zejména tedy pro $e = 0$; po svém největším kruhu padá malá kulička isochronně s koulí sebe větší

Poznámka ku perspektivnému zobrazování.

Napsal

Bedřich Procházka,
docent české vysoké školy technické v Praze.

Obtíže, které vznikají při perspektivném zobrazování z té příčiny, že mnohé důležité body a přímky: stopy, úběžníky, úběžné přímky, dělící body a středy kollineace, z mezí nákresny vypadají, dají se sice odstraniti *redukcí distance* *), kterou se zmenší konstrukce kollinearně podobné vzhledem ku $c_{1.\,2}$, jakožto středu kollineace dle poměru, ve kterém distanci redukujeme, avšak toto z pravidla značné zmenšení

$$\text{od } \frac{1}{4} \text{ do } \frac{1}{10}$$

bývá příčinou mnohé nepřesnosti a nepřehlednosti konstrukce.

Tomu můžeme se vyhnouti pomocí tak zvaného *perspektivného půdorysu* a po případu i pomocí *perspektivného nárysu*, užívajíce při tom jen těch důležitých teček, které se vždycky v mezích nákresny vyskytují, t. j. bodu hlavního, jakožto úběžníku přímek kolmých ku perspektivné průmětně a přímky obzorné jakožto úběžnice všech rovin vodorovných.

1. Při použití perspektivného půdorysu po případě i perspektivného nárysu, kteréž se též nazývá *axonometrickým způsobem perspektivného zobrazování* **), sestrojujeme nejen obraz perspektivný nějakého útvaru, nýbrž i obraz perspektivný jeho orthogonálného průmětu na rovinu základní μ, t. j. tak zvaný *perspektivný půdorys*. Na místě abychom vyjádřili, jak se při *methodě*

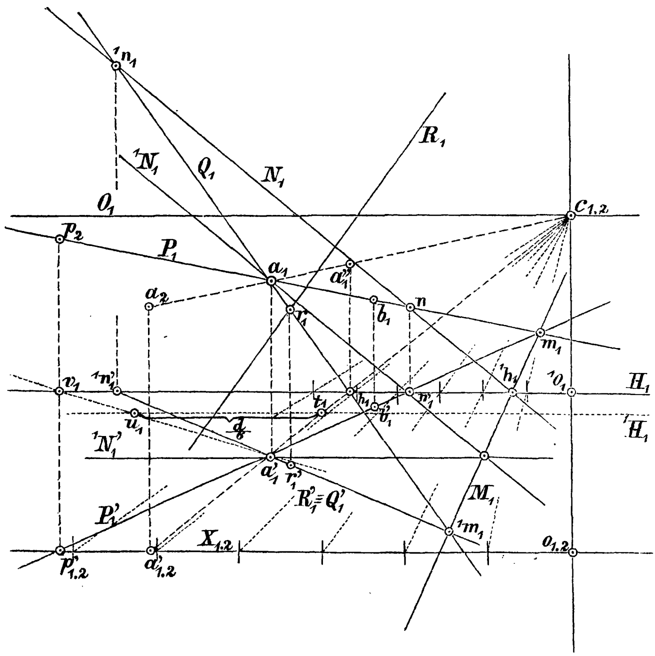
---

*) V tomto článku použito veskrze pojmenování a označení dle díla: *„Deskriptivní geometrie pro vyšší školy realné“* od c. k. ředitele *Vincence Jarolímka*, 3. vyd. úlohami doplněné 1893 str. 266.

**) *„System des technisch-malerischen Perspektive“* von Prof. *Franz Tilscher*, 2 vyd. 1883. str. 174.

distančně projektivné děje, útvar nějaký na př. bod a obrazem orthogonálným a_2 a perspektivným a_1, použijeme vedle tohoto obrazu perspektivného perspektivný půdorys a'_1 tohoto bodu. (Průmět bodu a na rovinu základnou μ označíme a' a jeho obraz perspektivný či perspektivný půdorys a'_1.)

Obrazy takovými docílí se větší názornosti a mimo to lze při řešení různých úloh pokračovati jako při použití sdružených obrazů orthogonálných prvního a druhého. Jak se z obrazu orthogonálného a perspektivného nějakého bodu sestrojí perspektivný půdorys, známo jest z konstrukcí obrazu perspektivného vrženého stínu na rovinu základní.*) Abychom sestrojili perspektivný půdorys a'_1 bodu a (obr. 1.), jehož obraz



Obr. 1.

orthogonálný a_2 a perspektivný a_1 pomocí daných souřadnic $x_a y_a z_a$ jsou sestrojeny, vedeme $a_1 a'_1 \perp X_1$ jakožto perspektivný

*) „*Deskriptivní geometrie V. Jarolímka* str. 272. (obr. 328.)

a $a_2a'_2 \perp X_2$ jakožto orthogonálný obraz přímky $aa' \perp \mu$; v průsečíku obrazu prvého s obrazem a'_2c_{12} obdržíme a'_1

Naopak kdybychom nějakým způsobem byli přišli k obrazům a_1 a a'_1 bodu a, můžeme konstrukcí opačnou sestrojiti obraz a_2 a stanoviti souřadnice bodu a a tím i jeho polohu v prostoru.

Kdyby však pro značnou velikost jedné neb obou souřadnic x_a a z_a obraz a_2 nepadl v meze nákrestny, můžeme bod a orthogonálně promítnouti na místo do perspektivné průmětny π do roviny s ní rovnoběžné ν, v určité hloubce za ní se nalézající. Průmět takový označíme a'', a jeho perspektivný obraz, který zkrátka *perspektivným nárysem* zváti budeme, a''_1. Při sestrojení tohoto obrazu objeví se nám tytéž souřadnice x_a a z_a arci že zmenšené dle měřítka příslušícího oné rovině ν.

Tak sestrojíme v obraze 1. perspektivný nárys a'_1 bodu a v rovině ν, kteráž protíná rovinu základní μ v přímce hlavní $H \| X$, když obrazem h_1, v kterém a'_1c_{12} protíná H_1, sestrojíme $h_1a''_1 \perp X_{1.2}$, určující v a_1c_{12} hledaný obraz a''_1. Souřadnice x_a a y_a jsou pak v perspektivném obraze vyjádřeny délkami $\overline{{}^1o_1h_1}$ a $\overline{h_1a''_1}$ dle měřítka, kteréž si v H_1 pomocí měřítka na ose $X_{1.2}$ můžeme snadno sestrojiti.

Abychom si úplně polohu bodu a určili, pokládejme za třetí rovinu souřadnou na místo roviny π zvolenou rovinu $\nu \| \pi$ a stanovme si vzdálenost $\overline{aa''} = \overline{a'h}$, t. j. vzdálenost bodu a od roviny ν jakožto třetí souřadnici ${}^1y_a$ bodu a. Souřadnici tuto ${}^1y_a$ stanovíme si opět v měřítku příslušícím rovině ν, užitím následní pomocné konstrukce. Kdybychom zvolili si na přímce, procházející bodem a' a kolmé ku průmětně π bod t, jehož obraz perspektivný t_1 se od a'_1 nalézá ve vzdálenosti rovné $\frac{1}{n}$ délky a'_1c_{12}, pak by spojnice obrazu a'_1 s bodem distančním levým nebo pravým (neležícím však v mezích nákresny) určovala v perspektivném obrazu hlavní přímky (roviny základní) ${}^1H$, bodem t procházející, délku $\overline{t_1u_1}$ (v obraze 1. zvolen distanční bod levý a $n = 6$), kteráž se rovná $\frac{1}{n}$ tému dílu distance oka d.

Poněvadž $\frac{1}{n}$tý díl distance z omezení nákresny perspektivné lze určiti *), lze vždy sestrojiti spojnici $a'_1 u_1$, kteráž jest perspektivným obrazem přímky *au*, protínájící všechny hlavní přímky roviny základní tedy i přímku *H*, pod úhlem 45°. Proto jest, jak vyplývá z pravoúhlého rovnostranného trojúhelníka *a'hv* (jehož vrchol *v* jest průsečíkem přímky *a'u* s hlavní přímkou *H*), $a'h = hv = {}^1y_a$, a délka $h_1 v_1$ vyjadřuje souřadnici tuto ${}^1y_a$ v měřítku patřícím rovině *v*.

Tak jako bod bude i přímka a každý jiný útvar prostorový určitě vyjádřen obrazem perspektivným a příslušným perspektivným půdorysem nebo nárysem.

2. Přímka *P* bude opět určitě zobrazena obrazem perspektivným P_1 a perspektivným půdorysem P'_1. Každý bod *a* přímky *P* má svůj průmět orthogonálný *a'* v přímce *P'*. Stopa *m* přímky *P* v rovině základní leží v průsečíku přímky *P* s přímkou *P'*, neboť tento bod jest jediný bod přímky *P*, který spadá se svým průmětem orthogonálným do roviny základní. (Kdyby přímka *P* byla určena dvěma body *a* a *b* (obr. 1.), pak máme v konstrukci stopy *m* přímky *P* zároveň stanovení *vrženého stínu* bodu *b* osvětleného bodem *a* na rovinu základní *μ*). Stopa *p* přímky *P* v průmětně *π* má svůj průmět orthogonálný *p'* do roviny základní v průsečíku *P'* s přímkou základní *X*, a proto ji obdržíme v průsečíku přímky *P* s přímkou $pp' \perp X$.

Nepadne-li stopa *p* do mezí nákrestny, jest vhodno (na př. při zobrazení roviny) určiti stopu *n* přímky v nějaké rovině $v \parallel \pi$. Sestrojíme-li tuto stopu v obraze 1., pak máme v bodu, ve kterém protíná průmět orthogonálný *P'* přímku *H* orthogonálný průmět *n'* této stopy *n*; přímka svislá *nn'* protíná pak přímku *P* ve hledané stopě *n*.

Je-li přímka rovnoběžná s průmětnou perspektivnou, jest její perspektivný půdorys rovnoběžný s X_{12}; je-li přímka rovnoběžna s rovinou základní, jest stopa *m* bodem úběžným v přímce obzorné, a je-li přímka v rovině svislé kolmé ku průmětně perspektivné, pak její perspektivný půdorys má úběžník svůj v c_{12}.

*) Je-li nákresna omezena obdélníkem, jehož jednou stranou *přímka základná* (Deskr. geom. *V. Jarolímka* str. 262.), pak se béře úhlopříčna největšího obdélníka, v které jest obdélník omezující nákresny rozdělen přímkou obzornou a hlavní přímkou vertikálnou, za $\frac{1}{3}$ distance oka.

3. Rovina může býti určena různým způsobem. Buď třemi body, neb dvěma různoběžnými nebo rovnoběžnými přímkami nebo bodem a přímkou. Obyčejně určuje se rovina stopou M v rovině základní μ a stopou v rovině průmětné π a nepadne-li tato do mezí nákrestny, budeme ji určovati stopou N v rovině $\nu \parallel \pi$.

Je-li na př. rovina ϱ určena dvěma přímkami různoběžnými P a Q (obr. 1.), v bodě a se protínajícími, pak sestrojíme její stopy M a N v rovině základní μ respekt. v rovině $\nu \parallel \pi$ jakožto spojnice stop m a ${}^1m$ po případu n a ${}^1n$ přímky P respekt. Q. Obě stopy tyto protínají se v bodu ${}^1h$ přímky hlavní H, v níž rovina ν rovinu μ protíná.

Zůstaneme jen při zobrazení bodu, přímky a roviny a zabývati se budeme nyní řešením úloh týkajících se vzájemných vztahů těchto tří základních útvarů. Tu třeba rozeznávati dva druhy takových úloh. Jeden týká se jen *vzájemné polohy základních útvarů*, kdežto druhý vztahuje se ke *stanovení délek úseček a velikosti úhlu*, t. j. týká se *vztahů metrických.*

4. *Úlohy týkající se jen vztahů, v nichž se nevyskytuje stanovení délky úsečky ani velikosti úhlu.*

a) Leží-li přímka nějaká P v rovině ϱ, pak jsou stopy její m a n ve stopách M a N roviny ϱ (obr. 1.)

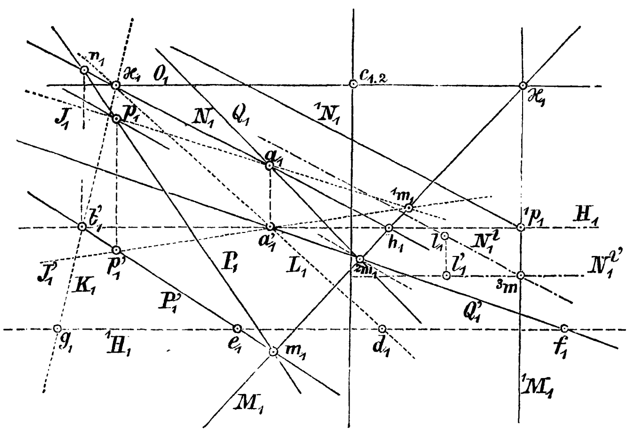
b) Jest-li v rovině ϱ leží bod a, jehož obraz perspektivný a_1 jest dán, pak stanovíme jeho perspektivný půdorys a_1', vedeme-li bodem tím a v rovině ϱ libovolnou přímku Q, kteráž protíná stopy její M a N v bodech ${}^1m$ respekt. ${}^1n$. Stopou ${}^1m$ a průmětem ${}^1n'$ určen jest průmět Q', na němž lze průmět a' bodu a pomocí svislé přímky aa' určiti. Také lze k určení bodu a' s výhodou užiti hlavní přímky ${}^1N$ roviny ϱ, procházející bodem a, jejíž perspektivný půdorys ${}^1N_1'$ jest rovnoběžný s X_{12}.

c) *Průsek přímky $R(R_1R_1')$ s rovinou $\varrho(M_1N_1)$ sestrojíme* (obr. 1.), když pokládáme průmět R' zároveň za průmět Q' jisté přímky Q roviny ϱ. V průsečíku průmětu $Q' \equiv R'$ se stopou M máme stopu ${}^1m$ přímky Q a v průsečíku jejím s H průmět ${}^1n'$ stopy ${}^1n$ přímky Q. Oběma stopami ${}^1m$ a ${}^1n$ (${}^1n_1{}^1n_1' \perp H_1$) určená přímka protata jest přímkou R v bodu r, který jest hledaným průsečíkem přímky R s rovinou ϱ.

d) *Průsek dvou rovin.* Je-li první rovina ϱ dána svými stopami M a N, a druhá σ stopami ${}^1M$, ${}^1N$, pak v průsečíku stop M, ${}^1M$ máme stopu m a v průsečíku stop N, ${}^1N$ stopu n průseku P obou rovin ϱ a σ, kterýž jest tím úplně určen.

e) Bodem a' v rovině základní ležícím sestrojiti přímku Q' rovnoběžně s danou přímkou P', léžící taktéž v rovině základní.

Kdyby úběžník přímky P', zároveň v přímce obzorné ležící v mezích nákresny byl obsažen, pak by stačilo obraz a'_1 s tímto úběžníkem spojiti a obdrželi bychom obraz Q'_1. Nepadne-li však úběžník onen do mezí nákresny (obr. 2.), veďme bodem a' v rovině základní μ přímku H, která přímku P' v bodu



Obr. 2.

b' protíná. Body a' a b' veďme v rovině základní dvě nové rovnoběžky K a L, tak aby jejich úběžník $\varkappa_1$ padl do mezí nákresny. Vedeme-li pak v rovině základní libovolně druhou přímku hlavní ${}^1H$, protne tato rovnoběžky K a L v bodech g a d, přímku P' v bodu e; učiníme-li úsečku $\overline{ef}$ i co do směru rovnou úsečce gd, obdržíme obraz bodu f, který s bodem a určuje přímku Q' rovnoběžnou s přímkou P'.

f) Bodem a sestrojiti přímku Q rovnoběžnou s přímkou P, jsou-li oba dané útvary mimo rovinu základní.

Bodem a' (obr. 2.) sestrojme přímku $Q' \parallel P'$ jakožto orthogonálný průmět přímky $Q \parallel P$ do roviny základní, tak jako se stalo v úloze předcházející. Pak položíme bodem a a přímkou P rovinu ϱ. Abychom stopu M této roviny sestrojili, veďme bodem a přímku J, která přímku P v některém bodu jejím p protíná. Stopami m a ${}^1m$ těchto přímek P a J jest určena stopa M roviny ϱ. V průsečíku přímky Q' se stopou M máme stopu ${}^2m$ přímky $Q \parallel P$, kteráž jest tedy tímto bodem ${}^2m$ a bodem a určena.

Konstrukce této můžeme užiti v případě, kdy jde o sestrojení vrženého stínu bodu a na rovinu základní při geometralném osvětlení, jehož směr jest dán přímkou P.

g) Bodem $l\,(l_1, l'_1)$ sestrojiti rovnoběžně s danou rovinou $\varrho\,(MN)$ rovinu σ.

Veďme bodem l (obr. 2.) přímku N_l rovnoběžnou se stopou N roviny ϱ, určené oběma rovnoběžnými přímkami P a Q úlohy předcházející. Tato přímka N_l bude přímkou hlavní roviny σ a proto $N^l_1 \parallel N_1$, jakož i $N'_l \parallel X$ (dle článku 2.). Stopou ${}^3m$ přímky N_l procházející stopa ${}^1M$ roviny σ jest rovnoběžna se stopou M roviny ϱ a lze ji sestrojiti buď přímo nebo konstrukcí uvedenou v úloze e) tohoto odstavce. Průsečíkem ${}^1p$ této stopy s přímkou hlavní H, prochází pak stopa ${}^1N$ roviny σ, kteráž jest rovnoběžna se stopou N roviny ϱ.

Vynechajíce všechny další úlohy, týkající se vzájemné polohy útvarů základních, přistoupíme k úlohám, v nichž se vyskytují vztahy metrické.

5. *Úlohy, týkající se metrických vztahů základních útvarů.*

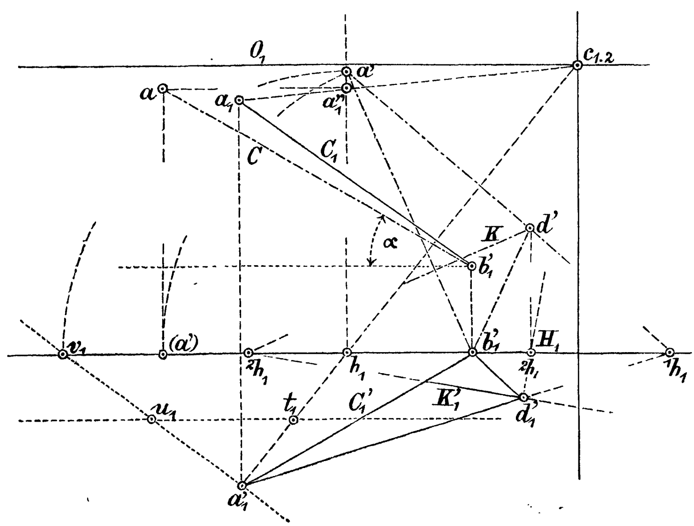
a) Vzdálenost dvou bodů v rovině základní.

Vzdálenost dvou bodů a' a b', ležících v rovině základní μ, určíme jakožto přeponu pravidelného trojúhelníka $a'b'h$ (obr. 3.), jehož jednou odvěsnou jest délka $\overline{b'h}$ v hlavní přímce H bodem b' procházející, a druhou délka $\overline{a'h}$ v normale bodem a', sestrojené ku průmětně perspektivné π. Odvěsna $\overline{b'h}$ jest v obraze vyjádřena dle měřítka příslušného rovině $\nu \parallel \pi$ bod b' obsahující; abychom také délku druhé odvěsny $a'h$ obdrželi, provedeme konstrukci v odstavci 1. uvedenou pro určení souřadnice ${}^1y_a$, bodu a' vzhledem k rovině ν, obdržíme tak v délce $\overline{h_1 v_1}$ délku odvěsny $\overline{a'h}$ vyjádřenou dle měřítka roviny ν.

Sestrojíme-li tedy v bodu h_1 kolmici $\overline{h_1a'} \perp \overline{h_1v_1}$, obdržíme v délce $\overline{a'b'_1}$ délku $\overline{a'b'}$ v měřítku příslušném rovině v.

Trojúhelník $a'b'_1h_1$ má takovou polohu, jakou by měl, kdybychom jej kolem odvěsny hb'_1 t. j. kolem hlavní přímky H sklopili do roviny $v \parallel \pi$. Máme tudíž v konstrukci této také již pomůcku pro *odvození pravého tvaru útvaru ležícího v rovině základní.*

Na př. Kdybychom měli určiti tvar trojúhelníka $a'b'd'$ v rovině základní ležícího, hledíme ku průsečíku ${}^1h$ přímky $a'd'$ s hlavní přímkou H, který při sklopení své polohy nemění. Proto bodem tím a sklopeným bodem a' určena přímka $a'd'$ po sklopení. Abychom také bod d' po sklopení obdrželi, sestrojíme d'_1c_{12} jakožto obraz přímky kolmé ku průmětně, kteráž protíná přímku hlavní H v bodu ${}^2h$.



Obr. 3.

Po sklopení bude míti tato přímka obraz perspektivný kolmý ku H_1, kterýž protíná přímku sklopenou $a'{}^1h$ v sklopeném bodu d'.

Zároveň při tom lze řešiti úlohy týkající se odchylek přímek ležících v rovině základní jakož i vzdáleností bodů od přímek této roviny.

Kdybychom na př. měli sestrojiti perspektivný obraz K_1 kolmice K spuštěné s bodu d' na přímku $a'b'$, sestrojíme v obrazu sklopené roviny základní se sklopeného bodu d' kolmici K na sklopenou přímku $a'b'_1$ a spojíme průsečík ${}^2h_1$, v němž obraz sklopené přímky K protíná H_1 s obrazem d'_1 (obr. 3.).

b) Stanovení vzdálenosti dvou bodů v prostoru.

Vzdálenost bodů $a\,(a_1a'_1)$ a $b\,(b_1b'_1)$ přímky $C\,(C_1C'_1)$ stanovíme jakožto stranu lichoběžníka $aba'b'$, ležícího v rovině svislé a promítající orthogonálně přímku C do roviny základní (obr. 3.).

Zvolíme-li za rovinu $\nu \,||\, \pi$ rovinu obsahující bod b, pak strana $\overline{bb'} = z_b$ lichoběžníka $abb'a'$ bude již vyjádřena v obraze perspektivném délkou $\overline{b_1b'_1}$ dle měřítka příslušícího rovině ν. Stanovíme-li průmět a'', bude v délce $\overline{a''_1h_1}$ vyjádřena souřadnice z_a dle téhož měřítka (dle odst. 1.). Abychom sestrojili také třetí stranu lichoběžníka $abb'a'$, t. j. délku $a'b'$ dle onoho měřítka, užijeme konstrukce uvedené v předcházející úloze tohoto odstavce. Nalezenou délku b'_1a' naneseme od bodu b'_1 na obraz H_1 a na kolmici sestrojenou v obdrženém bodu (a') ku H_1 nanesme $\overline{(a'_1)\,a} = \overline{h_1a''_1}$, t. j. souřadnici z_a vyjádřenou dle měřítka patřícího rovině ν. V délce ab_1 máme pak hledanou úsečku.

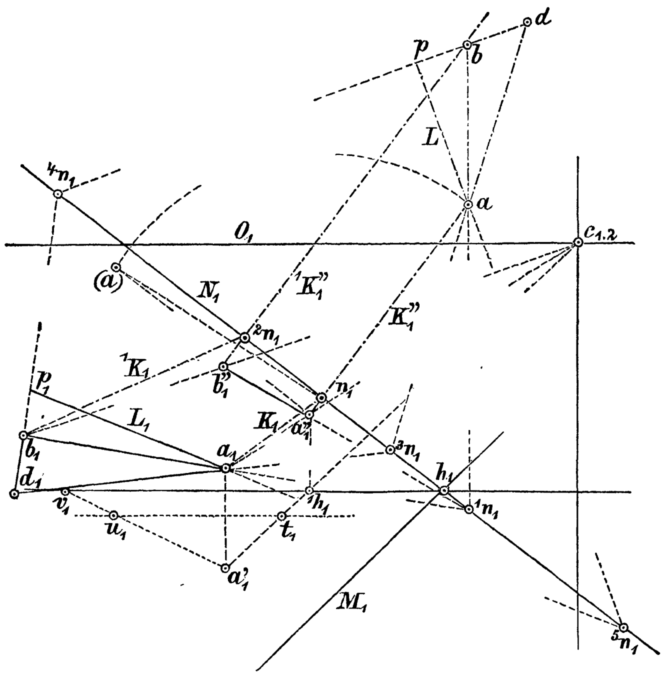
V této konstrukci jest zároveň obsaženo *sklopení roviny svislé do roviny ν kolem svislé přímky bb' této roviny*; můžeme tudíž pomocí tohoto sklopení řešiti všechny úlohy, týkající se ať polohy neb velikosti útvarů ležících v této rovině svislé. Tak můžeme stanoviti také odchylku α, kterou přímka C s rovinou základní určuje anebo vzdálenost jakéhokoliv bodu roviny svislé přímkou C procházející od libovolné přímky této roviny.

c) Sklopení roviny v obecné poloze ležící do polohy rovnoběžné s průmětnou π).*

Nechť jest rovina ϱ určena stopami M, N a bod a v této rovině ležící nechť vyjádřen obrazem a_1 (obr. 4.). Při sklopení roviny ϱ kolem stopy N do roviny $\nu \,||\, \pi$ vytvořuje bod a dráhu kruhovou, jejíž rovina jest kolmá ke stopě N a jejíž střed n v této stopě ležící jest zároveň patou kolmice K, spu-

*) Úlohu tuto poněkud jinak řeší *A. Mannheim* v: *Cours de géométrie descriptive.* 2 vyd. 1886. str. 76.

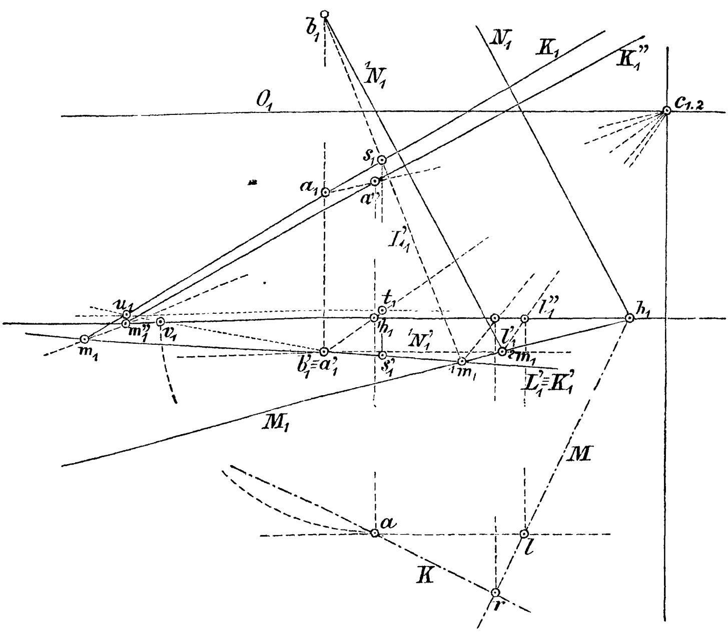
štěné s bodu a na ni. Orthogonálný průmět K'' této kolmice bude kolmý ke stopě N a určíme si jej pomocí průmětu a'' bodu a, který si stanovíme pomocí průmětu a' dle odst. 1. a úlohy b) odst. 4. pomocí přímky P, ležící v rovině ϱ a procházející bodem a.



Obr. 4.

Délka úsečky $\overline{an}$ v kolmici K s bodu a na stopu N spuštěné jest přeponou pravoúhlého trojúhelníka $aa''n$, jehož jedna odvěsna $\overline{a''n}$, ležící v rovině ν, jest dle měřítka této roviny vyjádřena a jehož odvěsnu druhou $\overline{aa''}$ stanovíme pomocí jí rovné délky $\overline{a'^1h}$, kterou vyjádříme dle odst. 1. délkou $\overline{^1h_1v_1}$ dle téhož měřítka. Připojíme-li tedy k délce $\overline{a_1''n_1}$ délku $\overline{a_1''(a)} = \overline{^1h_1v_1}$ tak, aby $\overline{a_1''(a)} \perp \overline{a_1''n_1}$, obdržíme v $\overline{(a)n_1}$ délku $\overline{an}$ v kolmici K dle měřítka pro rovinu ν. Přeneseme-li tuto délku na průmět K'' od bodu n na jednu neb druhou stranu, obdržíme sklopený bod a do roviny ν.

Kdybychom zároveň sklopiti měli bod b roviny ϱ do roviny ν, můžeme stejně pokračovati jako při bodu a, usnadňujíce si konstrukci do jisté míry použitím toho, že přímka C, určená body a a b, po sklopení bude procházeti svou stopou ${}^1n$ (v rovině ν), kteráž při tomto sklopení nemění své polohy. Ve sklopené přímce C bude ležeti sklopený bod b a mimo to v průmětu ${}^1K''$ kolmice ${}^1K$ spuštěné s bodu b ke stopě N. Tento průmět ${}^1K''$ určíme pomocí orthogonálného průmětu b'' bodu b do roviny ν, kterýž leží na orthogonálném průmětu C'', určeném body a'' a ${}^1n$. Tedy v průsečíku perspektivného nárysu C_1'' a b_1c_{12} máme perspektivný nárys b_1'', kterým prochází ${}^1K_1'' \perp N_1$ a obraz sklopené přímky C v obrazu sklopeného bodu b protíná.



Obr. 5.

Máme-li dva body a a b roviny ϱ sklopeny, můžeme odvoditi jednoduše obraz každého jiného bodu této roviny pomocí přímek, kteréž tento bod určuje s oběma prvými. Na př. k bodu d ve sklopeném útvaru sestrojíme příslušný obraz d_1 sestrojením přímek ad a bd, kteréž protínají stopu N v bodech ^3n a ^4n, jež při sklopování své polohy neměnili a proto s a_1 a b_1 určují obrazy a_1d_1 a b_1d_1, kteréž se protínají v hledaném obraze d_1.

V obr. 4. zároveň řešena úloha: *spustiti kolmici L s bodu a na přímku bd.* Obraz této přímky L ve sklopení obdržíme přímo a spojíme-li obraz $^5n_1$ jejího průsečíku ^5n se stopou N s a_1, obdržíme perspektivný obraz L_1 kolmice K.

d) Spustiti s bodu kolmici na rovinu.

Abychom sestrojili kolmici K bodem $a\,(a_1a'_1)$ k rovině $\varrho\,(M_1N_1)$, použijeme jejich průmětů K' a K'', kteréž procházejíce body a' a a'' kolmo stojí ke stopám M respekt. N (obr. 5.),

Poněvadž přímky $K'' \perp N$ leží v rovině $\nu \parallel \pi$, bude obraz K''_1, obrazem a''_1 procházející, k N_1 kolmo státi. Abychom obraz K''_2 sestrojili, sklopíme rovinu základní kolem přímky H do roviny ν (úl. a) tohoto odstavce) a odvodíme obraz sklopeného bodu a. Sestrojujíce ve sklopení také stopu M, veďme přímku hlavní $^1H \parallel H$ bodem a, *kteráž stopu M v bodu l protíná.* Přímka sklopená *^1H zůstane po sklopení rovnoběžna s H,* procházejíc sklopeným *bodem a. Sestrojíme dále l''_1 a $l''_1l \perp H_1$,* kteráž sklopenou přímku *^1H protíná v bodu sklopeném l, určujícím* s bodem h, v němž *stopa M protíná přímku hlavní H,* stopu tuto po sklopení.

Znajíce K' a K'' sestrojíme K takto:

Bod, v němž K'' protíná přímku H, jest průmětem m'' stopy m přímky K, z něhož si stopu m pomocí přímky $m''m$ kolmé ku průmětně π odvodíme. Bodem tím m a bodem a jest pak přímka K určena.

Kdybychom měli stanoviti vzdálenost bodu a od roviny ϱ, stanovili bychom patu s kolmice K v rovině ϱ (dle odst. 4. úl. g) a nalezli vzdálenost as (dle odst. 5. úl. b).

V obr. 5. použito k sestrojení průsečíku s přímky K s rovinou ϱ přímky L ležící v této rovině, jejíž průmět L' se stotožňuje s průmětem K'. Protože stopa ^1m přímky L vyskytuje se v průsečíku průmětu K' se stopou M, bude k určení L třeba ještě jednoho bodu. Poněvadž stopu druhou ^1n této přímky v mezích nákresny nelze vyjádřiti, odvodíme si onen bod b této přímky, jehož průmět b' se s průmětem a' stotožňuje.

Bodem tím sestrojme si přímku hlavní ${}^1N$ v rovině ϱ, jejíž průmět ${}^1N'$ s H rovnoběžný jest. Průsečík průmětu ${}^1N'$ se stopou M jest stopou ${}^2m = l$ přímky ${}^1N$, kterou prochází přímka ${}^1N$ rovnoběžná se stopou N. V průsečíku této přímky ${}^1N$ se svislou přímkou $b'a$ máme bod b, který se stopou ${}^1m$ určuje přímku L, protínající přímku K v hledaném bodu s. —

Tak jako tyto úlohy bylo by lze řešiti i úlohu: stanoviti odchylku přímky od roviny a jiné úlohy metrické.

Ze školní praxe.

Pro žáky škol středních upravil

J. Sommer,
professor v Praze.

A. *Váhy můstkové.* (Obr. viz v učebnici Reiss-Theurerově s. 36.) Nejjednodušší decimálkou byla by dvojzvratná páka AOB, na niž by zboží Q přímo v bodě B se mohlo zavěsiti. Podmínka rovnováhy byla by P : Q = 1 : 10. To však není vždy možno a proto připojujeme k páce desetinné můstek, na nějž klademe zboží Q. Ukažme, že účinek zboží ležícího na můstku jest týž, jako kdyby působilo přímo v bodě B. Váhu Q rozložme na dvě souběžné složky

$$q_1 + q_2 = Q,$$

z nichž q_1 působí v D a tím také v B; q_2, působí v bodě E na páku GEF a stlačuje ji dolů silou X dle podmínky

$$\text{(1)} \qquad X \,.\, GF = q_2 \,.\, EF.$$

Síla X přenáší se spojením GC na páku desetinnou a způsobuje v bodě B tah Y dle rovnice

$$\text{(2)} \qquad Y \,.\, OB = X \,.\, OC.$$

Jsou-li poměry pák tak voleny, aby $Y = q_2$, působí v bodě B složky $q_1 + q_2 = Q$, jakž bylo žádáno.

Násobením rovnic (1) a (2) obdržíme