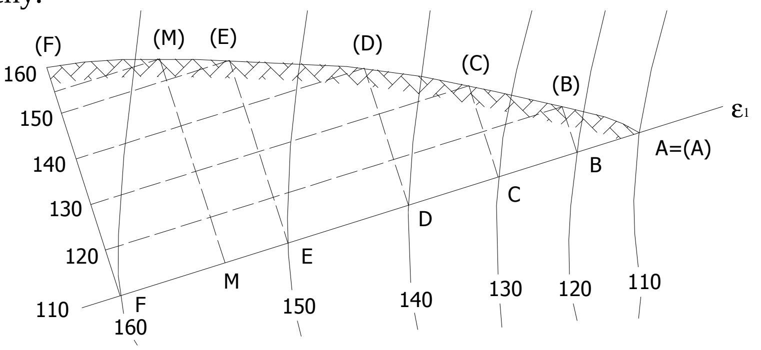


Kapitola 6

Příčný profil

Řez topografické plochy svislou rovinou nazýváme *příčný řez* neboli *příčný profil*. Chceme-li příčný profil sestrojit, postupujeme takto:

Zvolíme svislou rovinu ε. Půdorysná stopa ε_1 půdorysně promítací roviny ε protne vrstevnice v průmětech bodů A, B, C, D, E, F (viz. obr. 6.1). Dále sklopíme rovinu ε. V tomto případě není vhodné sklápět rovinu ε do půdorysny, ale otočit ji do vrstevnicové roviny o kótě 110. Bod F přejde v otočení do bodu (F), přičemž F(F) = 160 – 110 = 50 jednotek příslušného měřítka. Otočením bodu E získáme (E), bod (D) získáme otočením D atd. Bod A zůstává po otočení na místě. Spojením bodů (A), (B), (C), (D), (E), (F) získáme příčný profil topografické plochy.



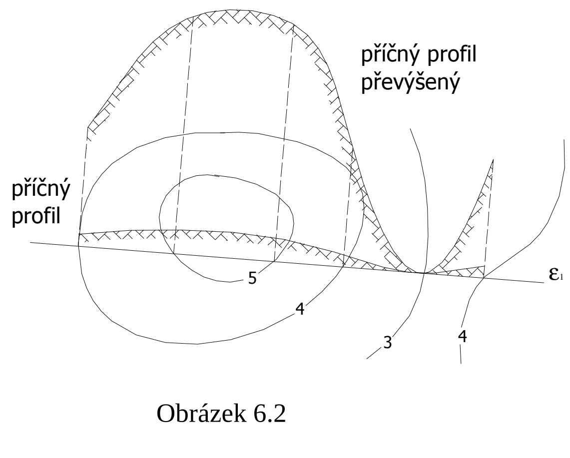
Obrázek 6.1 Příčný profil

Poznámka 6.1 : *Příčný profil je určen jen přibližně*. Je to dáno tím, že topografická plocha není na vrstevnicovém plánu mezi vrstevnicemi určena a tedy *průsečíky stopy ε_1 s vrstevnicemi jsou jediné body, u nichž známe výškové kóty*.

Poznámka 6.2 : *Lze určit přibližné kóty dalších bodů ležících na stopě ε_1*. Z bodu, ležícího na příčném profilu, spustíme kolmici na stopu ε_1, čímž získáme půdorys tohoto bodu. Na obrázku 6.1 je tento bod nazván M. *Délka úsečky (M)M + výšková kóta vrstevnicové roviny, do které jsme sklápěli rovinu ε, je rovna výškové kótě bodu M*.

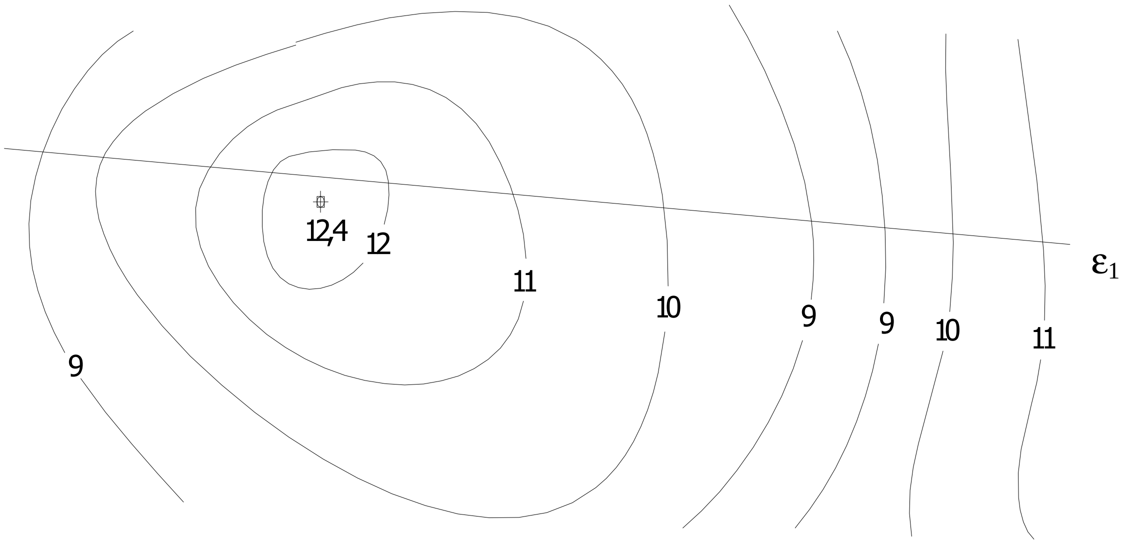
Poznámka 6.3 : *U profilů je zvykem pro přehlednost vyšrafovat stranu, na které je terén (půda),* čehož si můžete všimnout např. na obrázku 6.1.

Někdy je příčný profil málo názorný v důsledku malého výškového členění terénu. Stoupání a klesání terénu je téměř neznatelné. V takových případech používáme tzv. *převýšený profil*, ve kterém volíme měřítko pro výšky několikanásobně větší, než je měřítko půdorysu. Porovnání převýšeného příčného profilu s „obyčejným“ příčným profilem je znázorněno na obrázku 6.2, kde je měřítko pro vynášení výšek u převýšeného profilu 10krát větší. Je důležité si uvědomit, že také spád převýšeného profilu se 10krát zvětšil.

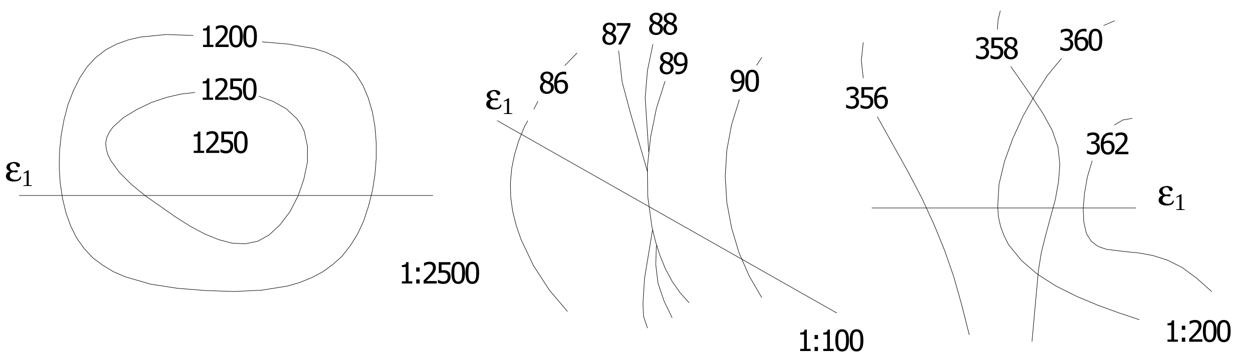


Obrázek 6.2

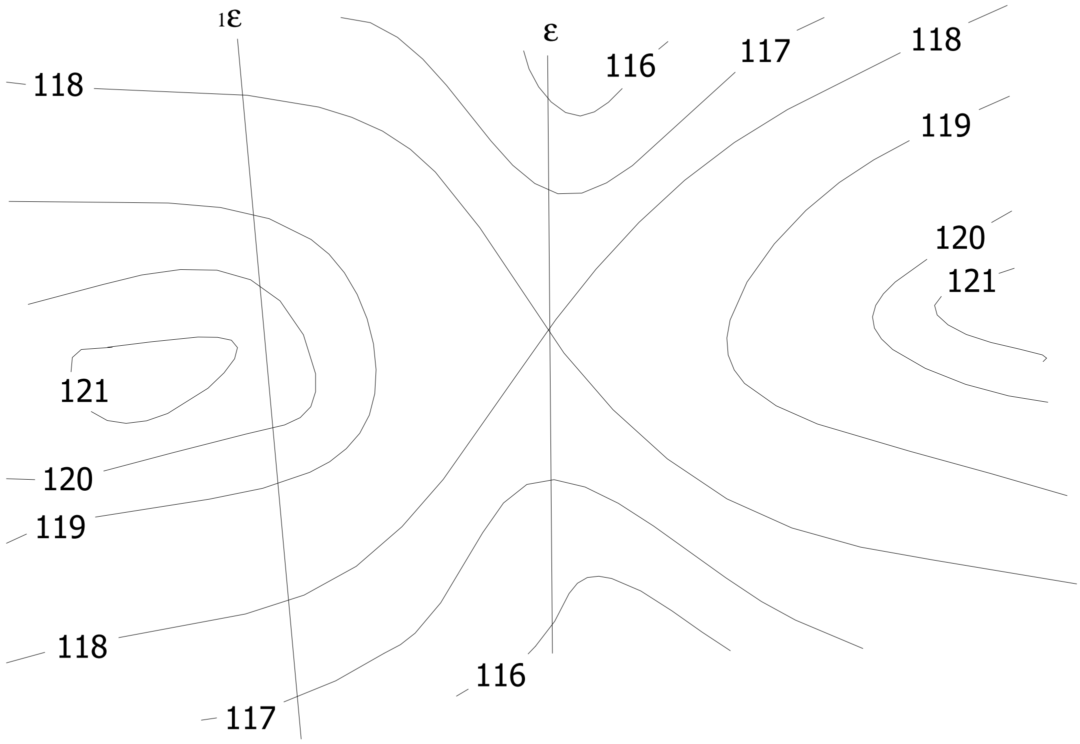
Cvičení 6.1 : Sestrojte dvakrát převýšený příčný profil v daném vrstevnicovém plánu, který má měřítko 1:100.

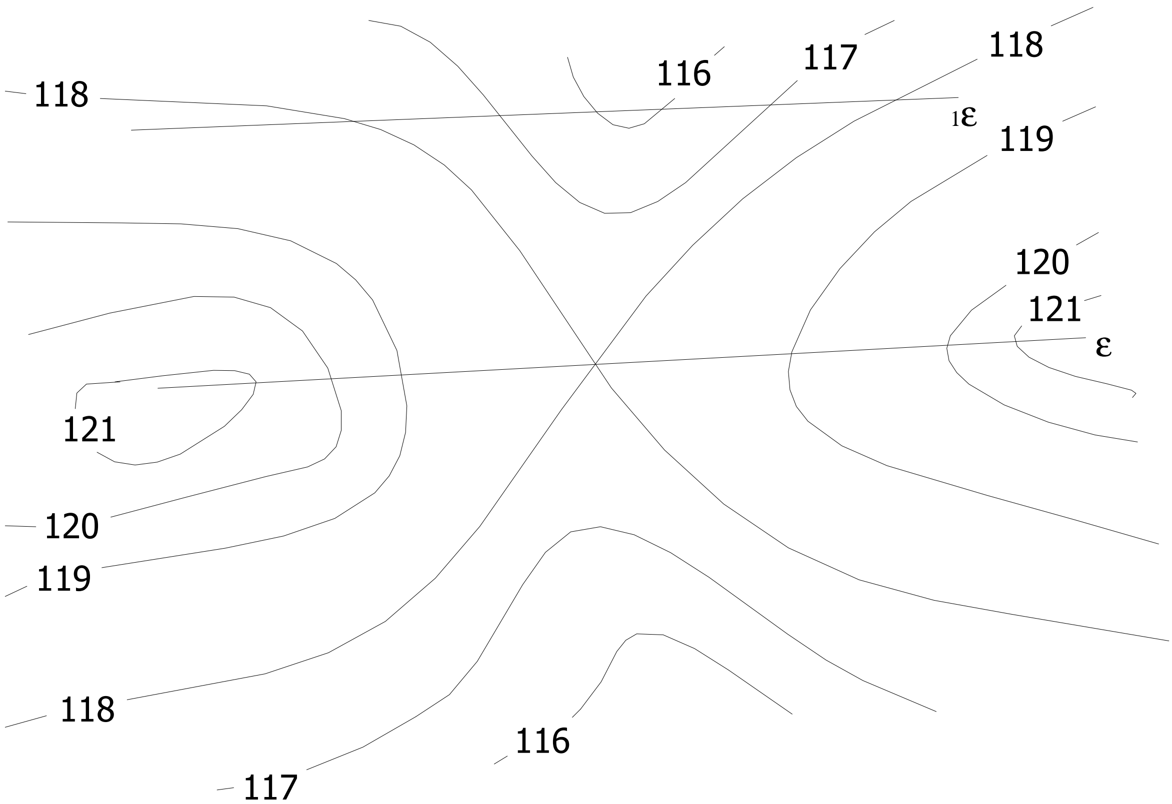


Cvičení 6.2 : Sestrojte příčné profily v daných vrstevnicových plánech. (pozn. Na prvním obrázku je vrstevnicový plán vodorovné plošiny)



Cvičení 6.3 : Sestrojte příčné profily v daných vrstevnicových plánech s měřítkem 1:100. (poznámka: terén tvoří tzv. sedlo)

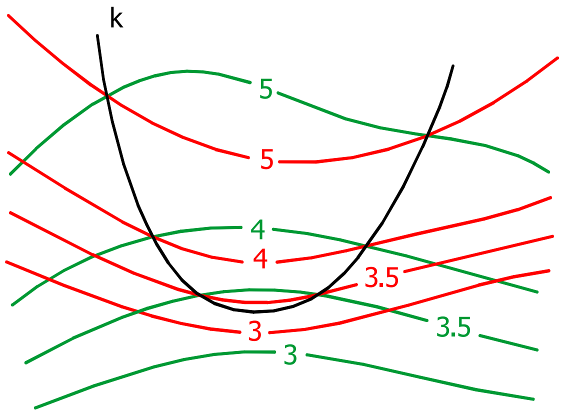




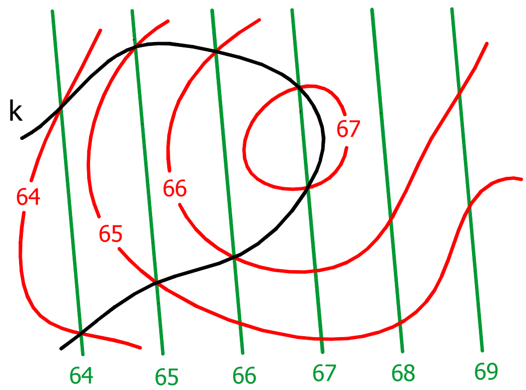
Kapitola 7

Průnik topografických ploch, řez topografické plochy rovinou

Průnikovou křivku dvou topografických ploch sestrojujeme bodově. Body průnikové křivky jsou průsečíky vrstevnic obou ploch o stejné kótě. Často potřebujeme určit další body průnikové křivky. Využíváme k tomu interkalární vrstevnice. Na obrázku 7.1 je znázorněna křivka *k*, která je průnikovou křivkou dvou topografických ploch. Pro přehlednost jsou vrstevnice jedné plochy znázorněny zeleně a vrstevnice druhé plochy jsou červené.



Obrázek 7.1 Průnik topografických ploch



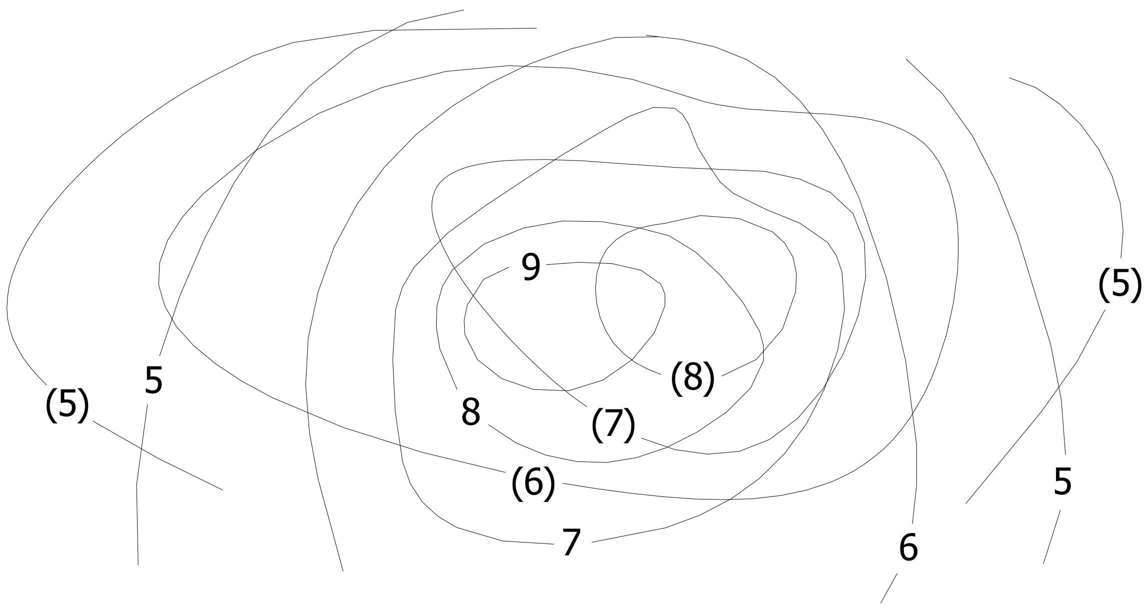
Obrázek 7.2 Řez topografické plochy rovinou

Při konstrukci průnikové křivky nejprve nalezneme všechny průsečíky zelené vrstevnice o kótě 5 s červenou vrstevnicí o kótě 5. Tyto průsečíky obecně nemusejí být právě dva. Může nastat situace, kdy nemusí existovat žádný společný bod vrstevnic, můžeme nalézt jeden společný bod nebo jich může existovat více. Postupně hledáme průsečíky vrstevnic o kótách 4, 3. Je vhodné vždy hledat body průnikové křivky systematicky např. zmíněný postup od vrstevnic s nejvyšší kótou k vrstevnicím s nejnižší kótou. Podle potřeby vložíme potřebný počet vrstevnic (na obrázku 7.1 je to vrstevnice o kótě 3,5). Sestrojíme průnikovou křivku *k* spojením získaných bodů. Průniková křivka se může rozpadnout na více částí. Při spojování bodů si musíme dát pozor na to, do které části průnikové křivky bod patří.

Jestliže si uvědomíme, že rovina je určena osnovou hlavních přímek, které jsou vrstevnicemi roviny, snadno sestrojíme *průnikovou křivku roviny a topografické plochy (řez topografické plochy rovinou).* Postupujeme naprosto stejným způsobem jako při hledání průnikové křivky topografických ploch (viz. obrázek 7.2). Konstrukce průnikové křivky roviny a topografické plochy se využívá při řešení dalších úloh jako např. průnik přímky s topografickou plochou nebo při řešení násypů a výkopů, proto je důležité tuto konstrukci dobře ovládat.

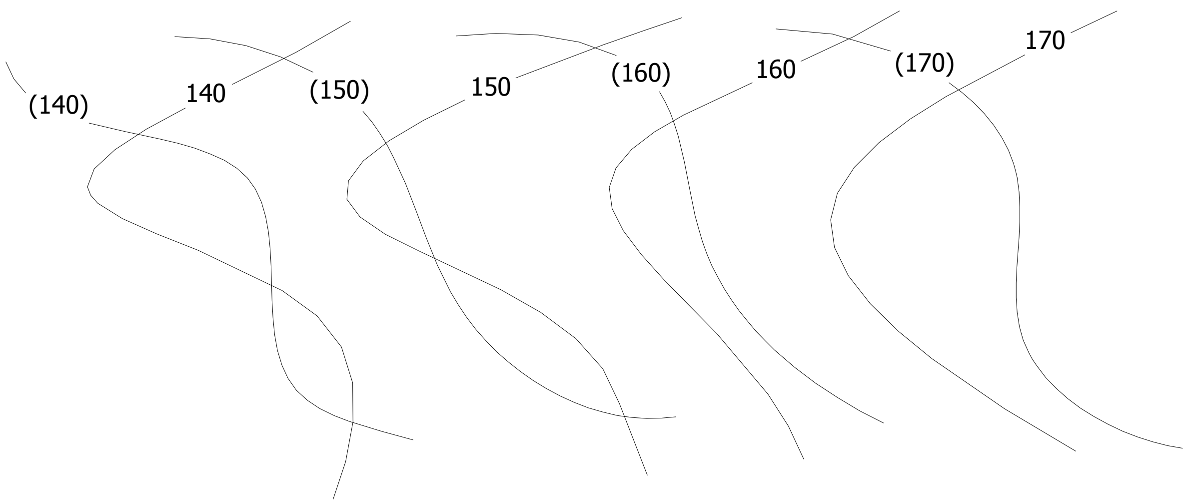
.

Cvičení 7.1 : Sestrojte průnikovou křivku dvou topografických ploch.

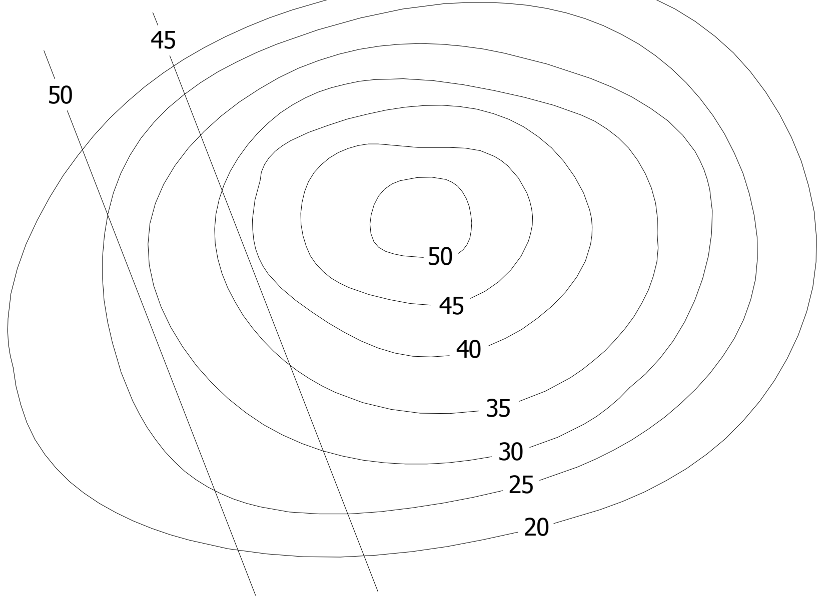


Poznámka: V příkladech jsou kóty vrstevnic jedné z ploch v závorkách pouze proto, aby bylo zřejmé ke které ploše jednotlivé vrstevnice patří.

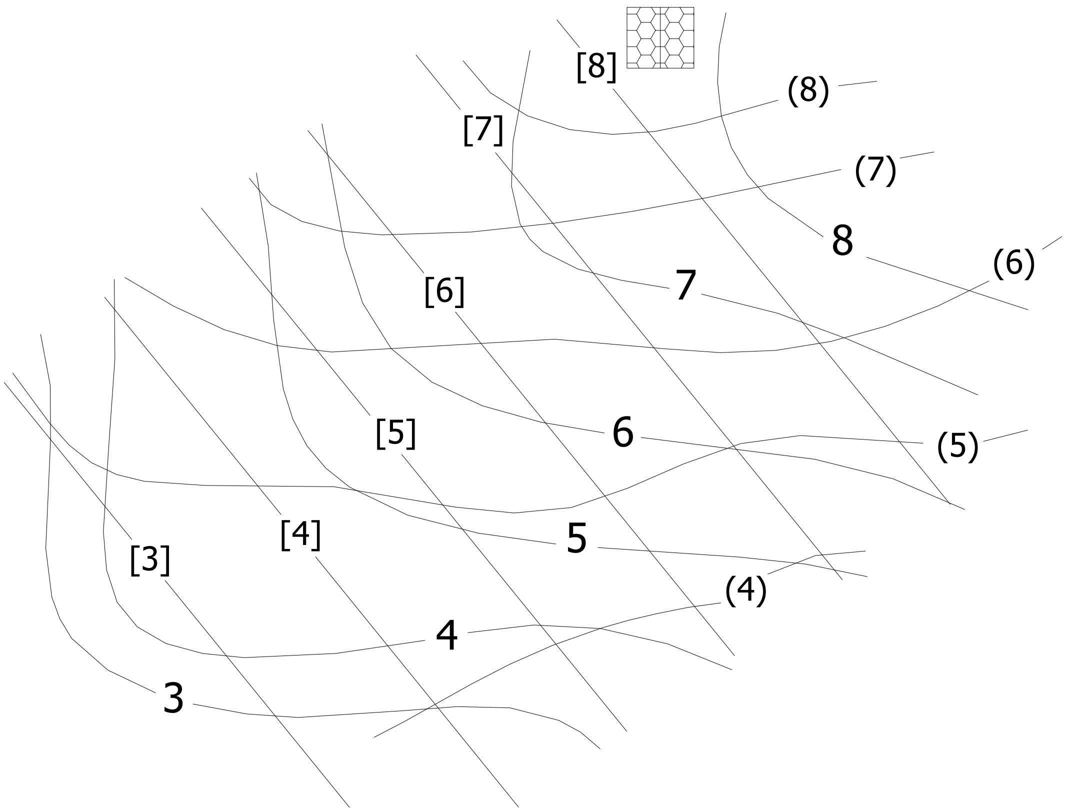
Cvičení 7.2 : Sestrojte průnikovou křivku topografických ploch a určete viditelnost ploch.



Cvičení 7.3 : Sestrojte průnikovou křivku topografické plochy a roviny, určete viditelnost ploch.



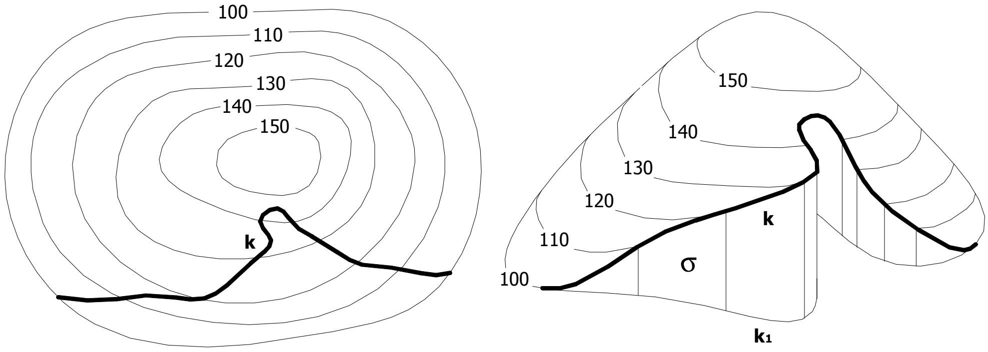
Cvičení 7.4 : Na terénu zadaném vrstevnicovým plánem bez závorek stojí domek (šrafovaný čtverec). Řez terénu rovinou rozdělí terén na dvě části. Majitel domku odstraní tu část terénu, na které se nenachází domek. Pak provede řez „zbylého“ terénu plochou zadanou vrstevnicovým plánem s kulatými závorkami a opět odstraní část terénu, na kterém nestojí domek. Zakreslete a barevně zvýrazněte popsané „terénní úpravy“.



Kapitola 8

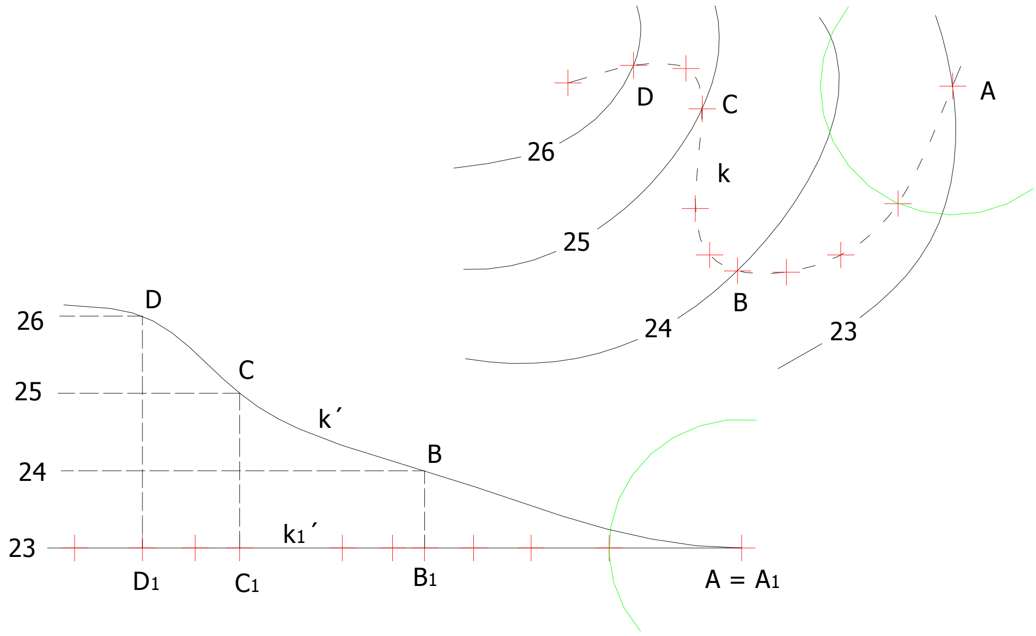
Podélný profil

Křivkou *k*, která leží na topografické ploše, proložíme svislou válcovou plochu σ (viz obrázek 8.1). Rozvinutí této plochy σ do roviny, ve kterém křivka *k* přejde v rovinnou křivku *k´*, nazveme *podélný řez* neboli *podélný profil* podél křivky *k*. Obdržíme názorný obraz výškových a spádových poměrů podél křivky *k*. V praxi se často setkáme s podélnými profily komunikací, lyžařských tratí a turistických nebo cyklistických stezek. Stejně jako u příčného profilu používáme i u podélného profilu tzv. *převýšený profil*.



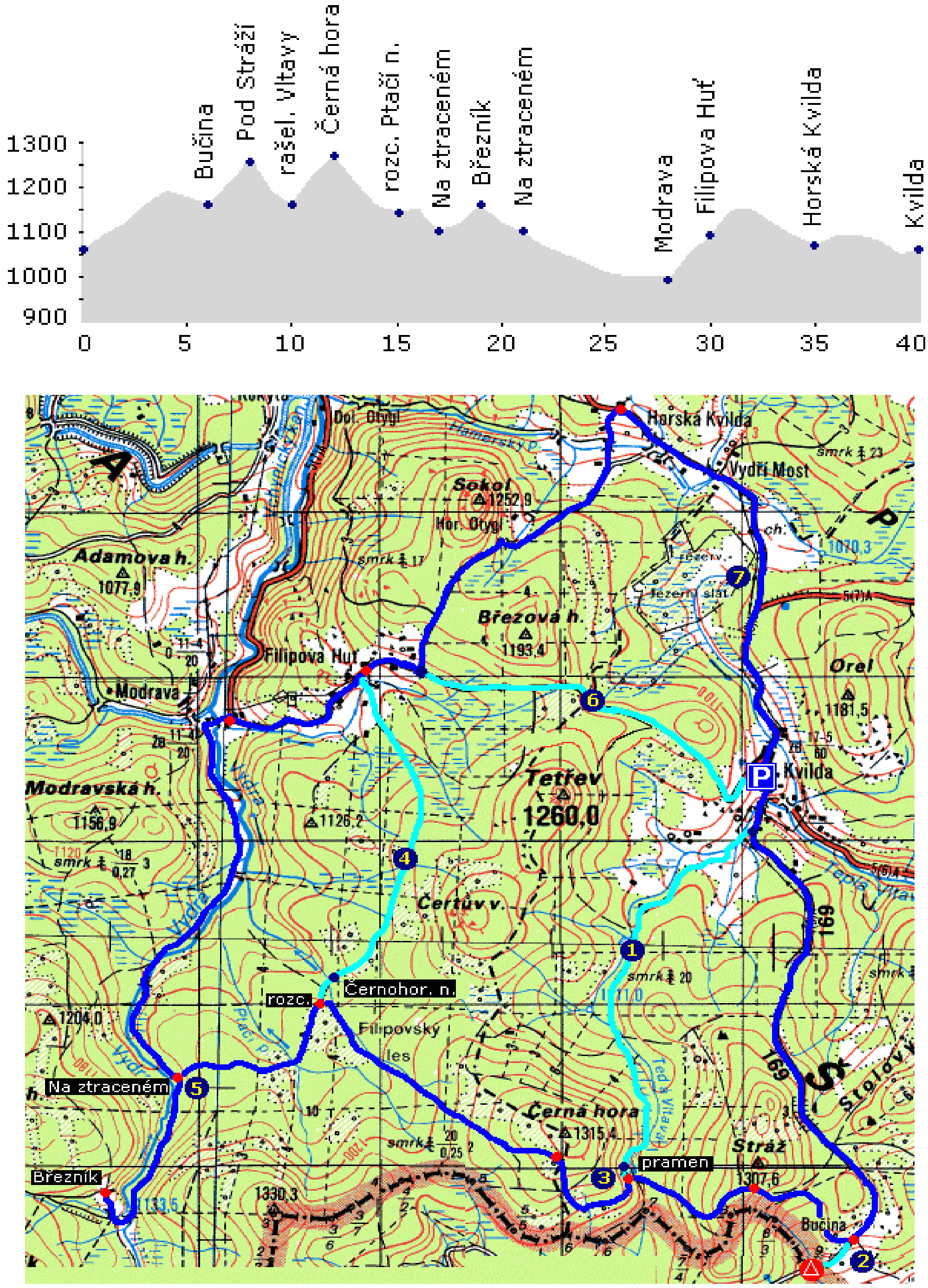
Obrázek 8.1

Při rozvíjení válcové plochy do roviny používáme *rektifikaci*. Princip rektifikace je znázorněn na obrázku 8.2. Vhodně dlouhé části křivky k_1 nahrazujeme úsečkami (jejich tětivami). V bodech A1, B1, C1, D1 vyneseme příslušné výšky (lze převýšené) vzhledem k půdorysně nebo jiné ekvidistantní rovině (v obr. 8.2 je zvolena rovina s kótou 23).



Obrázek 8.2

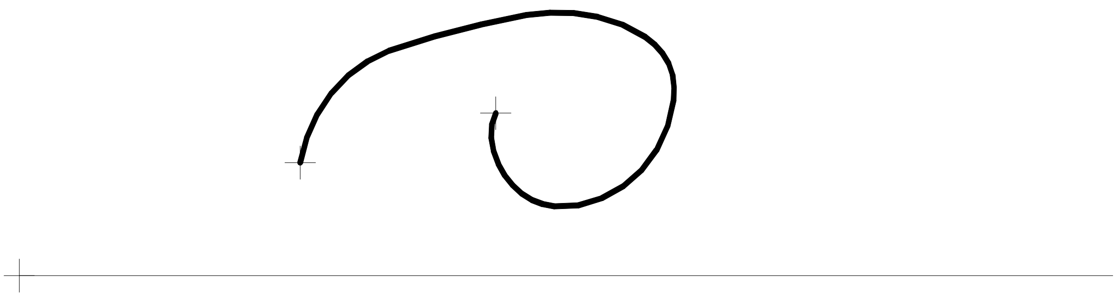
V praxi se často setkáváme s podélným profilem v turistických nebo cyklistických mapách nebo průvodcích. Na obrázku 8.3 je znázorněna mapa cyklistického okruhu v okolí Kvildy na Šumavě a podélný profil trasy.



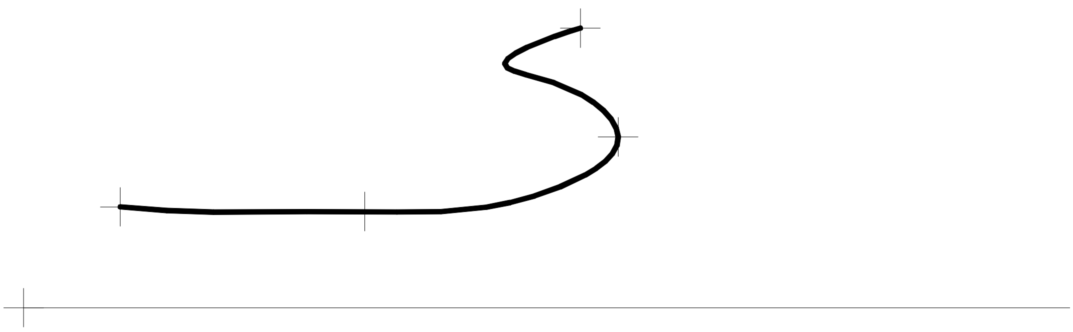
Obrázek 8.3

Obrázek 8.3 je stažen z internetové stránky: *http://www.vyletynakole.net* .

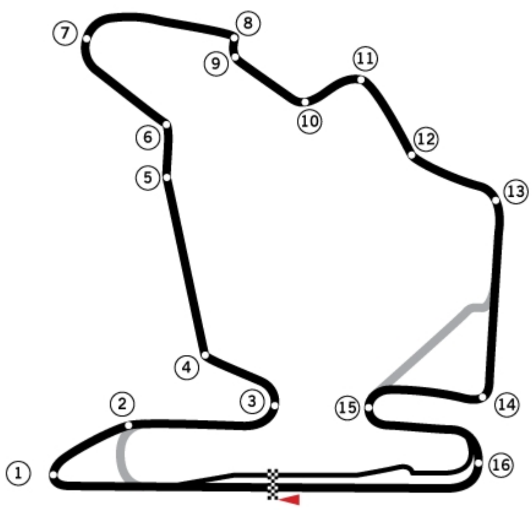
Cvičení 8.1 : Při rektifikaci rozdělte křivku ležící v rovině a) na 4 části, b) na 7 částí. Porovnejte oba výsledky.



Cvičení 8.2 : Rektifikujte křivku v rovině pomocí tří přibližně stejných částí, které jsou naznačeny v zadání. Dále proveďte rektifikaci rozdělením křivky na tři vhodněji zvolené (nestejně velké) části a oba výsledky porovnejte.



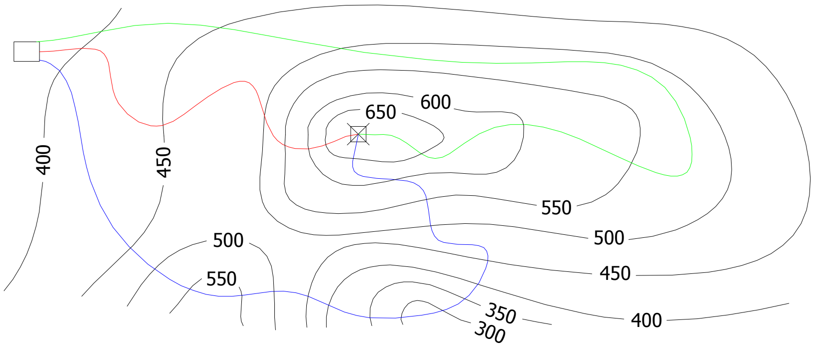
Cvičení 8.3 : S využitím rektifikace určete délku závodního okruhu, který celý leží ve vodorovné rovině.

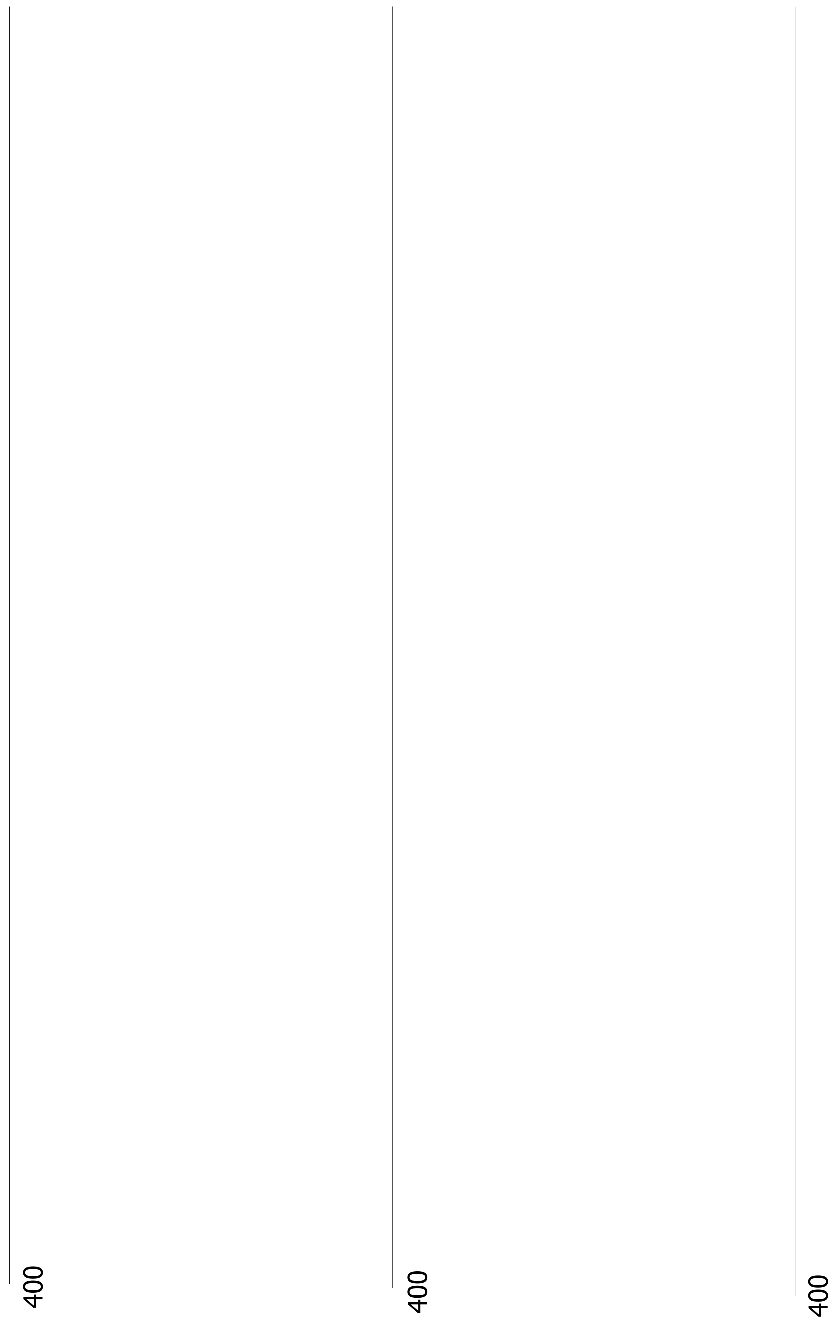


Poznámka: Jedná se o závodní okruh Hungaroring v maďarské Budapešti, kde se jezdí například závody formule 1.

Měřítko: 1:14 000

Cvičení 8.4 : Sestrojte podélné profily turistických stezek z hotelu na rozhlednu na vrcholu.

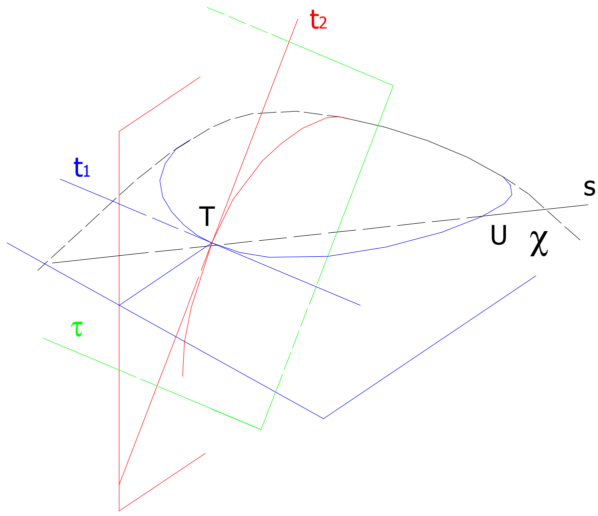




Kapitola 9

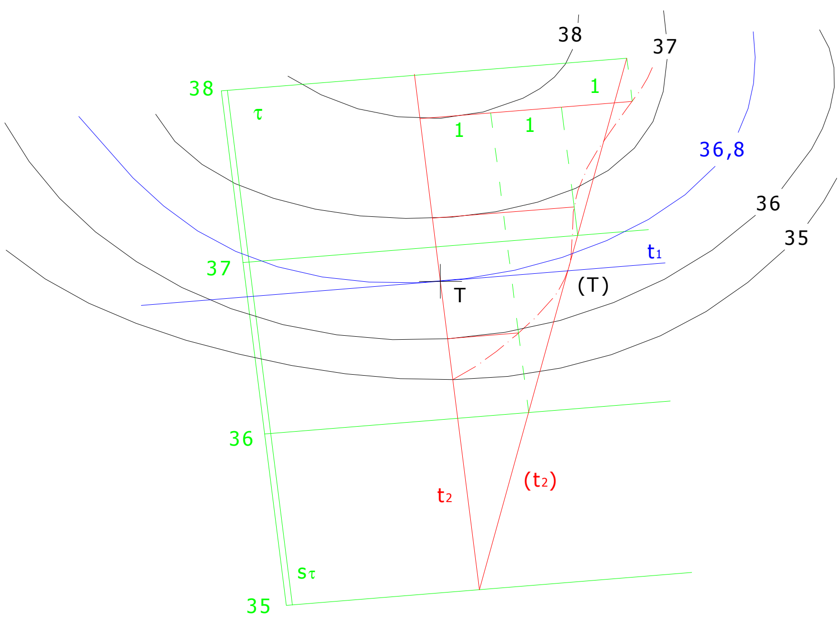
Tečná rovina topografické plochy

Definice : Předpokládejme, že přímka *s* protíná plochu χ ve dvou různých bodech T, U, je tedy sečnou plochy (obrázek 9.1). Pohybuje-li se sečna TU tak, že bod U splyne s bodem T, stane se ze sečny *s tečna t plochy* χ s dotykovým bodem T. (Drábek [2], str. 118)



Obrázek 9.1

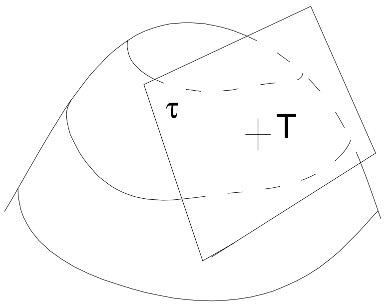
Bodem T prochází nekonečně mnoho tečen, které tvoří svazek přímek. *Tečnou rovinu* τ plochy v bodě T určují dvě různé tečny, které procházejí bodem T. Nejčastěji se při konstrukci tečné roviny využívají tečny t_1, t_2, kde t_1 leží v rovině rovnoběžné s půdorysnou a t_2 leží ve svislé rovině. Z toho plyne, že tečny t_1 a t_2 jsou na sebe kolmé.



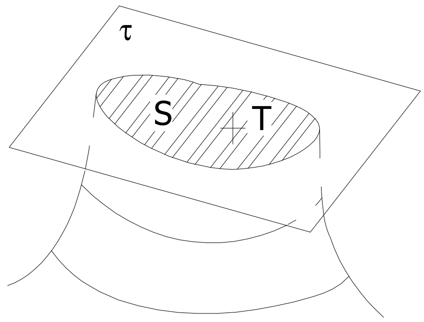
Obrázek 9.2

Postup při sestrojování tečné roviny vypadá následovně: V případě, že bod T neleží na žádné vrstevnici vrstevnicového plánu, musíme vložit vrstevnici (popř. vrstevnice) procházející bodem T (viz. kapitola 3 - konstrukce vrstevnicového plánu). Dále sestrojíme v tomto bodě tečnu t_1 k příslušné vrstevnici. Provedeme příčný řez topografické plochy svislou rovinou kolmou k t_1. V otočení profilu do půdorysny nebo jiné vodorovné roviny sestrojíme tečnu t_2 k topografické ploše v bodě T. Tečna t_2 je spádovou přímkou tečné roviny. Lze snadno určit stupňování přímky t_2, čehož si můžete všimnout na obrázku 9.2.

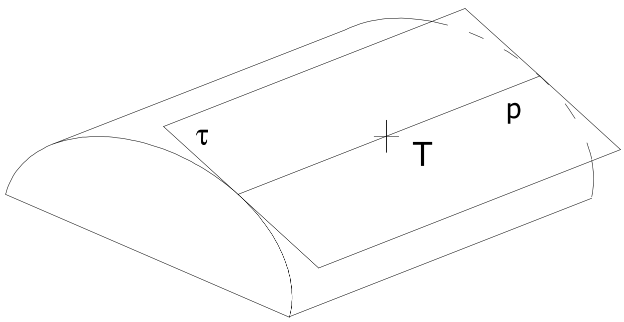
Tečná rovina může mít s topografickou plochou:



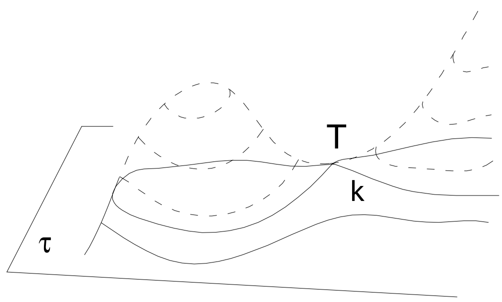
a) společný pouze jeden bod T



b) společnou plochu S



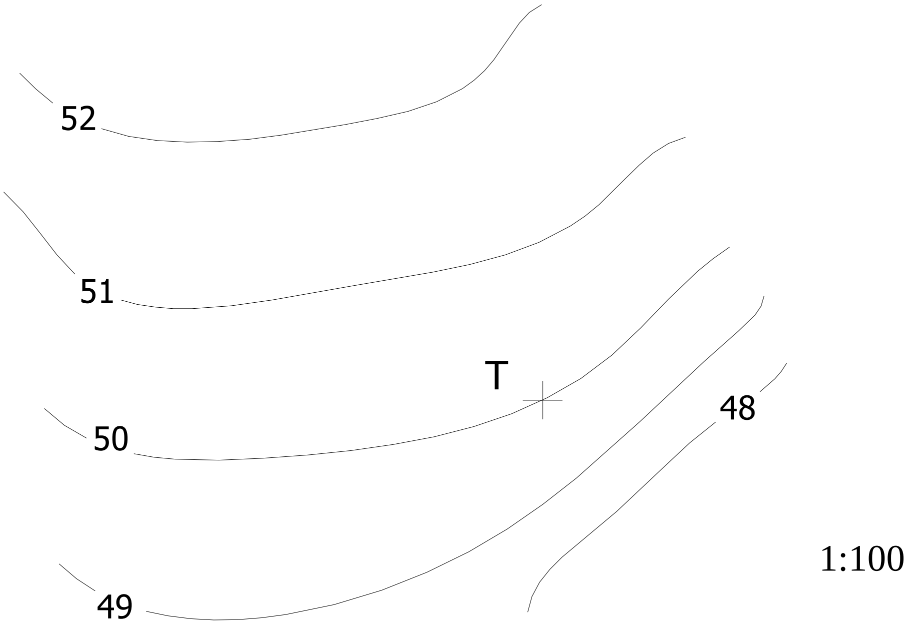
c) společnou přímku *p*



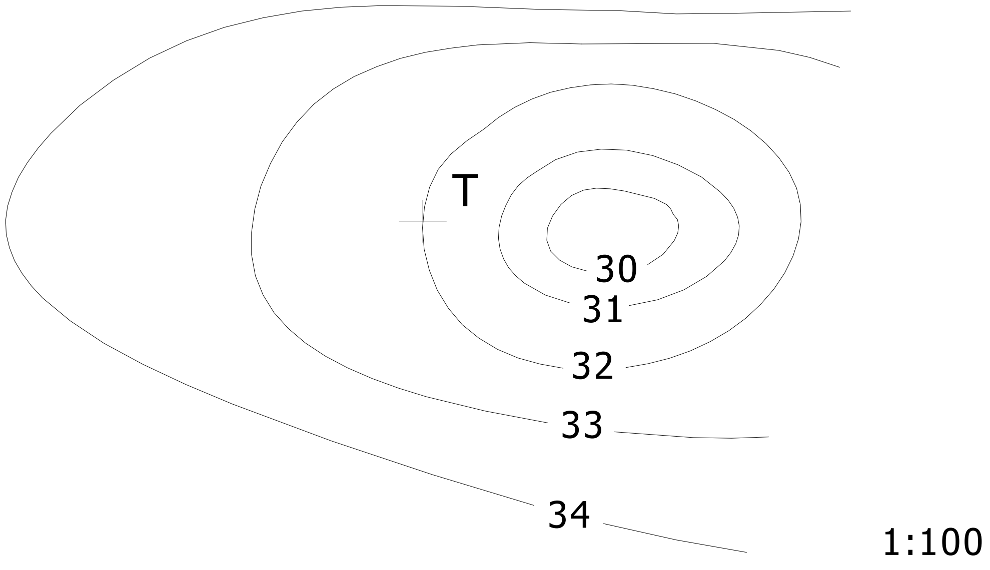
d) společnou křivku *k*

Obrázek 9.3

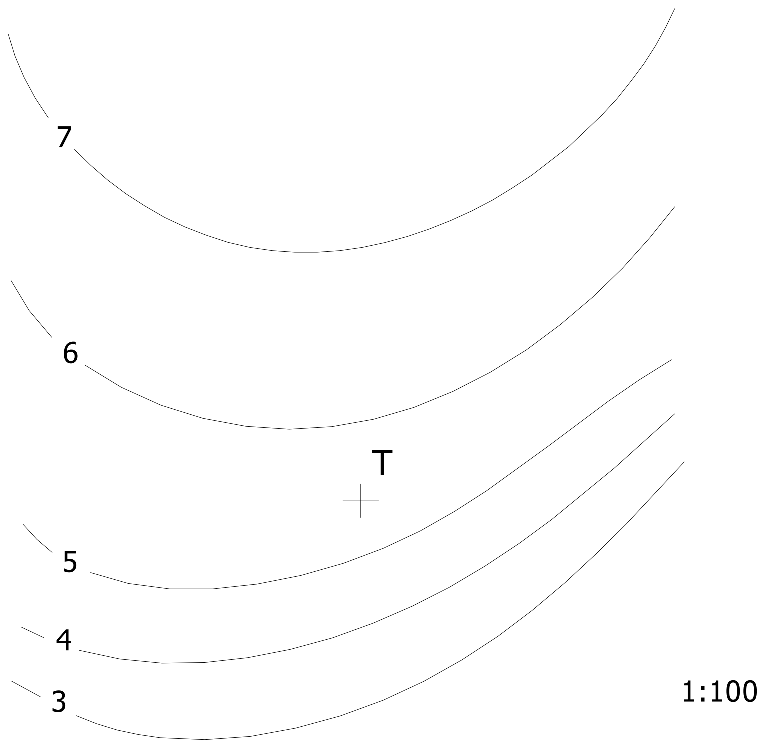
Cvičení 9.1 : Sestrojte tečnou rovinu topografické plochy v bodě T.



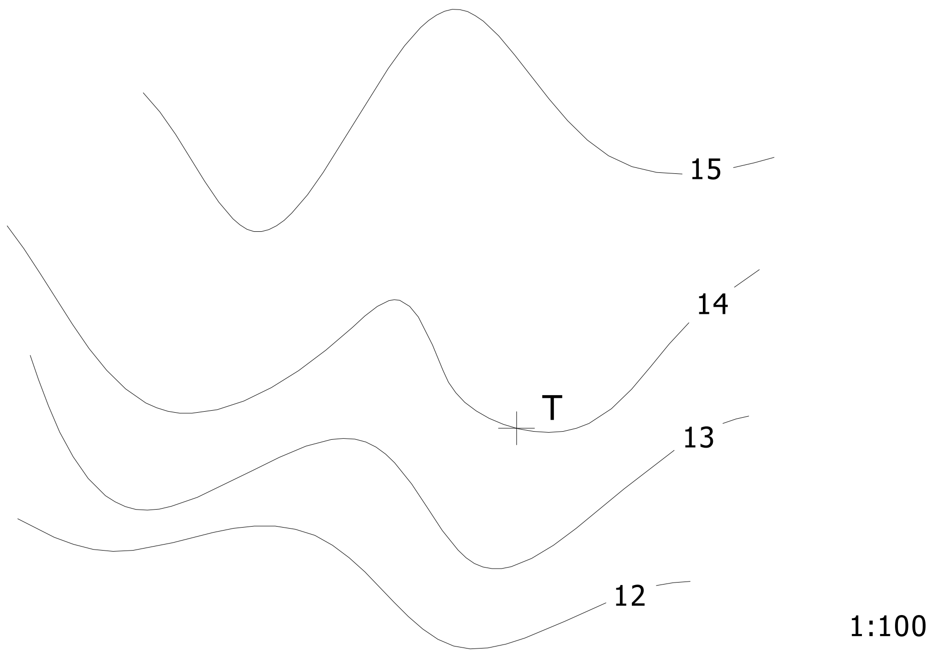
Cvičení 9.2 : Sestrojte tečnou rovinu topografické plochy v bodě T.



Cvičení 9.3 : Sestrojte tečnou rovinu topografické plochy v bodě T.



Cvičení 9.4 : Sestrojte řez topografické plochy tečnou rovinou sestrojenou v bodě T.

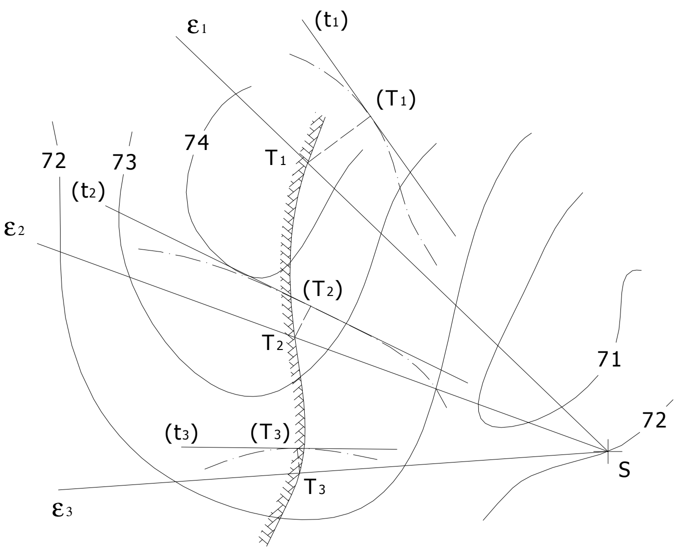


Kapitola 10

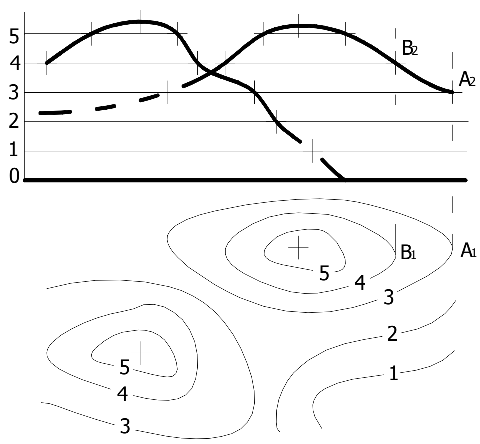
Obzor a nárysný obrys

Obzorem z daného pozorovacího bodu neboli *mezí viditelnosti* je křivka *o*, ve které se topografické plochy dotýká zorná kuželová plocha s vrcholem v daném bodě. Jestliže je zadaný bod světelným zdrojem, je křivka *o* mezí vlastního stínu na topografické ploše.

Křivku *o* sestrojujeme bodově. Zadaným bodem S proložíme svazek svislých rovin ε_1, ε_2, ε_3, … . Sklopíme příčné profily určené těmito rovinami do půdorysny a z bodu S vedeme tečny k těmto sklopeným profilům, čímž získáme body (T_1), (T_2), (T_3), … . Z těchto otočených bodů snadno získáme body T_1, T_2, T_3, … , což jsou body hledaného obzoru. Konstrukce je znázorněna na obrázku 10.1.



Obrázek 10.1 Obzor z pozorovacího bodu

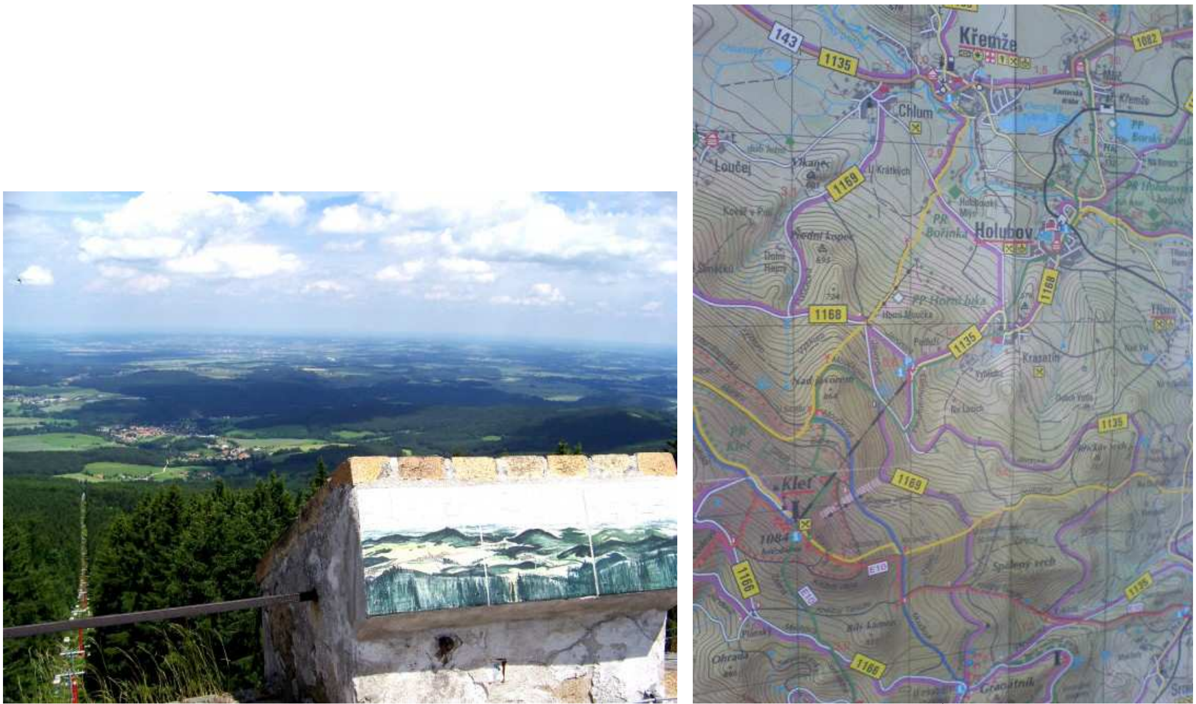


Obrázek 10.2 Nárysný obrys

Nárys neboli *nárysný obrys* sestrojíme k zadanému půdorysu tak, že k jednotlivým vrstevnicím sestrojíme tečny kolmé na nárysnu a určíme body dotyku. Dále sestrojíme nárysné průměty těchto dotykových bodů, které leží na svislé přímce a výšku nad půdorysnou určuje příslušná vrstevnice. Spojením těchto bodů, s přihlédnutím na viditelnost, získáme nárysný obrys topografické plochy. Nárysný obrys je znázorněn na obrázku 10.2.

Při konstrukci obzoru i nárysu je potřeba velké množství čar, proto vykreslujeme jen přímky a části profilů nutných pro konstrukci. Pro přehlednost výkresu i po zanesení obzoru dbáme na sílu a styl čar, popř. barevné odlišení nebo celou konstrukci provedeme na průsvitku a do výkresu zaneseme jen výsledný obzor.

Na rozhlednách často bývají fotky, na kterých je vyfotografován pohled z rozhledny v určitém směru. Jedná se vlastně o mez viditelnosti z daného bodu. Někdy se na rozhlednách vyskytují malované obrázky, které mohou být malovány jako obzor z vrcholu rozhledny nebo jako nárysný obrys viditelné krajiny.

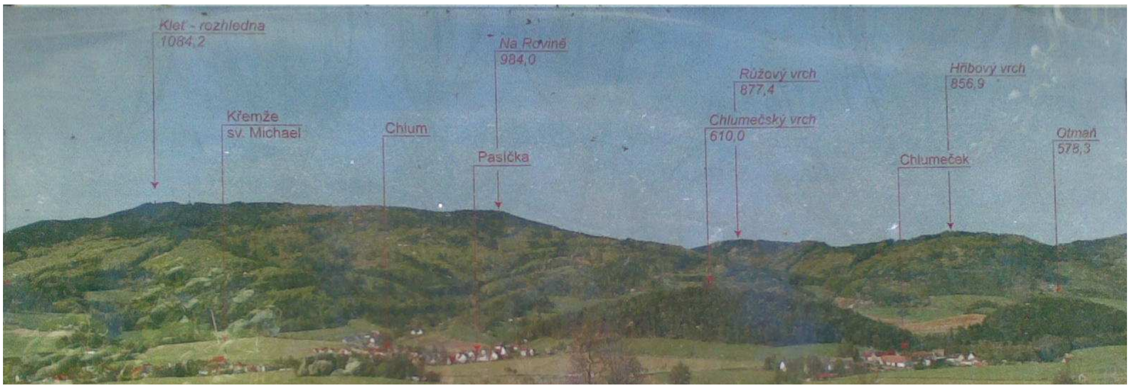


Obrázek 10.3 Pohled na vesnici Holubov z rozhledny na Kleti [1]

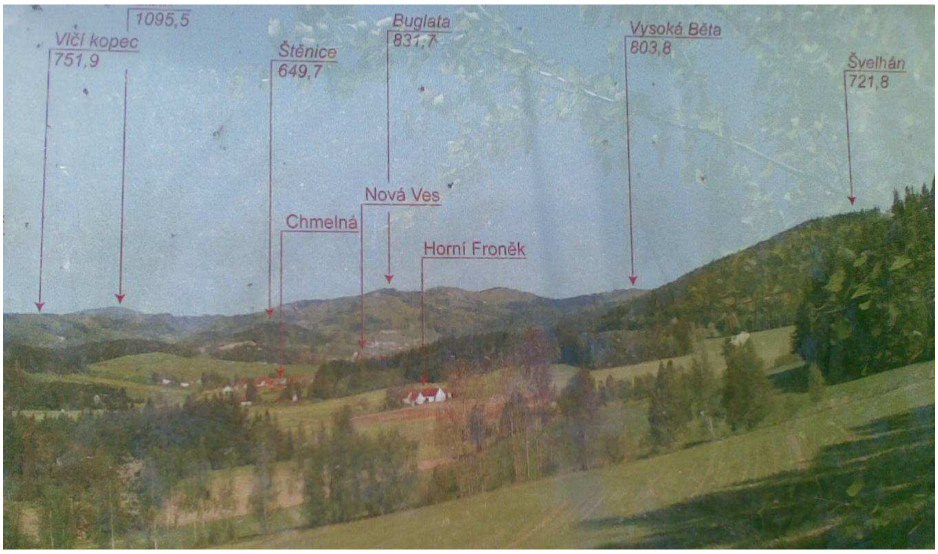
Na turistických mapách jsou často vyznačena místa se zajímavým výhledem. Se znalostmi o obzoru můžeme z mapy rozhodnout, která místa jsou z takto označeného bodu viditelná a která vidět nejsou. Nesmíme zapomenout, že z mapy nevyčteme výšku stromů, budov apod. V krajině se často na místech s výhlídkou setkáváme s fotografiemi krajiny s popisem viditelných měst a vrcholů. Na obrázcích 10.4 je jedno takové místo. Jedná se o cyklistické odpočívadlo pod vrcholem Kluk v okrese Český Krumlov.

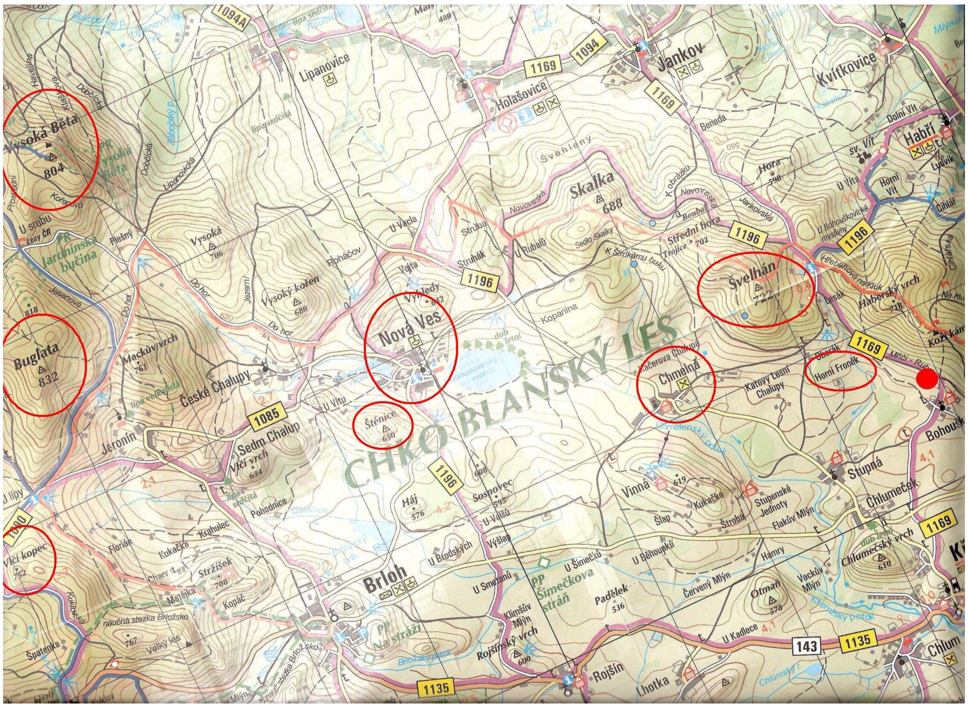
Obrázek 10.4 a)

[1] Zdroj: http://foto.mapy.cz/22319-Zaber-obce-Holubov-z-rozhledny-na-hore-Klet



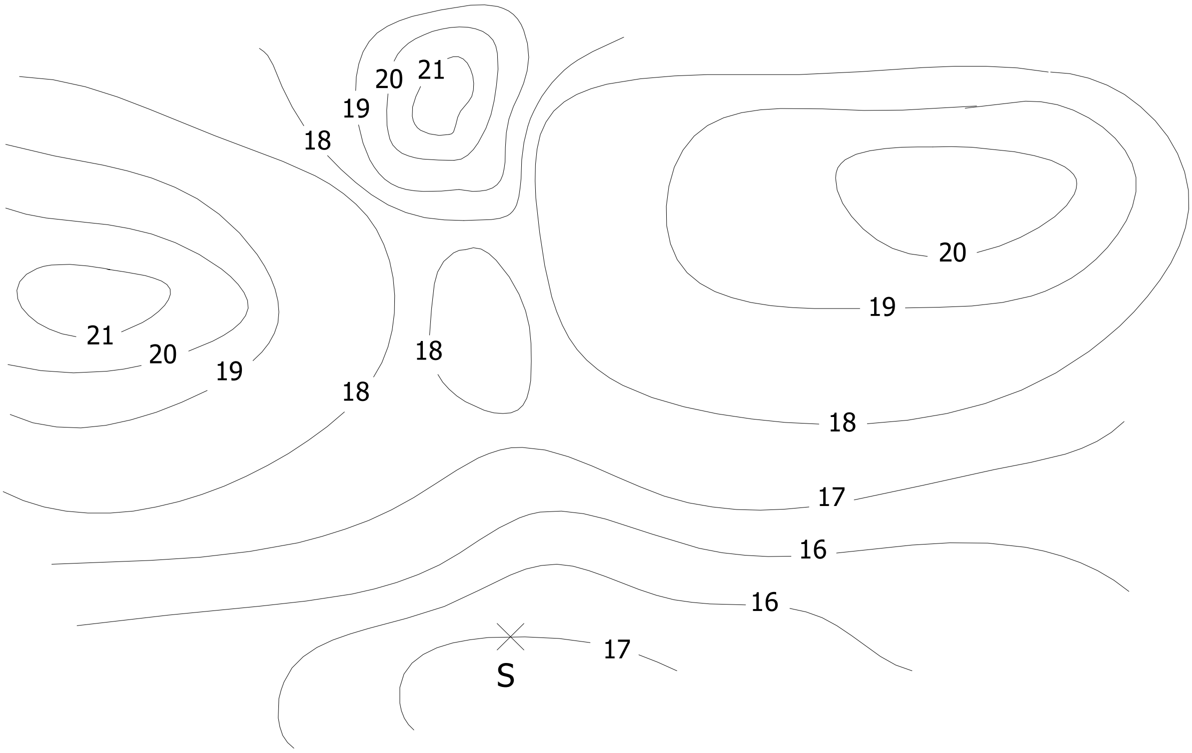
Obrázek 10.4 b) Detail – pohled na Kleť



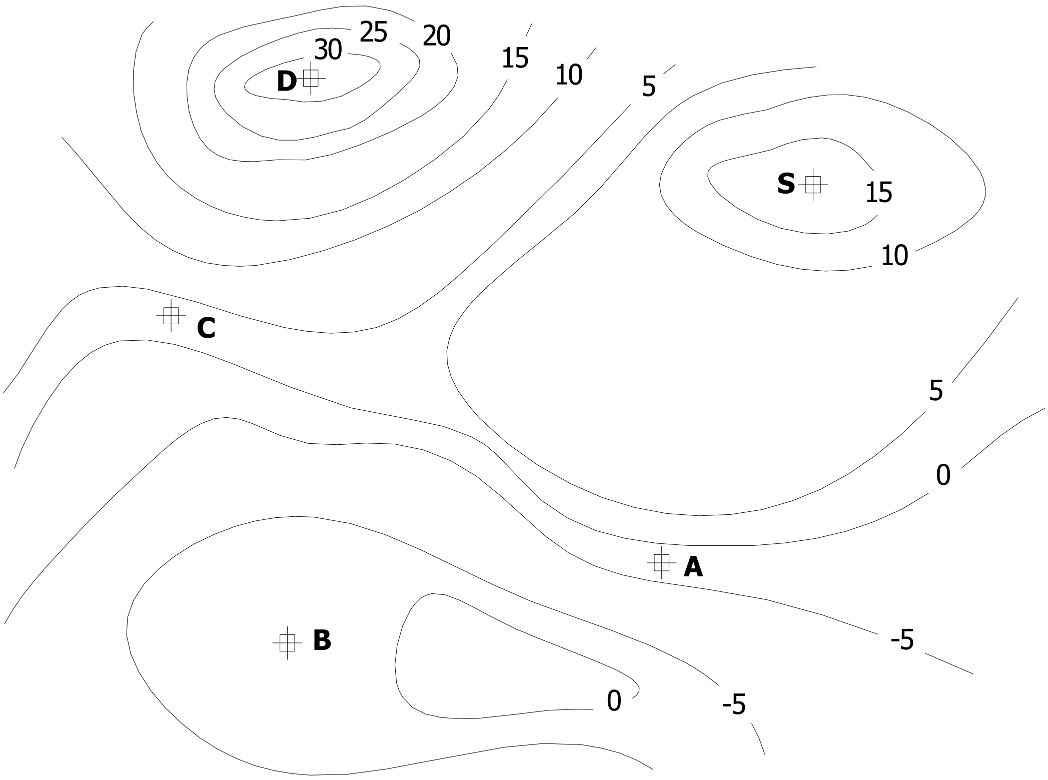


Obrázek 10.4 c) Detail a mapa viditelné krajiny

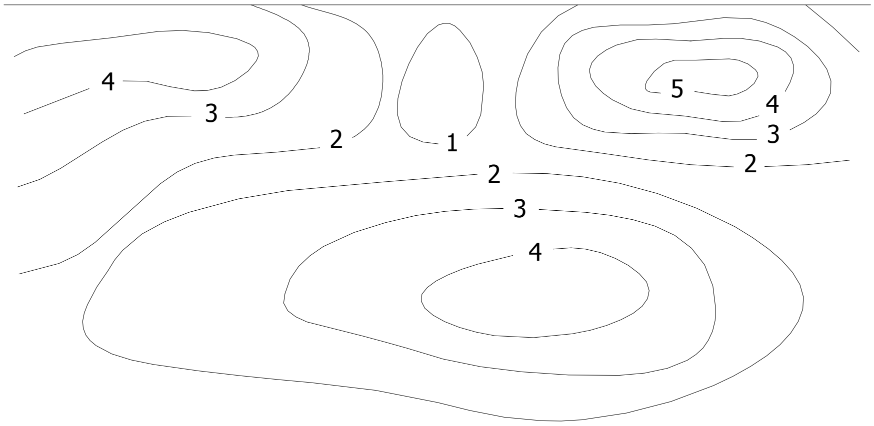
Cvičení 10.1 : Sestrojte obzor z pozorovacího bodu S.



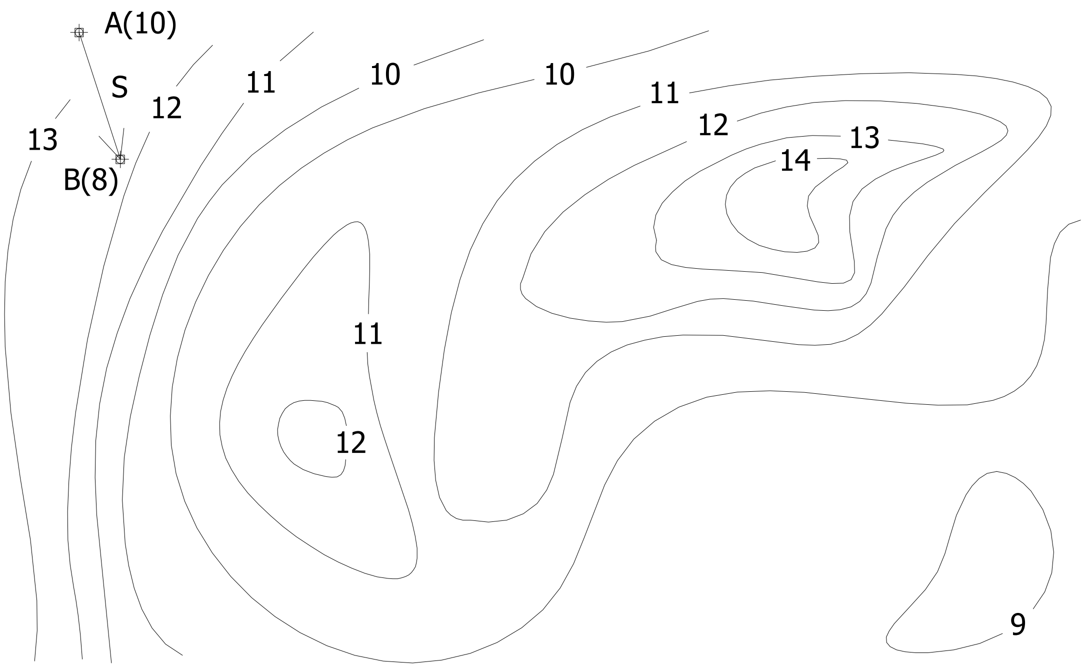
Cvičení 10.2 : Turista stojí na rozhledně S ve výšce 20. Rozhodněte, která města (A, B, C, D) může turista z rozhledny vidět.



Cvičení 10.3 : Sestrojte nárysný obrys.



Cvičení 10.4 : Osvětlete topografickou plochu, jestliže směr osvětlení S je určen body A, B.



Poznámka: Mez vrženého stínu je stínem meze stínu vlastního.

Kapitola 11

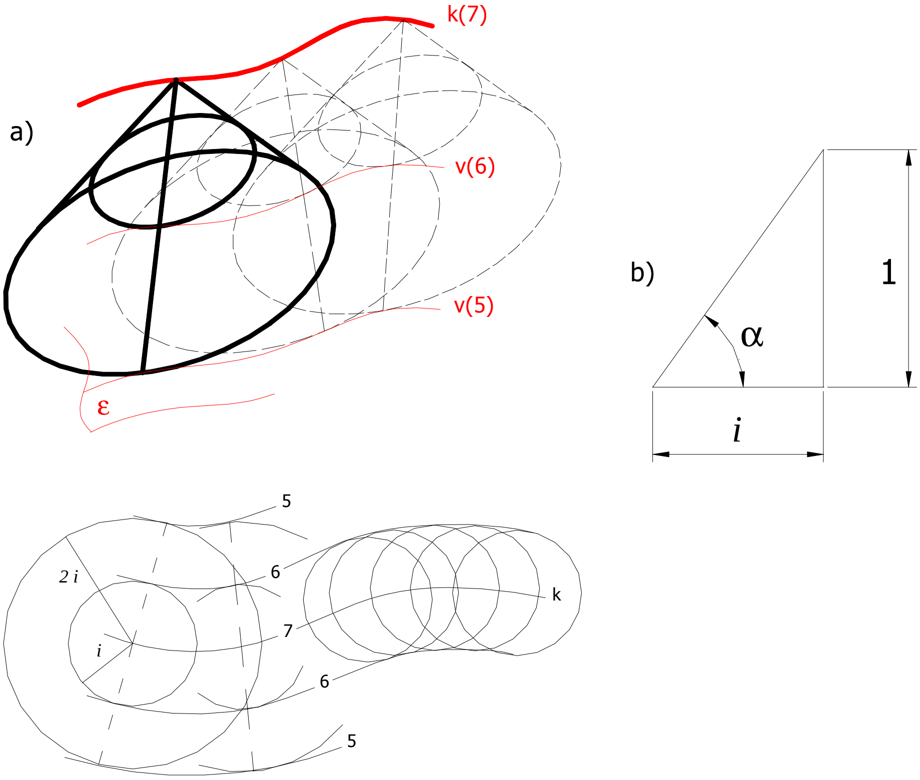
Násypy a výkopy

Znalosti o topografických plochách se v praxi často využívají při řešení násypů a výkopů podél komunikací, popř. parkovišť, hřišť apod. Osa komunikace často neleží na ploše terénu a v některých místech je potřeba zeminu dosypat, tzn. vytvořit *násyp* a v jiných místech zeminu odstranit, tzn. provést *výkop*. Spád výkopů a násypů je volen podle vlastností zeminy. Vyřešením násypů a výkopů zajistíme minimální odvoz a dovoz zeminy.

11.1 Proložení plochy stálého spádu křivkou

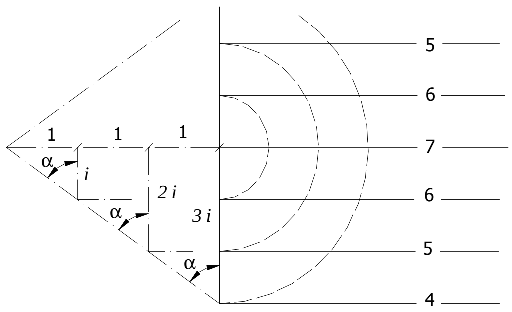
Při prokládání plochy konstantního spádu křivkou se vyskytují dva typy úloh. V prvním případě je *křivka* (popř. přímka) *vodorovná*, ve druhém případě je zadaná *křivka stoupající*, tzn. není vodorovná.

Nejdříve uvažujme vodorovnou křivku k. Považujeme-li každý bod této křivky za vrchol násypového (výkopového) kužele, pak obálka těchto kuželů bude hledaná plocha. Na obrázku 11.1 a) byla zadána vodorovná křivka k o kótě 7 a interval i. Kdybychom znali místo intervalu i spád α prokládané plochy, určili bychom interval i z pravoúhlého trojúhelníka (obr. 11.1 b)). Vrstevnici plochy o kótě 6 sestrojíme jako obálku kruhových podstav kuželů s vrcholy v bodech křivky k a poloměrem i. Pro vrstevnici 5 volíme poloměr podstavy $2i$, pro vrstevnici 4 pak poloměr $3i$ atd. Je vidět, že touto konstrukcí získáme 2 řešení. Vrstevnice plochy jsou tzv. *ekvidistantní křivky*. Vzdálenost mezi jednotlivými vrstevnicemi je konstantní a rovna i.

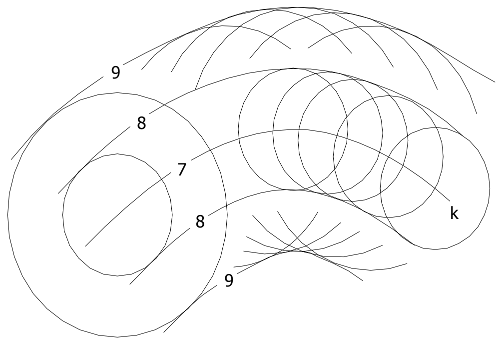


Obrázek 11.1

Na obrázku 11.2 je proložena rovina stálého spádu vodorovnou přímkou *p*. Vrstevnice této roviny jsou rovnoběžky s přímkou *p*. Konstrukce výkopové plochy stálého spádu je znázorněna na obrázku 11.3. Postup řešení je podobný jako u násypové plochy, rozdíl je v tom, že obálka podstav kuželů o poloměru *i* je vrstevnice plochy o kótě 8, pro 2*i* vrstevnice 9 atd., přičemž vrcholy kuželů jsou opět body křivky *k*.



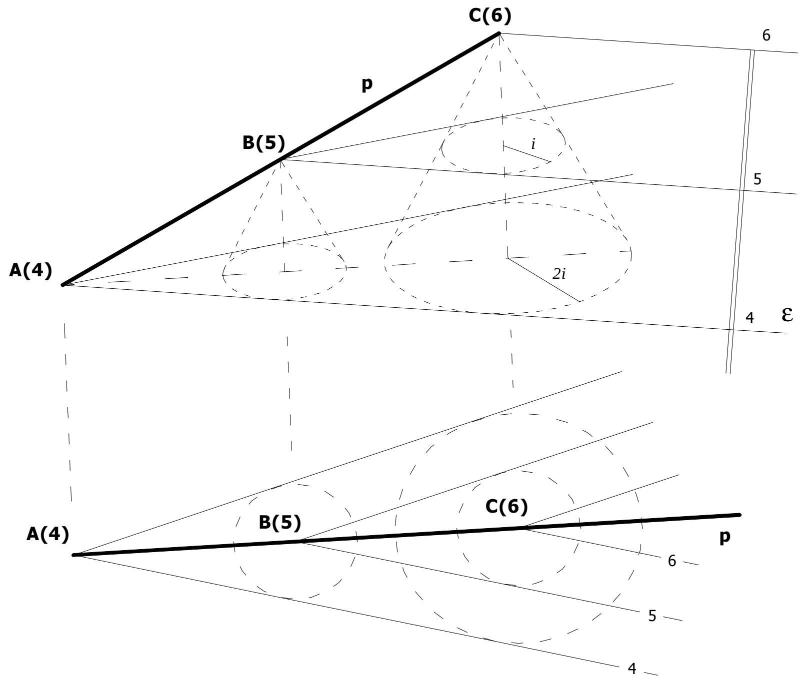
Obrázek 11.2



Obrázek 11.3

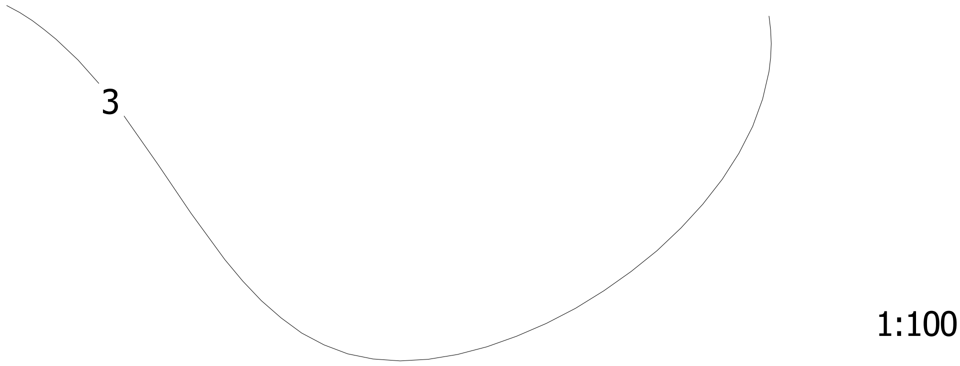
Princip proložení plochy stálého spádu křivkou, která není vodorovná, je znázorněn na obrázku 11.4, kde je pro zjednodušení zvolena přímka *p*, která je speciálním případem křivky. Prokládaná plocha bude rovinou. Danou přímkou *p* prokládáme násypovou rovinu stálého spádu tg $\alpha = 2$. I tentokrát využijeme trojúhelník z obrázku 11.1 b), čímž získáme $i = 0{,}5$. Chceme-li sestrojit výškovou přímku o kótě 5, sestrojíme kužel s výškou 1, vrcholem v bodě C(6) a poloměrem *i*. Výšková přímka je hlavní přímkou roviny, musí procházet bodem B(5) a zároveň musí být tečnou podstavy kužele. Rovina ε je tečnou rovinou kužele a proto má požadovaný spád. Průmětem do půdorysny dostaneme vrstevnici s kótou 5. Další vrstevnice můžeme sestrojit jako rovnoběžky s touto vrstevnicí procházející body A,C,… .

Jestliže bude zadána místo přímky *p* křivka, vrstevnice o kótě 4 plochy ε prochází bodu A(4) a dotýká podstavy o poloměru *i* kužele s výškou 1 a vrcholem v B(5) a zároveň podstavy o poloměru *2i* kužele s dvojnásobnou výškou a vrcholem v C(6) atd., tj. je obálkou kružnic o středech X(k), k = 5, 6, 7, 8, … a poloměrech (k-4)·*i*.

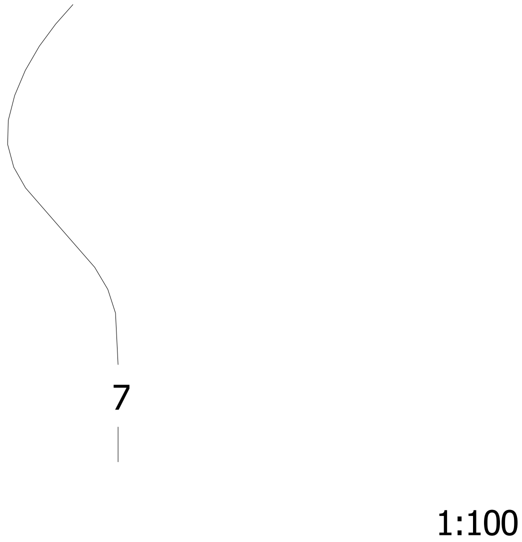


Obrázek 11.4

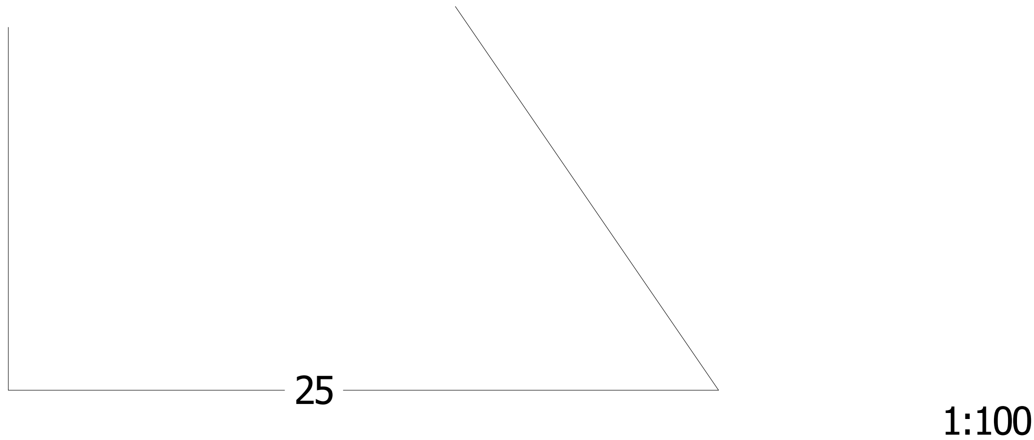
Cvičení 11.1 : Proložte křivkou výkopovou plochu se spádem tg α=1.



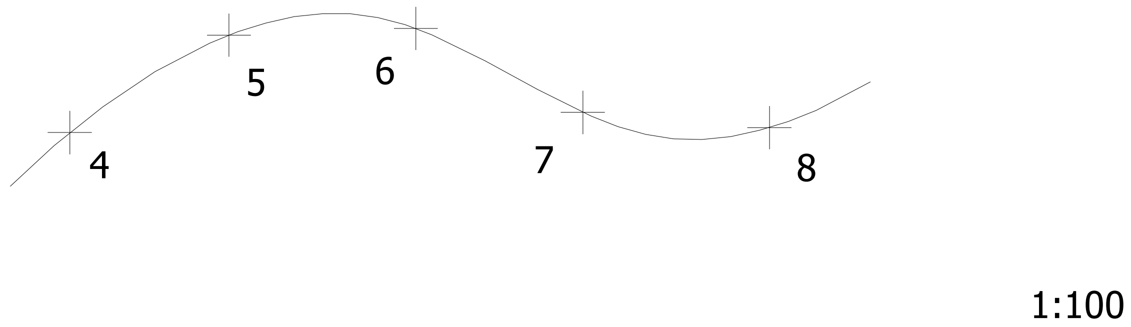
Cvičení 11.2 : Proložte křivkou z levé strany násypovou plochu se spádem tg α=1/3 a z pravé strany násypovou plochu, jejíž interval i = 3/2.



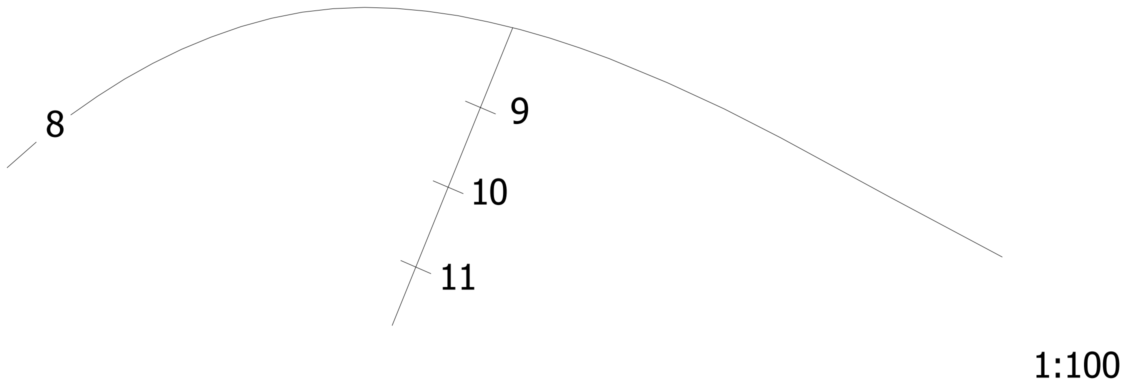
Cvičení 11.3 : Proložte křivkou výkopovou plochu stálého spádu tg α=2.



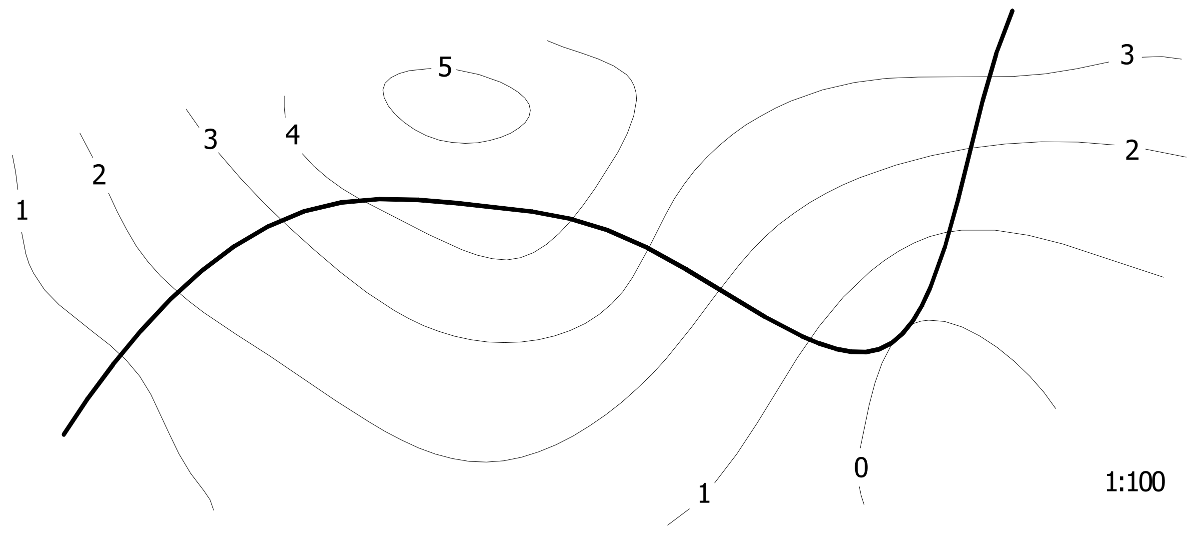
Cvičení 11.4 : Proložte křivkou násypovou plochu stálého spádu tg α=1.



Cvičení 11.5 : Proložte vodorovnou křivkou a stoupající polopřímkou výkopové plochy, jestliže i=0,8. Jaký je spád této výkopové plochy?



Cvičení 11.6 : Proložte křivkou, která leží na topografické ploše, násypové plochy stálého spádu tg α=3.

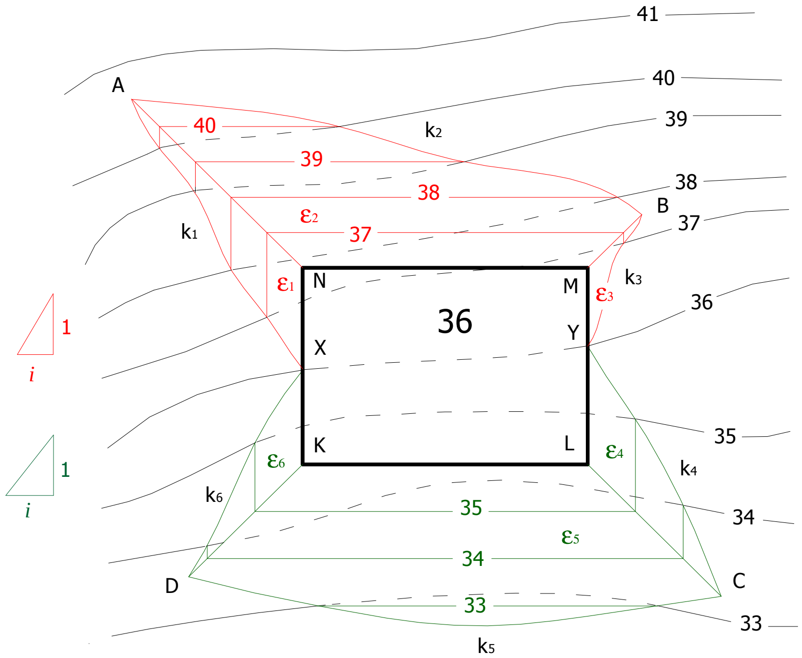


11.2 Řešení násypů a výkopů

Vyřešení násypů a výkopů znamená zanést do vrstevnicového plánu místa, kde se má zemina dosypat a místa, z kterých je potřeba zeminu odstranit. Než si ukážeme řešení konkrétní úlohy, uvedeme si zde některé příklady, se kterými se můžeme v praxi setkat. Topografická plocha, do které chceme objekt zabudovat, je zadána vrstevnicovým plánem a jen ve speciálních případech může být rovinou, např. po předchozích stavebních úpravách. Objekty, které mají být v terénu vybudovány, dělíme na *vodorovné* a ty, které vodorovné nejsou (u komunikací mluvíme o tzv. *stoupajících* komunikacích). Takovými objekty mohou být *vodorovné komunikace*, *stoupající komunikace*, *vodorovné plošiny* (parkoviště, hřiště,…) různých tvarů: obdélníkové, čtvercové, n-úhelníkové, oválné, kruhové a jiné. V praxi se setkáváme s jejich kombinacemi: vodorovná plošina s příjezdovou komunikací, křížení komunikací, vodorovná komunikace přecházející ve stoupající, komunikace se zastávkou (vodorovnou plošinou) atd.

Na obrázku 11.5 je zadána vrstevnicovým plánem topografická plocha, na které chceme postavit vodorovnou obdélníkovou plošinu KLMN o kótě 36 a vyřešit kolem ní násypy a výkopy. Spád výkopů a násypů je zadán pomocí spádových trojúhelníků, ze kterých snadno odměříme interval výkopů i_v a interval násypů i_n. Nejdříve nalezneme tzv. *nulové body*. Jsou to body na obvodu obdélníka KLMN, ve kterých se protíná obvod obdélníka s vrstevnicí o kótě 36. Označme si tyto body X,Y. Těchto bodů může být obecně více a jsou to takové body, které oddělují výkopovou a násypovou část. Protože má odvod obdélníka výškovou kótu 36 a část YMNX protíná vrstevnice 37, budeme v této části provádět výkopy a v části XKLY násypy (tuto část protínají vrstevnice s nižšími výškovými kótami než 36).

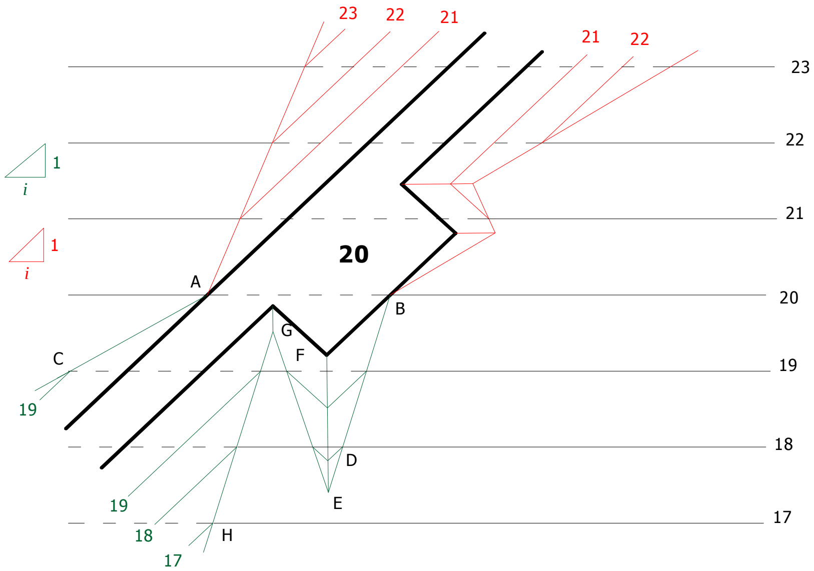
Když máme objekt rozdělen na násypové a výkopové části, proložíme úsečkami XN, MN, MY výkopové roviny stálého spádu s intervalem i_v a úsečkami XK, KL, LY násypové roviny s intervalem i_n (viz. kapitola 11.1). Tím dostaneme roviny ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, ε_5, ε_6. Sestrojíme průsečnice rovin ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, ε_5, ε_6 s topografickou plochou (viz. kapitola 7), označíme je k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6, přičemž k_1 je křivka s krajními body X a A, úsečka NA je průsečnice rovin ε_1 a ε_2, křivka k_2 má krajní body A a B atd. (viz. obrázek 11.5). Pro přehlednost můžeme vykreslovat výkopy jinou barvou než násypy.



Obrázek 11.5

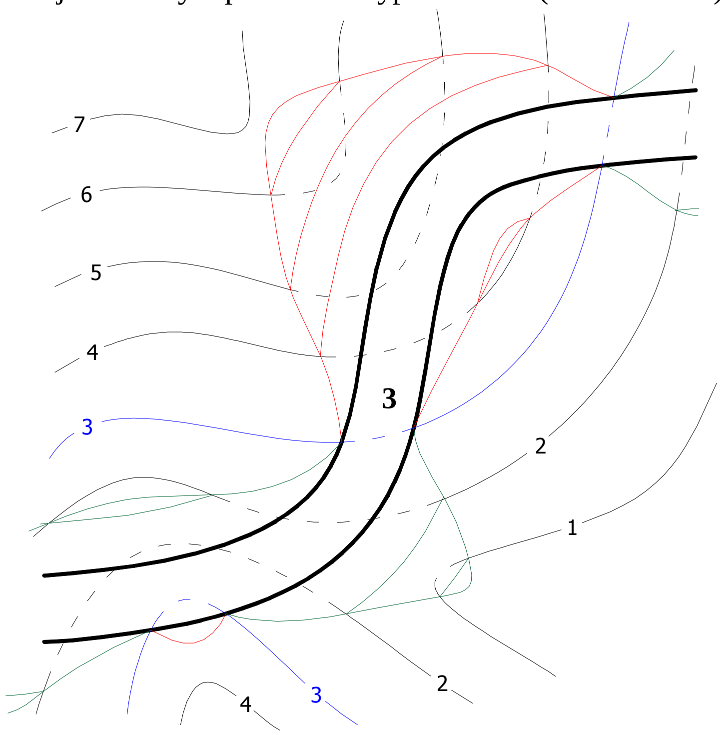
Jestliže máme postavit vodorovnou komunikaci s odpočívadlem do rovinného terénu (obrázek 11.6) a uvědomíme si, že hranice výkopů a násypů jsou úsečky, pro které nám stačí znát dva jejich body, usnadníme a urychlíme si práci. Ukážeme si to na sestrojování násypů. Po určení bodů A, B, sestrojíme rovnoběžku s hranou komunikace ve vzdálenosti *i*. Průsečík této vrstevnice s vrstevnicí terénu označíme C. Polopřímka AC tvoří hranici násypu. Pro sestrojení druhé hranice násypů stačí sestrojit body B, D, E, F, G, H, přičemž bod E vznikne jako průsečík přímky BD a osy úhlu u příslušného vrcholu odpočívadla.

Praktická poznámka: Při rýsování na papíře, čím vzdálenější jsou od sebe body, tím přesnější bude přímka, kterou těmito body prokládáte.



Obrázek 11.6

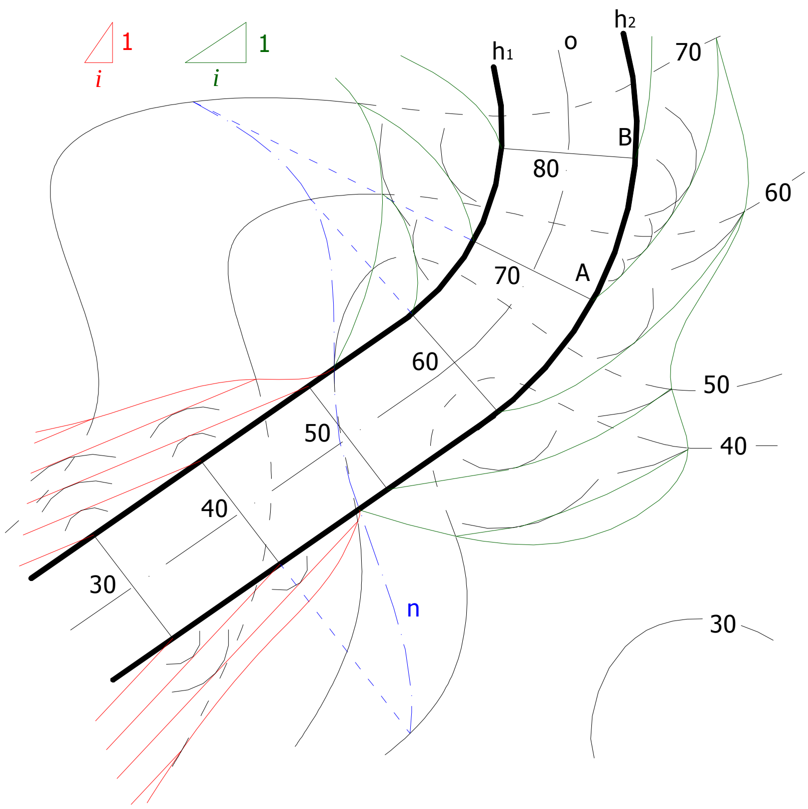
Někdy může být složitější určit výkopovou a násypovou část (obrázek 11.7).



Obrázek 11.7

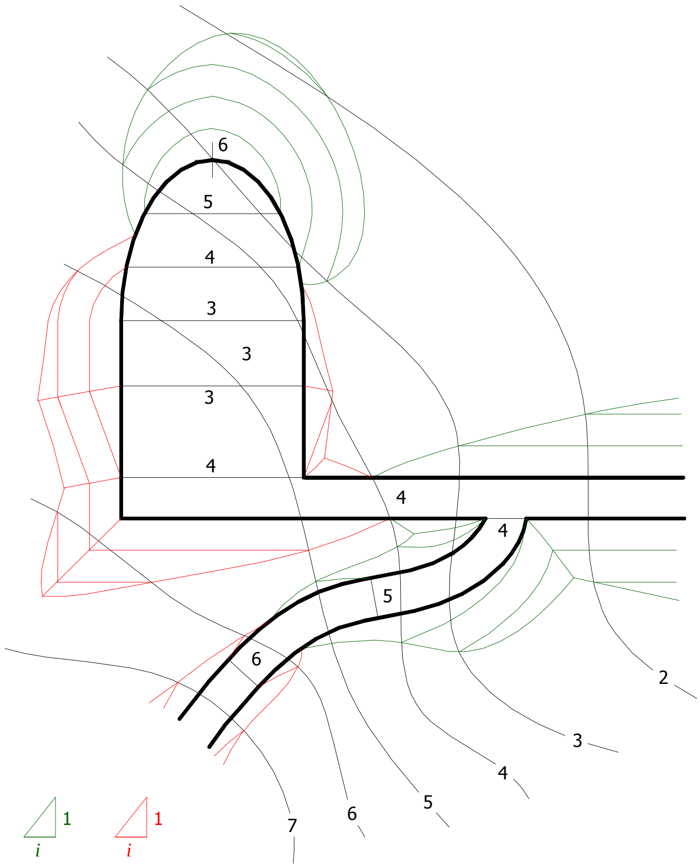
Na obrázku 11.8 jsou vyřešeny výkopy a násypy podél stoupající komunikace, která je složena z přímého úseku a úseku, který kruhovitě zatáčí (od kóty 60). Komunikace byla zadána vystupňovanou osou *o*. Ve vzdálenosti rovné polovině šířky komunikace jsou po obou stranách osy *o* vedeny tzv. *korunní hrany* h_1 a h_2. Plocha mezi korunními hranami, tvořící povrch silnice, se nazývá *vyrovnávací* neboli *planýrovací plocha*. Průsečná nulová křivka (na obrázku modrá) planýrovací plochy s terénem určí na křivkách h_1 a h_2 nulové body.

Protože celá výkopová část leží podél přímé části komunikace, budeme prokládat přímými částmi korunních hran výkopové roviny. Průsečnice výkopových rovin s terénem jsou hranicemi prováděných výkopů. Vyřešení násypů není nic složitějšího, než že křivkami h_1 a h_2 proložíme plochy stálého spádu a sestrojíme jejich průsečnici s terénem. V bodě B sestrojíme kružnici o poloměru *i* (podstavu kužele s vrcholem v bodě B a výškou 1) z násypového trojúhelníku. Výšková křivka o kótě 70 prochází bodem A a je tečnou sestrojené kružnice. Potřebujeme-li tuto výškovou křivku určit přesněji, sestrojíme potřebné množství kuželů s vrcholy na křivce h_2 ve vzdálenosti $s\cdot|AB|$ od bodu A a poloměry $s\cdot i$, kde $|AB|$ je velikost úseku AB a $s\in(0,1)$. Výšková křivka je obálkou podstav všech takto vzniklých kuželů.



Obrázek 11.8

Na závěr této kapitoly je na obrázku 11.9 vyřešen složitější příklad. Objekt, kolem kterého jsou řešeny násypy a výkopy se skládá z vodorovné komunikace, stoupající komunikace, vodorovné plošiny, stoupající obdélníkové a stoupající eliptické plošiny. Problém se rozpadá na vyřešení dílčích základních úloh.



Obrázek 11.9

Cvičení 11.7 : Určete násypy a výkopy kolem vodorovného parkoviště s příjezdovou vodorovnou komunikací. Spád násypů je 5/6 a spád výkopů 1.

Cvičení 11.8 : Určete násypy a výkopy kolem vodorovného hřiště. Spád násypů a spád výkopů je zadán spádovými trojúhelníky (zelený-násypový, červený-výkopový). Terén se skládá ze dvou rovin (návod: Nejdříve vyřešte průnik rovin terénu, pak až násypy a výkopy).

Cvičení 11.9 : Určete násypy a výkopy kolem křižovatky vodorovných komunikací. Spád násypů je 1, spád výkopů je 5/4. Zvolte svislou rovinu a proveďte příčný řez komunikací.

Cvičení 11.10 : Určete násypy a výkopy kolem vodorovné komunikace, vodorovného parkoviště a stoupající příjezdové a klesající odjezdové komunikace z parkoviště. Spád násypů a spád výkopů je zadán spádovým trojúhelníkem.

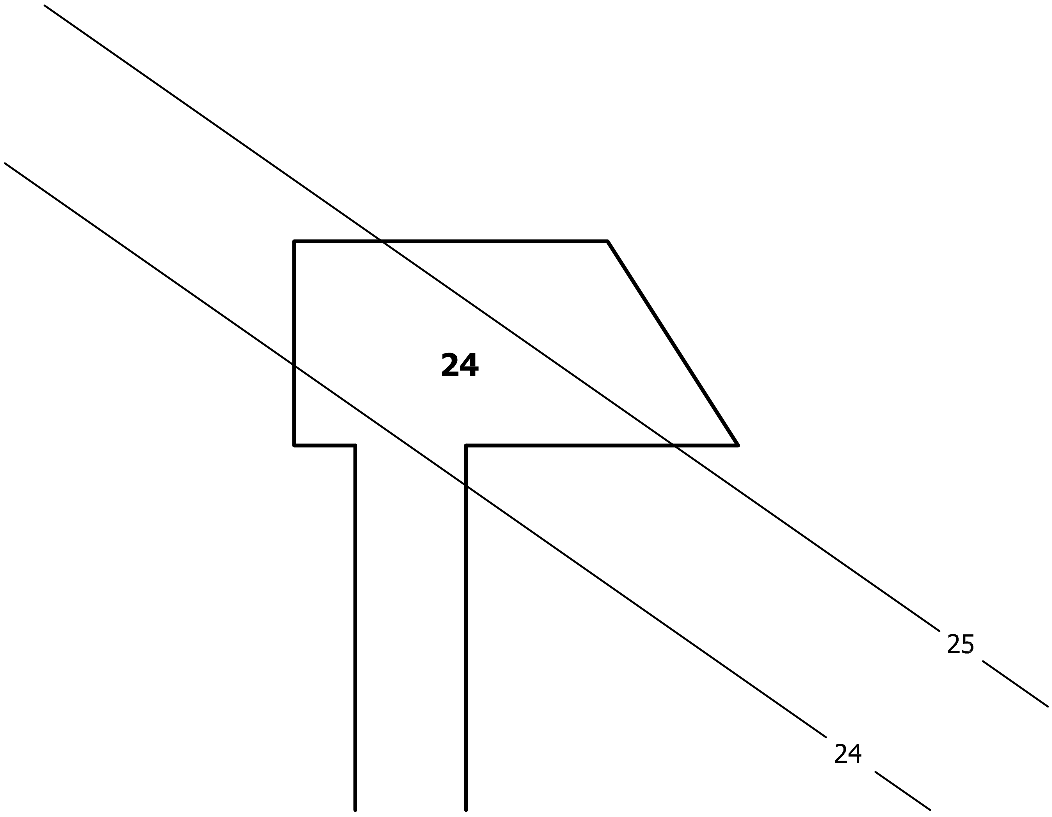
Cvičení 11.11 : Určete násypy a výkopy podél stoupající komunikace, jestliže spád násypů i výkopů je 5/4.

Cvičení 11.12 : Určete násypy a výkopy kolem minigolfového hřiště. Interval výkopů a interval násypů je znázorněn na zadaném trojúhelníku. (návod: Pro určení hranice mezi násypy a výkopy, vložte vrstevnici o kótě 1,1).

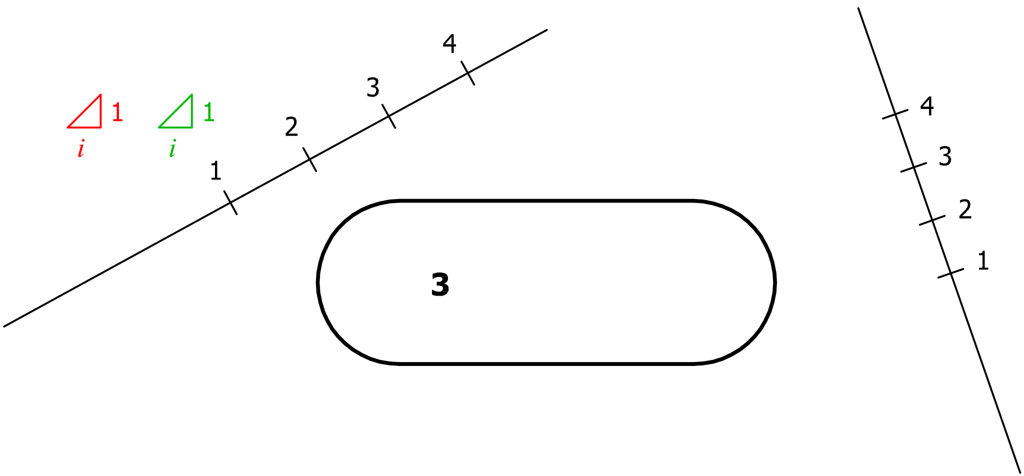
Cvičení 11.13 : Určete násypy a výkopy kolem chodníku širokého 2m, jestliže je měřítko vrstevnicového plánu 1:100. Spád násypů je 4/3 a spád výkopů 5/4.

Cvičení 11.14 : Určete násypy a výkopy kolem všech chodníků. Spád násypů je ve všech případech 5/4 a spád výkopů je 2.

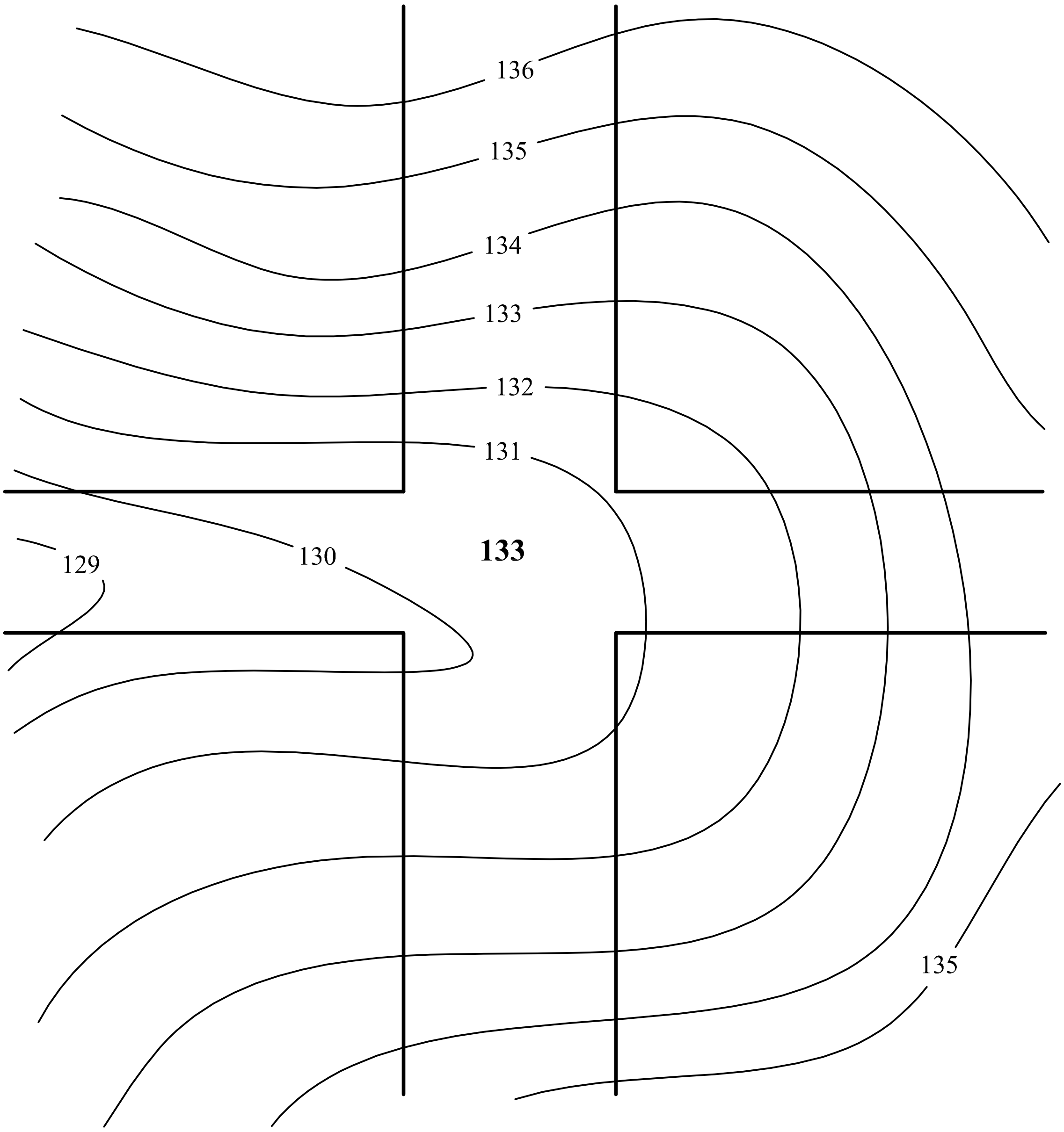
Cvičení 11.7



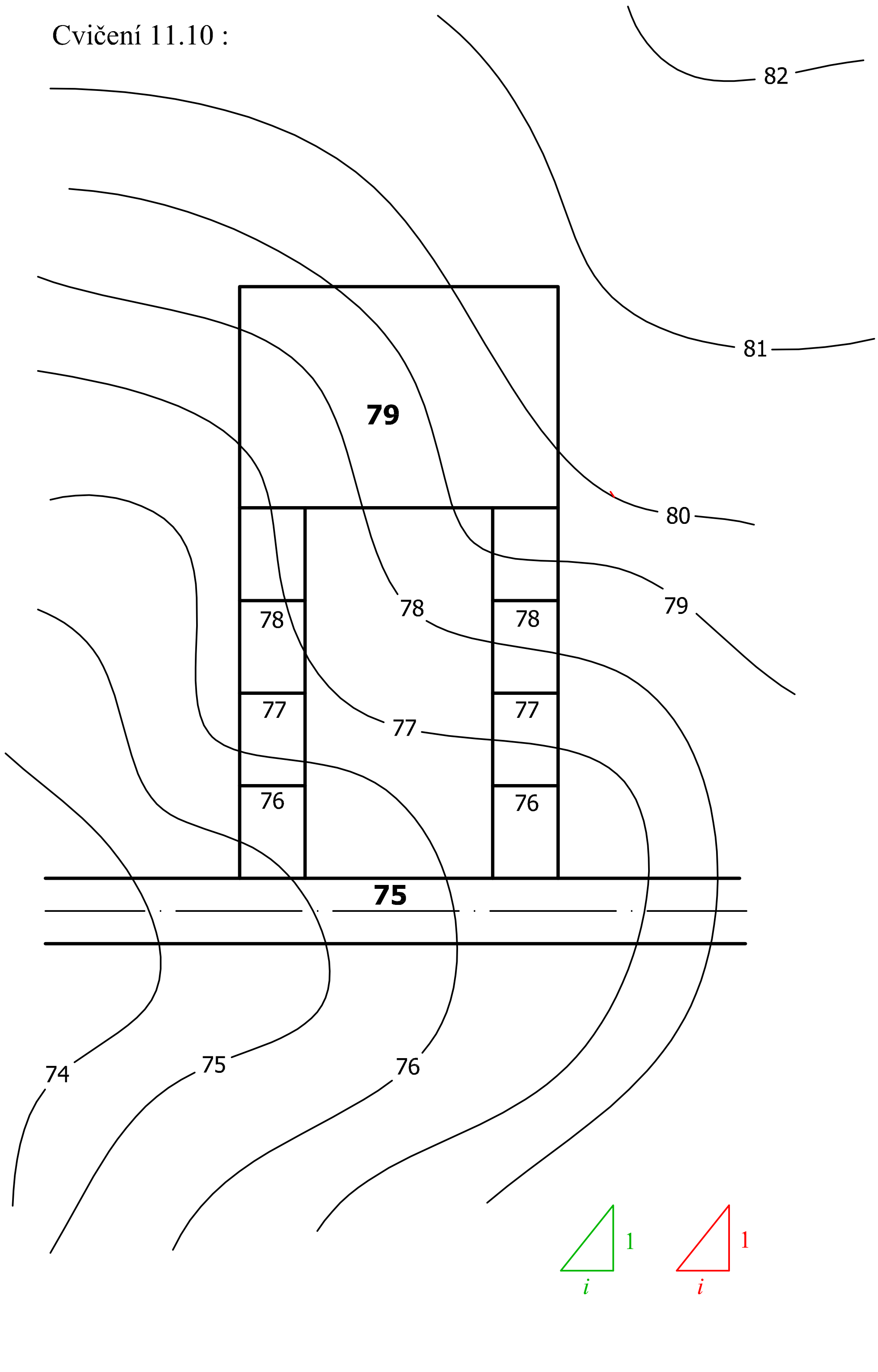
Cvičení 11.8



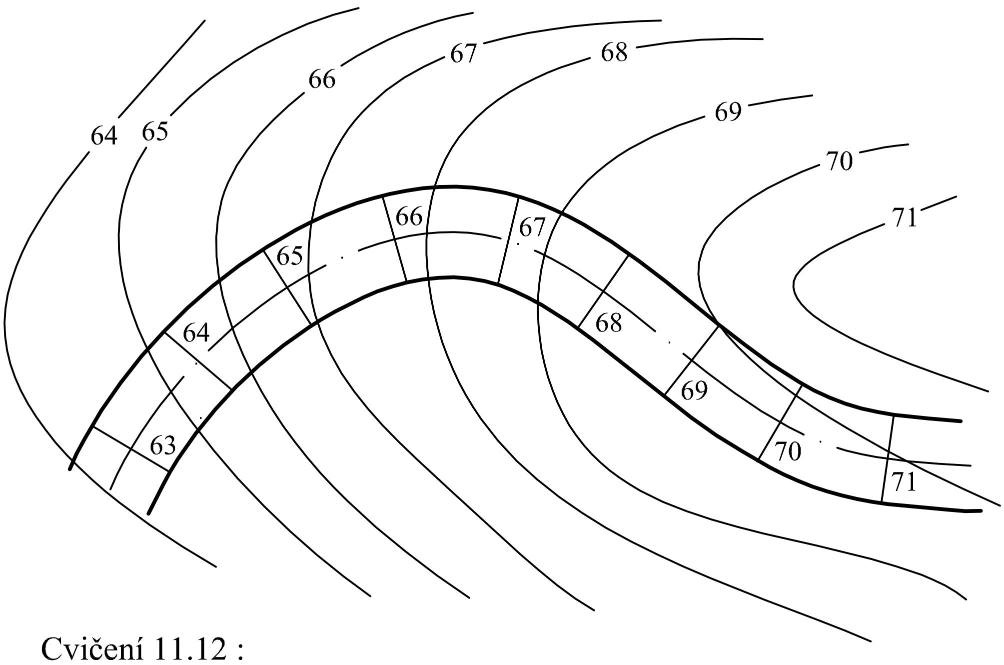
Cvičení 11.9 :



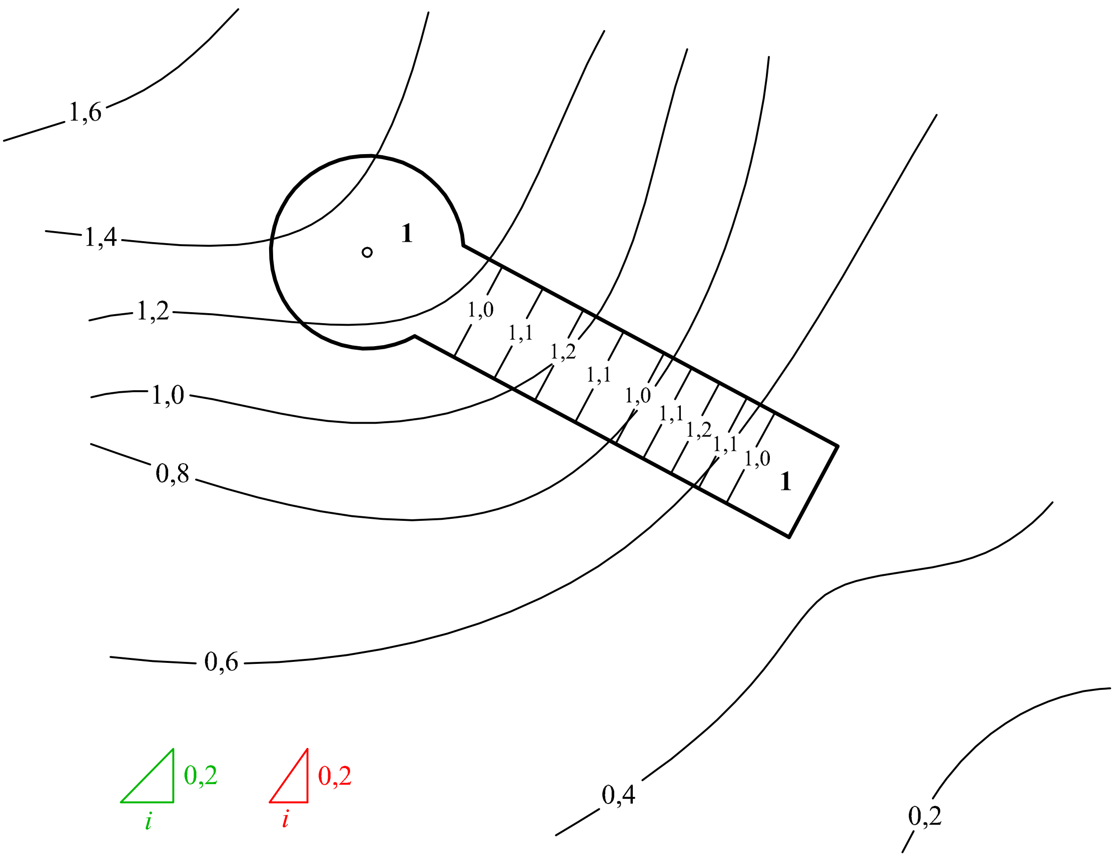
Cvičení 11.10 :



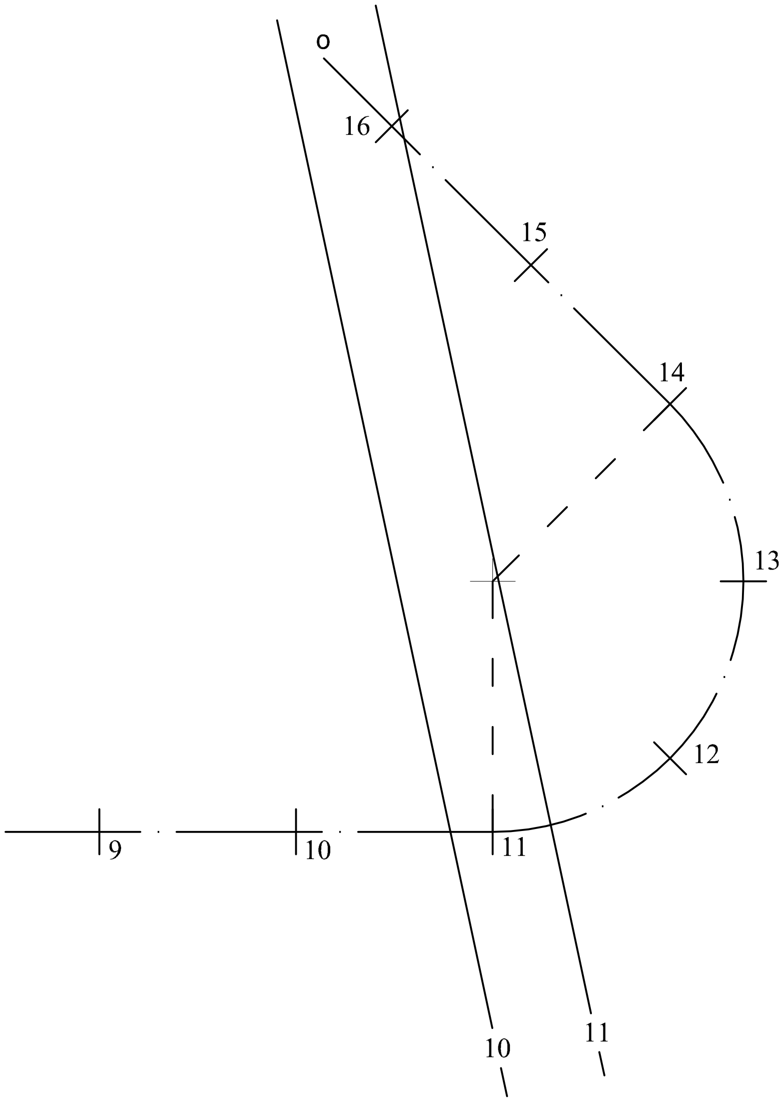
Cvičení 11.11 :



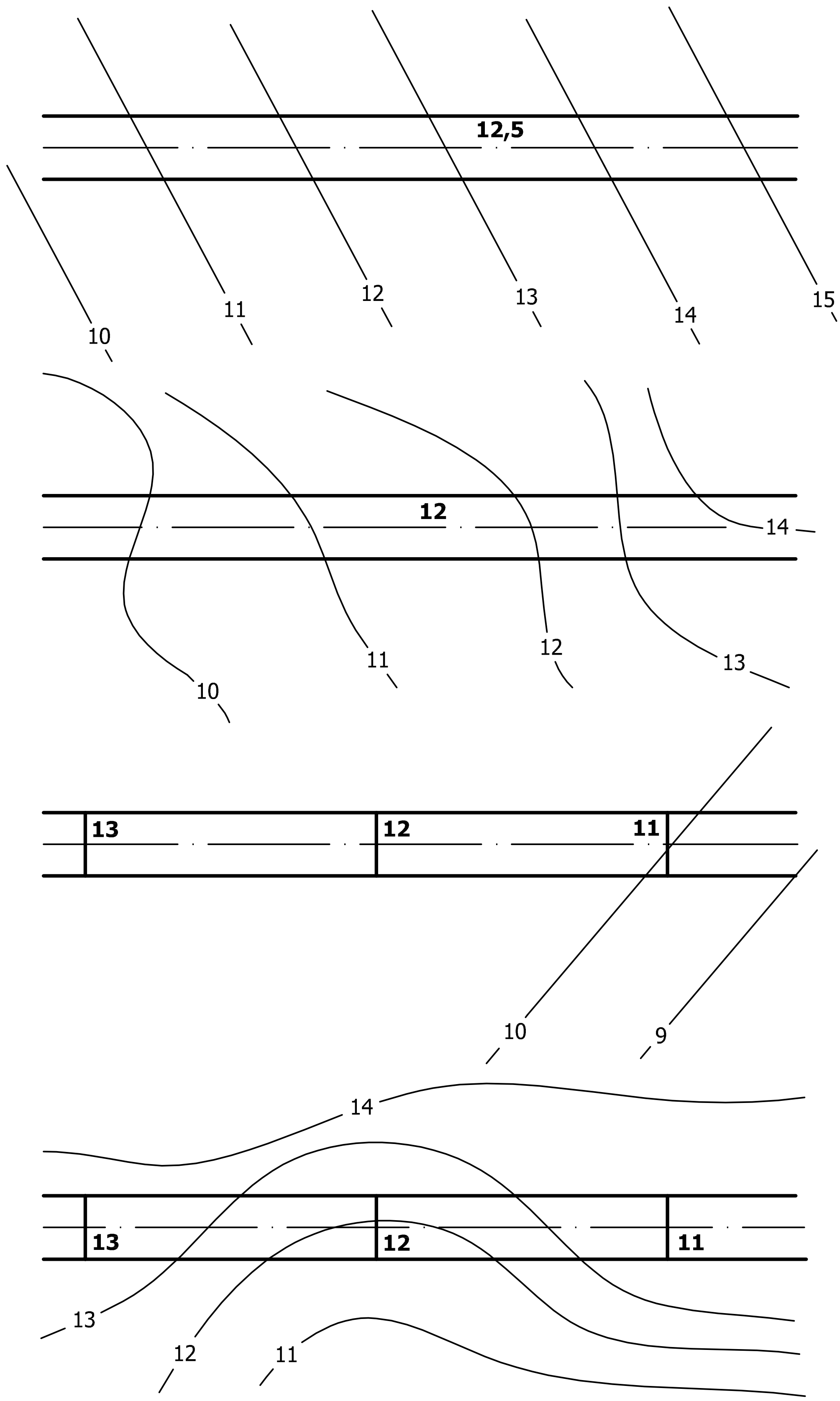
Cvičení 11.12 :



Cvičení 11.13 :

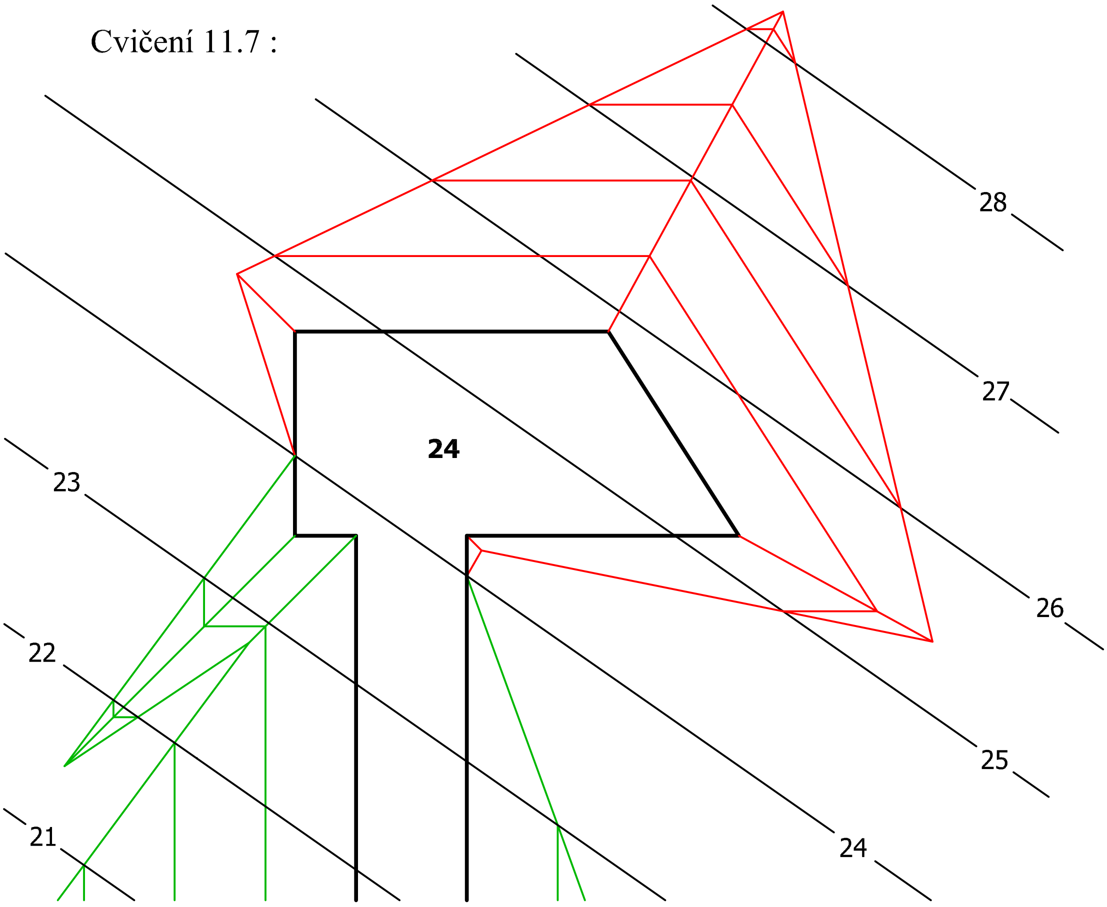


Cvičení 11.14 :

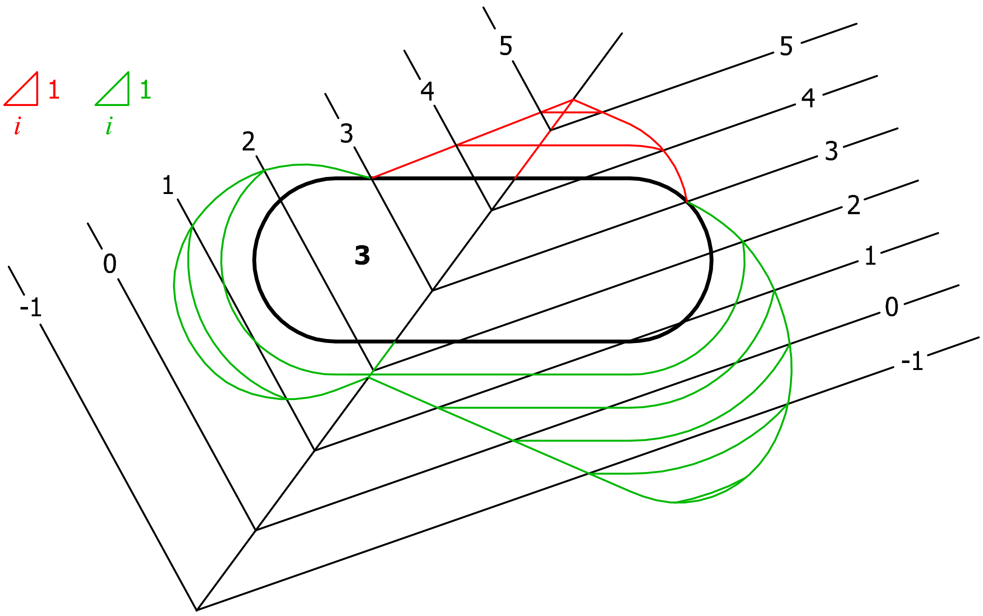


Řešení cvičení 11.7 - 11.14 :

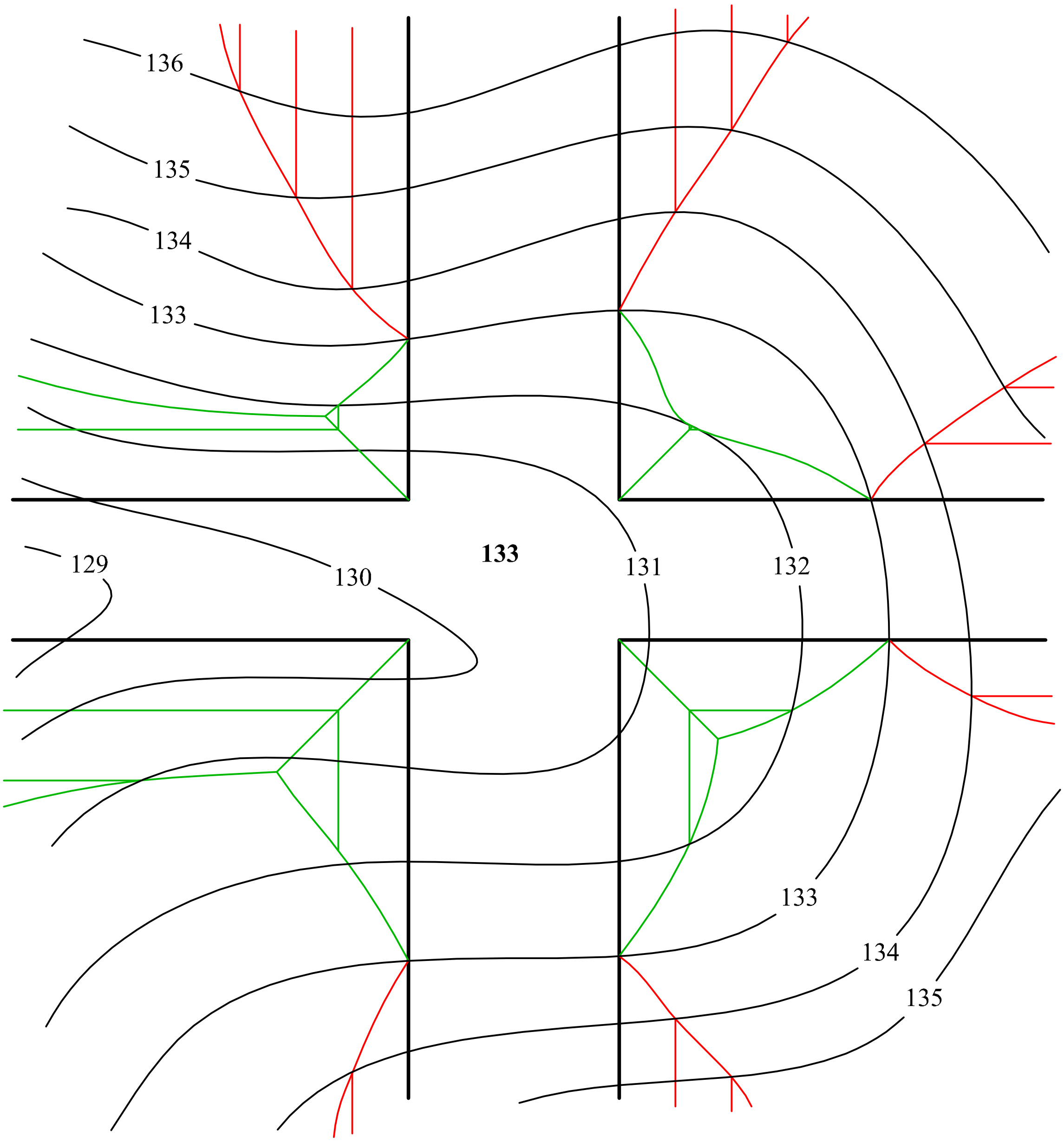
Cvičení 11.7 :



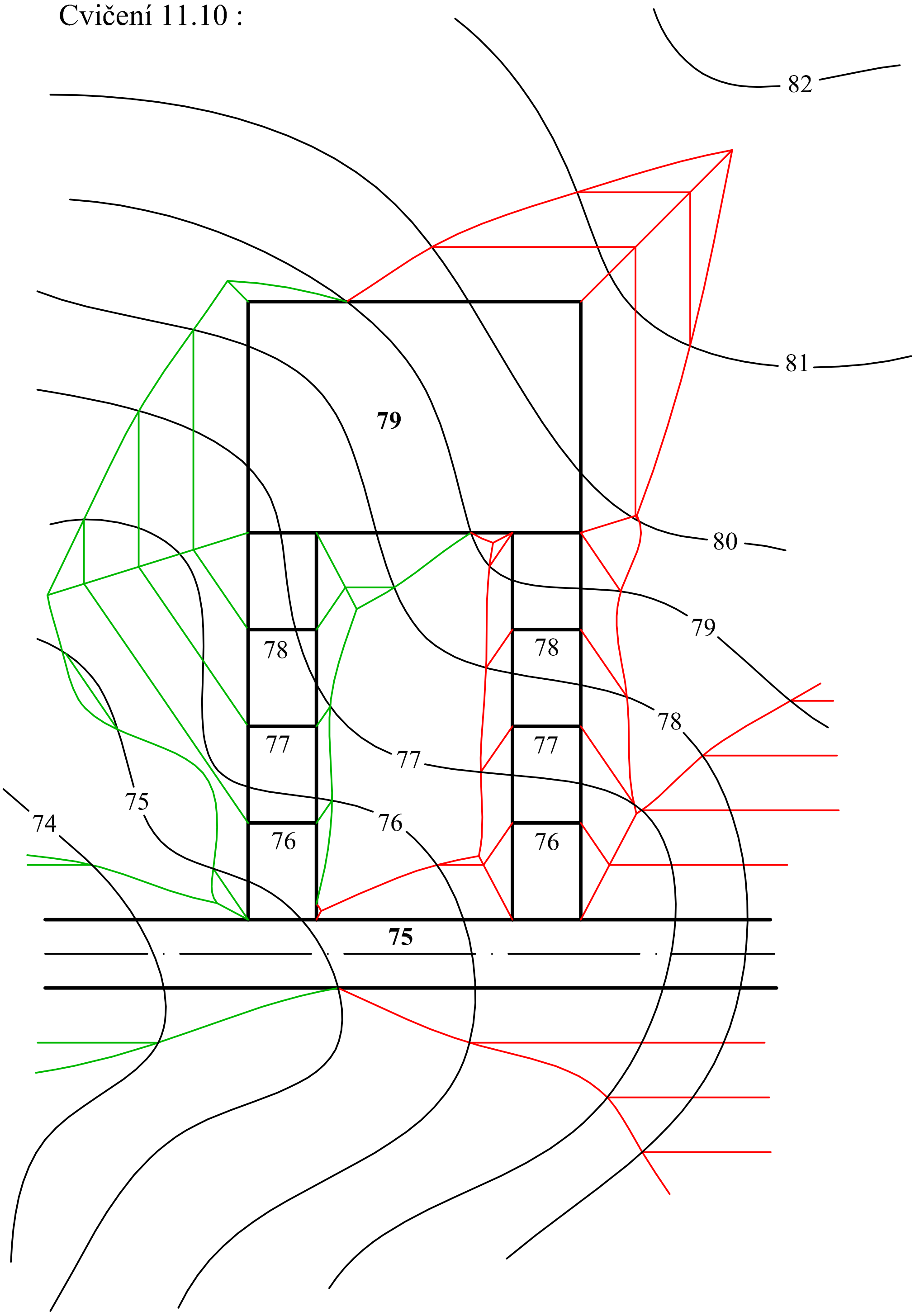
Cvičení 11.8 :



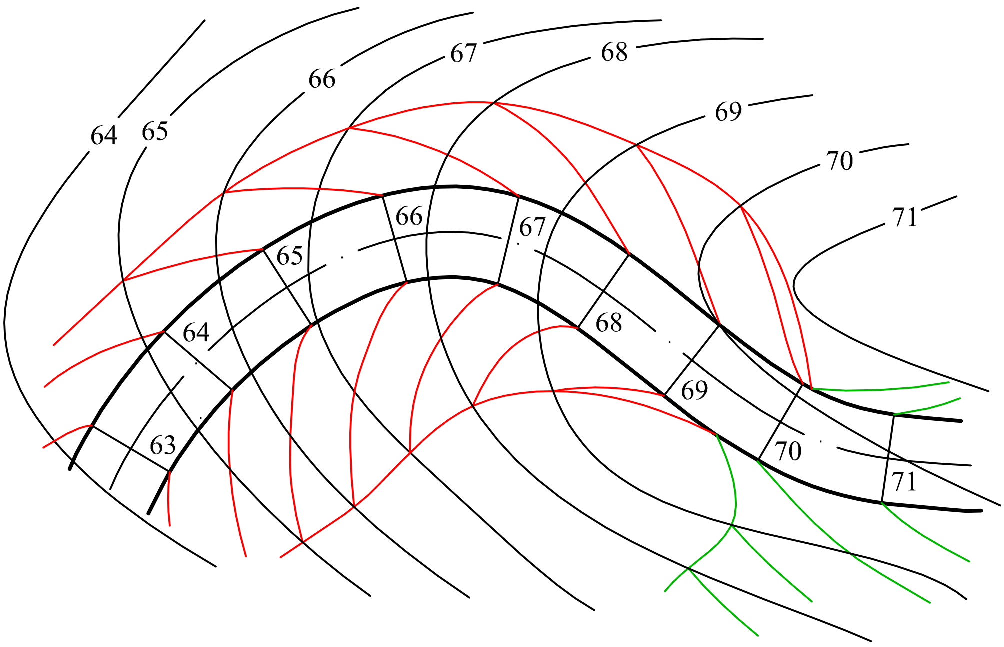
Cvičení 11.9 :



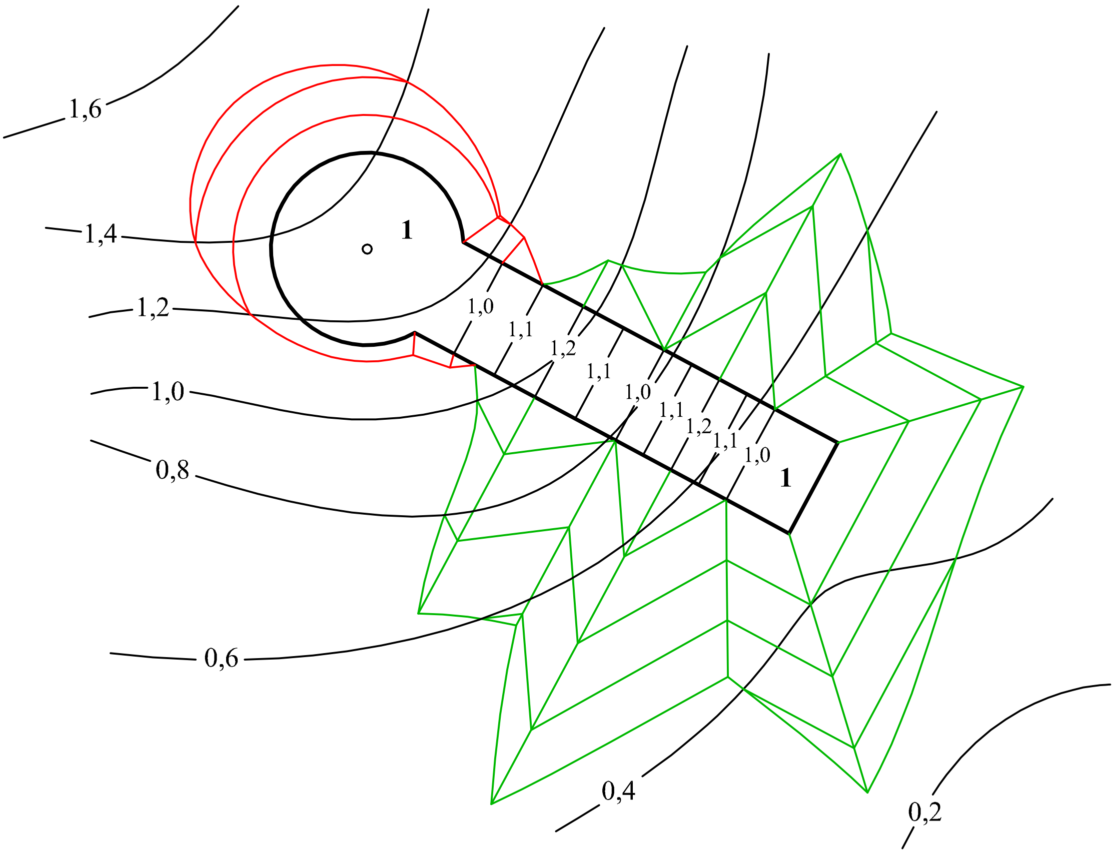
Cvičení 11.10 :



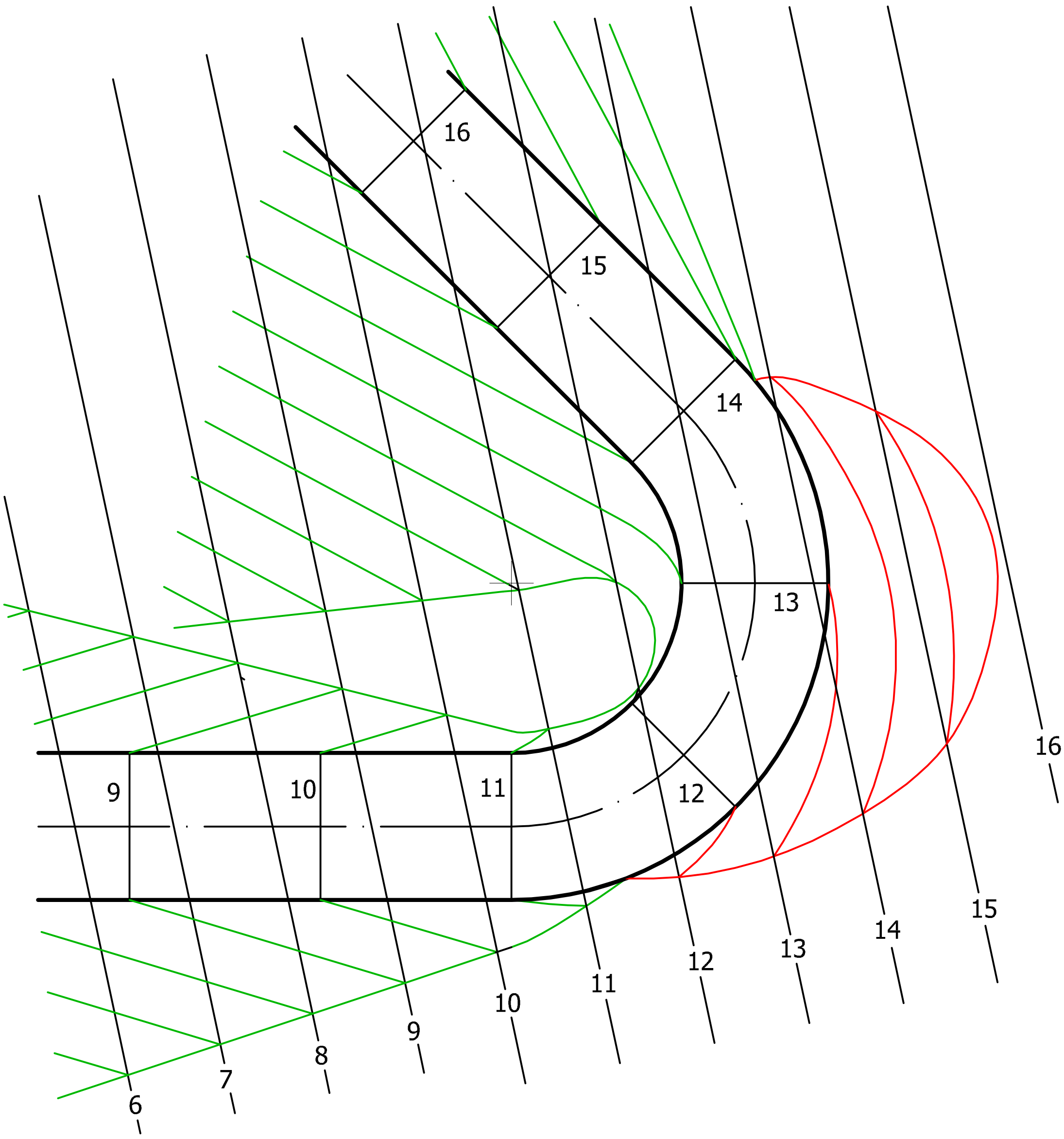
Cvičení 11.11 :



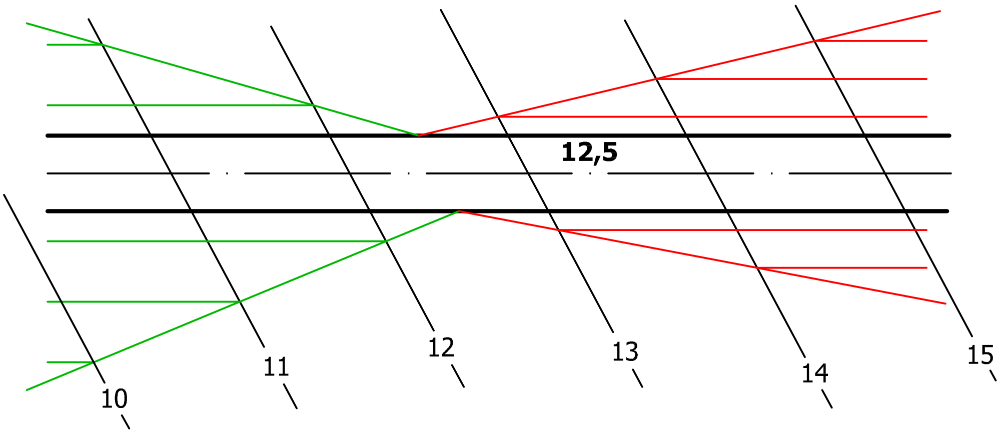
Cvičení 11.12 :

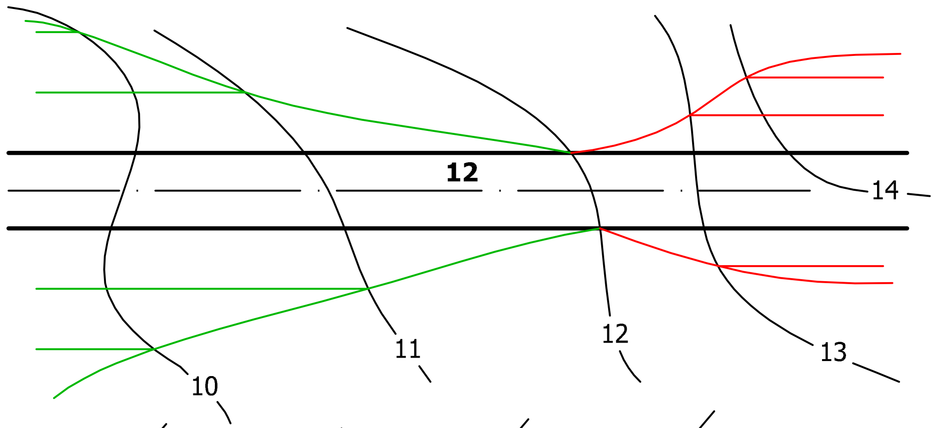


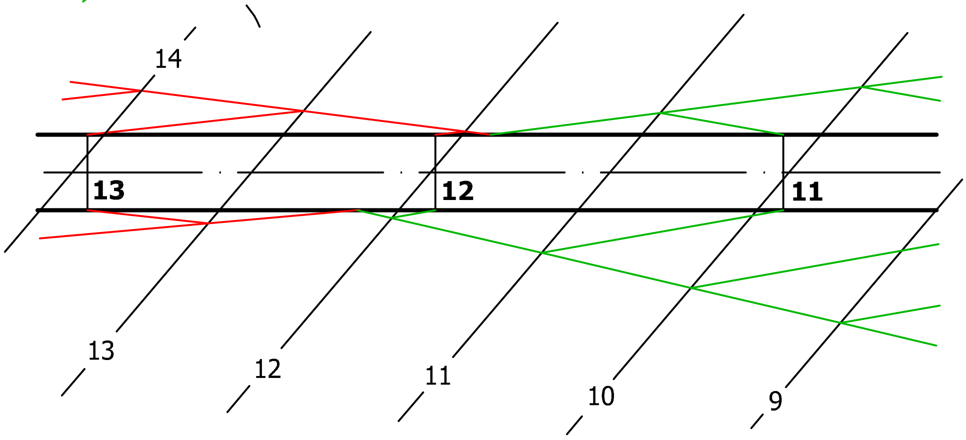
Cvičení 11.13 :

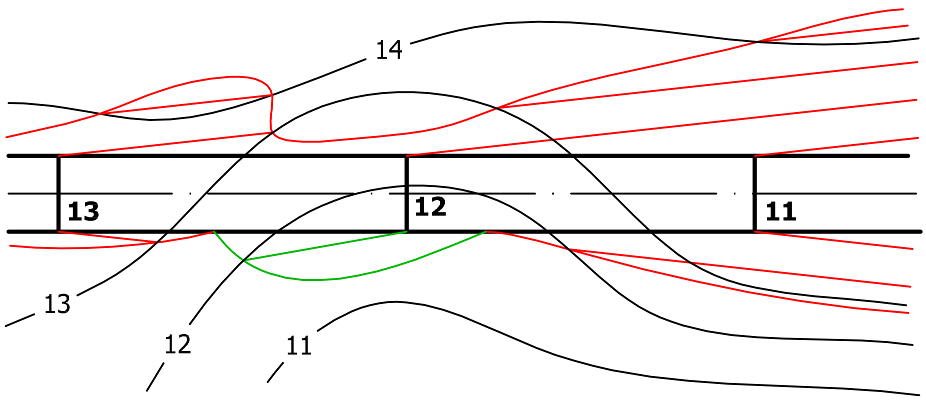


Cvičení 11.14 :





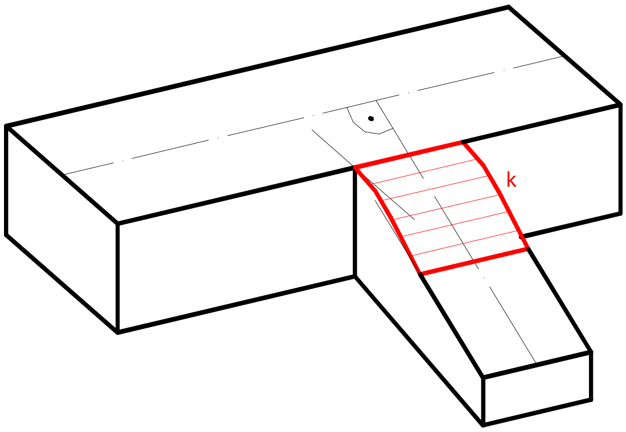




Kapitola 12

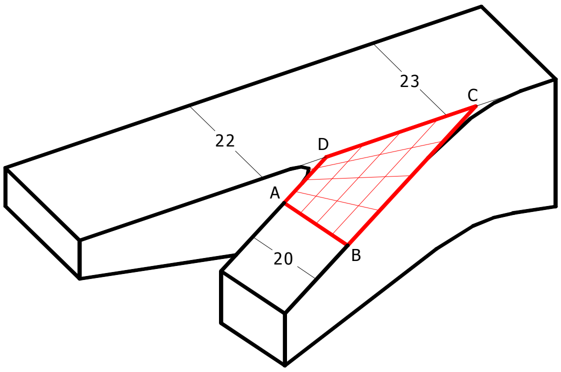
Napojení komunikací

V případě, kdy se jedna komunikace napojuje na druhou, ale obě neleží v jedné rovině, je třeba vyřešit plynulé napojení těchto komunikací. Na obrázku 12.1 svírá osa vedlejší stoupající komunikace s osou hlavní vodorovné komunikace pravý úhel. Plynulé napojení komunikací provedeme pomocí válcové plochy, která je určená křivkou *k* a směrem osy hlavní komunikace. Hrana vedlejší komunikace je tečnou v jednom krajním bodě křivky *k*, ve druhém krajním bodě má křivka *k* za tečnu přímku ležící v rovině hlavní komunikace, tj. vodorovné rovině.

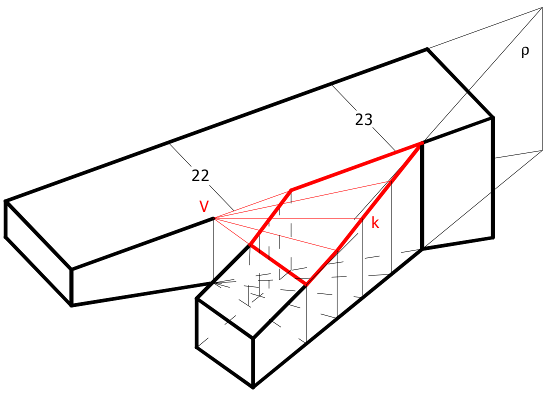


Obrázek 12.1

Na obrázcích 12.2 a 12.3 jsou znázorněny různé způsoby napojení dvou stoupajících komunikací, které neleží v jedné rovině a jejichž osy nesvírají pravý úhel. V prvním případě jsou komunikace napojeny pomocí hyperbolického paraboloidu určeného zborceným čtyřúhelníkem ABCD.



Obrázek 12.2



Obrázek 12.3

Druhou možností je napojit komunikace pomocí kuželové plochy, která je určená křivkou *k* a vrcholem V (viz. obrázek 12.3). Křivka *k*, která leží v rovině ρ, má v krajních bodech za tečny hranu vedlejší komunikace a průsečnici roviny ρ s rovinou hlavní komunikace.

Obrázky kresleny podle Medek [3], str. 263-264.

Závěr

Některá cvičení v této bakalářské práci měla ukázat, že znalosti o topografických plochách mají praktické využití a to nejen v dopravním stavitelství, kde je využití při terénních úpravách podél komunikací zřejmé. Ať už budete sestavovat profil trati jako pořadatelé závodů v běžeckém lyžování nebo se budete rozhodovat, kterou turistickou stezkou půjdete při nedělním rodinném výletě, vždy se vám budou znalosti o topografických plochách hodit.

Použitá literatura:

[1] Setzer O. : Deskriptivní geometrie II.díl, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 1962, str. 55-75.

[2] Drábek K. a kol.: Deskriptivní geometrie II, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1974, str. 112-129.

[3] Medek V. : Deskriptívna geometria, Slovenské vydavatel'stvo technickej literatúry, Bratislava, 1962.

Použité internetové stránky:

http://www.vyletynakole.net
http://foto.mapy.cz/22319-Zaber-obce-Holubov-z-rozhledny-na-hore-Klet

Další literatura a internetové stránky:

Drábek K., Harant F., Setzer O. : Deskriptivní geometrie I, SNTL, Praha, 1978, str. 188-202.

Drábek K., Harant F. : Sbírka úloh a příkladů z deskriptivní geometrie a stereometrie, SNTL, Praha, 1963.

http://www.deskriptiva.unas.cz/
http://www.perner.cz/StudijniMaterialy/Geometrie/TopografickePlochy.pps