DESKRIPTIVNÍ GEOMETRIE

PRO STUDENTY

GYMNÁZIA CH. DOPPLERA

Mgr. Ondřej Machů

--- Pracovní verze: 6. 10. 2014 ---

Obsah

Úvodní slovo

Tento text slouží jako podpora studentů semináře deskriptivní geometrie na gymnáziu. Jedná se o velice hrubý materiál. Jeho cílem je shrnout a vysvětlit různé konstrukce, jejichž znalost je po studentech v semináři vyžadována. Časem by se tento text měl stát pilířem dvouletého semináře deskriptivní geometrie na Gymnáziu Christiana Dopplera. Cílem tohoto semináře je především příprava na studium na technické vysoké škole.

Všechny příklady, pokud není řečeno jinak, jsou navrženy k řešení na papíru velikosti A4 na výšku. Soustava souřadnic je vždy pravotočivá.

1 Základy promítacích metod

xxx

1.1 Rovnoběžné promítání

Bod
Přímka
Rovina

1.2 Středové promítání

Bod

1.3 Bod v prostoru

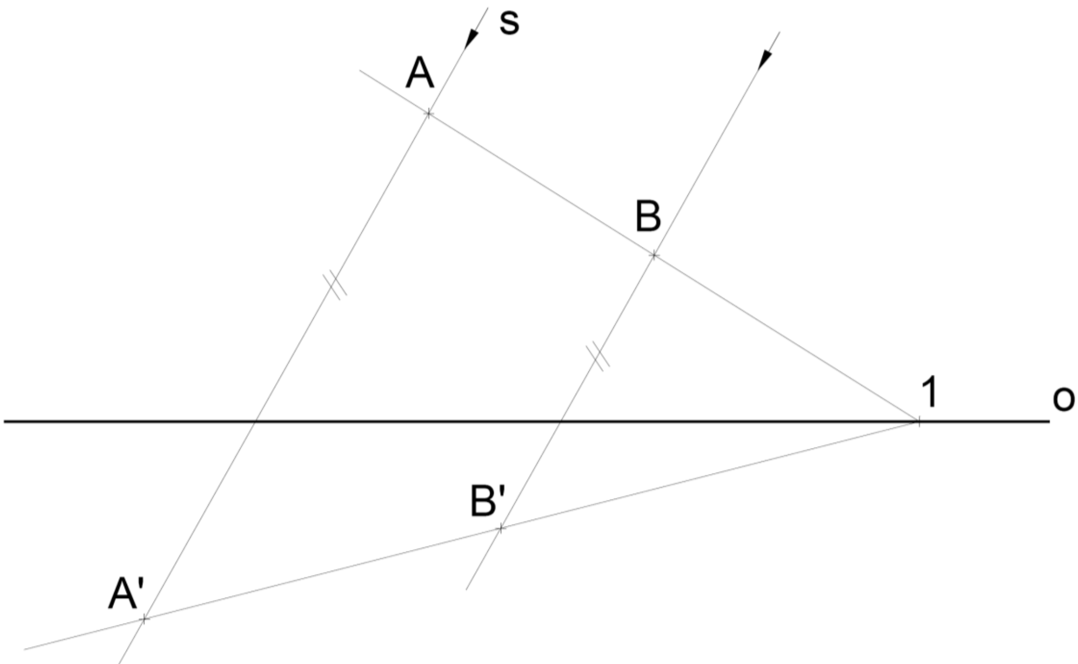
Soustava souřadnic, bod v prostoru.

1.4 Osová afinita

Osová afinita[1] v rovině je zobrazení, které každému bodu roviny přiřadí právě jeden bod roviny. Je určena dvojicí různých bodů a přímkou, která neprochází žádným z těchto bodů. Označme tyto body X, X' a přímku o. Přímka XX' se nazývá směr afinity. Přímka o se nazývá osa afinity a je to množina samodružných bodů. Symbolicky píšeme: $a(X \to X', o)$.

Konstrukce bodu

Osová afinita je určena osou o, bodem A a jeho obrazem A'. Dále je dán bod B. Zobrazíme tento bod v afinitě $a(A \to A', o)$. Přímka AB protíná osu o v samodružném bodě 1. Bod B' leží v průsečíku přímky $A'1$ a rovnoběžky vedené bodem B ve směru afinity (obr. 1.4.1).

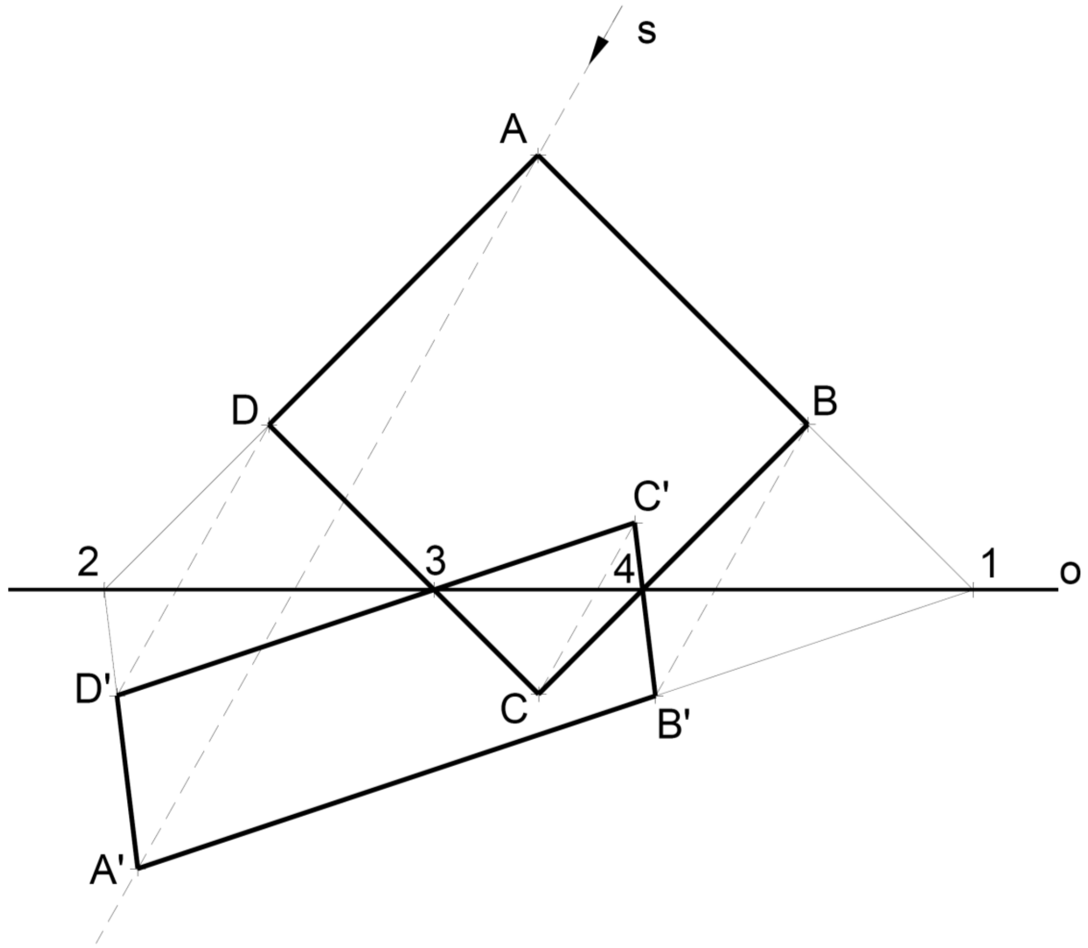


Obr. 1.4.1

Čtverec v osové afinitě

[1] Z lat. ad-finis, sousední, příbuzný, související.

Osová afinita je určena osou o, bodem A a jeho obrazem A'. Dále je dán čtverec $ABCD$. Zobrazíme tento čtverec v afinitě $\mathfrak{a}(A \to A', o)$. Čtverec sestrojíme bodově. Obrazem čtverce $ABCD$ je obecně rovnoběžník $A'B'C'D'$ (obr. 1.4.2).



Obr. 1.4.2

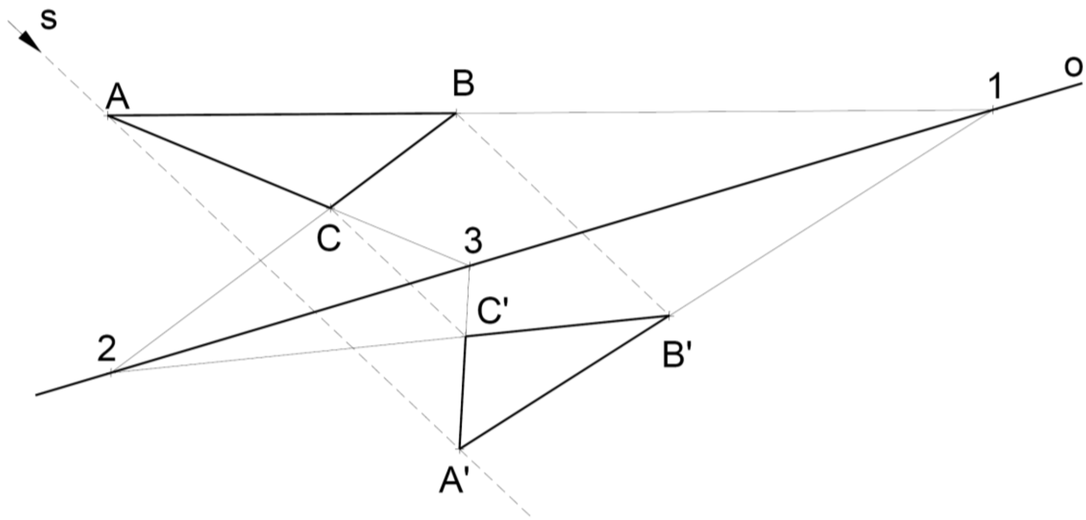
Vlastnosti osové afinity

Osová afinita v rovině zachovává tyto vlastnosti: vzájemnou incidenci útvarů, dělící poměr, rovnoběžnost.

Osová afinita v rovině nezachovává tyto vlastnosti: velikost úsečky, velikost úhlu.

Druhá definice osové afinity

Osovou afinitu lze také definovat pomocí dvou trojic bodů. Nechť jsou dány body ABC neležící v jedné přímce a body $A'B'C'$ neležící v jedné přímce a to tak, že platí: $AA' // BB' // CC'$. Sestrojíme osu afinity. Označme průsečíky takto: $AB \cap A'B' = 1$, $BC \cap B'C' = 2$ a $AC \cap A'C' = 3$. Body 1, 2 a 3 jsou kolineární a jednoznačně určují osu afinity, přímku o (obr. 1.4.3).



Obr. 1.4.3

xxx

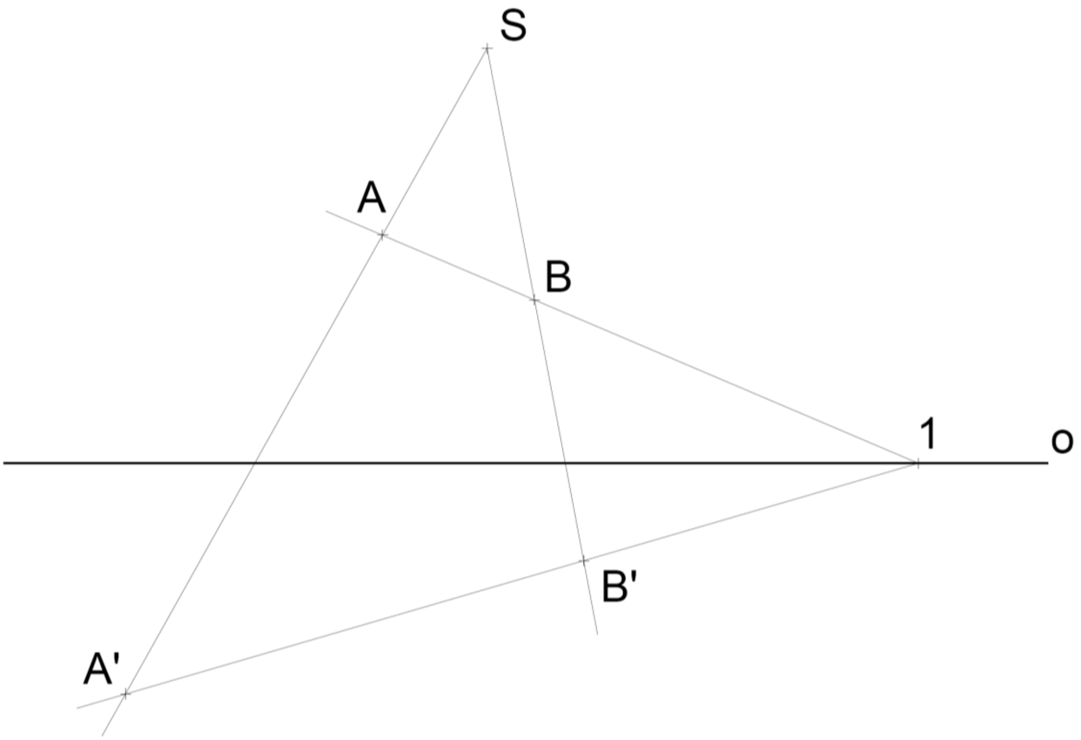
1.5 Středová kolineace

Středová kolineace[2] v rovině, je zobrazení, které každému bodu roviny přiřadí právě jeden bod roviny. Je určena trojicí různých kolineárních bodů a přímkou, která neprochází žádným z těchto bodů. Označme tyto body X , X', S a přímku o. Bod S se nazývá střed kolineace. Přímka o se nazývá osa kolineace a je to množina samodružných bodů. Symbolicky píšeme: $\mathcal{K}(X \to X', S, o)$.

Konstrukce bodu

Středová kolineace je určena osou o, středem S, bodem A a jeho obrazem A'. Body SAA' jsou kolineární. Dále je dán bod B. Zobrazíme tento bod v kolineaci $\mathcal{K}(A \to A', S, o)$. Přímka AB protíná osu o v samodružném bodě 1. Bod B' leží v průsečíku přímky $A'1$ a přímky BS ; $B' = A'1 \cap BS$ (obr. 1.5.1).

[2] Z lat. co-linealis. Linealis znamená přímý, rovný.

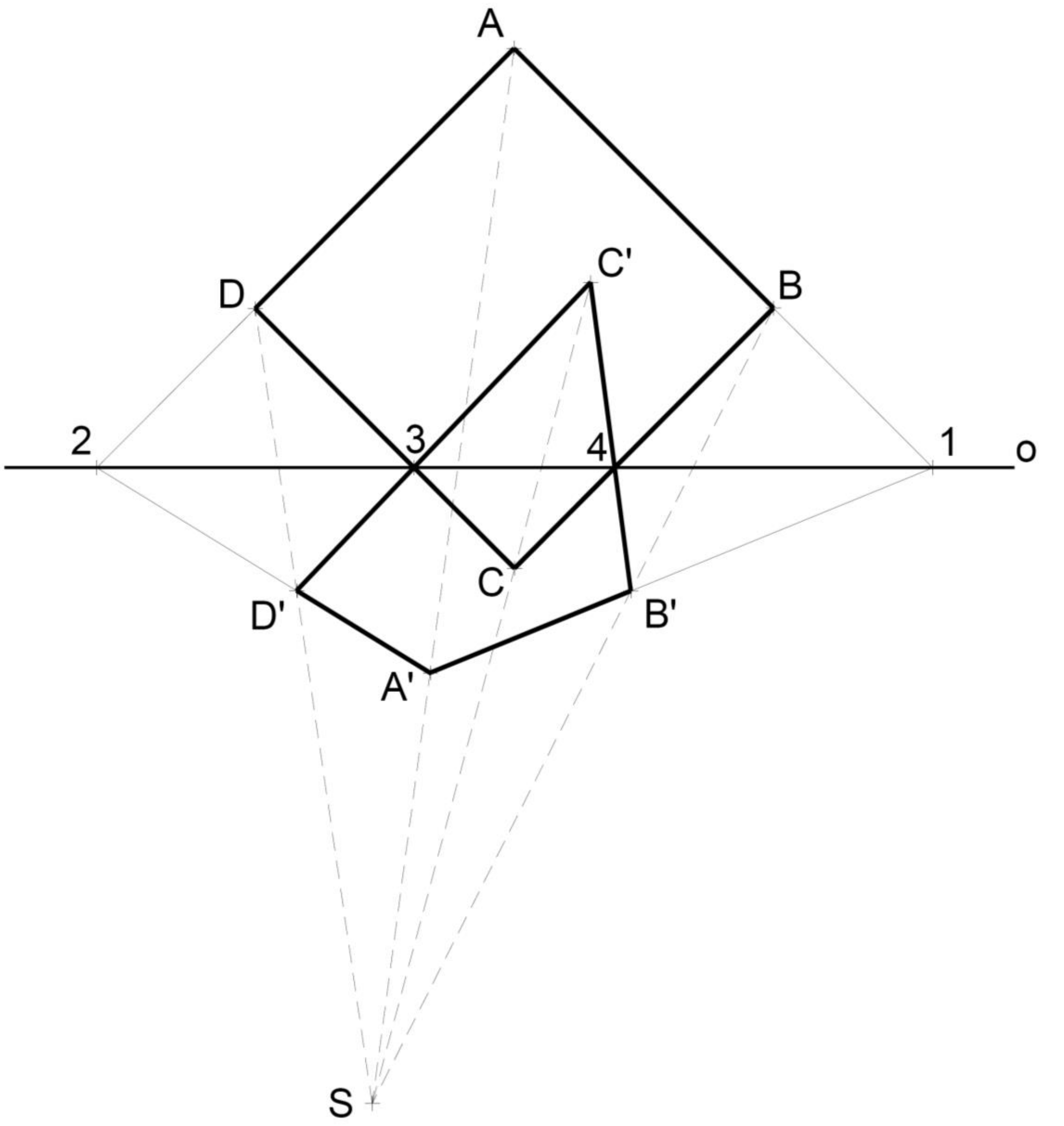


Obr. 1.5.1

xxx

Čtverec ve středové kolineaci

Středová kolineace je určena osou o, středem S, bodem A a jeho obrazem A'. Dále je dán čtverec $ABCD$. Zobrazíme tento čtverec v kolineaci $\mathcal{K}(A \rightarrow A', S, o)$. Čtverec sestrojíme bodově. Obrazem čtverce $ABCD$ je obecně čtyřúhelník $A'B'C'D'$ (obr. 1.5.2).



Obr. 1.5.2

xxx

2 Kótované promítání

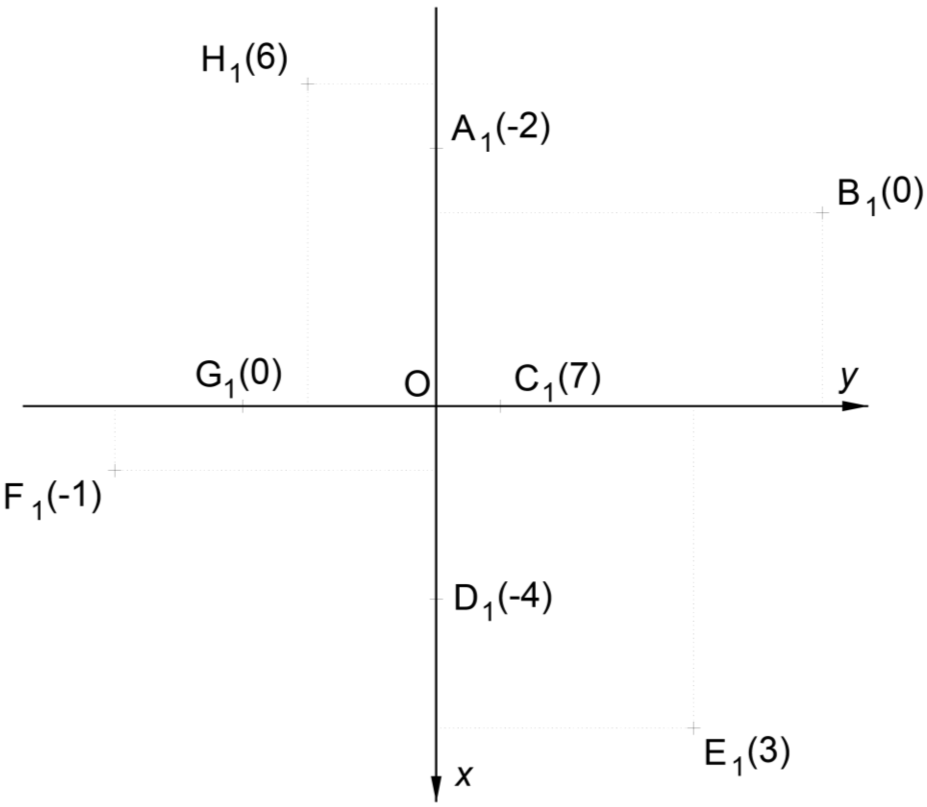
xxx

Definice

xxx

Zobrazení bodu daného souřadnicemi

$A[-4;0;-2]$, $B[-3;6;0]$, $C[0;1;7]$, $D[3;0;-4]$, $E[5;4;3]$, $F[1;-5;-1]$, $G[0;-3;0]$, $H[-5;-2;6]$.

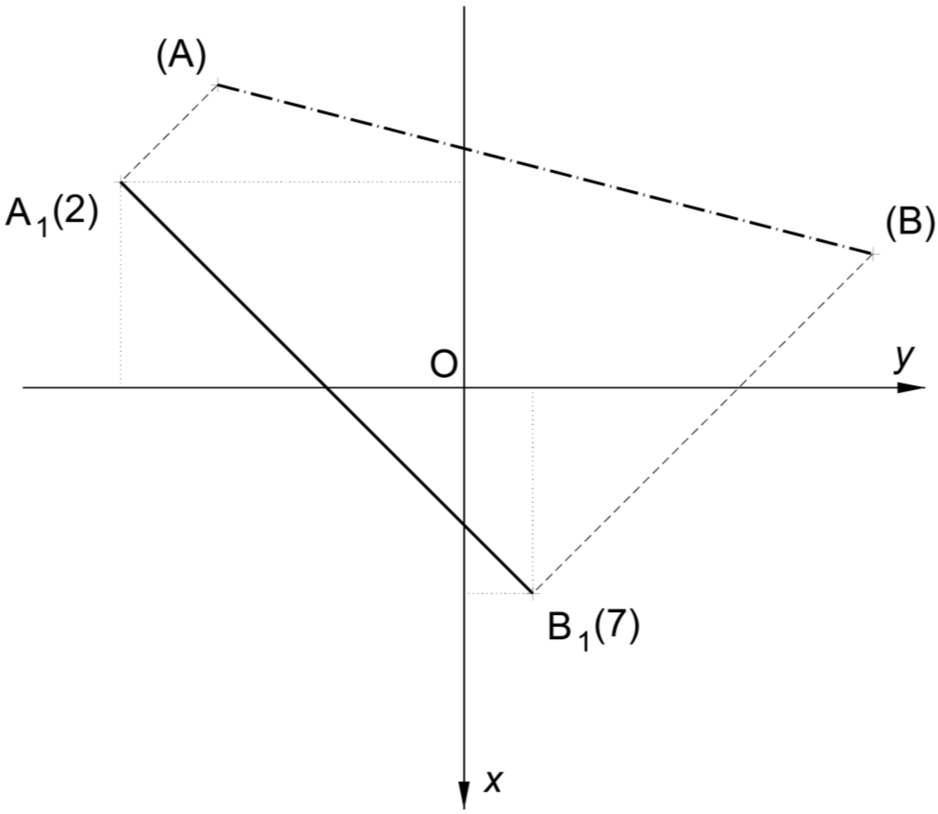


Obr. 2.

xxx

Úsečka - skutečná velikost úsečky

$A[-3;-5;2]$, $A[3;1;7]$

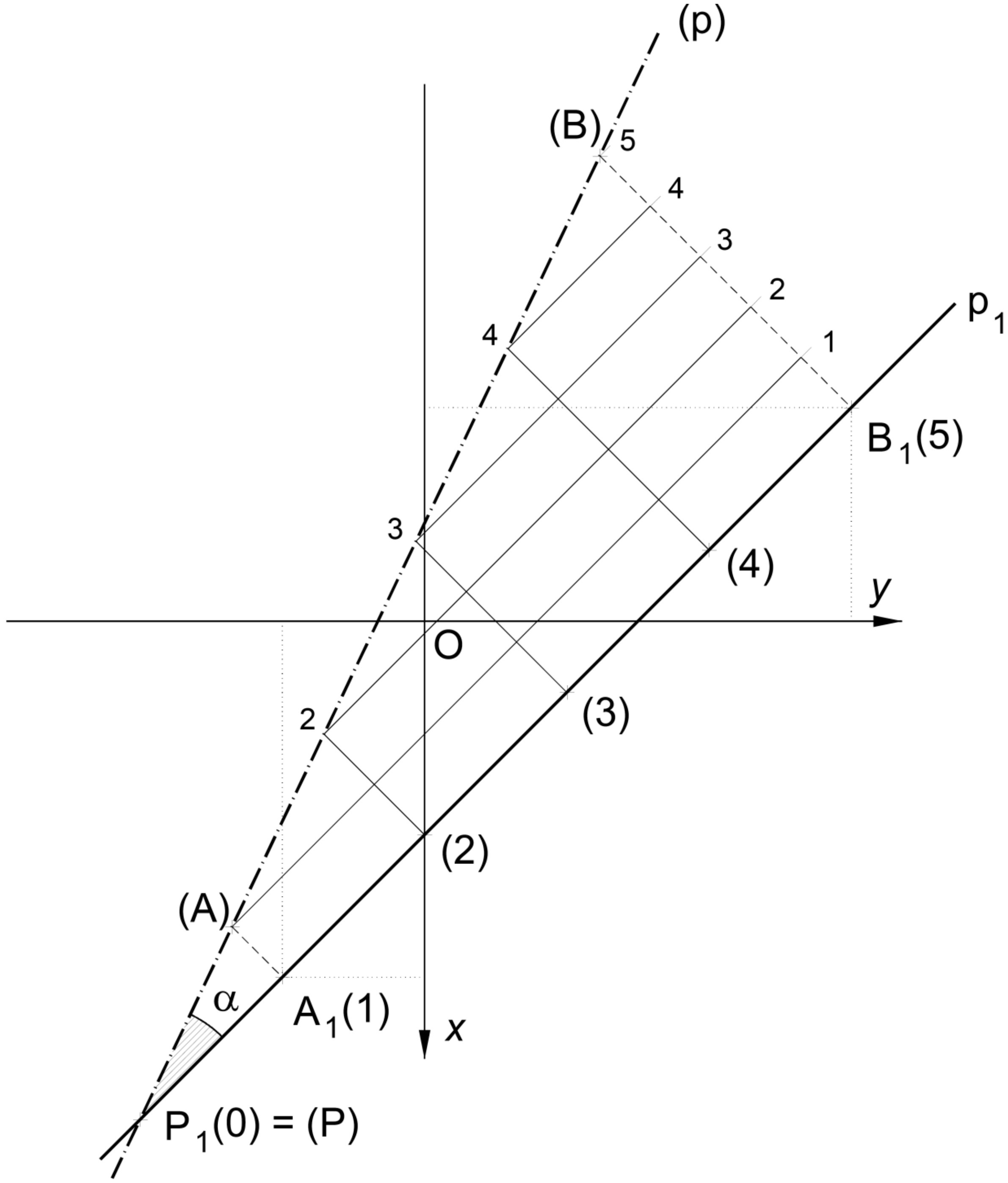


Obr. 2.

xxx

Přímka - spád přímky a stupňování přímky

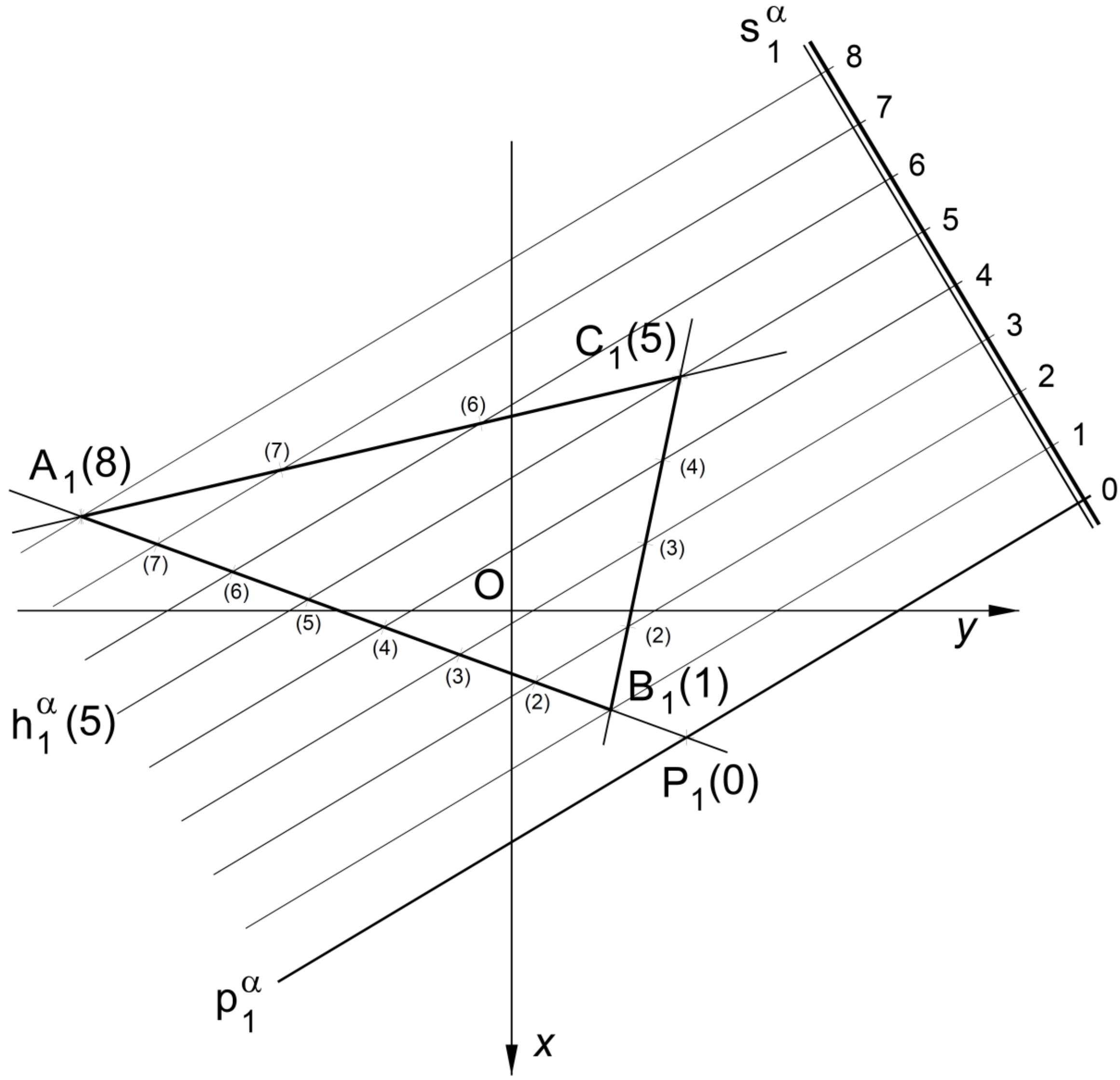
$A[5;-2;1],\ B[-3;6;5]$



Obr. 2.

xxx

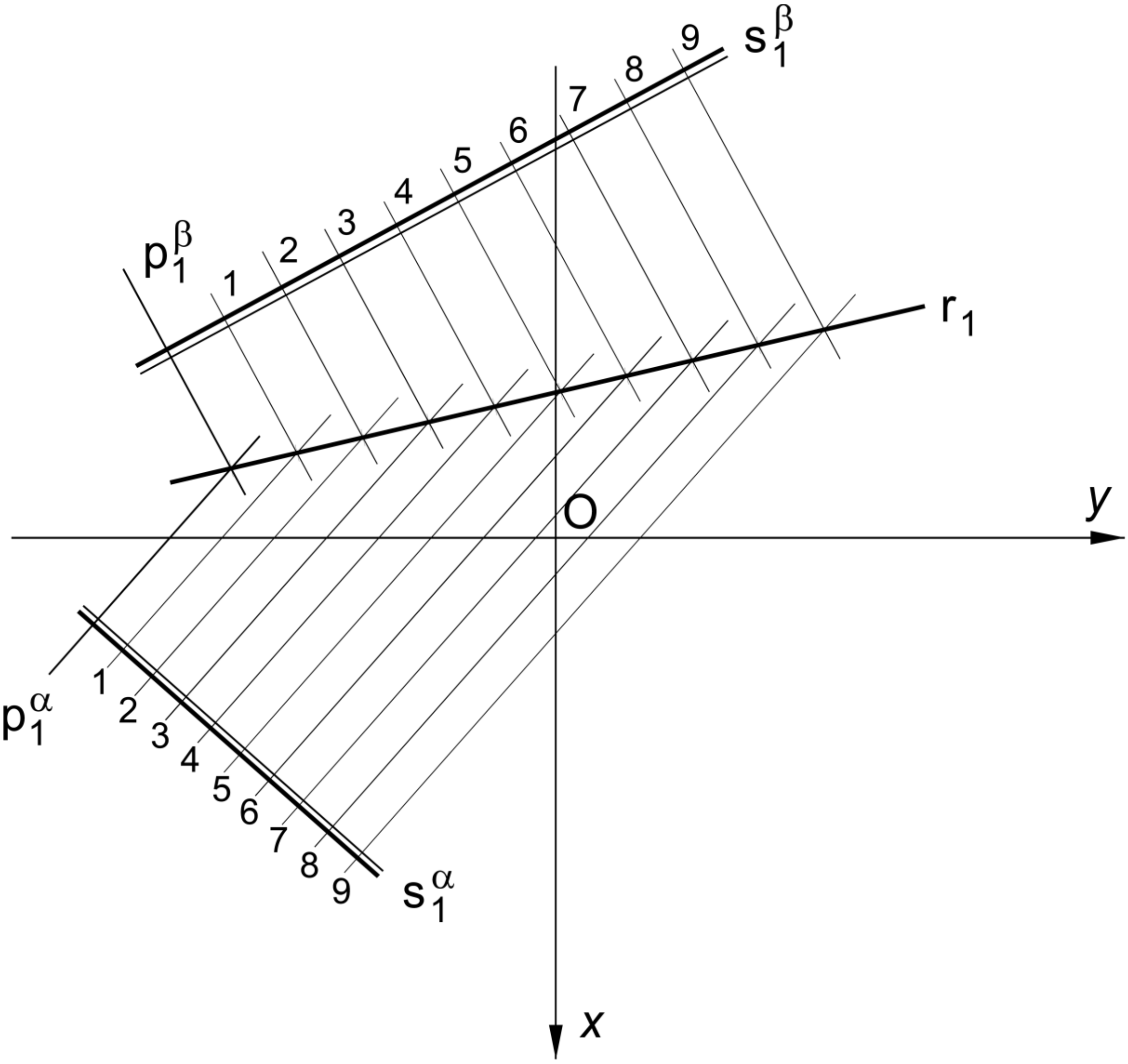
Rovina - hlavní přímky a spádové měřítko



Obr. 2.

xxx

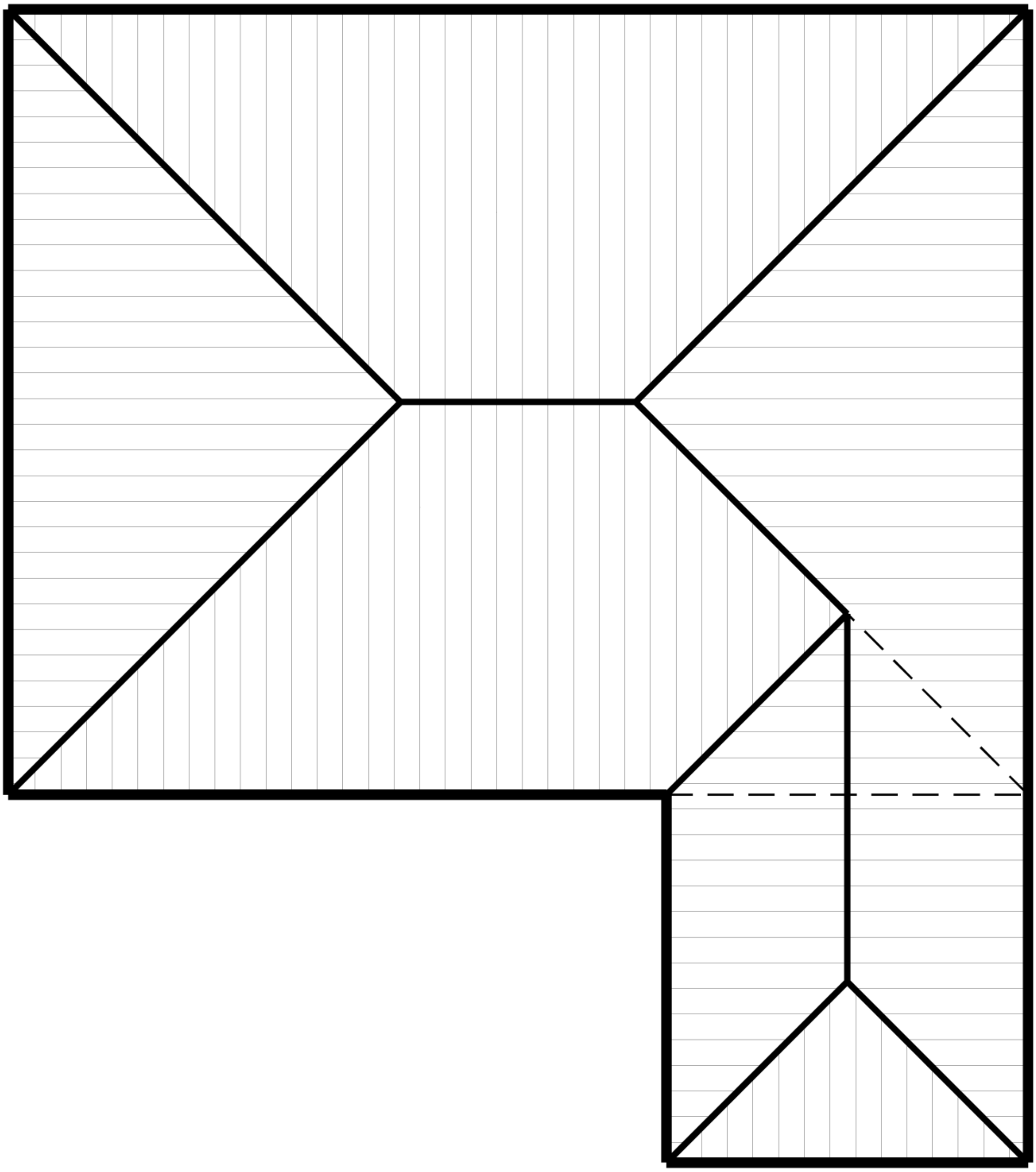
Průsečnice dvou rovin



Obr. 2.

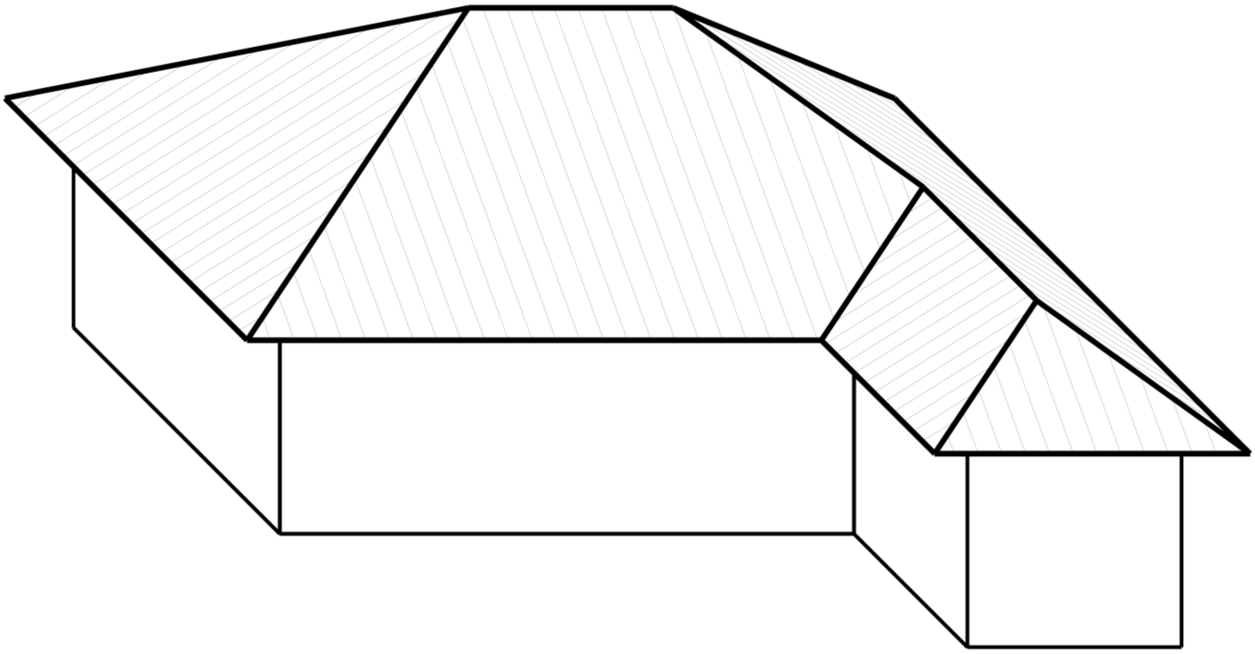
xxx

Teoretické řešení střech
xxx



Obr. 2.

xxx

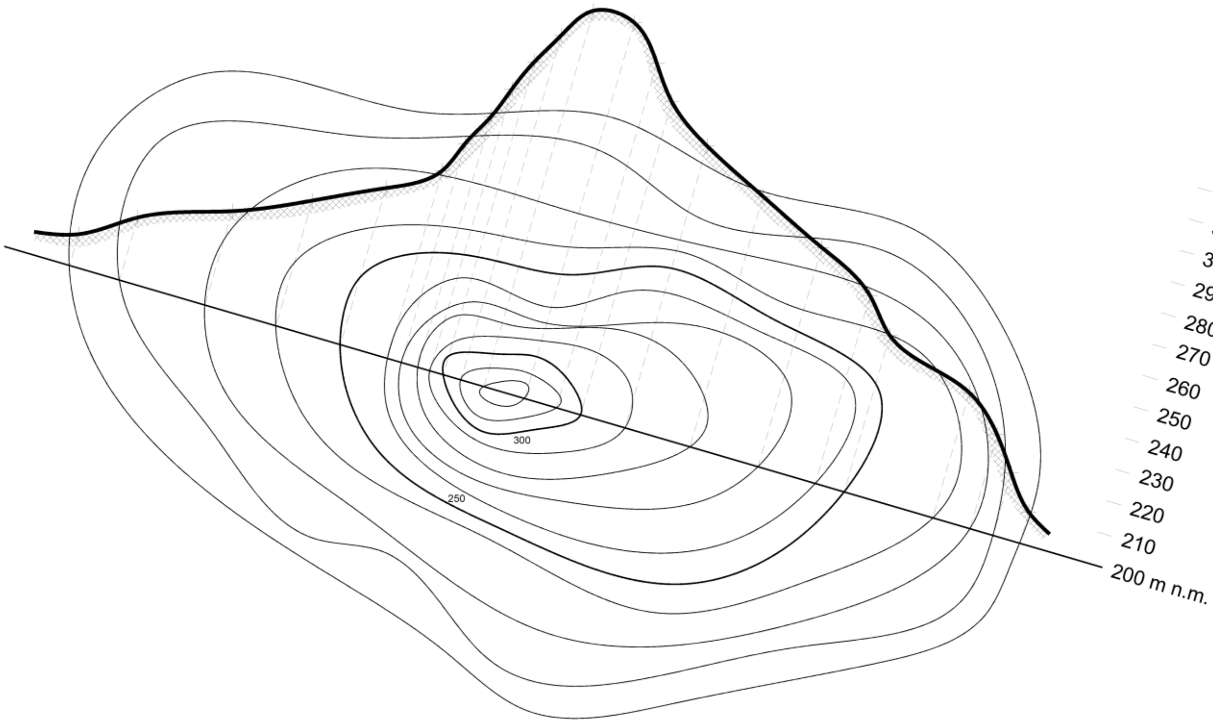


Obr. 2.

xxx

Topografická plocha - přímý profil

xxx

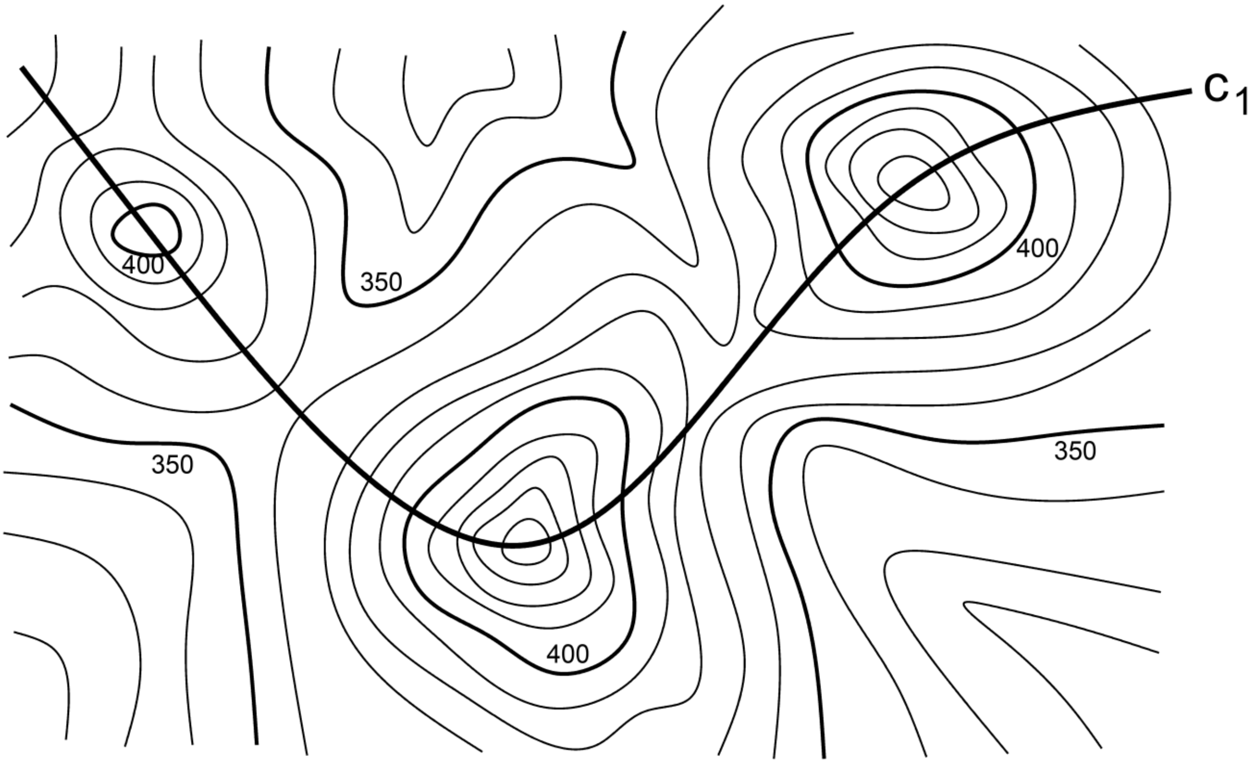


Obr. 2.

xxx

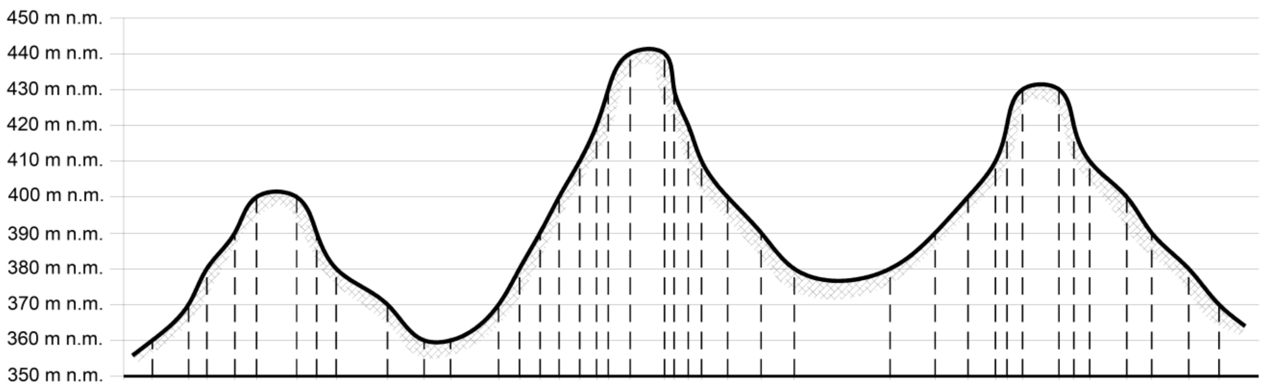
Topografická plocha - zakřivený profil

xxx



Obr. 2.

xxx



Obr. 2.

xxx

xxx

xxx

Čtvercová plošina v rovinném svahu
Vodorovná komunikace v terénu

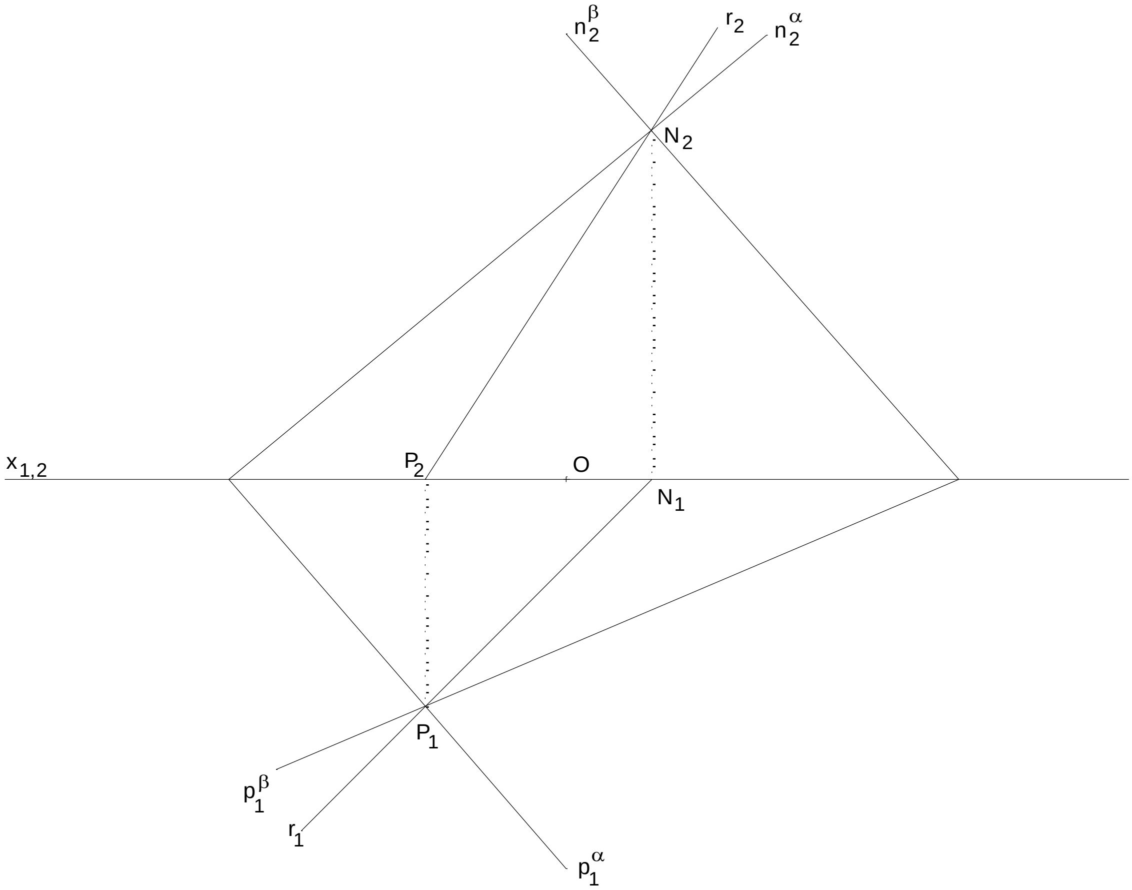
xxx

3 Mongeovo promítání

Zobrazení bodu ze souřadnic.
Úsečka, skutečná velikost úsečky.
Přímka, stopníky přímky.

Průsečnice dvou rovin

Sestrojte průsečnici roviny $\alpha(6,7,5)$ a roviny $\beta(-7,3,8)$.

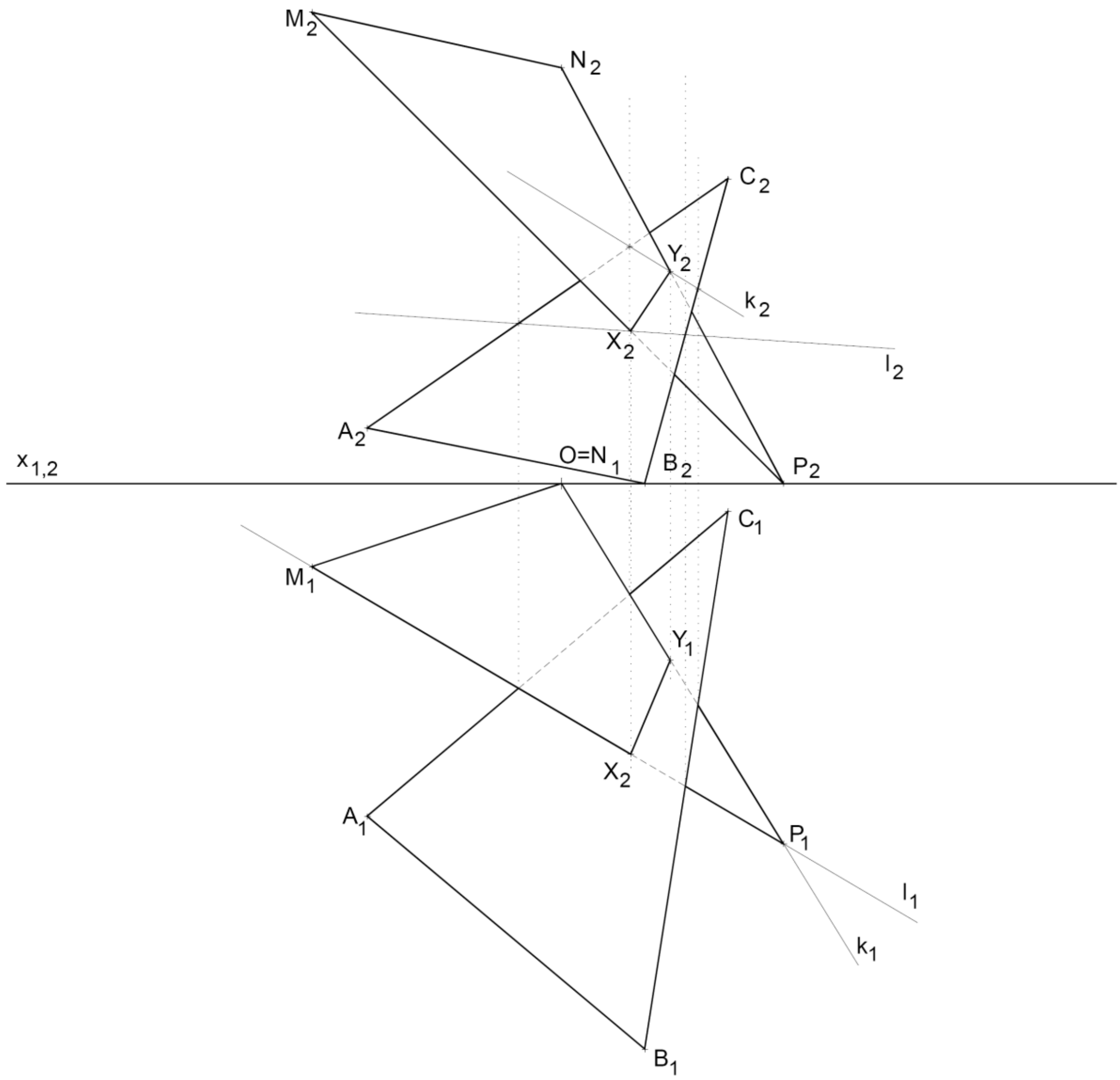


Obr. 3.1.1

xxx

Průnik dvou trojúhelníků

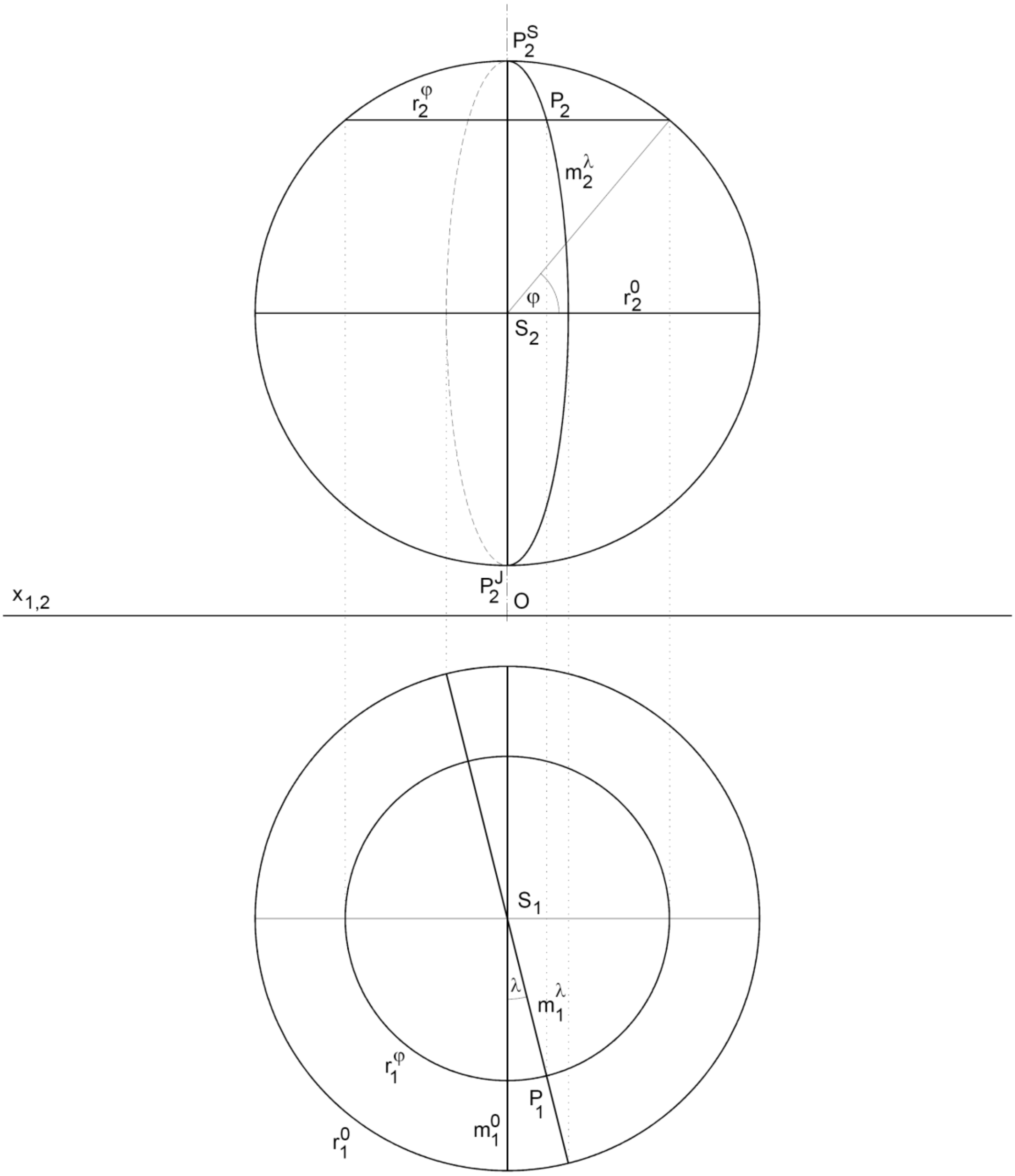
Zobrazte průnik trojúhelníka ABC a trojúhelníka ABC, jestliže $A[3{,}5\,;6\,;1]$, $B[-1{,}5\,;10{,}2\,;0]$, $C[-3\,;0{,}5\,;5{,}5]$, $M[4{,}5\,;1{,}5\,;8{,}5]$, $N[0\,;0\,;7{,}5]$, $P[-4\,;6{,}5\,;0]$.



Obr. 3.2.1

xxx

3.1 Kulová plocha



Obr. 3.3.1

xxx

4 Axonometrie

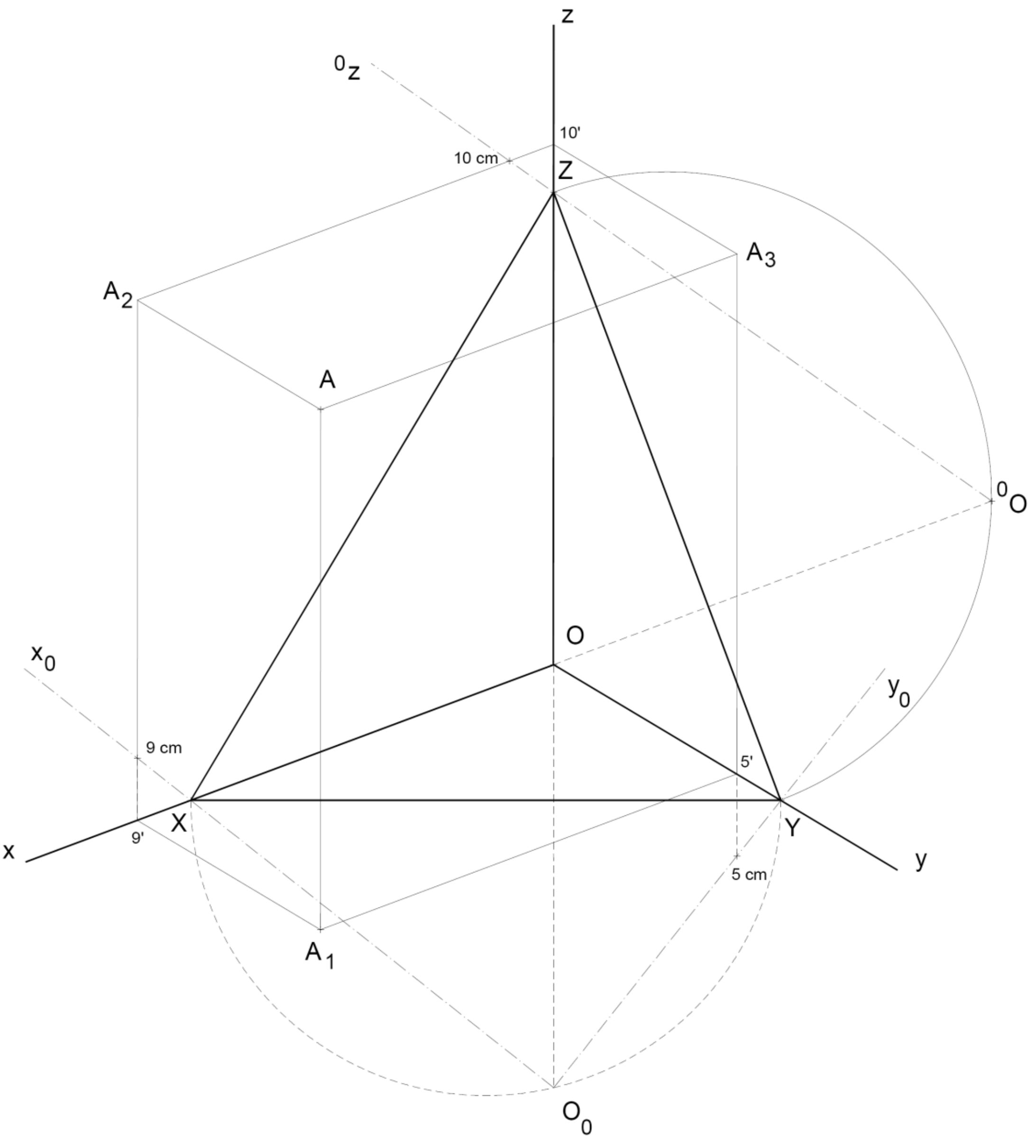
Rovnoběžné zobrazení. Určení axonometrie pomocí odchylek souřadných os. Určení axonometrie axonometrickým trojúhelníkem.

4.1 Základní konstrukce

Zobrazení bodu

$PA(10;12;11)$. Axonometrický trojúhelník $|XY| = 10$ cm, $|XZ| = 12$ cm, $|YZ| = 11$ cm. Zobrazíme bod $A[9;5;10]$. Protože všechny souřadné osy jsou s průmětnou různoběžné, velikost jednotek je na každé z nich různě zkreslena. Otočíme půdorysnu kolem přímky XY.

Otočený počátek O_0 leží na průsečíku osy z a Thaletovy kružnice sestrojené nad průměrem XY. Pro otočené osy x, y platí: $x_0 = XO_0$, $y_0 = YO_0$. Na osu x_0 vyneseme skutečnou velikost x-ové souřadnice bodu A. Zkrácená hodnota leží na průsečíku osy x s rovnoběžkou ve směru osy z. Na osu y_0 vyneseme skutečnou velikost y-ové souřadnice bodu A. Zkrácená hodnota leží na průsečíku osy y s rovnoběžkou ve směru osy z. Otočíme bokorysnu kolem přímky YZ. Otočený počátek ${}^0O$ leží na průsečíku osy x a Thaletovy kružnice sestrojené nad průměrem YZ. Pro otočenou osu z platí: ${}^0z = Z\,{}^0O$. Na osu z_0 vyneseme skutečnou velikost z-ové souřadnice bodu A. Zkrácená hodnota leží na průsečíku osy z s rovnoběžkou ve směru osy x. Jednotky na souřadných osách, počátek soustavy a body A_1, A_2, A_3, A tvoří souřadnicový kvádr bodu A (obr. 4.1.1).



Obr. 4.1.1

xxx

xxx

Zobrazení úsečky

xxx

Zobrazení přímky
xxx

Zobrazení roviny
xxx

Přímka v rovině
xxx

Bod v rovině
xxx

Vzájemná poloha dvou přímek
xxx

Vzájemná poloha přímky a roviny
xxx

Vzájemná poloha dvou rovin
xxx

Afinita otočeného půdorysu
xxx

Afinita otočeného nárysu
xxx

Afinita otočeného bokorysu
xxx

4.2 Zobrazení těles

xxx

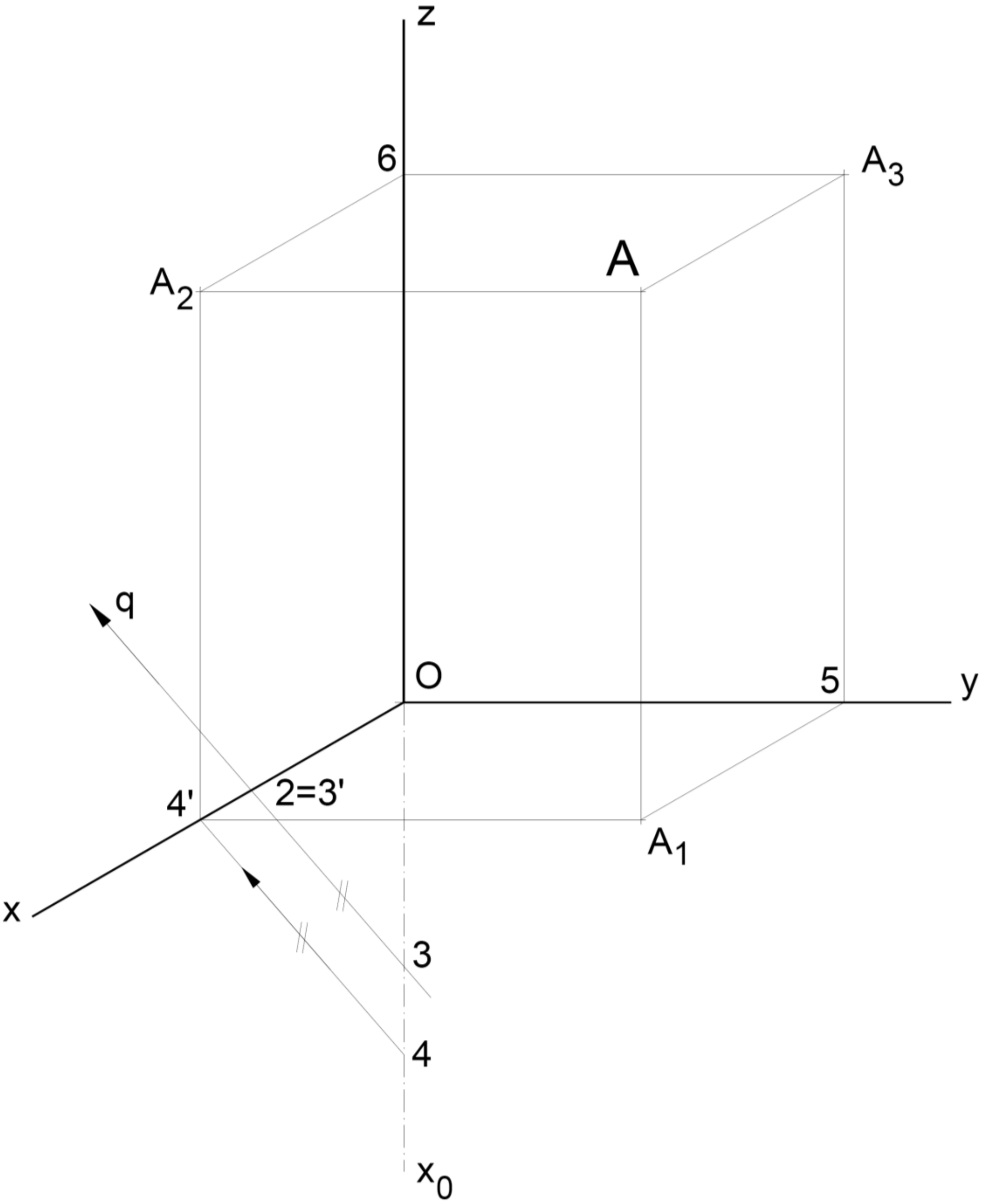
5 Kosoúhlé promítání

Rovnoběžné promítání.

5.1 Základní konstrukce

Zobrazení bodu

$KP(150°, 2/3)$. Bod $A[4;5;6]$. Sestrojíme redukční poměr q. Na otočenou osu x_0 vyneseme 3 jednotky a na osu x 2 jednotky. Přímka procházející těmito body určuje směr krácení a značíme ji také písmenem q. 2 jednotky na ose x jsou zkreslené 3 jednotky skutečné délky. Velikost jednotek na ose x je skutečná v případě, kdy $q = 1$. Na ose y a na ose z vynášíme jednotky ve skutečné velikosti. Jednotky na souřadných osách, počátek soustavy a body A_1, A_2, A_3, A tvoří souřadnicový kvádr bodu A (obr. 5.1.1).



Obr. 5.1.1

xxx

Zobrazení úsečky

xxx

Zobrazení přímky

xxx

Zobrazení roviny

xxx

Přímka v rovině
xxx

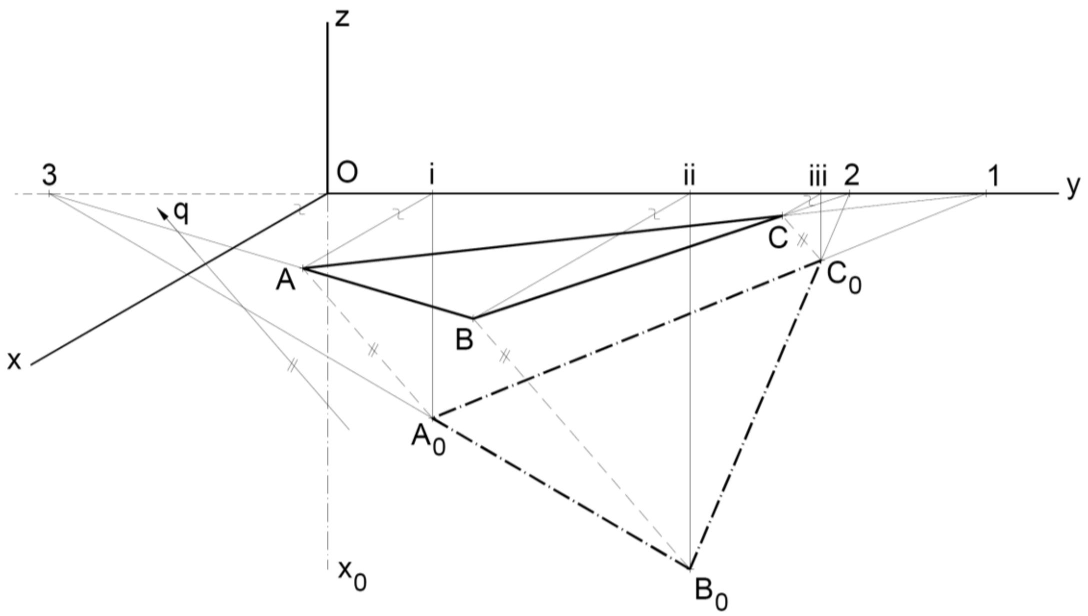
Bod v rovině
xxx

Vzájemná poloha dvou přímek
xxx

Vzájemná poloha přímky a roviny
xxx

Vzájemná poloha dvou rovin
xxx

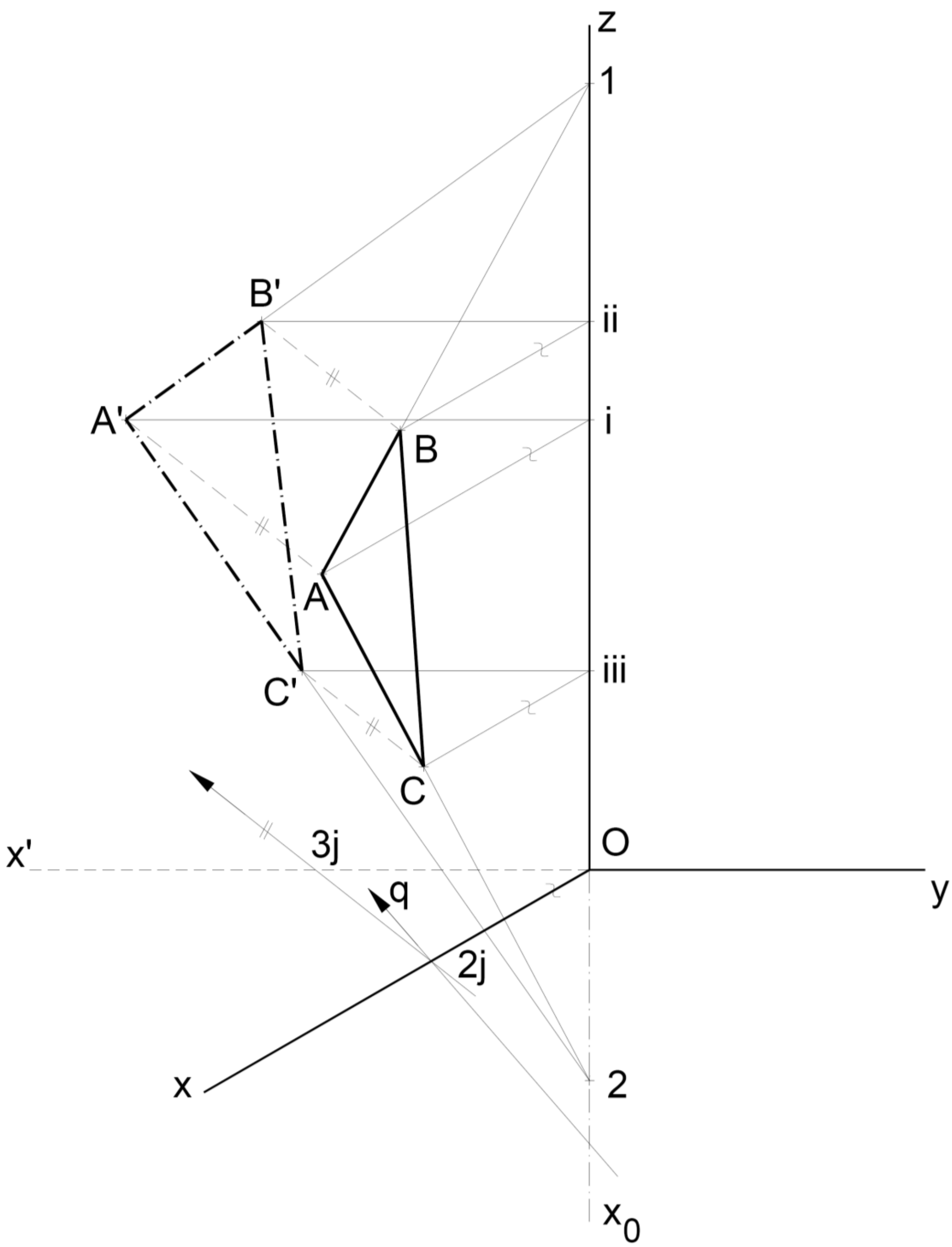
Afinita otočeného půdorysu
xxx



Obr. 5.1.10

xxx

Afinita otočeného nárysu
xxx



Obr. 5.1.11

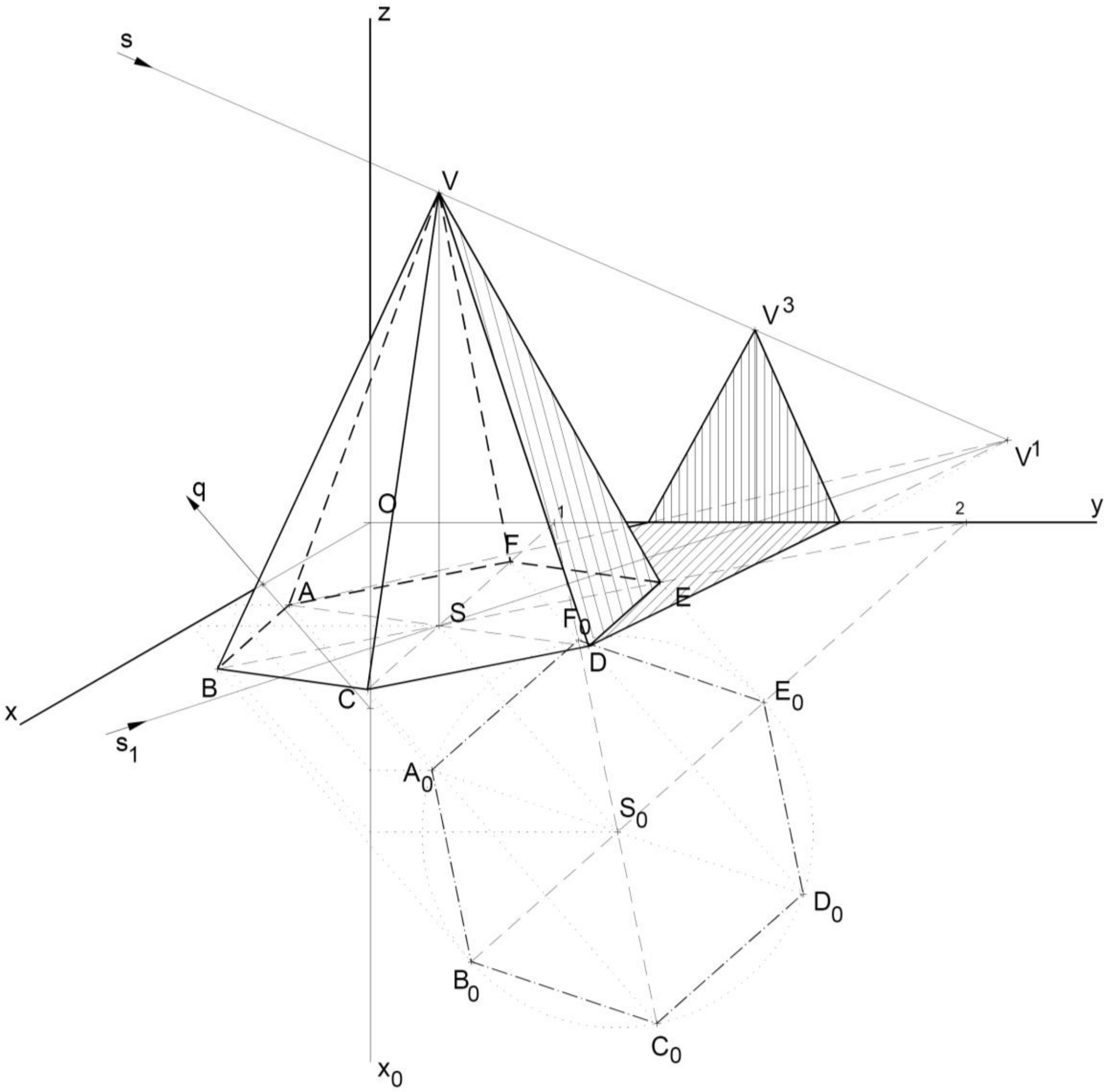
xxx

5.2 Zobrazení těles

xxx

Osvětlení šestibokého jehlanu

xxx

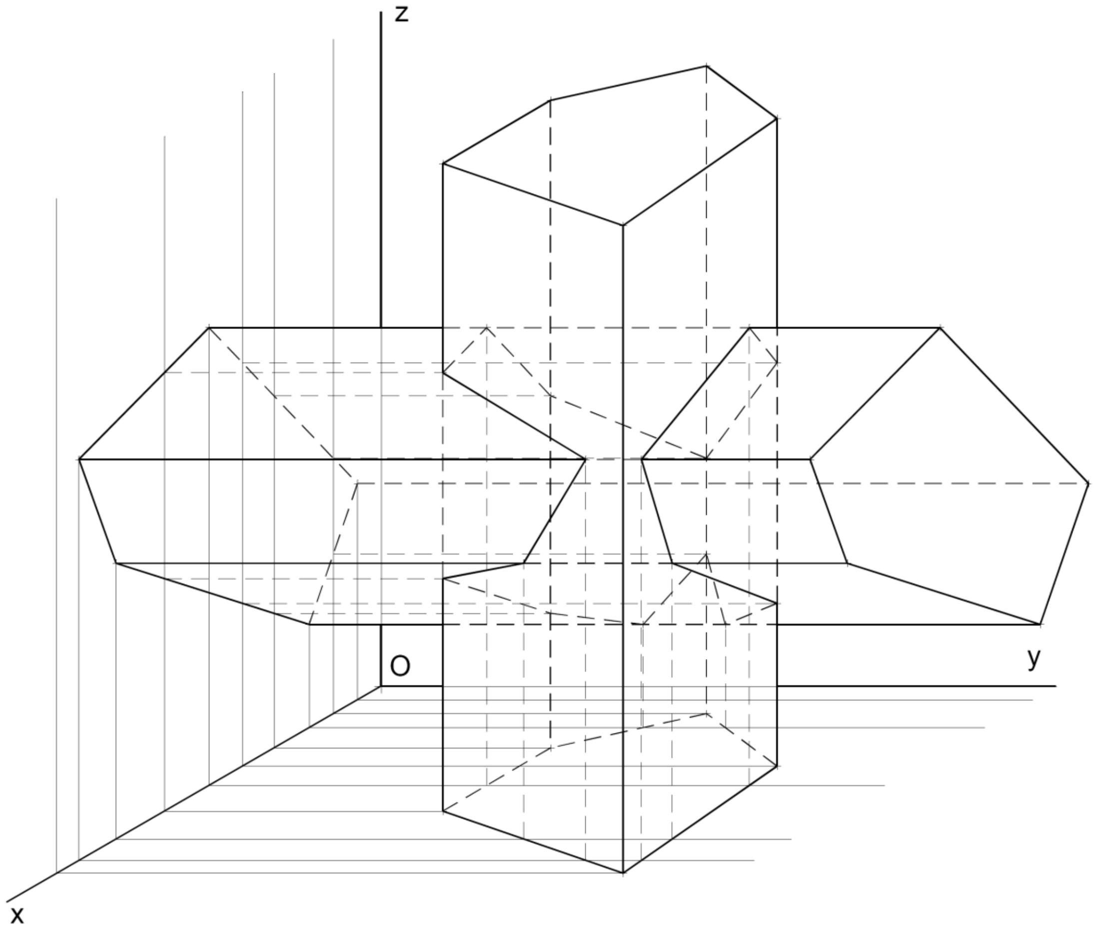


Obr. 5.1

xxx

Průnik hranolů

xxx



Obr. 5.2

xxx

6 Lineární perspektiva

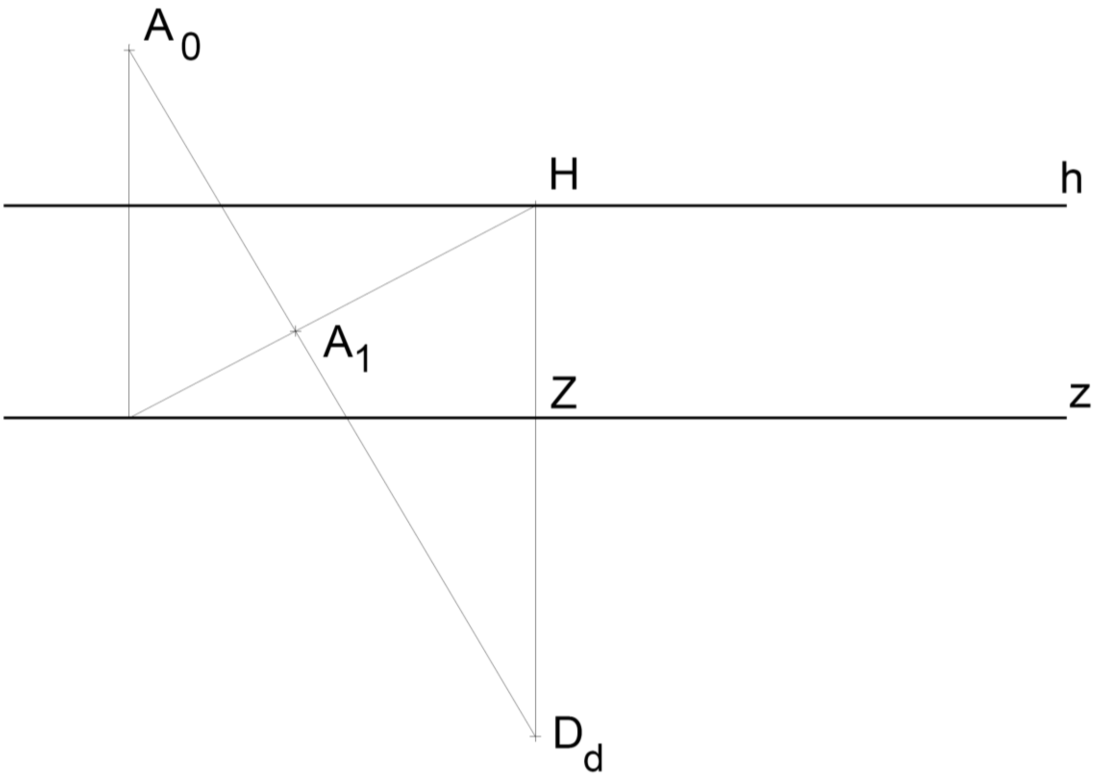
xxx

6.1 Základní pojmy

xxx

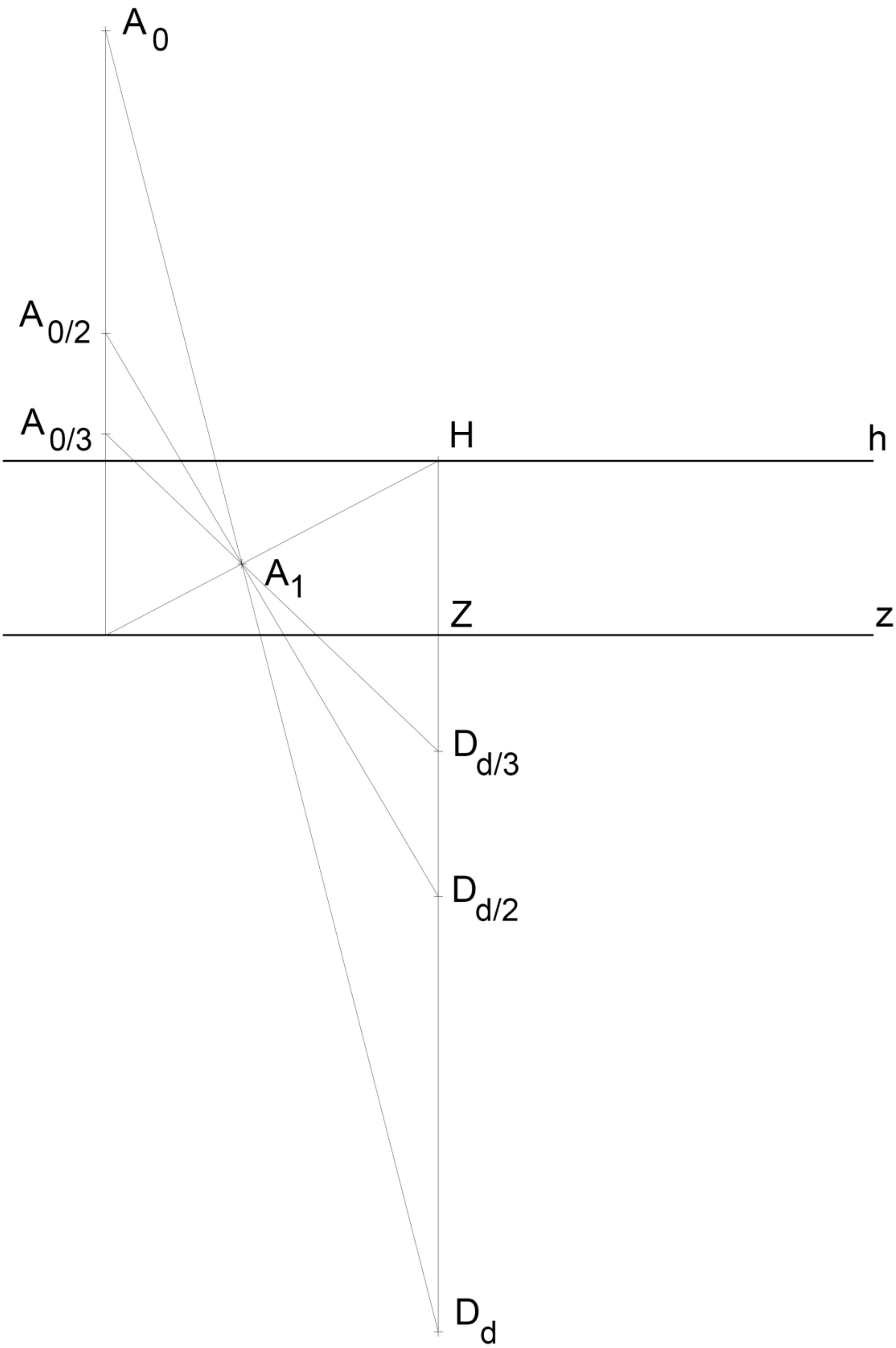
6.2 Konstrukce půdorysu

xxx



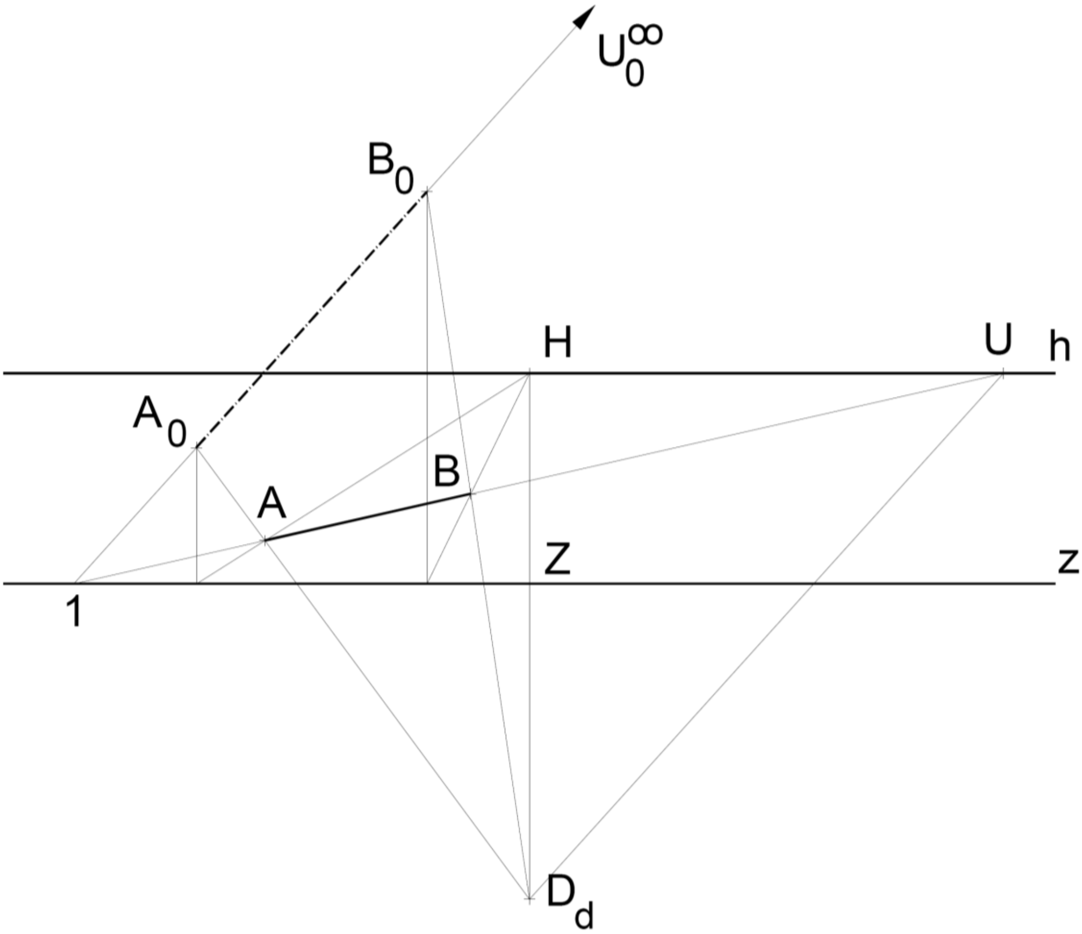
Obr. 6.2.1

xxx



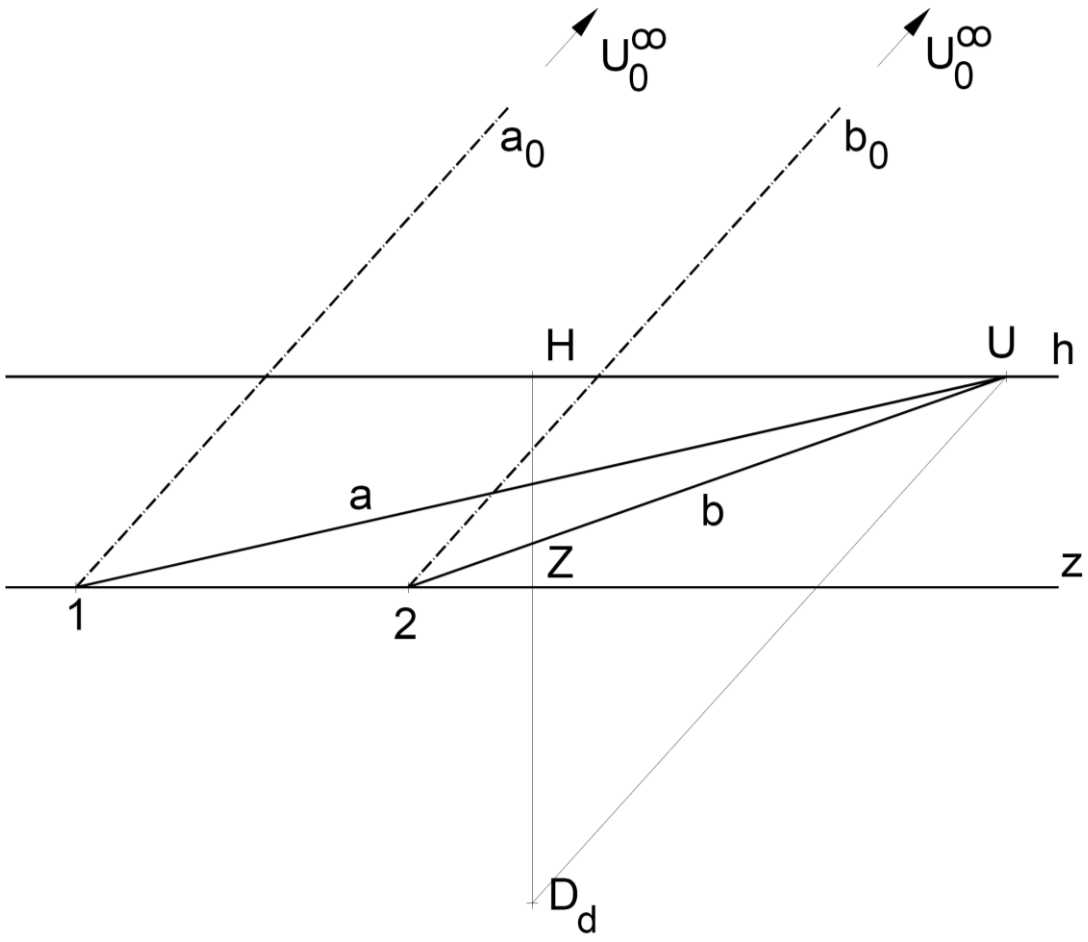
Obr. 6.2.2

xxx



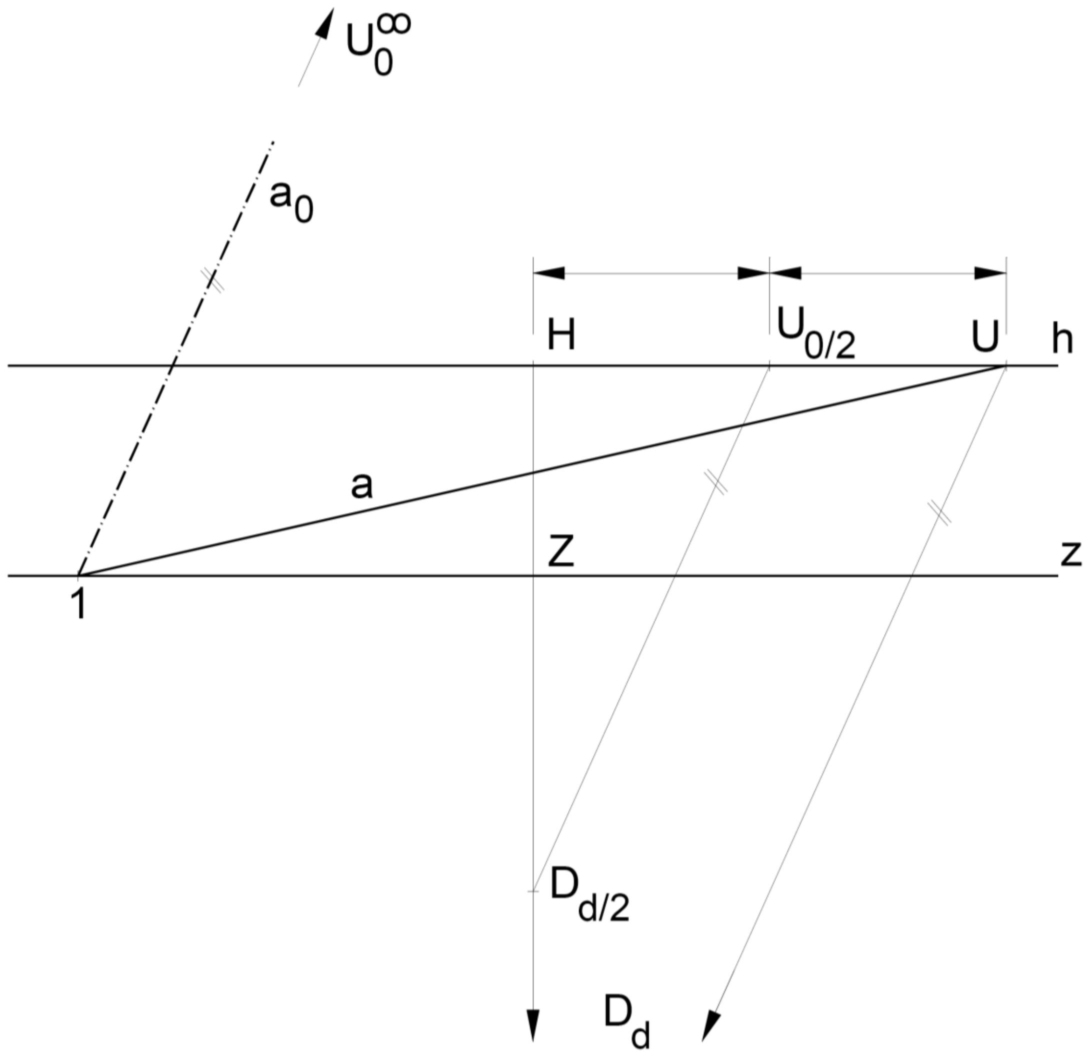
Obr. 6.2.3

xxx



Obr. 6.2.4

xxx

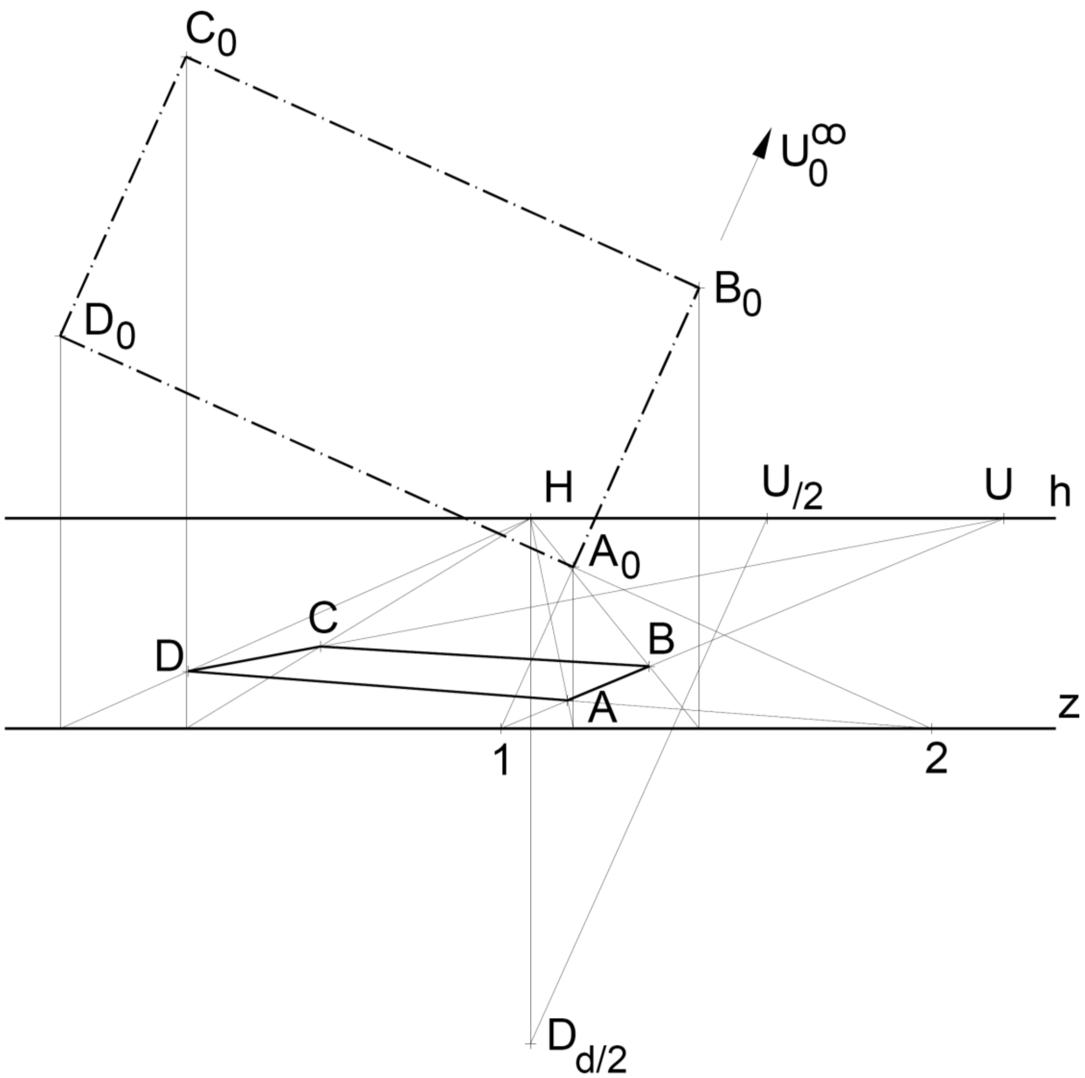


Obr. 6.2.5

xxx

Obdélník v půdorysně

Obdélník je dán svým otočeným půdorysem (obr. 6.2.6). Kombinací výše uvedených konstrukcí sestrojíme jeho perspektivní průmět. Pomocí rovnoběžnosti určíme poloviční úběžník $U_{/2}$. Bod A sestrojíme pomocí samodružného bodu 1 a hloubkové přímky. Další body sestrojíme užitím úběžníku, samodružných bodů na základnici a hloubkových přímek. Na závěr dodejme, že půdorys lze vždy sestrojit bodově. Bývá to však pracné a ne vždy přesné.

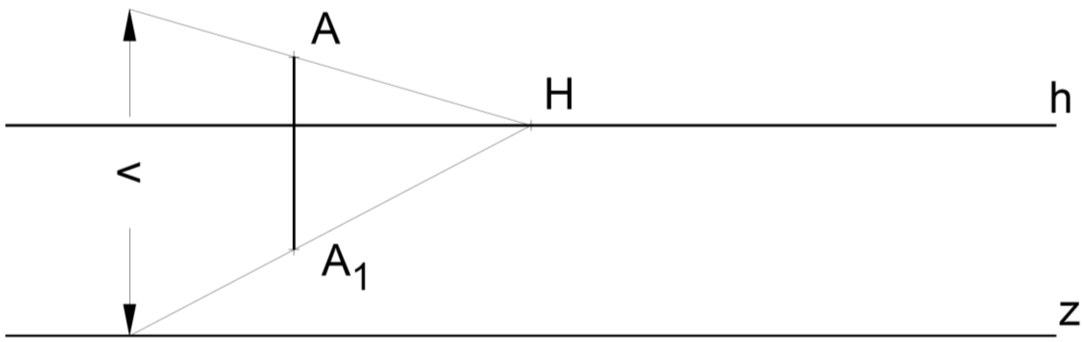


Obr. 6.2.6

xxx
xxx

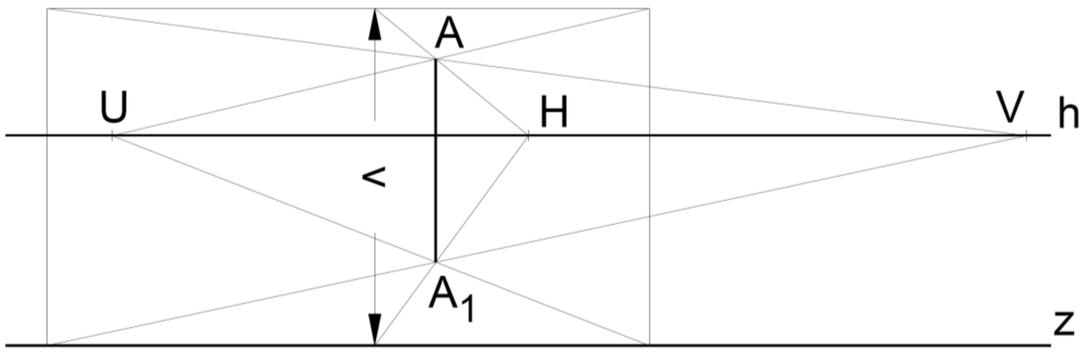
6.3 Vynášení výšek

Je dán půdorys bodu A, bod A_1. Sestrojme bod A, jestliže známe jeho výšku. Bod A promítneme z hlavního bodu H na základnici. Skutečnou výšku vyneseme na kolmici k základnici a zobrazíme do bodu H. Bod A leží na svislé přímce procházející bodem A_1 (obr. 6.3.1).



Obr. 6.3.1

Konstrukci lze sestrojit pro jakýkoliv úběžník (obr. 6.3.2). Na závěr dodejme, že dělící poměr na svislé přímce se zachová.



Obr. 6.3.2

xxx

6.4 Perspektiva objektu

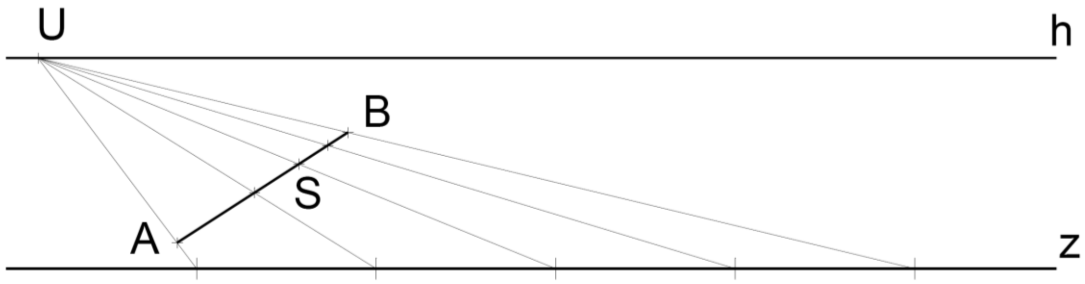
xxx

6.5 Další konstrukce

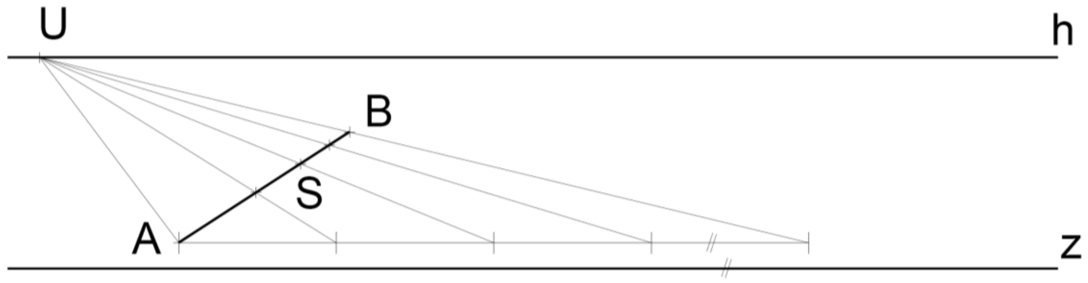
xxx

Dělení úsečky ve vodorovné rovině

Úsečku AB rozdělíme pomocí libovolného vhodně zvoleného úběžníku U. Úsečku promítneme na základnici a rozdělíme na požadovaný počet částí, nebo rozdělíme v daném poměru, nebo najdeme střed. Body ze základnice promítneme zpět na úsečku (obr. 6.5.1).



Obr. 6.5.1

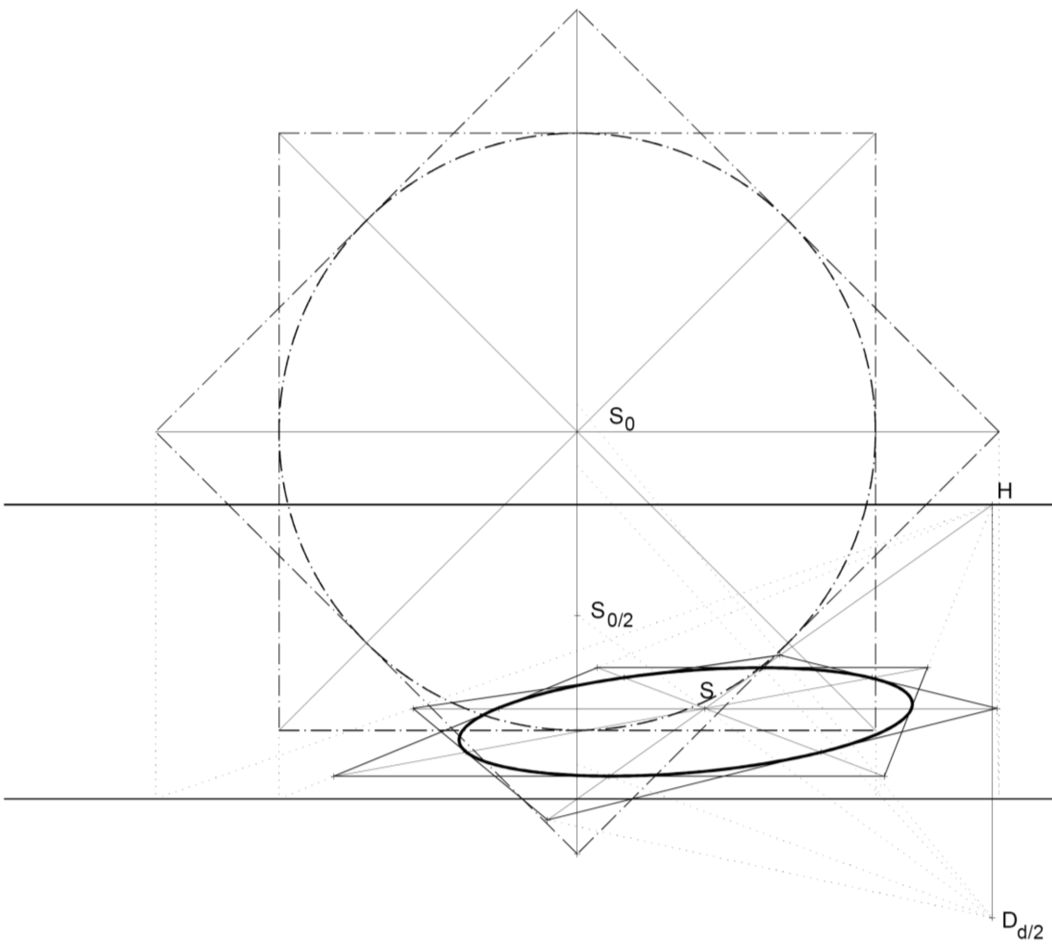


Obr. 6.5.2

Konstrukci lze provést pro libovolnou přímku rovnoběžnou se základnicí (obr. 6.5.2). Úsečku, která neleží v rovině rovnoběžné s půdorysnou, rozdělíme tak, že nejdříve rozdělíme půdorys úsečky a pak dělící body přeneseme svisle na úsečku.

Kružnice ve vodorovné rovině

Kružnice je určena svým otočeným půdorysem. Kružnici opíšeme dva čtverce, přičemž první má dvě strany kolmé k základnici a druhý obsahuje úhlopříčku kolmou k základnici. Sestrojíme perspektivu těchto čtverců. Obrazem kružnice je elipsa určená osmi tečnami s body dotyku[3] (obr. 6.5.3).



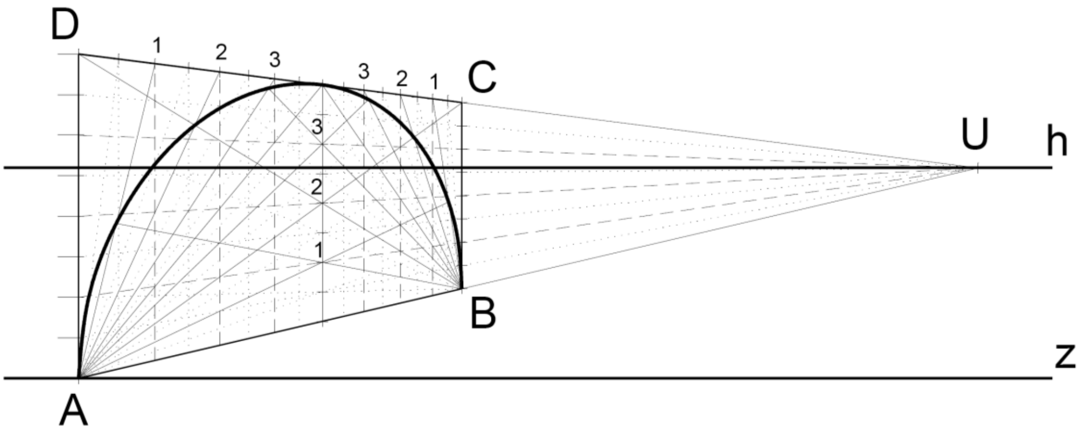
Obr. 6.5.3

[3] Uvedená konstrukce se někdy nazývá osmibodová.

xxx

Kružnice ve svislé rovině

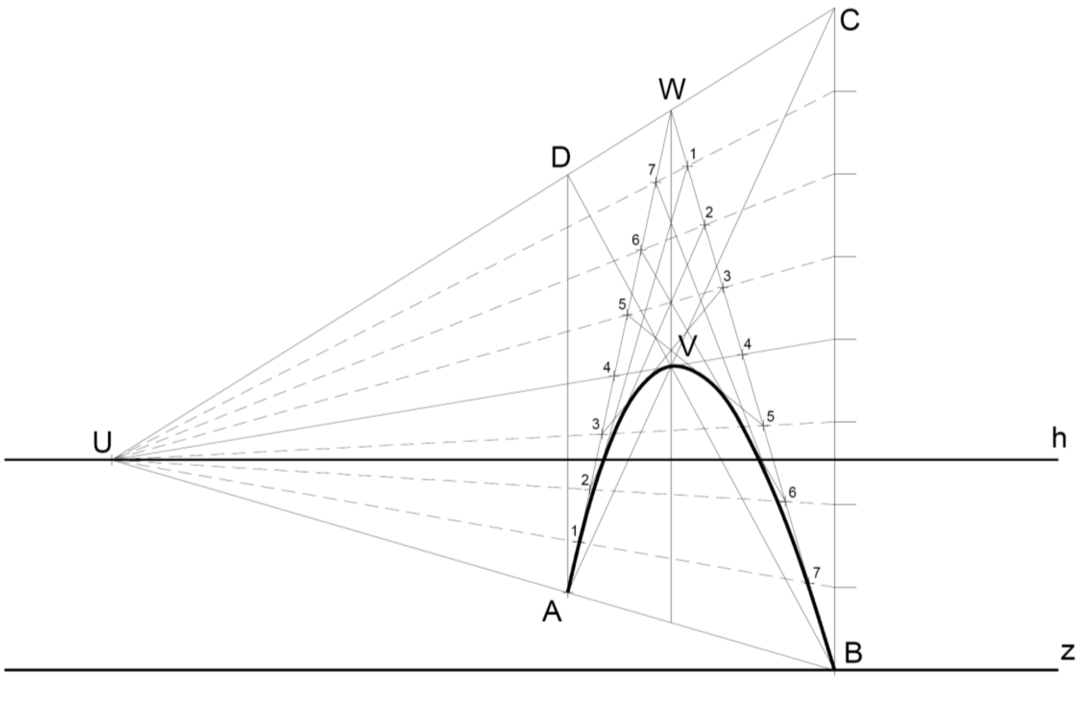
Kružnice je určena svým průměrem. Do obdélníku $ABCD$ je vepsána půlkružnice. Půlkružnici sestrojíme pomocí příčkové konstrukce. Rozdělíme úsečky AD a BC na stejný počet dílů. Úsečky AC a BD se protínají ve středu obdélníku. Svislá úsečka rozdělí tento obdélník na dva čtverce. Úsečku CD rozdělíme pomocí úhlopříček v sestrojených čtvercích. Body řádně očíslujeme a pokračujeme v příčkové konstrukci (obr. 6.5.4).



Obr. 6.5.4

Parabolický oblouk

Parabolický oblouk je určen body A, B a vrcholem V. Sestrojíme obdélník $ABCD$. Bod V je střed tohoto obdélníku. Bod W je střed úsečky CD. Přímky AW a BW jsou tečny paraboly. Úsečky AW a BW rozdělíme pravidelně na 8 částí pomocí svislého dělení úsečky BC. Parabolu vykreslíme jako obálku tečen 11, 22, …, 77 (obr.6.4.2).



Obr. 6.5.5

xxx

7 Křivky

xxx

7.1 Rovinné křivky

xxx

7.1.1 Kružnice

xxx

Příčková konstrukce

xxx

7.1.2 Elipsa

xxx

Sdružené průměry

xxx

Rytzova konstrukce

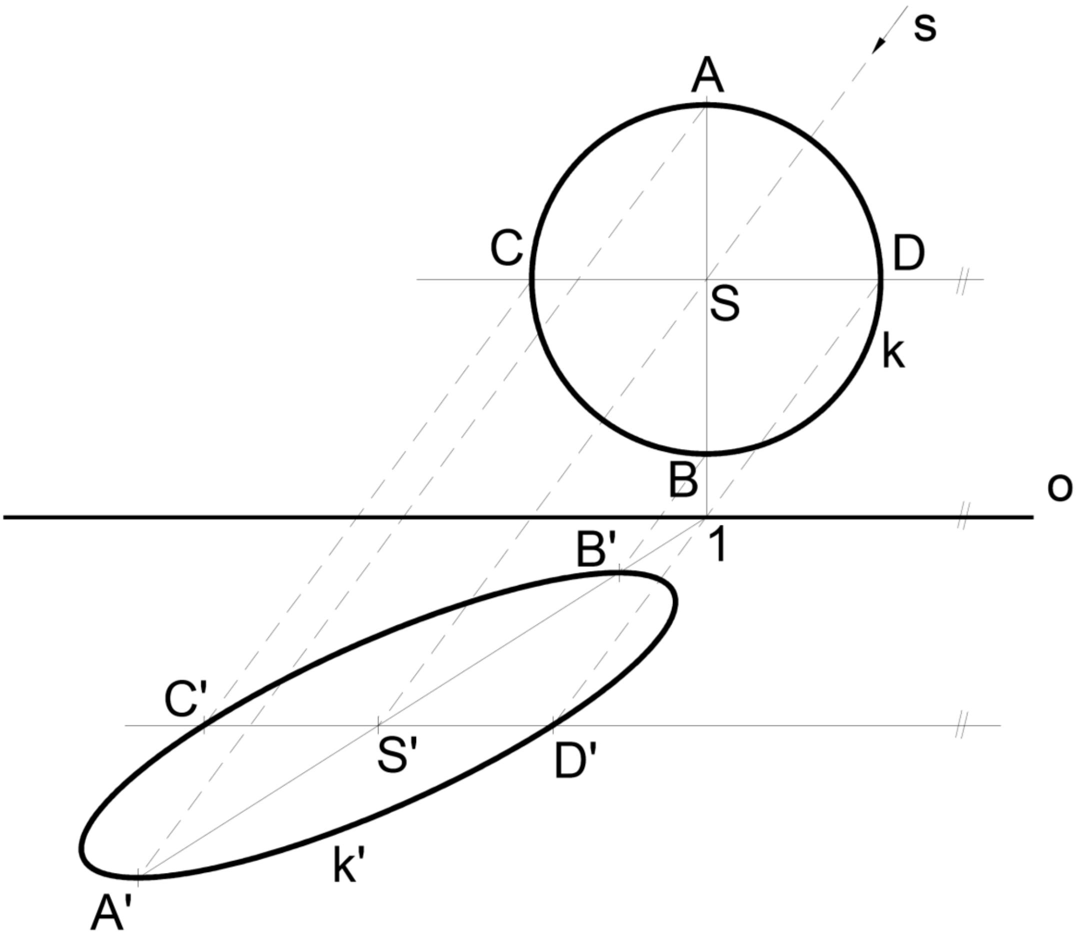
xxx

7.1.2.1 Elipsa jako afinní útvar ke kružnici

xxx

Kružnice a elipsa

Afinita je určena osou o, bodem S a jeho obrazem S'. Dále nechť je určena kružnice k. Kružnici k zobrazíme v dané afinitě. V kružnici zvolíme pár sdružených průměrů AB a CD. Průměr AB je kolmý na osu o. Průměr CD je s osou o rovnoběžný. Průměr AB protíná osu v samodružném bodě 1. Na přímce $S'1$ leží obrazy bodů AB, body A' a B'. Body $C'D'$ leží na přímce procházející bodem S' a rovnoběžné s osou o. Body $A'B'C'D'$ tvoří pár sdružených průměrů elipsy k'. Elipsu sestrojíme pomocí Rytzovy konstrukce (obr. 7.1.2.1.1).

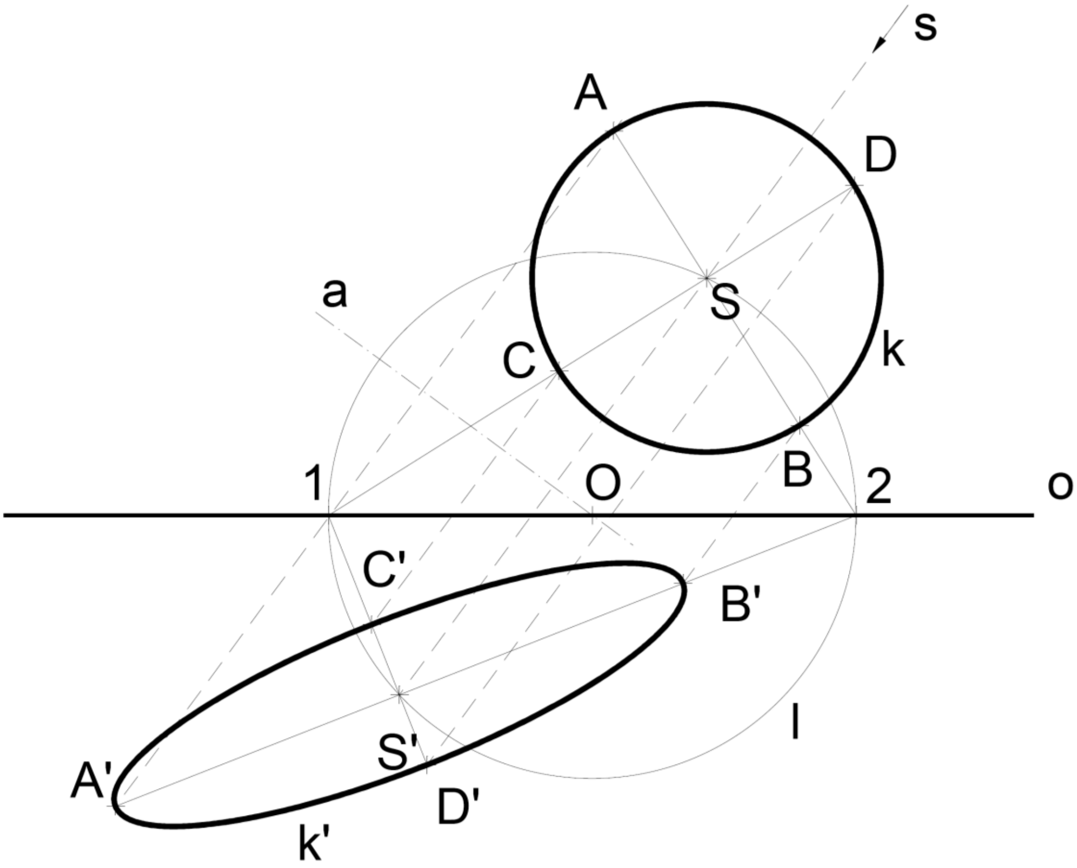


Obr. 7.1.2.1.1

xxx

Kružnice a elipsa - přímá konstrukce

Afinita je určena osou o, bodem S a jeho obrazem S'. Dále nechť je určena kružnice k. Kružnici k zobrazíme v dané afinitě, nyní ovšem přímo, tzn. že sestrojíme takový pár sdružených průměrů, který je na sebe kolmý a jedná se tak o hlavní a vedlejší osu. Sestrojíme osu úsečky SS', přímku a. Přímka a protíná osu o v bodě O. Bod O je střed kružnice l, která prochází body SS'. Kružnice l protíná osu o v bodech 1 a 2. Na přímkách $1S$ a $2S$ leží pár sdružených průměrů AB resp. CD. Na přímkách $1S'$ a $2S'$ leží pár sdružených průměrů $A'B'$ resp. $C'D'$. Protože kružnice l je Thaletovou kružnicí sestrojenou nad průměrem 12 a bod S' leží na této kružnici, jsou na sebe přímky $1S'$ a $2S'$ kolmé. Body $A'B'C'D'$ jsou hlavní resp. vedlejší vrcholy elipsy k' (obr. 7.1.2.1.2).



Obr. 7.1.2.1.2

xxx

7.1.3 Parabola

xxx

7.1.4 Hyperbola

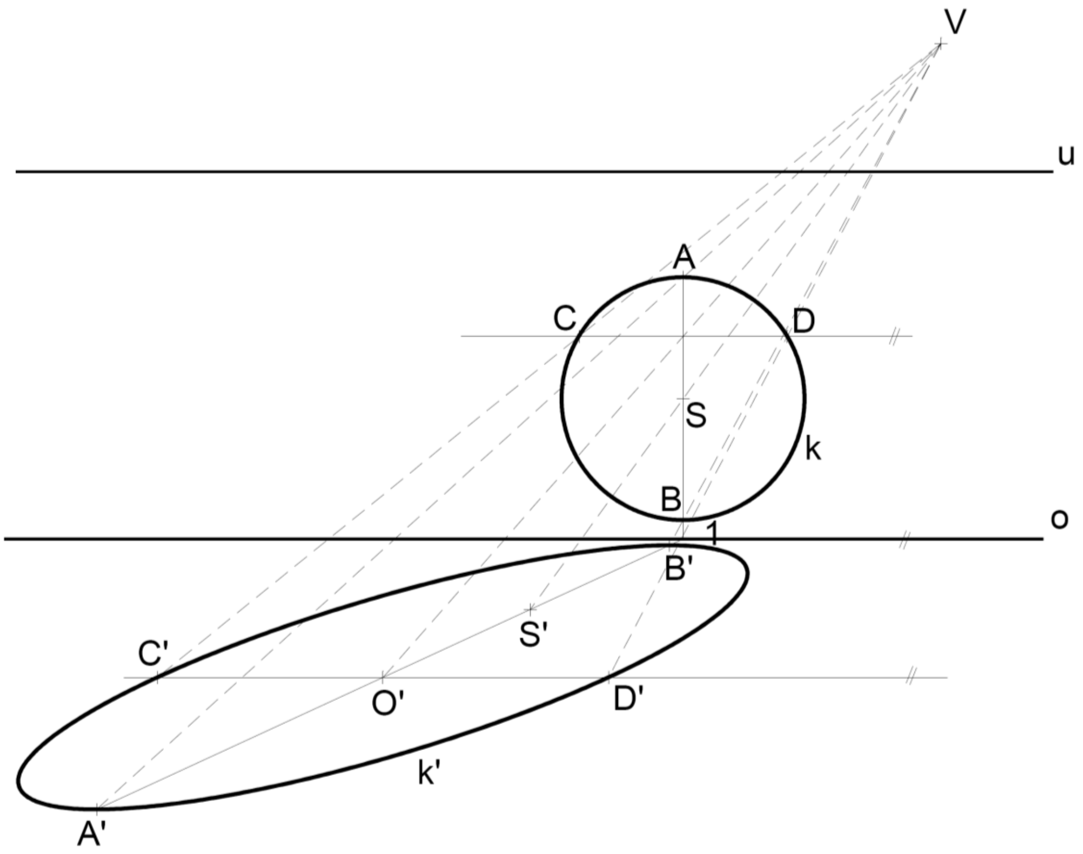
xxx

7.1.5 Kuželosečka jako projektivní útvar ke kružnici

xxx

Kružnice a elipsa

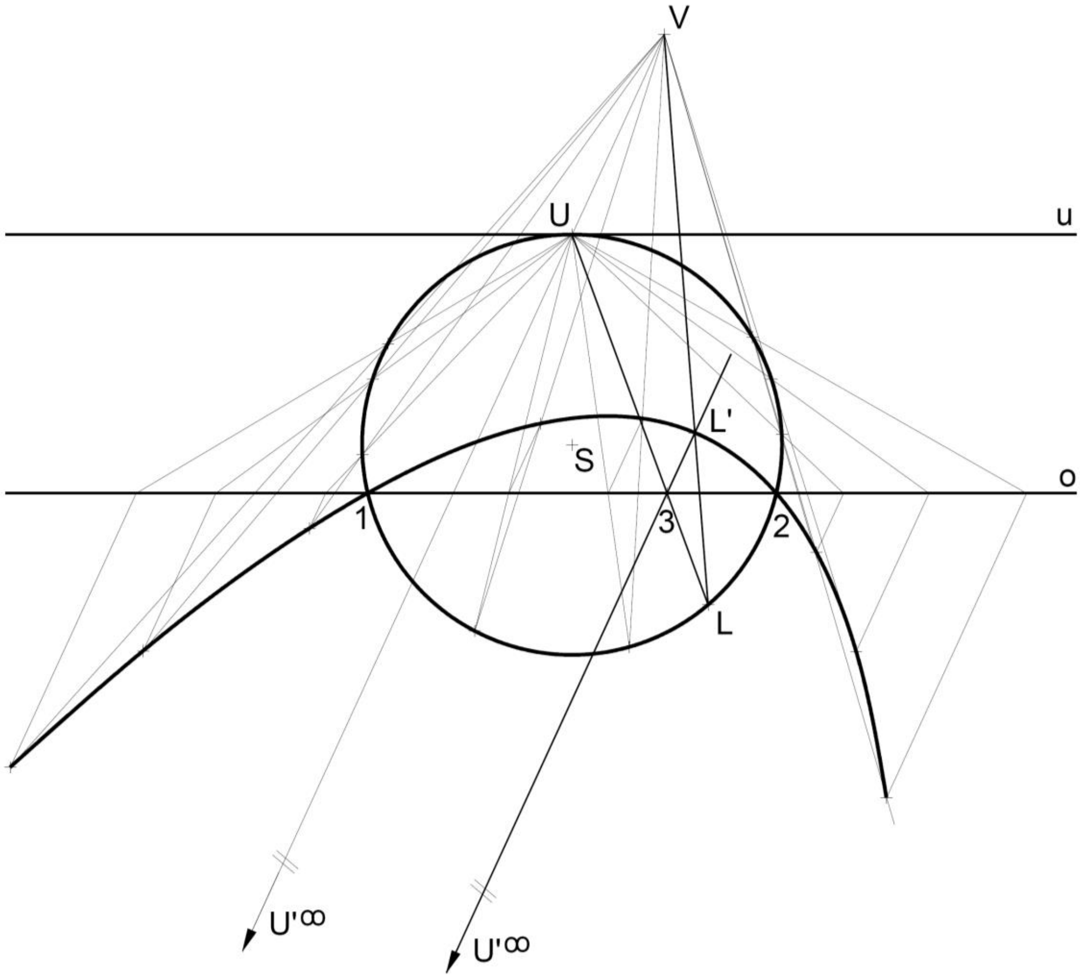
Středová kolineace je určena středem V, osou o, úběžnicí u, bodem S a jeho obrazem S'. Kružnice je určena středem S a neprotíná úběžnici, obrazem kružnice je proto elipsa. Průměr AB leží na kolmici k ose o. Bod S' není středem elipsy. Střed elipsy, která je obrazem kružnice, je střed úsečky $A'B'$, bod O'. Bodem O vedeme rovnoběžku s osou o. Průsečíky s kružnicí, body C a D, zobrazíme. Body $A'B'C'D'$ tvoří pár sdružených průměrů elipsy k'. Elipsu sestrojíme pomocí Rytzovy konstrukce (obr. 7.1.5.1).



Obr. 7.1.5.1

Kružnice a parabola

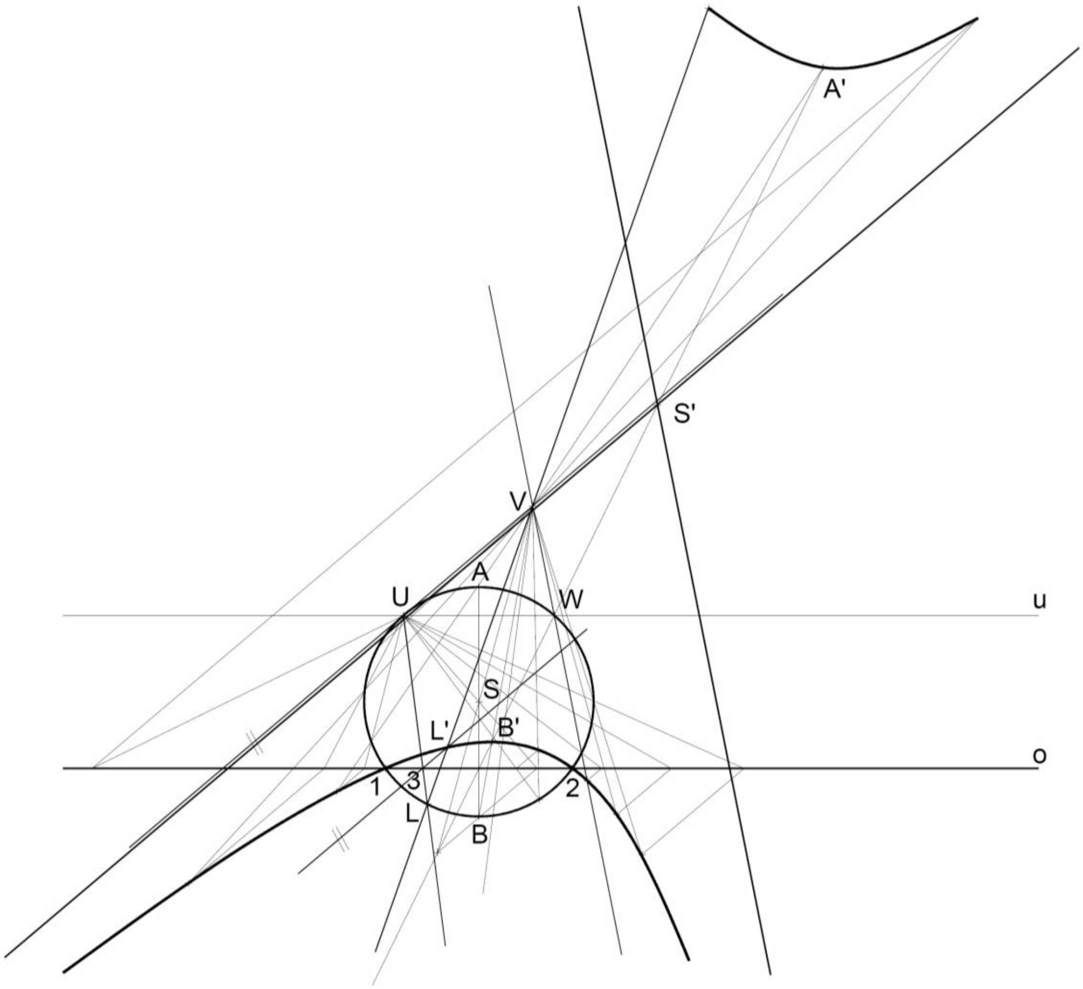
Středová kolineace je určena středem V, osou o a úběžnicí u. Kružnice je určena středem S a dotýká se úběžnice u v bodě U. Bod U se zobrazí do bodu U'^{∞}, který leží na nevlastní přímce u'^{∞}, která je obrazem úběžnice u. Obrazem kružnice k je proto parabola k'. Parabolu zobrazíme bodově. Zvolíme bod L na kružnici k. Přímka LU protíná osu o v samodružném bodě 3. Bod 3 spojíme s bodem U'^{∞}. Protože je však bod U'^{∞} nedostupný, přímka $3U'^{\infty}$ je rovnoběžná s přímkou VU. Pro bod L' platí: $L' = 3U'^{\infty} \cap LV$. Konstrukci opakujeme pro další body kružnice k (obr. 7.1.5.2).



Obr. 7.1.5.2

Kružnice a hyperbola

Středová kolineace je určena středem V, osou o a úběžnicí u. Kružnice je určena středem S a protíná úběžnici v bodech U a W. Bod U a W se zobrazí do bodu U'^{∞} resp. W'^{∞}, které leží na nevlastní přímce u'^{∞}, která je obrazem úběžnice u. Obrazem kružnice k je proto hyperbola k'. Sestrojíme střed a asymptoty. Samotnou hyperbolu pak zobrazíme bodově. V kružnici k zvolíme průměr AB kolmý k ose o. Pomocí některého úběžníku sestrojíme úsečku $A'B'$. Bod S' je střed úsečky $A'B'$ a je tedy středem hyperboly k'. Přímky procházející bodem S' rovnoběžně s přímkami VU a VW jsou asymptoty hledané hyperboly. Bodová konstrukce hyperboly: Na kružnici k zvolíme bod L. Úsečka UL protíná osu o v samodružném bodě 3. Pro bod o platí: $L' = VL \cap 3U'^{\infty}$ (obr. 7.1.5.3).



Obr. 7.1.5.3

xxx

7.2 Prostorové křivky

xxx

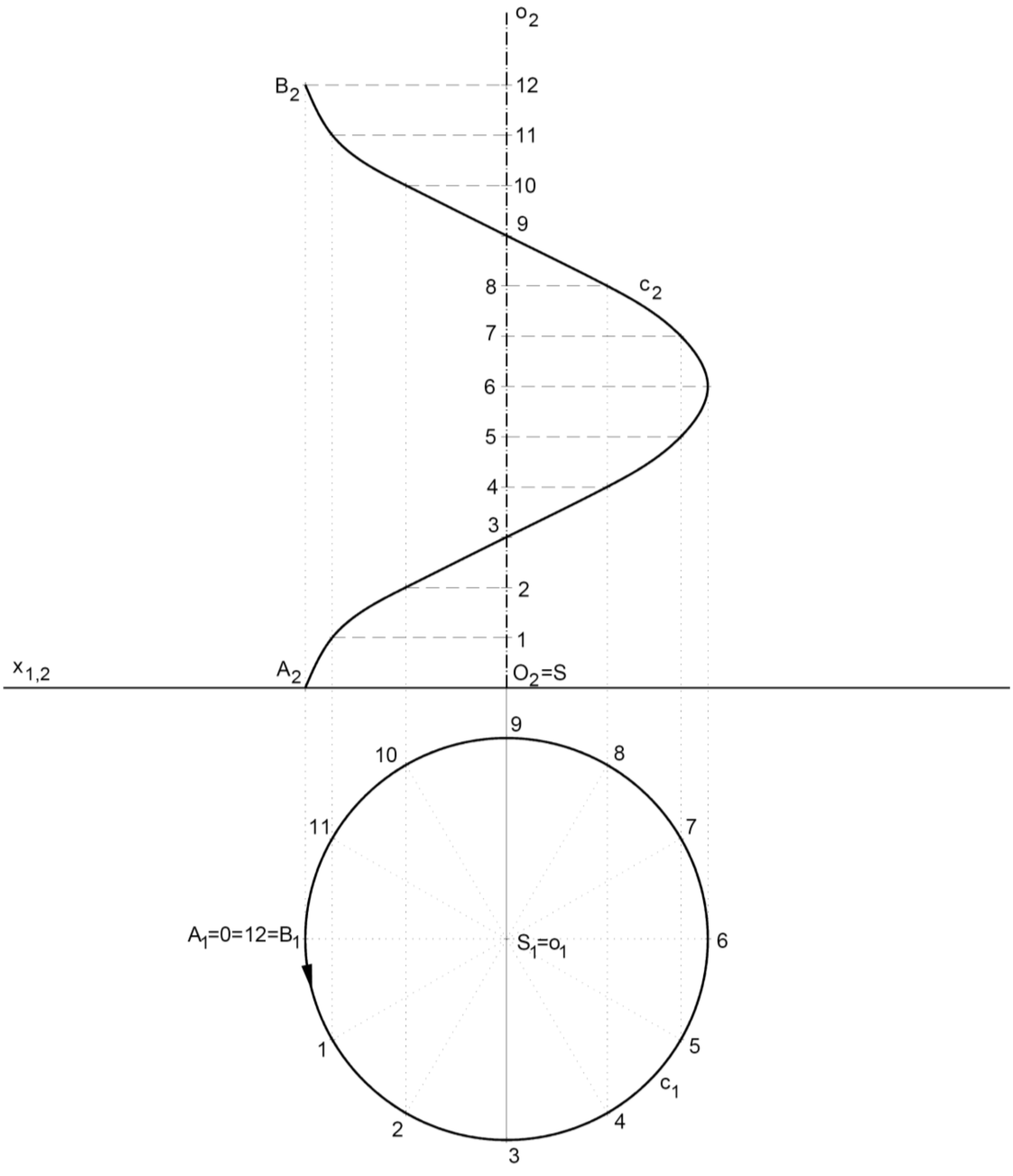
7.2.1 Šroubovice

Definice šroubového pohybu

Šroubový pohyb vznikne složením rotace a translace. Nechť je dán bod v rovině a orientovaná přímka kolmá na tuto rovinu neprocházející daným bodem. Bod se otáčí kolem přímky a současně se posouvá v jejím směru. Křivka vytvořená tímto bodem se nazývá šroubovice.

Šroubovice v Mongeově promítání

MP . $S[0;5;0]$ $A[4;5;0]$ pravotoč. pohyb, výška 12.



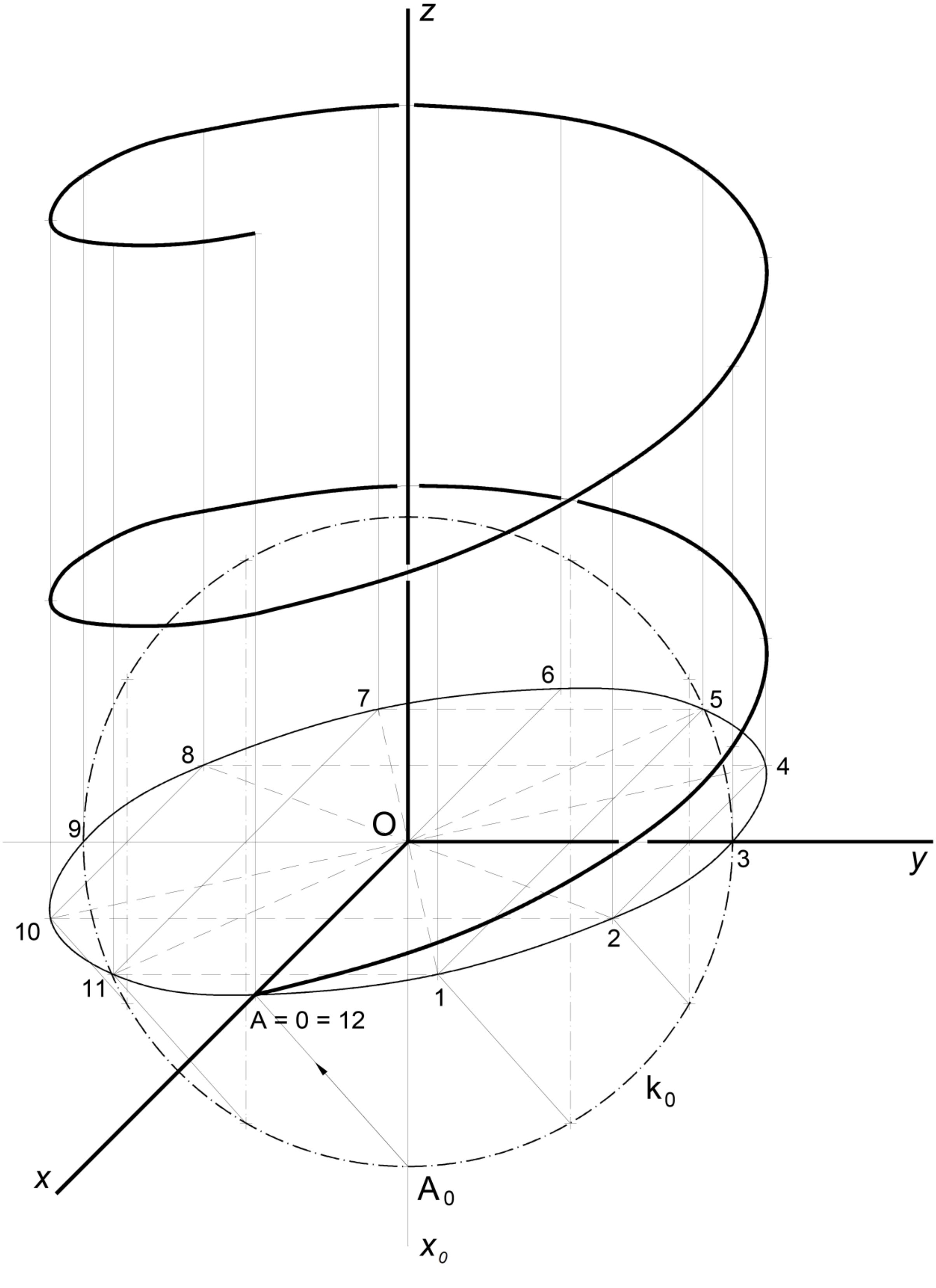
Obr. 7.2.1.1

xxx

Šroubovice v kosoúhlém promítání

xxx

$KP(135°, 2/3)$



Obr. 7.2.

xxx

8 Plochy

xxx

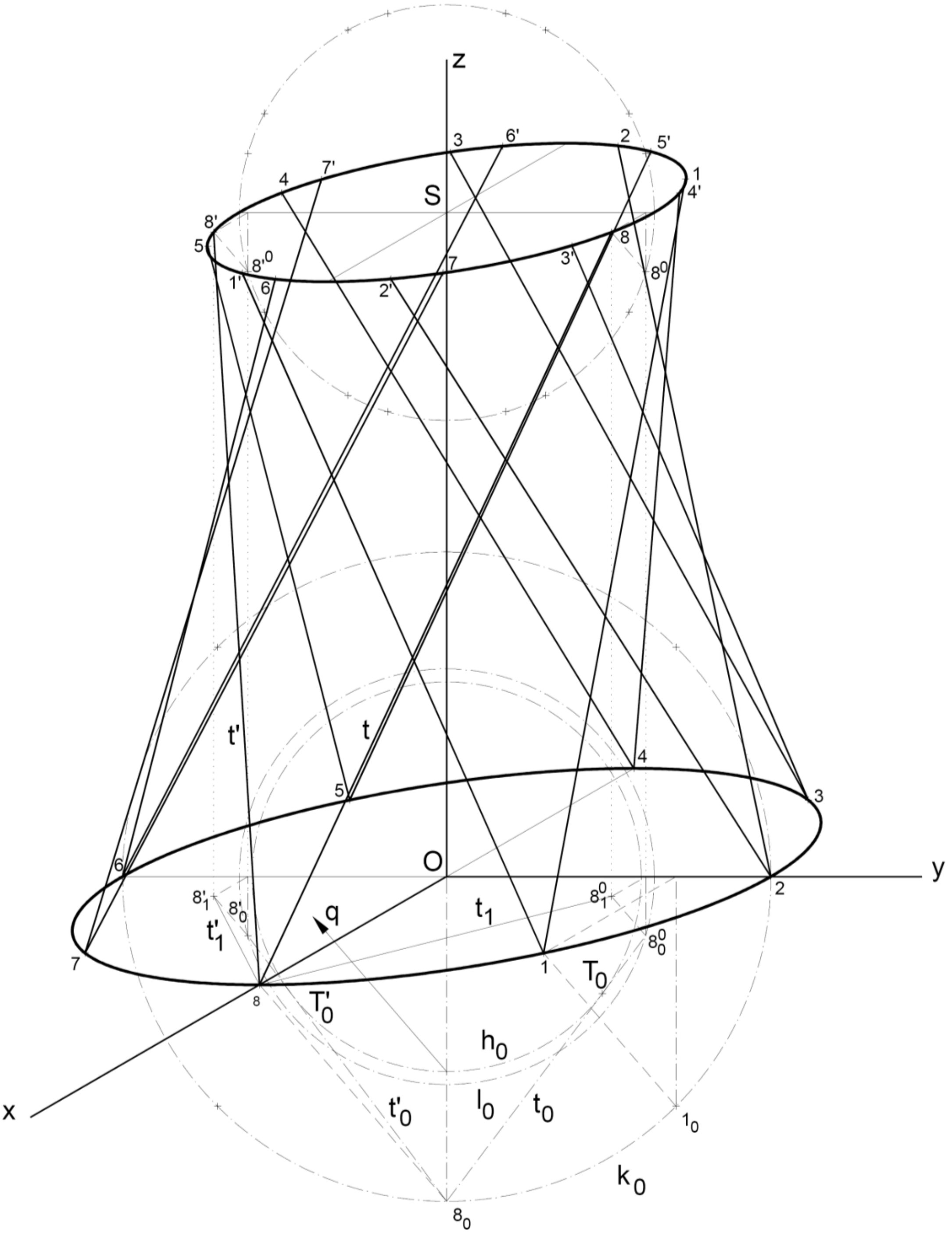
xxx

8.1 Rotační plochy

Jednodílný rotační hyperboloid

$KP(150°, 2/3)$. Jsou dány kružnice: $k(O, r = 50)$, $h(O, r = 30)$ a $l(O, r = 32)$[4]. Kružnice k protíná osu x v bodě 8. Z bodu 8 veďme tečny ke kružnici h. Tečny protínají kružnici l v bodech 8^0 a $8^0{}'$. Body 8^0 a $8^0{}'$ mají výšku 100. Určili jsme přímky t, t'. Rotací těchto přímek kolem osy z vznikne jednodílný rotační hyperboloid (obr. 8.1.1). Kružnici k_0 rozdělíme pravidelně na 8 částí. Pomocí afinity sestrojíme body 1 až 8. V obr. vyznačeno pro bod 1_0. Kružnici l nebudeme sestrojovat v půdoryse, ale rovnou ji posuneme ve směru osy z do výšky 100 do bodu S. Bod 8_0^0 se posune do bodu 8^0. Kružnici pravidelně rozdělíme na 8 částí. Pomocí afinity sestrojíme body 1 až 8. V obr. vyznačeno pro bod 8^0. Bod $8'^0_0$ se posune do bodu $8'^0$. Kružnici pravidelně rozdělíme na 8 částí. Pomocí afinity sestrojíme body $1'$ až $8'$. V obr. vyznačeno pro bod $8'^0$. Přímky $11, \ldots, 88$ a $11', \ldots, 88'$ jsou tvořící přímky rotační plochy.

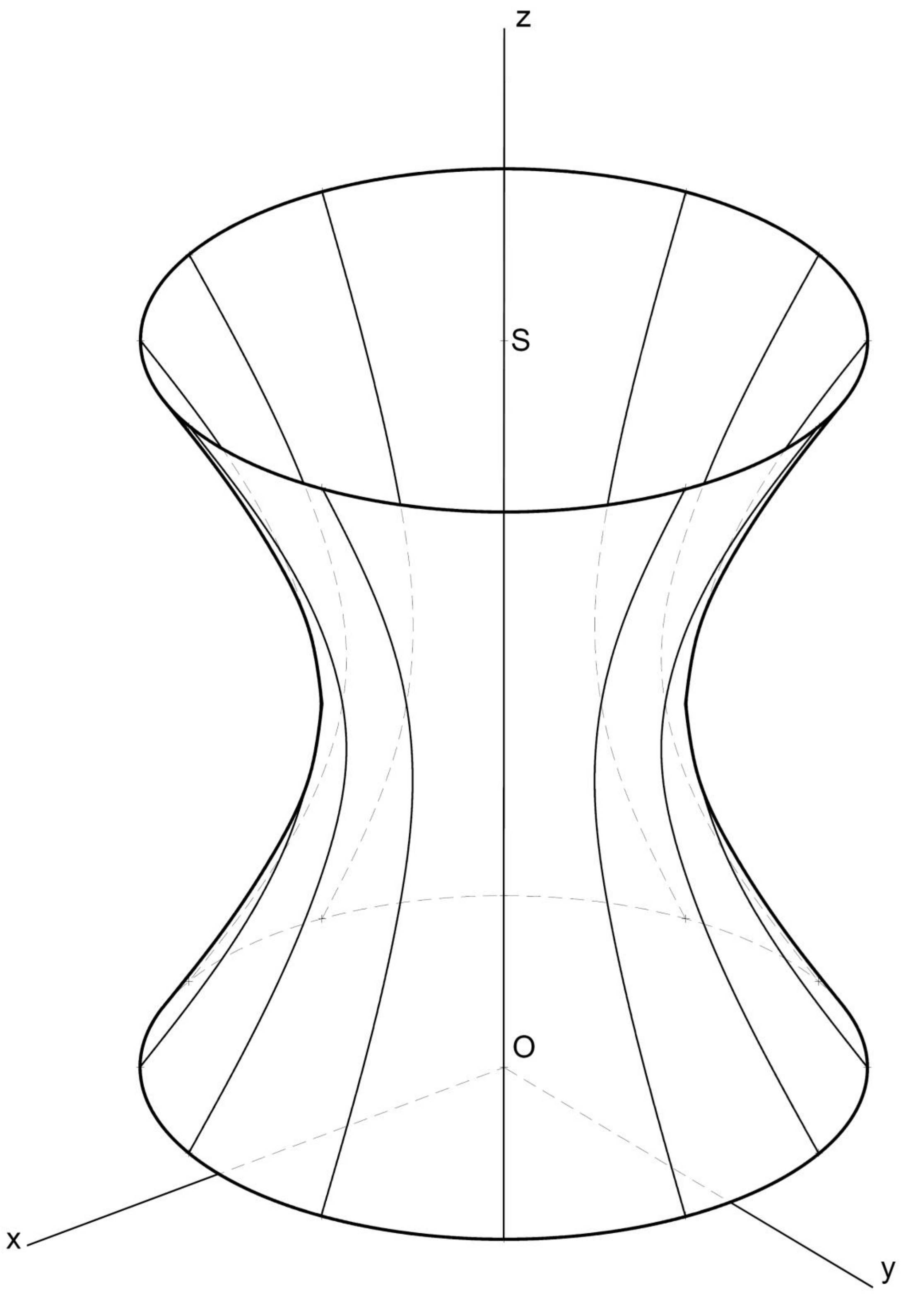
[4] Pro přesnější rýsování volíme poloměr 35 až 40.



Obr. 8.

xxx

Jednodílný rotační hyperboloid lze vytvořit rotací hyperboly kolem její vedlejší osy (obr. 8.1.)



Obr. 8.1.

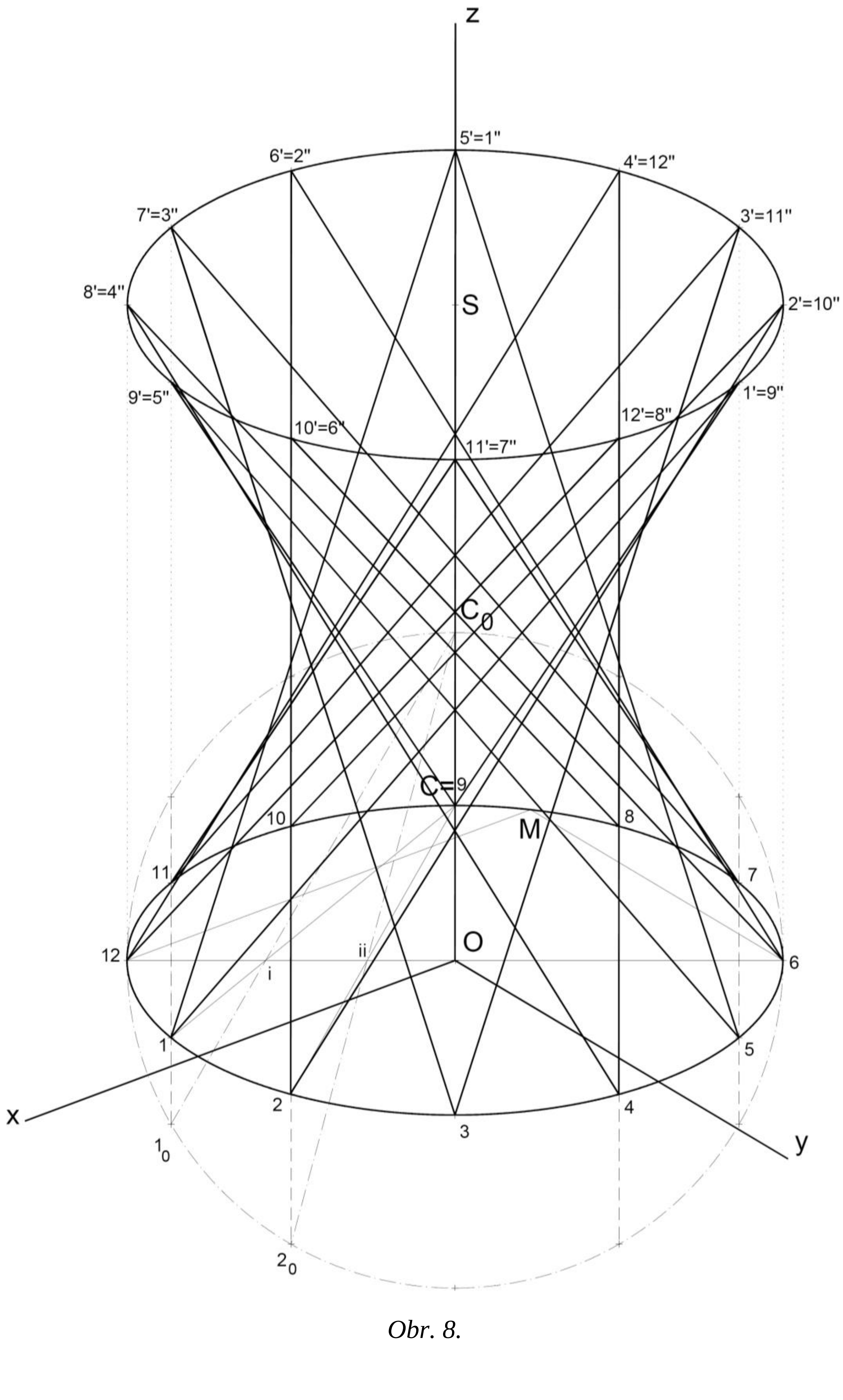
xxx
xxx

8.2 Přímkové plochy

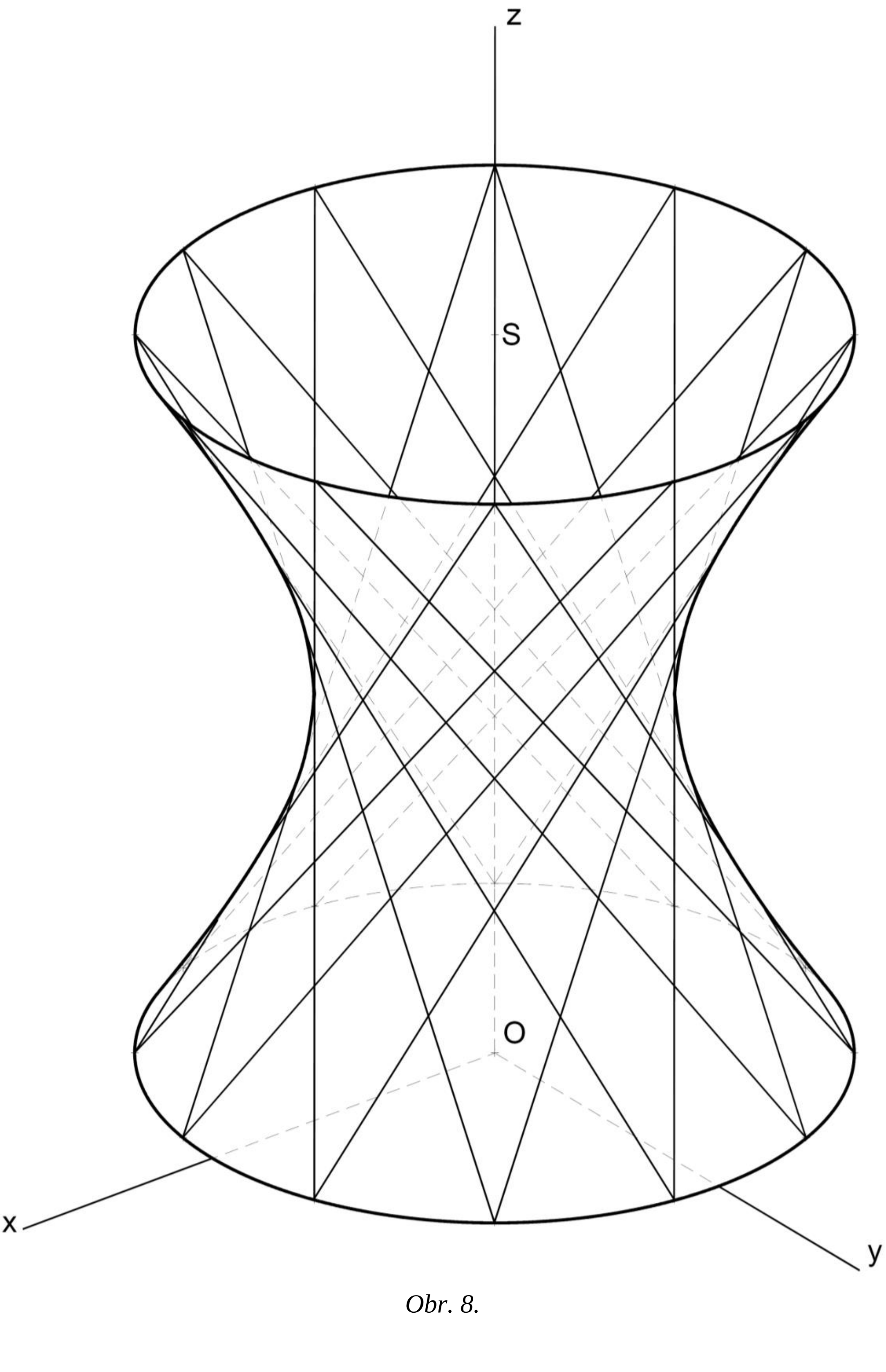
xxx

Hyperboloid

$PA(\angle xz = 105°, \angle yz = 120°)$. Zvolme kružnici se středem v počátku soustavy souřadné a ležící v půdorysně. Dále zvolme kružnici se středem na ose z, ležící v rovině rovnoběžné s půdorysnou a se shodným poloměrem jako kružnice v půdorysně (obr. 8.2.). Obrazem kružnice je elipsa sestrojená pomocí bodu M a užitím proužkové konstrukce. Kružnici pravidelně rozdělíme na 12 dílů pomocí afinity. Dělení přeneseme na horní kružnici. Očíslujeme obě kružnice a to tak, že nad bodem č. 12 leží bod č. $4''$ a $8'$. Půdorys přímky $4''12$ je tečnou shodné kružnice jako půdorys přímky $8'12$. Tato kružnice je půdorysem hrdelní kružnice. Přímky $1'1$, …, $12'12$ a přímky $1''1$, …, $12''12$ jsou přímky prvního resp. druhého regulu jednodílného rotačního hyperboloidu (obr. 8.2.).


z
5'=1''
6'=2''
4'=12''
7'=3''
3'=11''
8'=4''
S
2'=10''
9'=5''
1'=9''
10'=6''
12'=8''
11'=7''
C_0
C=9
10
8
M
11
7
12
ii
O
6
i
1
5
x
2
4
3
y
1_0
2_0

Obr. 8.

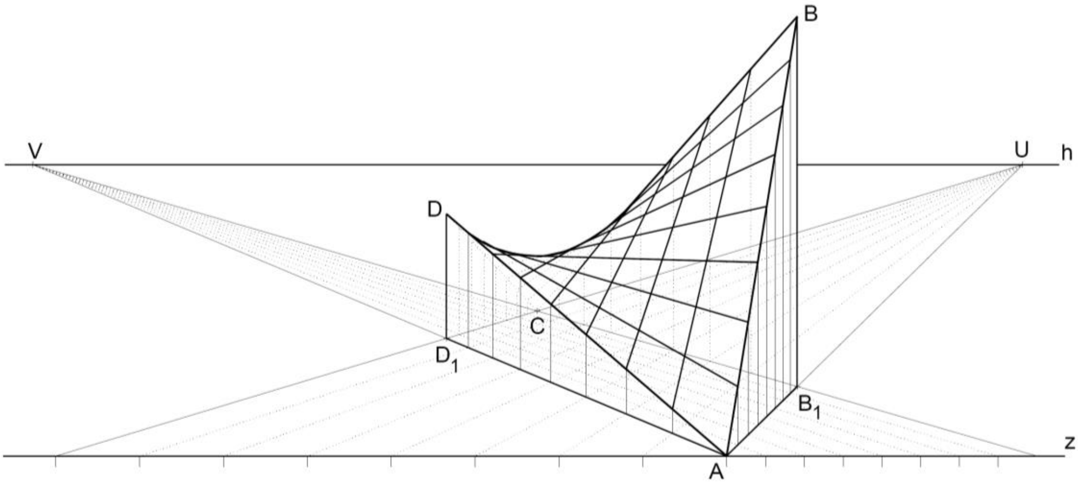


Obr. 8.

xxx

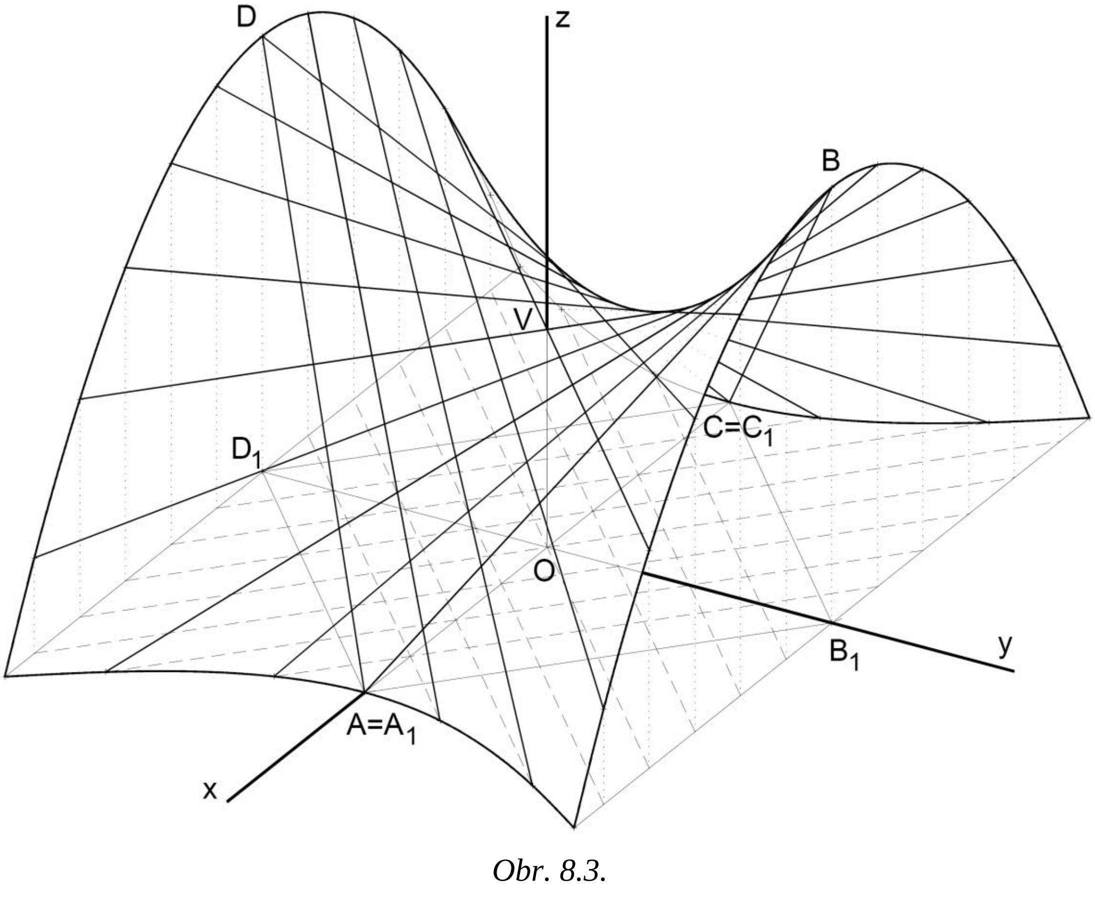
Hyperbolický paraboloid

$LP(v_h, U, V)$. Známe perspektivu zborceného čtyřúhelníku $ABCD$. Sestrojíme tvořící přímky plochy. Pomocí úběžníků U a V rozdělíme pravidelně jednotlivé strany zborceného čtyřúhelníku na stejný počet dílů. Zobrazíme tvořící přímky obou regulů plochy (obr.8.2.).



Obr. 8.2.

xxx



Obr. 8.3.

xxx

8.3 Šroubové plochy

xxx

Literatura

[1] Černý J., Kočandrlová M., *KONSTRUKTIVNÍ GEOMETRIE*, Vydavatelství ČVUT, 2004.
[2] Harant M., Lanta O., Menšík M., Urban A., *Deskriptivní geometrie pro II. a III. ročník SVVŠ*, Státní pedagogické nakladatelství, 1965.
[3] Musálková B., *DESKRIPTIVNÍ GEOMETRIE II pro 2. ročník SPŠ stavebních*, Sobotáles, 2000.
[4] Urban A., *Deskriptivní geometrie I*, SNTL/SVTL, 1965.
[5] Urban A., *Deskriptivní geometrie II*, SNTL/SVTL, 1967.