Základové
PERSPEKTIVY.

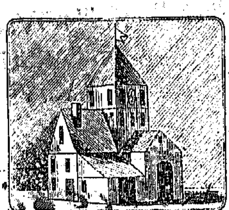
Sepsal

Martin Kuchynka,

professor na vyšších realných školách v Hradci Králové.

Třetí, nezměněné vydání.

S 8 litografovanými tabulkami a jedním vyobrazením v textu.



Druhé vydání této ~~knihy~~ bylo c. k. zemskou školní radou pro nižší třídy realných škol a realných gymnasií odporučeno.

V Hradci Králové.

Nákladem vlastním.

1876.

Veleotěnému

pánu, panu

JOSEFU WEBROVI,

cís. kr. zemskému školnímu inspektorovi,

svému prvnímu učiteli deskriptivné geometrie

připisuje

vděčný žák.

Předmluva k prvnímu vydání.

Podávaje do veřejnosti tento spisek o perspektivě, musím především se vyznati, že jsem nechtěl jím rozmnožiti valný počet tak zvaných „populárních“ knih o tomto předmětě, jakým cizí literatury honositi (?) se mohou. Bylť jsem toho náhledu, že je nejlépe perspektivu, hledíc k tomu, že je jenom částí vědy geometrické vůbec, sjednávati způsobem v geometrii obvyklým. Vymáháť tento ale přísné všech výkonů odůvodnění a vylučuje zhola všecko dle pouhých receptů pracování. Při tom nejlépe pojmenovati všecko svým pravým t. j. vědeckým jménem, jednak že správného, určitého pojmu jenom tímto úplně vystihnouti lze, jinak i za tou příčinou, aby žáci nemusili později, ve vyšších třídách, ni nejmenšího, čemu již uvykli, odkládati.

Z téhož důvodu kontinuity u vyučování, zdola až nahoru do polytechniky, hleděl jsem ve svém spisku udržeti se na oné výši, jakéž dostoupila perspektiva výtečnou prací našeho Tilšera, zároveň ovšem upraviti látku tím způsobem, aby ji žáci i nižších škol realných, ovšem za pomocí učitele, spracovati mohli.

Nemyslím, že bude jich mnoho, již mi učiní výčitku, že jsem příliš hověl theorii, ana perspektiva předce je vědou eminentně praktických cílů. Těm a takovým nemohu lépe odpověditi nežli jednak slovy německého geometra: „Die reinste Theorie ist stets die beste Vorschule der Praxis,“ jednak poukázáním na tabulky, z nichž vychází na jevo, že jsem praktických účelů perspektivy zajisté s očí nespustil. Zobrazeno tu zároveň co možná mnoho předmětů, neboť jsem toho pevného přesvědčení, že perspektivě jenom z četných příkladů lze se naučiti.

Leccos nalézá se v knížce této, co lépe bude ponechati do třídy druhé i třetí, kdež se tomu ne bez prospěchu jedna hodina za 14 dní věnovati může. Přijal jsem to do knihy proto, aby obsahovala vše, čeho při zobrazování obyčejných, jednoduchých měřických těles a jich kombinac třeba. Četná, příležitostně učiněná, hlavně praktická pokynutí snad i cvičenějším vítána budou. Že jsem několika slovy zmínil se o zobrazování výjevů osvětlení, nebude zajisté věci na škodu, neboť právě v této příčině shledává se při kreslení mnoho neurčitosti, mnoho na pouhý cit se spoléhání, čímž jenom dají se vysvětliti nesrovnalosti, jevící se ve výkresích z různých škol. K odstavci tomuto nepřidal jsem žádných tabulek, poněvadž by tím vyjití spisku bylo se opozdilo. Neměl jsem to také za nezbytné, protože je nejlépe obraz nějakého předmětu na tabuli, před očima žáků, vystínovati; ostatně je dotyčných předložek hojnost.

„Dělicí body" jsem užitím (pro konstrukci veledůležitého) otáčení do polohy rovnoběžné s průmětnou docela obešel; proč? každý věci znalec zajisté uhodne.

Při zobrazování kružnic užil jsem pouze oněch pomocných linií, jež se dají z opsaného čtverce vyvoditi, vyhýbaje se oněm, k jichž sestrojení je kružnice zapotřebí, a sice ohledem možných případů, kdy není kružidla po ruce.

Ohledně terminologie vidí se mi následující podotknouti:

Neužíval jsem názvu „obrazna," nýbrž „průmětna," protože „obrazna" by spíše slušelo oné rovině (nákresně), na níž je obraz.

Rozeznávám původní útvar geometrický (originál), útvar z něho odvozený (průmět) a obraz původního útvaru (vlastně obraz jeho průmětu). Dle toho řídí se i názvosloví a označení. Průmětem bodu a co útvaru původního je zase bod a_p, obrazem jeho a_0 ale tečka. (Máme tedy na př. hlavní bod c a hlavní tečku c_0, levý distanční bod d^l a levou distanční tečku d^l_0). Průmětem linie L je nová linie, obrazem jejím L_0 čára, po případu přímá (přímka) anebo křivá (křivka). *)

Toto napořád činěné rozeznávání originálu, útvaru odvozeného (průmětu) a jeho obrazu, pak průmětny a nákresny vede zajisté k rozvláčnostem mluvy. Při žácích pokročilejších lze ovšem mluviti kratčeji, na př. o útvaru geometrickém i tehdy, když se tím poukazuje vlastně k obrazu originálu, a užíti tohoto zkrácení i při označování. V nižších třídách zdá se mi ale, že dobře, byť i na úkor stručnosti, činiti stále tento rozdíl.

---

*) Viz předmluvu k „Soustavě deskr. geometrie" od Tilšera, pag. XIII. Praví tam docela dobře: „Mám za to, že tím určitosť a důslednosť u vyvinování nemálo získá." Dle jeho spisu užito zde také k označení bodů malých a k označení linií velkých ležatých písmen.

III.

Názvů „poloha nárožní a náhodná,“ pro kteréž obě užívají Němci jednoho pojmenování „schräge Ansicht,“ neužíval jsem, protože v tom smyslu, v jakém se jich posud užívalo, nezdají se mi býti dobrými a jiné lepší posud se neustálily.

Při uvedení do perspektivy a vyvozování nejdůležitějších zákonů její užívám s výhodou co representanta průmětny černé sítě s oky asi $1\frac{1}{2}\square'''$ velkými, jež je pevně napnuta do dřevěného rámce zvýší 4′ a zšíří 3′, stojícího pevně o dvou, 1′ vysokých nohách. K ustálení oka v patřičné od sítě vzdálenosti slouží známý stojánek (polyschématiste dle Dupuisa), do jehož otvoru se svisle zastrčí hůlka, k níž připevněn plechový kotouč s otvorem pro oko (průzorem) uprostřed. Každý žák ke stojánku zavolaný, postaviv si kotouč (ovšem rovnoběžně se sítí) podlé své výšky, aby byl průzor ve výšce jeho oka, musí udati na síti polohu hlavních linií, řídě se tím, že průsečík jejich musí býti zrovna před středobodem průzoru. Hlavní linie vytknou se pak na síti červenými pásky, jež se připevní napínacími hřebíčky. *)

Modely útvarů geometrických, jež chceme na síť promítnouti, abychom buď vyložili podstatu perspektivy, buď vyvodili zákony, vedlé nichž se zobrazují, postaví se buď samy (na př. drátěné modely na jiném polyschématistu) přímo za průmětnu anebo, jsou-li nehybné (katedra školní), průmětna před ně.

Nějaký žák postaví se ke stojánku pro oko, a zíraje otvorem kotouče, ukáže tenkou hůlkou, jejíž jeden konec otupen kuličkou z pečetního vosku, aby síti neuškodilo se, onen bod na síti (průmět), který mu kryje ten který bod na předmětu. K vyznačení tohoto průmětu lze užíti bílých knoflíků z porcelánu, které se oušky prostrčí skrze oka sítě a provlečením drátěných kleštiček skrze ouška na druhé straně sítě upevní. Této manipulaci brzo nějaký rozumnější žák se naučí, aby pak vypomáhal. Když jsme takto promítli všecky důležité (viditelné) body předmětu, převedeme přes knoflíky bílou šňůrku, okolo každého jednou ji ovinouce, čímž vznikne na černé síti bílý průmět předmětu. Diskusí tohoto průmětu vyvodíme pak dotyčný zákon perspektivný. **)

---

*) Místo kotouče je ještě lépe užíti přímého, kruhového kužele komolého (z lepenky), jehož úhel obnáší 40° a v jehož větším otvoru jsou přes kříž napnuty dvě nitě. Hledíme-li otvorem menším, máme mimo oční bod také ještě stanovené pole zorné a obě hlavní roviny.

**) Širší pojednání o této věci je obsaženo v mém článku „O perspektivě v 1. třídě realných škol“ v časop. „Škola a Život“ z r. 1872, seš. 8. a 9. —

Přip. k 2. vydaní. Tomuto před očima žáků se konajícímu vyvozování perspektivných zákonů dávám rozhodně přednost před oněmi již hotovými, každou důležitou větu již co vyvozenou znázorňujícími modely, jichž na světové výstavě Vídeňské nalézal se drahný počet.

V „Dodatku“ je řeč o modelech k perspektivnému kreslení zvláště se hodících. Modelům těmto, s nimiž jsem se seznámil ze spisu „Drawing models and their uses by J. D. Harding, London, Winsor and Newton,“ dávám z mnohých příčin přednost před krajinářskými, až do detailu provedenými, nerozkladnými modely Alexandra Dupuise a následovníků.

Ohledem toho, že se nalézáme nyní v přechodním stadiu ze staré míry délkové do métrické, užito v těchto „Základech“ měr obou.

Že spisek o perspektivě, jejž tímto českému učitelstvu a žactvu s vřelým přáním, aby jim k hojnému byl užitku, podávám, naskrze je původní, an jenom co do resultátů vědeckých může přiléhati k rozsáhlému dílu Tilšerovu, každý věci znalec brzo shledá, porovná-li jej s jinými spisy o tomto předmětě téhož objemu. Mám naději, že spůsob, jakým zde perspektiva je sjednána a který jsem během několika let v 1. škole realné vyzkoušel, i jinde se osvědčí. Budu ostatně velice tomu povděčen, když pp. kollegové svoje náhledy i zkušenosti ve věci té mi sdělí, abych v případu druhého vydání mohl, kde toho třeba, nápravu učiniti.

Nelze mi předmluvu skončiti, aniž bych zmínil se o tom, že při rýsování tabulek byl mi žák realných škol hradeckých, František Tomeš z Josefova, nápomocen, začež mu na tomto místě díky své vyslovuji.

V Hradci Králové, dne 3. března 1873.

Spisovatel.

Předmluva k 2. vydání.

Okolnost, že potřeba druhého vydání tohoto spisku nastala ještě téhož roku, v němž vyšlo vydání první, trvám nasvědčuje tomu, že jednak potřeba podobné knížky dávno a živě byla cítěna, jinak že spisek můj, ač mnohými zajisté vadami obtížen, požadavkům naň činěným alespoň poněkud vyhověl, čehož důkaz i v tom spatřiti lze, že již dvěma o to zakročivším ústavům úředně co výpomocná kniha byl schválen.

Při druhém vydání mého pokusu vidí se mi podotknouti, že na jedné straně potřeba nějakého spisku o perspektivě v nejnovější době ministerským nařízením ze dne 9. srpna 1873, jenž kreslení dle perspektivných zásad v celém nižším oddělení realných škol i gymnasií, jakož i v paedagogiích a měšťanských školách nařizuje, ještě vzrostla, na druhé straně ale, že spisek tento v druhém svém vydání, oproštěn byv všech mi povědomých vad, mírným požadavkům zajisté u větší ještě míře vyhoví, nežli ve vydání prvním.

Od této nové osnovy — dle níž nemusí se jako dříve celé učení o perspektivě jednou téměř na vždy již v 1. třídě odbýti, alebrž jenom počátky jeho, a ty krokem dost volným, — přislibujeme si pro perspektivu nejlepší zdar, jednak že bude na ni více času, jinak že nesnadnější její části s dospělejšími již žáky třídy 2. a 3. budou se moci probírati, čímž odstraněny všecky příčiny posavádního nezdaru tohoto učení ve školách našich.

Kdo porovná druhé vydání s prvním, shledá, že jsem na samém počátku přičinil nové odstavce dva. Stalo se to proto, že v žádné z kněh, jež v 1. třídě jsou v užívání, pojmy „měřických útvarů“ a „zobrazování vůbec“ nejsou tím způsobem vyměřeny, abych se k tomu mohl odvolati. — Věnoval jsem vůbec „Úvedení“ co největší péči, neboť na tom, aby jemu žáci důkladně porozuměli, nejvíce záleží; některé v něm odstavce jsem přepracoval, jiné, jež příliš stručnými byly shledány, jsem rozvedl.

Dlouho jsem byl na vahách, zdali nemám do „Uvedení“ za účelem výkladu vložiti několik obrazců. Obmezil jsem se konečně pouze na jeden, maje za to, že učitel, řídě se jím, ve všech případech, kde uzná toho potřebu, bude moci snadno na školní tabuli příslušný vysvětlující obrazec vykresliti. Tohoto spolupůsobení učitelů ale již v předmluvě k 1. vydání jsem se dovolával, neboť nebylo úmyslem mým sepsati knihu pro samouky.

V Hradci Králové, o vánocích 1873.

Spisovatel.

Uvedení.

O měřických útvarech.

Hledíce vůkol sebe na rozmanitá, v prostoru nás obklopujícím nalézající se tělesa, spatřujeme především, kterak se liší jedno od druhého tvarem, velikostí, polohou a barvou.

Z těchto vlastností těles závisí jenom poslední, totiž barva, na hmotě tělesa. Neboť je-li hmotou tělesa na př. křída, je barva jeho bílá, je-li tou hmotou ale uhlí, je barva jeho černá.

Mimo barvu, již smyslem zraku postřehujeme, lze, zvláště pomocí ostatních smyslů, na tělesech ještě jiné vlastnosti poznati, jež závisíce také výhradně jenom na jejich hmotě, fysickými přívlastky neb vlastnostmi těles se zovou.

Naproti tomu shledáváme, že ostatní tři vyjmenované vlastnosti těles, totiž tvar, velikost a poloha jejich, na hmotě těles jsou nezávislé, a nazýváme je vlastnosti měřické či geometrické.

Jednáme-li v měřictví o tělesech, odvracíme, jak známo, zraků svých od hmoty, a tedy i od oněch, na této závislých, tedy fysických přívlastků jejich. Jediným předmětem našeho vyšetřování jsou tu měřické vlastnosti těles t. j. zákony těchto se týkající. *) Předmětem měřického bádání nejsou tedy tělesa skutečná t. j. fysická, nýbrž tělesa pouze myšlená, z těles skutečných v duchu našem odvozená tím, že jsme z jejich vlastností vyloučili všecky, jež jedině hmotě přísluší, jako barva, tvrdost, chuť, tíže atd.

*) Z toho vychází, že v měřictví jedině o takových tělesech může se jednati, jichž měřické vlastnosti skutečně jakýmsi zákonům podléhají, které přesně stanoviti a větami pronésti lze.

Těleso, jež tímto způsobem v duchu našem vzniklo, nazýváme na rozdíl od těles skutečných tělesem *měřickým*.

Tělesem měřickým rozumíme dle toho *pouhou část prostoru*, již na všech stranách určitě omezenou si myslíme. *)

Při tělese měřickém lze tedy jednati jenom o *tvaru, velikosti* a *poloze* jeho.

Přihlížejíce k *tvaru* tělesa, máme, jak známo, na zřeteli *způsob*, jakým prostor jeho všestranně je omezen. Shledáváme tu buď *jedinou mez křivou*, jako na kouli, anebo mez skládající se z *několika částí* (stěn) *rovných* anebo *křivých*, jako na krychli, válci a j. Tyto meze těles nazýváme *plochy* a rozeznáváme plochy *křivé* a plochy *rovné* (roviny). Souhrn pomezných ploch tělesa sluje pak jeho *povrch*. — Meze těles t. j. plochy jsou zase (přímými anebo křivými) *liniemi* — které vždy dvěma rozličným částem povrchu náležejí a *hranami* se zovou — ukončeny, omezeny. — Mezemi těchto linií posléze jsou *body*, jež ve své vlastnosti co meze hran slují také *vrcholy* těles. — Dle tvaru dělíme tělesa na př. na pravidelná a nepravidelná, na kulatá a hranatá atd.

Majíce *velikost* tělesa posouditi, porovnáváme je s jiným tělesem, vyšetřujíce, které z obou větší část prostoru vyplňuje. Shledáváme tu, že těleso hlavně ve *třech* rozměrech v prostoru se rozkládá. Plochy těleso omezující mají pak rozměry jenom *dva*, linie rozměr *jediný*, kdežto body co meze linií postrádají všelikého rozměru.

Posuzujíce konečně *polohu* těles, přihlížíme k tomu, jak jest těleso v prostoru umístěno k tělesům jiným, jejichž místa známe.

Z tohoto výkladu, co plochy, linie a body jsou, plyne, že nalézáme je jenom na *tělesech*, nikde *o sobě*. Mluvíme-li v měřictví předce o bodu, linii a ploše samých o sobě — *samobytných* — tu si je od těles odloučené, s nich jaksi sňaté *představujeme*.

Myslíme-li si určité místo v prostoru beze vší velikosti a tvaru, při němž tedy pouze o *poloze* může býti řeč, jest tím stanoven *bod*, a sice bod *samobytný*, ne tedy na tělese se nalézající. Vyjdeme-li od tohoto bodu, můžeme v mysli i linii i plochu utvořiti *samostatně* t. j. aniž bychom museli od nějakého *tělesa* je odvozovati. Myslíme-li si totiž, že se onen bod dle určitého zákona v prostoru pohybuje, vytvoří *linii*

*) Užíváme-li v měřických naukách, kde ani o jiných nežli o *měřických* tělesech řeč býti nemůže, mluvíce o tělesech, předce někde — zdánlivě zbytečného — přívlastku „měřická,“ chceme tím vytknouti tělesa, jichž měřické vlastnosti jakýmsi zákonům podléhají (krychle, koule) a postaviti je naproti oněm, jež zvláště svým nezákonitým tvarem vynikají (houba, balvan).

(přímou anebo křivou). Pohybuje-li se zase tato linie dle jakéhosi určitého zákona, vznikne tím plocha (rovná či rovina anebo křivá).

I také měřické těleso takovýmto způsobem můžeme vytvořiti, předpokládáme-li, že omezená část nějaké plochy dle určitého zákona se pohybuje, a takto určitou částí prostoru prochází.

Buď tedy měřické těleso, plochu, linii a bod od hmotného tělesa odvozujeme, anebo je samostatně, vycházejíce od samobytného bodu, právě dolíčeným způsobem vytvořujeme.

Tomuto poslednímu způsobu, totiž samostatnému jich vytvořování, v měřictví z četných důvodů dává se přednost; a nazýváme proto bod, linii, plochu a měřické těleso společným jménem: měřické útvary. *)

O zobrazování vůbec.

Známo vůbec, jak důležité jsou prostředky, jimiž se vzbuzují a podporují u vědomí lidském představy nejen těles hmotných, když na ně bezprostředně nazírati nelze, nýbrž i útvarů měřických, jež bez toho jenom v duchu našem bytují.

Jedním a velmi důležitým ona tělesa a útvary znázorňujícím prostředkem je jejich zobrazování.

Zobrazování toto děje se na povrchu daných hmotných těles (na př. školní tabule, papíru, chrámové klenby) tím, že se na ten povrch místy přidává jisté hmoty (tuhy, křídy atd.), mající barvu, jež se liší od barvy povrchu tělesa daného, při čemž jest se řiditi určitými zásadami, směřujícími k tomu, aby takto proměněným oním povrchem byla v nás vzbuzena neb podporována představa toho, co bylo zobrazeno.

Onen povrch, na němž se zobrazování dělo, sluje nákresna. Obyčejně je to rovná část povrchu nějakého hmotného tělesa, a co taková ovšem omezena, na př. jedna strana školní tabule, papíru atd. To, co se zobrazuje, sluje předmětem zobrazování. Zobrazováním povstalá proměna nákresny sluje obrazem předmětu. **)

Obrazem bodu je tečka — hmotné to těleso, rozměrů ovšem velmi malých, vzniklé tím, že jsme se nákresny, na př. povrchu papíru, nějakou temnou, odbarvující hmotou (tuhou) dotkli. Podobně jest obrazem linie (hmotná) čára, obrazem

*) **Útvary** od **vytvořiti, utvořiti.**

) **Obrazcem (obr.) nazýváme jistou část nákresny, jež obyčejně několik obrazů co jeden celek pojímá. Obrazec 4. (tab. I.) obsahuje na př. obrazy svítilny, člověka a kříže. Může ale obrazec také obraz pouze jednoho předmětu obsahovati.

omezené plochy určitě omezená část nákresny; konečně obrazem tělesa, jelikož jeho omezení skládá se z ploch, obrazy těchto pomezných ploch, dle určitých zásad v jeden celek spořádané.

Rozličné způsoby zobrazování. Jaké zobrazování nazýváme perspektivným.

Nákresnou naší budiž omezená rovina (rovný povrch tabule, papíru). Majíce na ní nějaký předmět zobraziti, s dvojími setkáváme se případy. Buď nákresna onen předmět úplně může obsáhnouti čili nic. Chceme-li na př. na papíru zobraziti jednu stěnu krychle, lze to vykonati tím, že hmotou tuhy omezíme čtvercovou část nákresny, která je zrovna tak velká, jako ona stěna krychle. V tomto případu nákresna předmět, o jehož zobrazení se jedná, úplně mohla obsáhnouti. Zobrazování tohoto druhu lze si vykládati tím způsobem, že jsme, ovšem jenom v duchu, onu stěnu krychle, s tělesa ji sňavše, na nákresnu přenesli a do ní položili, při čemž se s ní úplně sjednotí. Takovýmto způsobem lze patrně zobraziti jenom útvary rovinné, t. j. takové, jež v jediné rovině se nalézají, jako ploché ornamenty a j.

Mají-li se však útvary prostorové, t. j. takové, jež nenalézají se v rovině jediné, jako tělesa, na rovné nákresně zobraziti, shledáme, že to nelze více vykonati způsobem předešlým. Těleso zajisté, byvši na nákresnu přeneseno a na ni položeno, vždy jenom s nějakou částí svého povrchu (krychle s jednou stěnou) s nákresnou se sjednocuje. Tuto v nákresně obsaženou část povrchu lze ovšem zobraziti způsobem předešlým; její obraz není však obrazem celého tělesa. Ani tím nevznikne obraz tělesa, když i ostatní části jeho povrchu zobrazíme jako onu jednu, kladouce je, jednu po druhé, jakkoliv vedle sebe na nákresnu, ač by se snad mohlo zdáti, že když tímto způsobem byly všecky části povrchu tělesa zobrazeny, tím i těleso samo je zobrazeno. Příklad to objasní. Krychle je omezena šesti shodnými čtverci. Kdybychom na nákresně vykreslili šest shodných čtverců vedle sebe, nebude to obraz krychle, nýbrž nejvýše její síť.

Z toho vychází, že zobrazování těles díti se musí způsobem jiným.

Zobrazování těles může se díti hlavně dle návodů dvou, které dle podmínek, jimž má hotový obraz hověti, podstatně od sebe se liší. Buď totiž jedná se o to, aby na obrazu mohly se bezprostředně měřiti hlavní rozměry zobrazeného tělesa, při čemž méně záleží na názornosti, anebo jest názornost obrazu předním požadavkem na obraz činěným, aniž by se jednalo o měření těch kterých délek. V prvém případu nalézá se na př. stavitel anebo strojník, který na základě obrazu (v stavitelství nazývá se plánem) má stavěti dům anebo shotoviti stroj. V druhém případu nalézá se vždy malíř, jenž chce svým obrazem názorně, živě před zraky naše uvésti ty které předměty; také ale často stavitel, chce-li pánu stavby, zvláště nezná-li se tento v stavitelských plánech, obrazem onen dojem vylíčiti, který stavení, dle jeho návrhu provedené, bude činiti. Tyto, jak vylíčeno, v podstatě velmi rozdílné účely vyžadují patrně vždy jiný způsob zobrazování. V následujícím budeme se zanášeti výhradně způsobem, jenž hoví účelu druhému, kterýžto způsob zobrazování sluje perspektivný. *)

Perspektivným obrazem nějakého předmětu nazývámeť takové jeho zobrazení, které na oko pozorovatele (je-li náležitě umístěno) činí takový dojem jako předměty zobrazené samy. **) Nauka, jednající o zákonech, podlé kterých takové obrazy se shotovují, sluje nauka o perspektivě, anebo krátce perspektiva.

Také perspektivné obrazy samy zhusta nazývají se perspektivy.

Kterak lze obdržeti perspektivný obraz nějakého předmětu?

Chceme-li nějaký skutečný předmět zobraziti, musíme jej především viděti. K tomu ale tré věcí náleží:

1.) Zdravé oko.

2.) Aby byl předmět osvětlen. Předměty jsou osvětleny buď přímým, buď rozptýleným světlem přirozeným (slunečným) anebo umělým (na př. od plamene svíčky pochodícím). Paprsky světla, dopadající na jednotlivé body povrchu těles, zde na všecky strany do prostoru se odrážejí. Abychom předmět viděli, třeba konečně

3.) aby odražené od předmětů světlo mohlo vniknouti do našeho oka, na jehož sítnici způsobí dojem, který vidění zprostředkuje.

Kdyby jen jediné z těchto tří podmínek vidění nebylo vyhověno, neviděli bychom předmětu. Je-li na př. oko slepé (sítnice necitelna), nevidíme ničeho, byť i oběma ostatním pod-

*) Od „perspicere“ — prohlížeti (skleněnou deskou).

**) Že obrazy předmětů skutečně mohou na pozorovatele činiti dojem jako předměty zobrazené samy, o tom mimo jiné svědčí známá anekdota o závodění slavných staořeckých malířů Zeuxisa a Parrhasia, z nichž prvý vyobrazil vinné hrozny tak dokonale, že ptáci se slétali, aby do nich klobali, kdežto druhý, vyobraziv roušku, i samého Zeuxisa oklamal, neboť tento, domnívaje se, že to rouška skutečná, jež obraz Parrhasiův zakrývá, žádal, aby ji odstranil, by na obraz mohl nazírati.

mínkám vidění bylo vyhověno. Rovněž nevidíme předmětů neosvětlených, nalézajících se na př. v tmavém sklepě, třeba bychom na ně nazírali okem zdravým a mezi nimi a okem žádné překážky nebylo. A konečně, kdyby i předměty byly osvětleny i oko naše zdravé, nevidíme jich, nalézá-li se mezi nimi a našim okem nějaká světlu neprostupná (neprůhledná) překážka (stěna). Držíme-li na př. konec svého prstu v přímé linii mezi okem a určitým bodem na nějakém předmětu, stane se nám tento bod neviditelným. Z toho plyne, *že paprsky světla, odrážející se od jednotlivých bodů povrchu osvětlených těles, vnikají do našeho oka v liniích přímých.* Vidíme pak přirozeně ony body povrchu na *týchž* liniích paprsků světla, jež z nich do našeho oka jdou, ale *směrem opáčným*, ve kteréž vlastnosti tyto paprsky světla slují paprsky *zřecí* čili *zorné*. Svazek všech paprsků zorných, jdoucích z našeho oka k viditelným bodům povrchu nějakého tělesa, jest podle toho, zdali ono těleso kulaté anebo hranaté, omezen plochou kuželovou anebo jehlancovou, která onoho tělesa se všech stran se dotýká. Linie, podle které se to dotýkání děje — *dotyčná linie* — dělí povrch těles v část *viditelnou* a *krytou*. Kdekoli v perspektivě o tomto svazku zorných paprsků bývá řeč, nazývá se krátce *zorným kuželem* (ač podle právě řečeného týmž právem i o zorném *jehlanci* by se mohlo mluviti). Protože naše předmětů vidění jedině tímto kuželem zorným se zprostředkuje čili děje, *závisí tedy dojem, jaký ony předměty na naše oko působí, jedině na tomto kuželi.*

Myslíme-li si mezi svým okem a předmětem, na nějž nazíráme, svislou rovinu průhlednou*), již lze znázorniti skleněnou deskou, budeme moci na desce vytknouti body, které oku kryjí ty které body na předmětu. Dva a dva ze sdružených těchto bodů nalézají se na přímé linii, vedené z oka k oněm bodům na předmětu, čili na příslušném jim paprsku zorném. Z těchto dvou bodů nazývá se onen, jenž je na desce, *průmětem* bodu druhého, na předmětu se nalézajícího. Není tedy průmět tento nic jiného, nežli průsečík příslušného paprsku zorného s touto deskou.

Myslíme-li si nyní předmět odstraněný, oko a desku ale v nezměněné poloze původní, stanoví každý jednotlivý bod na desce *tentýž* paprsek zorný, jako onen bod na předmětu, s nímž se nalézal na tétéž přímé, okem procházející linii. Stanoven tedy těmito průměty a okem *tentýž* svazek paprsků zorných čili kužel zorný, jako předmětem samým a okem.

*) Při rovině, co útvaru měřickém, nelze ovšem mluviti o *průhlednosti*, jež je příznakem *hmoty*. Činíme-li to předce, děje se to k vůli usnadnění výkladu toho, jak vzniká persp. průmět.

Protože tedy zorný kužel odstraněním předmětů se nezměnil, dojem ale, jaký naše oko pociťuje, jedině na tomto kuželi závisí, vznikne v oku při pozorování tohoto průmětu tentýž dojem jako při pozorování předmětu samého.*) Průmět touto vlastností se honosící nazývá se průmět perspektivný.

Při tom mlčky se předpokládá, že oko, pohlížející na průmět, v témž nalézá se místu, v němž bylo, když průmět vyloženým způsobem se sestrojoval. Kdyby v tomto místu nebylo, pak by ovšem jiného nežli pravého doznalo dojmu, protože by zorný kužel, na němž dojem závisí, docela byl jiný.

Svislá rovina, kterou jsme průhlednou, skleněnou deskou sobě jenom znázornili, a již si mezi okem a předmětem, o jehož zobrazení se jedná, musíme pouze představovati, nazývá se rovina průmětná čili průmětna.

Přirozená jest otázka, proč, chtějíce na skutečné rovině, totiž naší nákresně, shotoviti obraz nějakého předmětu na př. tělesa, dříve nové, myšlené roviny, totiž průmětny, užíváme? Nestalo se to za jinou příčinou, než že, nemohouce těleso co útvar prostorový v celé jeho rozsáhlosti tak do nákresny položiti, aby se s ní úplně sjednotilo, byli jsme nuceni z útvaru prostorového odvoditi dříve útvar rovinný, kterýžto ovšem pak, na nákresnu byv přenesen, v celé své rozsáhlosti s ní se sjednotí. Tímto útvarem rovinným, z útvaru prostorového odvozeným, jest ale právě perspektivný předmětu průmět. Nezbývá tedy nic jiného, než tento průmět — přechodem z průmětny na nákresnu — na tuto přenésti, překresliti, čímž konečně obdržíme vlastní perspektivný předmětu obraz.

Má-li naše oko vzhledem tohoto obrazu takovou polohu, jakou mělo vzhledem průmětu, bude dojem obrazem v oku vzniklý totožný s oním, jenž v oku vznikne při pozorování průmětu, a tedy konečně shodný i s oním, jehožto původem je předmět sám. Toť ale obrazu tohoto účelem. **)

Co onou polohou rozumíme, již oko vzhledem obrazu, který pozoruje, míti musí, následujícím příkladem objasníme: Nalézá-li se krychle zrovna ve výši našeho oka, bude i její průmět v této výši se nalézati. Chtějíce tedy obraz krychle s pravého hlediště pozorovati, nesmíme jej držeti pod anebo nad okem, nýbrž zrovna ve výši oka.

---

*) Zde přihlížíme jenom k obrysu průmětu, stínu a barvy předmětů si nevšímajíce.

**) Mluvíme zde i doleji pořád jenom o oku jednom, ostatně kterémkoli, protože obraz jenom pro jedno oko sestrojiti můžeme, nikoli však jediný pro obě oči zároveň. Z toho plyne, že na perspektivný obraz také jenom jedním, buď levým anebo pravým, příslušně umístěným okem hleděti máme, což někdy skutečně činíme, přimhuřujíce anebo zakrývajíce oko druhé, chceme-li dojem obrazu co nejvíce přiblížiti dojmu od předmětu. Proto však netřeba se domnívati, že by pozorování obrazu oběma očima zároveň dojem onen valně rušilo.

Ačkoli tento způsob získati perspektivný obraz nějakého předmětu co do svých výkonů jeví se býti velmi jednoduchým, nelze jej předce v každém případu užiti. Předně je zajisté skutečné užívání průhledné (skleněné) desky co zástupce perspektivné průmětny nepohodlné, ba mnohdy i nemožné, jako v tom případu, když ono místo, s kterého bychom předmět rádi zobrazili, není nám přístupné. Jiná, neméně vážná nehoda tohoto způsobu shotovování perspektivných obrazů záleží v tom, že jej lze užiti jenom při předmětech skutečných; kreslíváme však také předměty, jež si pouze představujeme, na př. dům, který se má teprv stavěti. Pátráno tudy po zákonech, vedlé nichž, bez užití průhledné desky, rovněž správné perspektivné obrazy předmětů buď skutečných neb myšlených hned na nákresně by se shotoviti mohly. Dříve však nežli k nim přistoupíme, třeba seznámiti se s naším okem co ústrojím vidění; zejména ukážeme, jaký vliv má zařízení jeho na zákony perspektivného zobrazování.

O ustrojení našeho oka.

Víme všickni ze zkušenosti, že chceme-li nějaký předmět klidným okem (t. j. aniž bychom jím otáčeli) a bez namahání (jež by za nedlouhý čas unavení oka za sebou táhlo) celý přehlédnouti, musíme postaviti se do jisté vzdálenosti od něho, anebo, což jedno, musíme předmět do této vzdálenosti posouvnouti. Výjev tento má příčinu svou v ústrojnosti našeho oka.

Oko naše jest dutá rohová koule, která se v očním důlku svaly otáčí. Vnějšek oka jest na silněji vydutě části přední *ce'* (obr. 1.) pokryt blanou průhlednou, která rohovka slove; s ní se pojí pak bílá neprůhledná blána, která ostatní větší část povrchu oka pokrývá. Tam, kde se bílá blána s rohovkou spojuje, sáhá do vnitř oka věneček tenkých vláken *b*, tak zvaná duhovka, v bílém poli u prostřed oka do kruhu rozvinutá a u rozličných lidí rozličně zbarvená. Ona jest neprůhledná a u prostřed otvorem, který zřítelnice (pupilla) slove, opatřena, kde paprsky světla do vnitř oka průchod mají.

Uvnitř oka přiléhá těsně k duhovce dvojvypuklá průhledná čočka *a*, která dělí přední prostor oka (I) zcela od zadního (II). Oba tyto prostory jsou naplněny rozdílnými, průhlednými tekutinami. Uvnitř oka, u *d*, rozprostírá se co jemná síť tak zvaná sítnice, která s mozkem pomocí zrakových nervů *f* souvisí.

Světlo od předmětů, na něž hledíme, vycházející, vniká rohovkou a mokem v předním prostoru oka skrze zřítelnici do čočky oční, v jejímž jednom bodu vnitřním *c* — v bodu očním — paprsky světla se scházejí. Odtud jdou pak mokem v druhém prostoru oka dále, až dopadnou na velmi citlivou sítnici, kterýžto dojem mozku se sděluje, čímž vzniká vidění.

Předpokládáme zde oko **zdravé**. Je li ale na př. rohovka neprůhledna anebo sítnice necitliva, pak ovšem o vidění řeči býti nemůže.

Mluvíce v perspektivě o oku, míníme vždycky bod oční. Všecky zorné paprsky, jež zřítelnicí na venek jakoby vysíláme, z něho vycházejí. Z těchto zorných paprsků tvoří ony, jež procházejí jednotlivými body kružnice, zřítelnici omezující, přímou, kruhovou plochu kuželovou, jejímžto vrcholem je tedy bod oční. Tato plocha kuželová, jež všecky zorné paprsky, které z oka mohou vycházeti, objímá, má určitý a při všech lidech stejný tvar, závislý jednak na vzdálenosti bodu očního od zřítelnice, jinak na poloměru této. Přímá linie, vedená bodem *c* a středobodem zřítelnice, jest osou této plochy a nazývá se **osou oční**.

Máme-li předměty **klidným** okem a bez **namahání** přehlédnouti, musí se, jak patrno, **celé** nalézati uvnitř této plochy kuželové. Nalézají-li se mimo ni, nevidíme jich, protože žádný ze zorných zřítelnicí vycházejících paprsků jich nestihne. Chceme-li předměty takové předce viděti, musíme buď oko namáhati (zvětšiti zřítelnici) anebo je v tu stranu, kde se nalézají, otočiti, což ovšem při kreslení dělati se nesmí.

Prostor, obejmutý touto plochou kuželovou, nazývá se **zorné pole**, protože všecky předměty, jež se v něm nalézají, nejsou-li jinými před nimi kryty, jsou oku viditelny. Znázorníme-li si tedy přímkou *mn* nějaký předmět, nevidíme ho **celý**, protože části jeho při koncích *m* a *n* nalézají se mimo zmíněnou plochu kuželovou. Chceme-li předmět **celý** přehlédnouti, musíme jej buď vzdáliti na př. do polohy $m'n'$ aneb $m''n''$, buď sami od něho dále se postaviti. Tím přichází předmět do pole zorného, a stává se celý viditelný. Je-li předmět *op* větších rozměrů nežli *mn*, musí se patrně dále od oka pošinouti nežli tento.

Z toho vychází, že vzdálenost, s jaké na předmět, máme-li jej **celý** viděti, pohlížíme, závisí na jeho **velikosti**. A tu — vyšetřováním tvaru oné zorné pole stanovící plochy kuželové — dokázáno, že tato vzdálenost musí rovnati se **nejméně půldruhému největšímu rozměru** předmětu, na nějž pohlížíme.*) Abychom tedy člověka obyčejné výšky 5′ celého pře-

*) Jak bedlivým zkoumáním vzdálenosti bodu očního *c* od zřítelnice a jejího poloměru se našlo, uzavírají přímé povrchové linie plochy kuželové, těmato dvěma řídícíma útvary stanovené, s osou oční úhel 20°. Přichází-li předmět, jehož největší rozměr budiž (obr. 1.) $m'\,n' = R$, právě do oné plochy kuželové, stanovící pole zorné, najde se vzdálenost jeho *D* od oka *c* z rovnice

$$D = \frac{1/_2\,R}{\text{tang } 20^0} = \frac{1/_2\,R}{0\cdot3640} \doteq 3/_2\,R \doteq R + 1/_2\,R,$$

jak tvrděno bylo.

hlédli, musíme se dle toho postaviti od něho do vzdálenosti $5' + \frac{1}{2}.5' = 7\frac{1}{2}'$. Čím je tato vzdálenost větší, tím lépe předmět lze přehlédnouti. To platí ovšem jen do jistých mezí. Vzroste-li na př. vzdálenost předmětů až na 3000násobný největší jejich rozměr, ztrácejí se našemu zraku. —

Jsou-li předměty malé, může se státi, že tato nejmenší vzdálenost sklesne pod 8 palců (aneb 22 centimétrů), což je tak zvaná prostřední dálka vidění (pro oko zdravé).*) V tomto případu musíme předměty posouvnouti od našeho oka dále, než obnáší největší rozměr jejich vzatý půldruhékráte, a sice nejlépe až právě do dálky zřetelného vidění 8″.

Prostor, který jsme nazvali zorným polem, počíná tedy teprvé ve vzdálenosti 8″ od oka.

Který paprsek zorný nazýváme hlavním?

Vodorovný paprsek zorný, jdoucí středobodem zřítelnice, sluje paprsek hlavní. Sjednocuje se tedy s osou oční, a je kolmý k rovině našeho čela, lze-li o takové vůbec mluviti. Zřecí paprsky, ležící poblíž paprsku hlavního, mají největší sílu zřecí, a proto, je-li nám to možno, aniž bychom oko nahoru neb dolů museli otočiti, snažíme se na předměty hleděti přímo, t. j. aby buď ležely zrovna na hlavním paprsku anebo nedaleko od něho.

O rovinách hlavních.

Protože při perspektivném zobrazování předmětů velmi mnoho na tom záleží, abychom mohli dokonale posouditi polohu, jakou mají ty které předměty, o jichž zobrazení se jedná, k oku našemu, volíme si dvě roviny myšlené, procházející hlavním paprskem (a tedy i okem), z nichž jedna je vodorovná či horizontálná a druhá svislá či vertikálná. Ve spisech o perspektivě jednajících bývá obyčejně těchto cizích názvů užíváno. Hlavní paprsek je patrně průsečnicí obou těchto rovin. Protože tyto roviny ze všech, jež paprskem hlavním lze položiti, jsou nejdůležitější, nazývají se hlavní. První z nich slove hlavní rovina *horizontálná*, druhá hlavní rovina *vertikálná*. K těmto dvěma rovinám, jež pro každého z nás dělí prostor kolkolem nás obklopující na 4 části, vztahujeme polohu každé-

*) Tato dálka jest totiž pro jasné vidění nejpřiměřenější; zdravé oko v té dálce vidí nejlépe na čtení, aniž by delším trváním tohoto značně se unavilo. Pro oko krátkozraké je tato dálka příliš velká, pro oko dalekozraké příliš malá.

ho předmětu. Některý předmět nalézá se na př. celý pod mou hl. rovinou horizontálnou a na pravo od mé hl. roviny vertikálné. Jiný pouze z části pod mou hl. rovinou horizontálnou, ale celý na levo od mé hl. roviny vertikálné. Třetí zase nalézá se po obou stranách obou mých rovin hlavních, t. j. můj paprsek hlavní jím prochází.

Dobře bude, vycvičí-li se žáci na předmětech ve škole v takovémto posuzování polohy předmětův k oku jednoho každého z nich, při čemž ovšem musí se na to upozorniti, že žádný nesmí ani okem, ani celou hlavou točiti.

O rovině základní či předmětné.

Předměty, jež se zobraziti mají, buď skutečně na nějaké vodorovné rovině spočívají anebo můžeme si takovou rovinu mysliti, na níž by spočívaly (anebo k níž bychom alespoň polohu jejich vztahovali.) Rovina tato, vždycky pod hlavní rovinou horizontálnou ležící,*) s níž je patrně rovnoběžná, zove se rovina základná aneb předmětná. Nalézá-li se na této rovině takovýchto předmětů více, říkáme, že ony, jež jsou nám nejbližší, jsou v popředí, které jsou nejvzdálenější, že jsou v pozadí, a jež leží mezi těma, že jsou v prostředí.

Bližší stanovení běhu průmětny, jakož i její polohy k předmětům, jež chceme zobraziti.

Bylo již o tom mluveno, že si průmětnu představujeme svislou mezi okem a předmětem. V tom ale není ještě dosti určitosti. Jednak mohou svislé roviny míti rozličný běh, jinak zase poloha průmětny může býti rozličná, neboť může průmětna tu oku, tu předmětům býti bližší. Běh její bude úplně stanoven, pravíme-li, že se volí vždy kolmo na hlavní paprsek, tedy rovnoběžně s rovinou našeho čela. — Ohledem polohy její mezi okem a předmětem snadno poznáme, že, je-li průmětna předmětu bližší, bude jeho perspektivný průmět větší, nežli když je průmětna od předmětu vzdálenější. Nebo tento perspektivný průmět, nejsa nic jiného, než menší půdice průmětnou zkomoleného kužele zorného, stává se tím větší, čím více sekoucí rovina, zde průmětna, vrcholu kužele, t. j. oka, se vzdaluje. Je-li průmětna přímo u předmětu, t. j. dotýká-li se jej, bude průmět ve skutečné velikosti předmětu. Chceme-li zobraziti předmět jen jediný, myslíme si obyčejně průmětnu přímo u předmětu, aby jeho průmět byl pokud možno největší a nejzřetelnější. Je-li před-

*) To sice z toho důvodu, aby předměty, na základně spočívající, nebyly jí samou kryty, což by nastalo, kdyby základnou byl rovný povrch hmotných těles.

mětů, jež chceme zobraziti, více za sebou, myslíme si průmětnu postavenu přímo před oním předmětem, jenž je z nich nám nejbližší, čili jak se říká, „který chceme dáti do popředí.“

Příklad. Kdyby bylo více lidí v rozličné vzdálenosti za sebou, tedy by člověk nám nejbližší, kdybychom si průmětnu myslili přímo před ním, měl perspektivný průmět zvýši 5'. Člověk za ním, jemu nejbližší, měl by průmět menší atd., nejzadnější měl by průmět nejmenší. Naopak lze z nestejnosti průmětů stejně velkých lidí na rozličnou jejich vzdálenost souditi.

Hlavní bod. Dálka oka od průmětny.

Bod, v němž hlavní paprsek seče průmětnu, nazývá se **bod hlavní** čili **centrálný** a označuje se obyčejně písmenem *c*. Část hlavního paprsku mezi tímto bodem a okem, udávající jak je oko naše od průmětny vzdáleno, nazývá se **dálka** čili **distancí oka** od průmětny.

O hlavních liniích a linii základné.

Obě hlavní roviny protínají průmětnu v **přímých liniích**, též **hlavních**, z nichž jedna je vodorovná čili horizontálná a druhá svislá čili vertikálná.

Počátečných písmen těchto cizích názvů užijeme pro označení oněch linií, a sice H pro hlavní linii horizontálnou a V pro hl. l. vertikálnou. Protože obě roviny hlavní procházejí hlavním paprskem, budou obě linie hlavní procházeti průsečíkem jeho s průmětnou, tedy hlavním bodem *c*. Tím povstane na průmětně kříž ze dvou na sobě kolmých linií přímých, jenž se nazývá **základní kříž** perspektivného průmětu.

Průsečnice roviny základné s průmětnou je patrně rovnoběžná s hlavní linií horizontálnou, a bude se nalézati vždycky **pod** ní. Průsečnici tuto budeme nazývati **linií základnou** a označovati Z.

O poloze průmětů k hlavním liniím.

Nalézá-li se nějaký předmět **celý nalevo od hl. roviny** vertikálné, nalézá se na této její straně také **celý** kužel paprsků zřecích, jímž předmět vidíme. Za tou příčinou bude se také perspektivný průmět předmětu **celý** nalézati **na levé** straně hl. **linie** vertikálné. Nalézá-li se předmět **celý nad hl. rovinou** horizontálnou, bude **celý** průmět jeho **nad hl. linií** horizontálnou atd. Lze tedy vysloviti větu: **Touž polohu, jakou mají předměty k hlavním rovinám, mají jejich perspektivné průměty k hlavním liniím.**

Nalézá-li se naopak průmět na pravo od hl. linie vertikálné a pod hl. linií horizontálnou, jaká jest poloha předmětu vzhledem obou hlavních rovin?

Čím je stanovena poloha oka k průmětně?

Pravili jsme, že odstraníme-li předmět, způsobí jeho perspekt. průmět v našem oku zrovna takový dojem, jako by ten předmět ještě za průmětnou byl, jen když oko, průmět pozorující, vpravíme do též polohy, v jaké tehdy bylo, když průmět sestrojoval se. Nastane přirozeně otázka, co k tomu náleží, abychom mohli v prostoru před průmětnou najíti právě onen bod, z kterého oko na průmět hleděti músí? K tomu stačí znáti 1.) polohu hlavního bodu a 2.) dálku oka od průmětny. Myslíme-li si totiž v hlavním bodu vztýčenu kolmici k průmětně, a přeneseme-li na ni, od hlavního bodu počínaje, směrem před průmětnu danou dálku, obdržíme polohu oka, odkud ono na průmět hleděti musí.

Průmětnu myslíme si omezenou.

Ačkoliv průmětnu jako každou rovinu můžeme si představiti neomezenou, nicméně v příčině zobrazování myslíme si ji rozličným způsobem omezenou. Protože totiž, jak bylo na jiném místě vyloženo, s průmětny na nákresnu musí se přejíti, nákresna ale vždy je omezena, bude za příčinou tohoto přechodu dobře představovati si také průmětnu co omezenou. Omezení nákresny jest nám někdy dáno (na př. při obrazech, jež mají vyplňovati určité části povrchu stěn), obyčejně si je ale volíme. V obou případech bývá ale nákresna nejčastěji omezena obdélníkem, čehož se také zde napořád budeme přidržovati.*) Obdélníku tomuto odpovídá v naší představě na průmětně určitý obdélník stejného tvaru, jehožto půdice volívá se s výhodou na základní linii Z. —

Tvar tohoto, na průmětně myšleného obdélníka (a tím samým i tvar obdélníka, jímž nákresnu omezíme) řídí se poměrem jednotlivých rozměrů předmětu, o jehož zobrazení se jedná. Je-li to na př. věž, bude tedy výška tohoto obdélníka značně větši nežli šířka.

Velikost a poloha obdélníka na průmětně řídí se pak tím, aby celý průmět do něho se vešel a byl v něm slušně umístěn, zrovna tak, jak chceme, aby to potom bylo na nákresně. —

Obrazec na stránce 15. znázorňuje vzájemnou polohu všech oněch měřických útvarů, o nichž až posud v příčině sestrojení

*) Někdy se také nákresna omezuje křivočaře: kružnicí (při tak zvaných medaillonech) anebo ellipsou (na př. při fotografiích).

perspektivného průmětu řeč se vedla. Obdélník $u\,v\,x\,y$, jímž průmětnu myslíme si omezenou, jest znázorněn kosodélníkem $u\,v\,x\,y$. V bodu o nalézá se oko. Kolmice oc, z něho na průmětnu vedená, je tedy hlavním paprskem. Její stopa na průmětně c je bod hlavní čili centrálný. Úsečka oc hlavního paprsku udává dálku oka od průmětny. Dále tu znázorněny částě obou hlavních rovin, a sice kosodélníkem část roviny horizontálné a obdélníkem část roviny vertikálné; také vyznačeny jejich průsečnice H a V s průmětnou, — hlavní to linie. Znázorněna také část roviny základné, na jejíž průsečnici s průmětnou, základní to linii Z, zvolena spodní strana xy obdélníka, průmětnu omezujícího. Na rovině základné, přímo za průmětnou, položen přímý, kruhový válec $m\,n\,o\,p$ co předmět perspektivného zobrazování. Znázorněny také čtyři zorné paprsky om, on atd., z nichž každý leží v jiné z oněch čtyř částí prostoru, jež oběma hlavníma rovinama vzniknou. Konečně také vytknut perspektivný průmět válce $m_p\,n_p\,o_p\,p_p$, při čemž užito přípony p co počátečného písmena slova „průmět“ k označení průmětu toho kterého bodu.

Aby obrazec nabyl co největší názornosti, předpokládány všecky roviny co neprůhledné a šetřeno u vytahování všech čar toho, zdali odpovídají liniím viditelným anebo krytým.

Přechod z průmětny na nákresnu.

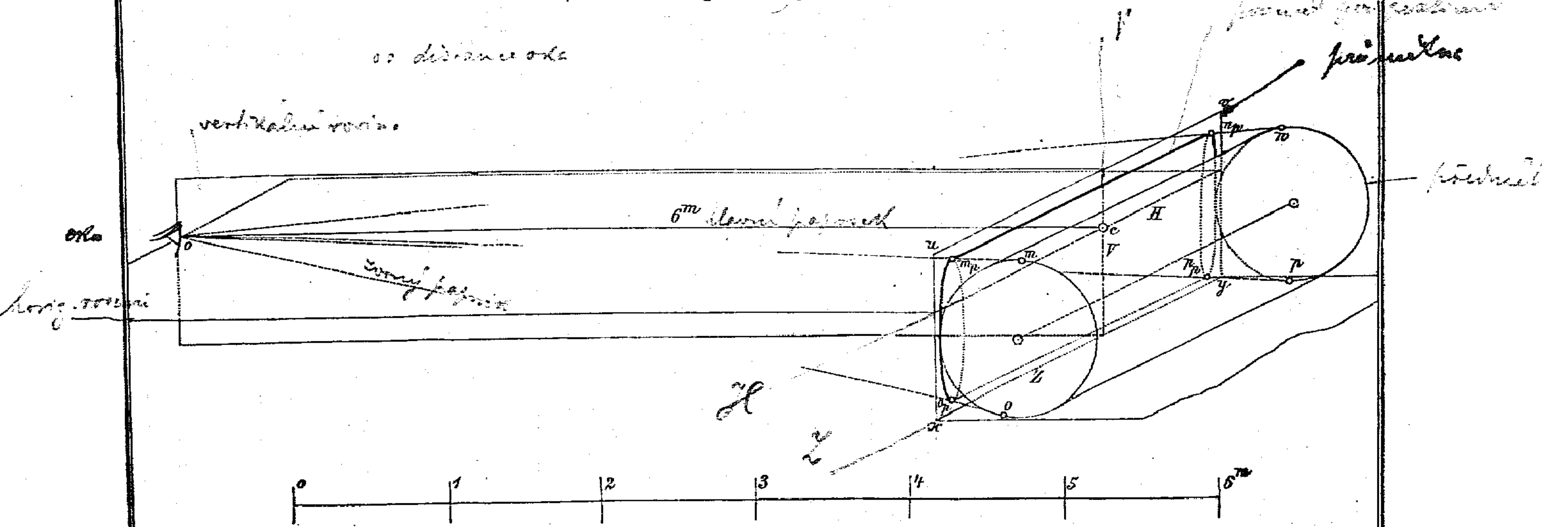
Obdélník, jímž je nákresna omezena, jest obrazem obdélníka $u\,v\,x\,y$ (viz obrazec na str. 15.), průmětnu omezujícího, a označen proto (obr. 2., tab. I.) $u_0\,v_0\,x_0\,y_0$, volíme-li příponu o co počátečné písmeno slova „obraz“ k vyznačení obrazu toho kterého útvaru. Uvnitř něho nalézá se obraz předmětu.

Jsou-li obdélník tento a obraz v něm shodny s odpovídajícími jim útvary na průmětně, konal se přechod z průmětny na nákresnu v měřítku skutečném. Tento případ — ovšem nejjednodušší — může ale nastati jen zřídka, protože nákresna nebývá k tomu dosti veliká. Obyčejně se děje tento přechod na základě měřítka zmenšeného; jsouť pak útvary nákresny oněm na průmětně pouze podobny.

Je-li na př. předmět, o jehož zobrazení se jedná, zvýší jednoho a zdéli dvou métrů, jako válec v obrazci na str. 15., a nalézá-li se (na rovině základné) přímo za průmětnou, bude jeho průmět míti tytéž rozměry.*) Kdybychom chtěli míti obraz ve skutečné velikosti, musila by býti nákresna alespoň 1^m vysoká a 2^m dlouhá. Je-li ale delší strana (obdélníkem omezené) nákresny buď rovna 1 decimétru (tedy 20té části

*) Jenom výška průmětu byla by zde nepatrně menší než 1^m.

Obrazec k odstavcům: „Průmětnu myslíme si omezenou“
a „Přechod z průmětny na nákresnu.“



dvou métrů) anebo jen o něco málo delší, pak musí se udělati obraz 20krát menší nežli průmět, aby se vešel na nákresnu.

Při tomto přechodu s průmětny na nákresnu v měřítku 20krát menším nesmíme však přestati jenom na zmenšení (ovšem v mysli vykonaném) všech délek na průmětně (úhly svou velikost při tom nemění), nýbrž musíme v tom samém poměru, tedy zde 20kráte, zmenšiti také dálku, z jakéž oko na obraz pohlížeti musí.

V obdélníku nákresny $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$ (obr. 2.), jehož strany obnášejí něco málo přes 1 a $^1/_2$ decimétru, musíme nejprvé v též poloze ku jeho stranám, v jaké se nalezají hlavní linie H a V ke stranám obdélníka $u\ v\ x\ y$ na průmětně (viz obr. na str. 15.), vyrýsovati jejich obrazy: hlavní přímku horizontálnou H_0 a hlavní přímku vertikálnou V_0. Průsečík jejich, jenž je patrně obrazem hlavního bodu c, nazývá se hlavní tečkou a označuje se c_0.

V obdélníku $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$ bude se nalézati 20kráte zmenšený obraz $m_0\ n_0\ o_0\ p_0$ předmětu, a sice v též poloze ku hlavním přímkám a hlavní tečce, v jaké byl jeho průmět k hlavním liniím a hlavnímu bodu.

Vztýčíme-li v bodu c_0 kolmici na nákresnu, a přeneseme-li na ni 20kráte zmenšenou dálku oka od průmětny, stanovili jsme polohu oka pro pozorování obrazu. Zvolíme-li v tomto příkladu vzdálenost oka od předmětu rovnu trojnásobnému největšímu jeho rozměru (délce = 2^m) a průmětnu přímo u předmětu, obnáší dálka oka od průmětny 6^m; dálka oka od nákresny bude potom 30 centimétrů (tedy ještě větší nežli prostřední dálka vidění, pod niž sklesnouti nesmí, má-li oko celý obraz dobře viděti).

Že oko, takto umístěné, dozná při pozorování obrazu téhož dojmu, jako když v příslušné dálce (zde 6^m) pozorovalo předmět samý anebo jeho průmět, lze takto dokázati: Protože při tomto přechodu s průmětny na nákresnu jenom délky se zmenšily, nikoli však úhly mezi jednotlivými liniemi, můžeme si představovati, jakoby obdélník $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$, nákresnu omezující, s nalézajícím se v něm obrazem předmětu povstal tím způsobem, že obdélník $u\ v\ x\ y$, průmětnu omezující, s nalézajícím se v něm průmětem předmětu nehybnému oku se blížil, a sice každý jejich bod na svém paprsku zřecím tou měrou, aby všecky body byly vždy v jedné rovině, při čemž obdélník $u\ v\ x\ y$ i průmět pořád se zmenšují, až konečně, je-li vzdálenost jejich roviny od oka rovna dálce oka od nákresny, mají touž velikost, jakou má míti obdélník nákresny a obraz v něm. V našem příkladu, aby se oboje 20krát zmenšilo, musily by se oku přiblížiti na vzdálenost 20krát menší nežli je dálka oka od průmětny. Protože nazíráme na průmět i útvar, z něho přiblížením jeho k oku vyvozený, t. j. na obraz, t ý m i ž paprsky zornými, musí dojem v oku, způsobený o b r a z e m, shodovati se tedy s dojmem, jaký na naše oko činí průmět a konečně tedy i předmět sám.

O předběžných výkonech perspektivného zobrazování.

V jednom z předcházejících odstavců bylo již praveno, že jedná-li se o to, shotoviti perspektivný obraz nějakého předmětu, neužívá se onoho způsobu, dle něhož dříve na rovném, průmětnu zastupujícím povrchu průhledného tělesa, na př. skleněné desky, průmět onoho předmětu vykreslíme, jejž by pak bylo pouze třeba na nákresnu přenésti, překresliti. Učíť nás perspektiva obrazy předmětů i h n e d na nákresně sestrojovati, při čemž průmětnu, co nezbytného prostředníka mezi předmětem a nákresnou, pouze si p ř e d s t a v u j e m e, průmět tedy jenom v m y s l i sestrojujeme.

Vlastnímu sestrojení perspektivného obrazu musí však několik výkonů předcházeti, jimiž z á k l a d o b r a z u se stanoví. Chtějíce je vytknouti, vyjděme od toho, co nám při každém zobrazování musí býti d á n o. Předně je dán p ř e d m ě t, t. j. my jej dokonale z n á m e, nechť je s k u t e č n ě před námi anebo si jej jen p ř e d s t a v u j e m e. Mimo předmět jest ještě dána n á k r e s n a, obyčejně listem papíru určité velikosti. Z těchto dvou daných věcí hlavně musíme onen z á k l a d o b r a z u stanoviti.

1). V y k r e s l í m e na n á k r e s n ě a s i c e u p r o s t ř e d n í o b d é l n í k $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$, jehož v e l i k o s t řídí se velikostí její, t v a r ale — jak hořeji bylo vyloženo — tvarem předmětu, t. j. výška obdélníka $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$ musí se míti k jeho šířce, jako výška předmětu k šířce tohoto. Příklady toho poskytují obrazce *16.* a *20.*; v prvém převládá výška, v druhém šířka obdélníka nákresnu omezujícího.

2). V o b d é l n í k u $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$ v y k r e s l í m e o b ě d v ě h l a v n í p ř í m k y H_0 a V_0, čímž je také h l a v n í t e č k a c_0 stanovena.*) Jak je v obdélníku umístíme, řídí se dle polohy předmětu k oběma hlavním rovinám, jakož i tou vlastností každého p ě k n é h o obrazu, že musí býti slušně ve středu nákresny umístěn.

Obyčejně závisí jenom na nás, jak tuto polohu předmětu k oběma hlavním rovinám zvolíme. Při tom řídíme se tím, jaké stěny předmětu chceme co viditelné zobraziti. Dejme tomu,

---

*) Na tomto místě budiž podotknuto, že není přirozeno voliti hlavní tečku m i m o nákresnu (vyjímaje případy, kde místní poměry přímo toho vyžadují.) Neboť kdo nějaký obraz pozoruje, postaví se vždycky p ř e d něj, ne stranou, a tomuto přirozenému stanovisku musíme již n a p ř e d zvolením hlavní tečky uvnitř nákresny vyhověti.

že by to byla hoření, přední a pravá stěna nějaké krychle. Za tím účelem musíme krychli tu buď skutečně anebo v duchu uvésti do takové polohy, aby byla pod naší hl. rovinou horizontálnou a na levo od naší hl. roviny vertikálné. Protože obrazy mají touž polohu k hlavním přímkám, jako předměty k soujmenným hlavním rovinám, bude obraz krychle nalézati se pod přímkou H_o a na levo od přímky V_o. Aby přišel asi do středu obdélníka $u_o\ v_o\ x_o\ y_o$, musíme tedy H_o voliti něco nad středem a V_o něco na pravo od středobodu tohoto obdélníka. — Kdyby měla v obrazu býti viditelna pouze dolení a přední stěna krychle, musíme si ji mysliti nad hl. rovinou horizontálnou a po obou stranách hl. roviny vertikálné. Aby obraz krychle přišel do prostřed obdélníka, vykreslíme H_o hodně nízko a V_o zrovna uprostřed. — Zobrazujeme-li předměty, jimiž nelze posouvati, jako onou krychlí, nýbrž které jako pomníky, domy, podlahy a j. k naší hl. rovině horizontálné při obyčejném našem stanovisku mají vždy touž polohu, řídíváme se touto při volbě přímky H_o, protože jest to přirozeno. Z tohoto důvodu volíme při zobrazování domů přímku H_o blízko přímky základní Z_o, jak to lze viděti na př. v obr. 21. Při zobrazení parketové podlahy (obr. 11.), na niž hledíme vždycky s výšky, zvolena zase přímka H_o vysoko. — Při volbě přímky V_o vedou nás zase jiné úvahy, na př.: Kdybychom chtěli vyobraziti nějakou světnici (obr. 22.) — jejíž jednu stěnu si myslíme odstraněnou, abychom mohli z příslušné vzdálenosti do ní hleděti — nevolíme hl. přímku vertikálnou V_o zrovna u prostřed, protože obrazy obou postranných stěn by byly stejné, kterážto jednotvárnost v obraze se dobře nevyjímá.

Po nějakém cvičení se ve skutečném provádění takových obrazů dovedeme po krátké úvaze volbu hlavních přímek vždy tím způsobem si zařiditi, abychom v obrazu docílili, čeho si přejeme.

3). Stanoví se dálka oka od nákresny. Protože tato není nic jiného než vzdálenost, v jaké si naše oko od průmětny při sestrojování průmětu mysliti třeba, zmenšená v témž poměru, v jakém průmět musí se zmenšiti, aby se velikostí vyrovnal obrazu, musíme ke stanovení dálky oka od nákresny znáti dvojí: a.) dálku oka od průmětny a b.) onen poměr zmenšení. — Dálka oka od průmětny — myslíme-li si tuto, jak obyčejně, přímo u předmětu — rovná se nejméně půldruhému největšímu rozměru předmětu; známe-li tento, lze ji tedy stanoviti. — Onen poměr zmenšení vychází však z porovnání jakéhokoli rozměru průmětu s týmž rozměrem obrazu, na př. výšek obou. Protože však výšku průmětu, je-li průmětna přímo u předmětu, můžeme položiti rovnu výšce předmětu, výška obrazu může ale nejvýše rovnati se výšce obdélníka

$u_0\ v_0\ x_0\ y_0$, je tedy onen poměr také stanoven poměrem výšek — a nejen těchto, nýbrž jakýchkoli dvou soujmenných rozměrů — předmětu a obdélníka nákresny. Je-li na př. předmětem zobrazování věž o výšce 30^m, a připouští-li list papíru, na němž ji chceme zobraziti, obdélník pouze zvýší 20^{cm}, je onen poměr zmenšení dán poměrem 30^m k 20^{cm}, tedy rovný 150. Dělíme-li tímto číslem dálku oka od průmětny, zde rovnou nejméně $30^m + \frac{1}{2} \times 30^m = 45^m$, obdržíme dálku oka od nákresny, rovnou 30^{cm}, což stačí, jelikož je ještě větší než 22^{cm} (prostřední dálka vidění).

Této dálky lze se ale dodělati také takto: Protože se patrně dálka oka od nákresny má k největšímu rozměru obrazu jako dálka od průmětny k největšímu rozměru předmětu, je tedy dálka od nákresny vždy rovna nejméně půldruhému největšímu rozměru obrazu; jelikož ale tento nutně řídí se největším rozměrem obdélníka $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$, lze ji tedy vždy pouze z tohoto obdélníka určiti. V hořením příkladu obdržíme tedy tuto dálku snadno také tím, že vezmeme výšku obdélníka nákresny (nejméně) půldruhékráte. Rovná se tedy $20^{cm} + \frac{1}{2} \times 20^{cm} = 30^{cm}$, jako prvé. — Kdyby převládala šířka předmětu, udělá se dálka od nákresny rovna nejméně půldruhé šířce obdélníka nákresny. Položíme-li ale dálku od nákresny rovnou (nejméně) půldruhé úhlopříčně tohoto obdélníka, jsme jisti, že je dobře stanovena, nechť si převládá jakýkoli rozměr předmětu, neboť žádný rozměr obrazu nemůže býti větší oné úhlopříčny.*) Tímto způsobem určena dálka od nákresny při všech obrazech v této knize. Protože obraz předmětu novým zase jest předmětem nazírání, vyhověno při něm touto volbou zároveň i oné podmínce vidění, která nařizuje, že chceme-li všecky části obrazu, obdélník nákresny více méně vyplňujícího, najednou přehlédnouti, musí se naše oko nalézati od něho ve vzdálenosti alespoň půldruhého největšího jeho rozměru, kterýžto rozměr ale často až i úhlopříčně rovnati se může.

Při malých obdélnících může nastati případ, že by tato dálka, kdyby se rovnala jen půldruhé úhlopříčně, byla menší než 8″ (22 centimétrů). Pak musíme ji udělati rovnou dle potřeby dvoj- i vícenásobné úhlopříčně, vůbec alespoň rovnou prostřední dálce vidění.**)

Takový případ máme v obr. 2. Úhlopříčna obdélníka $u_0\ v_0\ x_0\ y_0$ je asi 12 centimétrů. Dálka oka, rovnající se půldruhé úhlopříčně, byla by rovna 18 centimétrům, tedy menší než prostřední dálka vidění. Udělána tedy rovna půltřetí úhlopříčně t. j. 30^{cm}.

---

*) Takto stanovenou dálku od nákresny bude dobře vyjádřiti zároveň mírou buď palcovou buď métrickou.

**) Obrazy, sestrojené na základě dálky buď menší než půldruhého největšího rozměru obrazu anebo dokonce menší než prostřední dálka vidění, nejsou perspektivné, nýbrž obecně centrálné, na kterýžto veliký rozdíl nelze dosti upozorňovati, nebo až posud i v učebných knihách obrazy ryze centrálné za perspektivné bývají vydávány.

Těmito výkony je položen základ obrazu. Následující nyní vlastní sestrojení perspektivného obrazu vymáhá však známosť základních zákonů perspektivného zobrazování, k jejichžto vyvozování tímto přistoupíme.

Základní zákony perspektivného zobrazování.

Projděme jednotlivé měřické útvary po sobě, a hleďme najíti zákony, jimiž se perspektivné jejich zobrazení řídí.*)

Zobrazení bodu.

1.) Perspektivným obrazem bodu je tečka. Pravdivost této věty jakož i následujících snadno každý nahlédne. Tečka tato má touž polohu k hlavním přímkám, jako perspektivný průmět bodu k hlavním liniím anebo bod sám k hlavním rovinám. (Obraz bodu je vlastně obrazem průmětu bodu.)

2.) Všecky body na témž paprsku zorném mají tentýž perspektivný obraz. Všecky body, které leží na hlavním paprsku, mají proto své obrazy v hlavní tečce. Bod, který leží na paprsku zřecím ve vzdálenosti nekonečné, může míti podle toho obraz svůj v konečné vzdálenosti.

3.) Body na rozličných paprscích zorných mají rozličné obrazy.

Zobrazení přímých linií.

Protože zobrazování všech ostatních měřických útvarů (zahrnuje v to i linii křivou) zakládá se hlavně na zobrazení linie přímé, má poznání zákonů, jimiž se toto řídí, největší do sebe důležitosť.

Přímá linie je buď neomezená anebo omezená. Omezená má délku konečnou; body, jež ji omezují, slují koncové. Neomezená má délku nekonečnou. Nekonečně vzdálený bod přímé linie sluje její bod úběžný.

Obrazem přímé linie je vůbec přímka, jen ve zvláštních případech tečka.

---

*) Při vyvozování těchto zákonů užívá se s největší výhodou co zástupce průmětny oné sítí, o které v předmluvě je řeč. — Zákony tyto vyslovují se pak dvojím způsobem: buď je v nich řeč jen o průmětech anebo — předpokládá li se mlčky přechod s průmětny na nákresnu již co vykonaný — o obrazech těch kterých útvarů.

Neboť vedeme-li jednotlivými, po sobě jdoucími body nějaké přímé linie L paprsky zorné, vytvoří tyto rovinu — rovinu promítající — jejíž průsečnice s průmětnou je perspektivným průmětem L_p linie L. Tato průsečnice je ale přímá linie; obraz její, jenž je zároveň obrazem L_o přímé linie L, je tedy přímka. Sjednocuje-li se ale přímá linie L s jedním paprskem zorným, je obrazem jejím jediná tečka.

Zorný paprsek, který vedeme úběžným bodem přímé linie, poněvadž se s ní schází ve vzdálenosti nekonečné, jest s ní rovnoběžný (má s ní rovný běh) a sluje proto paprskem běhu této linie. On protíná průmětnu v konečné vzdálenosti, kterýžto průsečík, protože je průmětem bodu úběžného, sluje úběžník přímé linie L. Z toho jde, že průmět a tedy i obraz přímé linie neomezené může býti omezený.

Přímé linie rovnoběžné mají tentýž paprsek běhu; úběžník jedné z nich bude tedy společný všem, z čeho (přejdeme-li z průmětny na nákresnu) plyne důležitá věta: Obrazy rovnoběžných přímých linií scházejí se v jediné tečce, která je obyčejně ve vzdálenosti konečné.

Při obrazech přímých linií ke dvěma věcem zřetel bráti sluší: *a.*) k běhu a poloze*) jejich a *b.*) k délce jejich, jsou-li omezené.

a.) O běhu a poloze obrazů přímých linií.

Přímá linie průmětnu vždy seče; buď ale ve vzdálenosti konečné anebo nekonečné. V prvém případu pravíme, že je s ní různoběžná, v druhém že je rovnoběžná čili průčelná**). Různoběžná linie může zase býti k průmětně buď kolmá (normálná), buď nakloněná. Z nekonečně velikého množství různých případů nakloněnosti jsou nejdůležitější zase dva:

1.) je-li přímá linie zároveň vodorovná anebo

2.) je-li přímá linie rovnoběžná s hlavní rovinou vertikálnou.

Z přímých linií, v obou těchto případech vytčených, jsou zase nejdůležitější ony, jejichž odchylka od průmětny obnáší 45°.

*) Při každé přímé linii sluší přísně od sebe rozeznávati: běh, směr a polohu její. Přímá linie má běh jen jediný, směr dvojí, polohu zase jen jedinou.

**) Průčelná proto, že taková přímá linie je rovnoběžná s rovinou našeho čela.

Následující tabulka vystavuje přehled těchto nejdůležitějších běhů přímé linie k průmětně.

Přímá linie průmětnu seče	buď ve vzdálenosti konečné t.j. je s ní různoběž., a k ní při tom	buď kolmá (normálná) anebo nakloněná, kdež zase může býti	vodorovná anebo rovnoběž. s hlavní rovinou vert.	při čemž jsou nejdůležitější běhy stanovené odchylkou 45° od průmětny.
	anebo ve vzdál. nekonečné t.j. je s ní rovnoběž. neb průčelná.			

Zobrazení přímé linie v jednotlivých těchto případech.

1.) Přímé linie kolmé k průmětně mají svůj úběžník v hlavním bodu *c*.

Položíme-li za průmětnu (znázorněnou sítí v předmluvě popsanou) kolmo na ni dlouhou tyčinku, představující přímou linii, a sestrojíme-li způsobem, na témž místě vytknutým, perspektivné průměty obou jejích koncových bodů, shledáme, že průmět zadního bodu je hlavnímu bodu bližší, a sice tím bližší, čím delší je přímá linie. Spojíme-li průměty obou koncových bodů přímou linií, bude tato směřovati k hlavnímu bodu. Přijde-li zadní koncový bod přímé linie do vzdálenosti nekonečné — stane-li se úběžným — přijde tedy jeho průmět, t. j. úběžník do hlavního bodu. Protože to ale platí při všech přímých liniích, kolmých k průmětně, sbíhají se jejich průměty v hlavním bodu (obrazy tedy v hlavní tečce). Z toho dále je patrno, že obrazy přímých linií kolmých k průmětně, jsou-li tyto pod hl. rovinou horizontálnou, vystupují, jsou-li nad ní, sestupují (k hlavní tečce). Jsou-li tyto přímé linie nalevo od hl. roviny vertikálné, jdou jejich obrazy na pravo, jsou-li od ní na pravo, jdou na levo (zase k hl. tečce.)

2.) Přímé linie vodorovné a k průmětně nakloněné mají svůj úběžník na hl. linii horizontálné, a sice tím dále od hl. bodu, čím menší je jejich odchylka od průmětny.

Mysleme si přímou linii *L* tohoto běhu a veďme úběžným jejím bodem zorný paprsek (paprsek běhu). Protože je s *L* rovnoběžný, bude vodorovný jako *L*. Průsečík jeho s průmětnou t. j. úběžník linie *L* bude proto v hl. linii horizontálné. Obraz úběžníka je pak ovšem na hl. přímce horiz. Zároveň se při tom objeví, že tento úběžník přijde do větší vzdálenosti od hlavního bodu, má-li přímá linie od průmětny odchylku menší*).

*) Je-li odchylka největší (totiž = 90°), sjednocuje se úběžník s hlavním bodem. Je-li ale odchylka nejmenší (= 0, totiž linie s průmětnou rovnoběžná), je úběžník její nejdále t. j. ve vzdálenosti nekonečné, ovšem na hl. linii horizontálné.

Je-li odchylka tato $=45^\circ$, má úběžník od hlavního bodu vzdálenost rovnající se dálce oka od průmětny. K tomu přijdeme úvahou následující: Paprsek běhu takovéto linie uzavírá s průmětnou také úhel 45°. Hl. paprsek, paprsek běhu a hl. linie horizontálná tvoří pravoúhelný trojúhelník, jenž je rovnoramenný, protože jeden úhel v něm (uzavřený paprskem běhu a hl. linií) rovná se 45°. Vrcholy tohoto trojúhelníka jsou: oko, hlavní bod a úběžník přímé linie. Jsou tedy vzdálenost úběžníka od hlavního bodu a dálka oka od průmětny co ramena tohoto trojúhelníka sobě rovny. Přejdeme-li s průmětny na nákresnu, bude obraz tohoto úběžníka na hl. přímce horizontálné v takové vzdálenosti od hlavní tečky, v jaké se nalézá oko od nákresny, a sice buď na levo anebo na pravo od hlavní tečky, podle toho, jde-li přímá linie do zadu na levo anebo na pravo.

Úběžníky přímých linií vodorovných, jejichž odchylka od průmětny rovná se 45°, nazývají se *body distanční* (od distancí t. j. vzdálenosti oka od průmětny, jíž se stanoví). Obrazy jejich zovou se tečky distanční. Takovéto distanční tečky pro linie vodorovné budeme míti tedy dvě, jednu na levo, druhou na pravo od tečky hlavní.

Jakmile jsme nákresnu svou (obyčejně obdélníkem) omezili a stanovili polohu oka k takto omezené nákresně,*) lze hned vytknouti obě tečky distanční. Třeba jenom dálku oka od nákresny přenésti na hl. přímku horizontálnou od hlavní tečky na levo a na pravo. Protože ale tato dálka oka je větší nežli největší rozměr nákresny, padnou tečky distanční vždy mimo omezení nákresny.**) Podle toho, že levá tečka distanční není nic jiného než obraz levého bodu distančního, označuje se na výkresech d^l_o, t. j. d s příponami l (nahoře) a o (dole); podobně pravá d^p_o. Písmena tato se připisují ke koncovým bodům hl. přímky horizontálné, aby se naznačilo, že leží na té přímce mimo omezení nákresny.

Připomenutí. 1.) Můžeme nyní zevrubněji udati, kde se nalezají obrazy úběžníků linií vodorovných, jejichž odchylka od průmětny je větší nebo menší než 45°. Je-li odchylka $> 45^\circ$, bude obraz úběžníka mezi levou anebo pravou distanční a hlavní tečkou, jde-li linie z předu do zadu na levo anebo na pravo; je-li odchylka $< 45^\circ$, je obraz úběžníka na levo od levé anebo na pravo od pravé tečky distanční.

---

*) Což se, jak dříve pověděno, děje vytknutím hlavní tečky a zvolením dálky oka od nákresny, kteráž velikostí nákresny se řídí.

**) Chceme-li tyto tečky skutečně vytknouti, abychom jich při shotovení persp. obrazů mohli použíti, musíme nákresnu nastaviti. Malíři někdy tím si pomáhají, že k rámci, na němž mají plátno napnuté, připevní v poloze hl. přímky horizontálné dost dlouhou lať, na níž se pak distanční tečky vytknou.

Přip. 2.) Při zobrazení pravého úhlu dvou různoběžných k průmětně nakloněných linií vodorovných lze rozeznati dva případy, dle toho, je-li odchylka těchto linií od průmětny rovna 45° anebo ne.

a.) Je-li dán obraz vrcholu úhlu, vedeme jím přímky k oběma tečkám distančním. Toť jsou obrazy jeho ramen a tím pravý úhel zobrazen.

b.) Uzavírá-li jedno rameno úhlu pravého s průmětnou úhel na př. 60°, bude odchylka druhého od průmětny = 30°. Obraz úběžníka prvého ramena bude podle předešlého někde mezi příslušnou distanční a hlavní tečkou, pro druhé rameno ale někde za distančními tečkami na levo anebo na pravo. Na základě toho, co posud známo, určitěji obrazy těchto úběžníků stanoviti nelze, a proto bude obraz pravého úhlu jenom přibližný.

3.) Přímé linie k průmětně nakloněné a rovnoběžné s hlavní rovinou vertikálnou mají úběžník svůj v hlavní linii vertikálné. Neboť paprsek běhu každé takové přímé linie leží v hlavní rovině vertikálné a protíná průmětnu v hl. l. vertikálné, v níž tedy úběžník takové přímé linie se nachází. *Z*ároveň se při tom objeví, že úběžník tento bude hlavního bodu vzdálenější, je-li odchylka přímé linie od průmětny menší. Je-li odchylka rovna 45°, rovná se tato vzdálenost dálce oka od průmětny. Důkaz se vede jako u linií vodorovných. Tyto úběžníky budeme také nazývati body distanční, a obrazy jejich tečky distanční; hoření tečku distanční označíme $d_0{}^h$ a dolení $d_0{}^d$. Z téhož důvodu jako levá a pravá tečka distanční nalézají se také tyto vždy mimo nákresnu. Máme tedy v celku 4 tečky distanční:

levou tečku distanční d_0^l
pravou „ „ d_0^p
hořejší „ „ d_0^h
dolejší „ „ d_0^d

4.) Perspektivné průměty přímých linií s průmětnou rovnoběžných (průčelných) jsou s těmito liniemi rovnoběžné. Myslíme-li si totiž takovou přímou linií L a okem položenou rovinu promítající, bude ona protínati průmětnu v přímé linii rovnoběžné s linií L. To je ale průmět této linie. Z toho vychází, že přímé linie průčelné, jsou-li zároveň rovnoběžné, mají průměty a tedy i obrazy rovnoběžné*). Nejdůležitější sem slušící přímé linie jsou: svislá a průčelná vodorovná. Podle toho mají tedy svislé linie vždy svislé, průčelné linie vodorovné vždy vodorovné obrazy. Je-li několik svislých linií za sebou, budou obrazy oněch, jež jsou od průmětny dále, hlavní přímce vertikálné blíže. Je-li několik průčelných vodorovných linií za sebou, budou obrazy oněch, jež jsou od průmětny dále, hlavní přímce horizontálné blíže. Protínají-li se přímé linie průčelné, bude úhel jimi uzavřený v obraze jeviti se v *pravé velikosti.* Větu tu snadno lze dokázati.

*) Jedině takovéto rovnoběžné linie mají obrazy rovnoběžné, jinak vždy různoběžné.

Dodatek. O obrazu roviny základné.

Můžeme si představiti, že základní rovina vznikla rovnoběžným se šinutím základné linie Z po přímé linii kolmé k průmětně. Obrazy šinoucí se linie, jsouce dle předešlého všecky rovnoběžné se základnou přímkou Z_0, vždy více hlavní přímce horizontálné se přibližují, čím dále ona linie přichází. Přijde-li do nekonečené vzdálenosti, sjednotí se obraz její s hlavní přímkou horizontálnou. Část nákresny mezi přímkou základnou a hlavní horizontálnou je podle toho obrazem neomezené základny. Obraz oné části základny, jež se nalezá v popředí, je tedy dole u přímky Z_0. Je-li několik předmětů na rovině základné za sebou, kde budou obrazy oněch, jež jsou v popředí, oněch v prostředí a pozadí?

Chceme-li zobraziti omezenou základnu, na př. podlahu nějaké světnice (obr. 13.), vedeme mezi Z_0 a H_0 přímku vodorovnou, již lze považovati za obraz oné šinoucí se linie v jedné její poloze.

b.) O délce obrazů přímých linií omezených.

1.) *Jsou-li s průmětnou rovnoběžné čili průčelné.*

Zde mohou nastati dva případy:

α.) Přímá linie je buď v průmětně anebo

β.) nalezá se za průmětnou.

α.) V prvém případu rovná se délka průmětu pravé délce linie. Délka obrazu může býti buď rovna pravé délce — a pak je obraz ve skutečném měřítku shotoven — anebo je v jistém poměru menší, a pak je obraz shotoven na základě měřítka zmenšeného.

Jak poznává se, zdali ten který obraz perspektivný je shotoven ve skutečné velikosti anebo zmenšen-li? Pozná se to podlé obrazů předmětů, jež jsou v popředí a jejichž rozměry známe. Je-li na př. obraz člověka v popředí asi 5 stop vysoký, je obraz ve skutečném měřítku; je-li jen 6″ vysoký, je obraz v desetině skutečné velikosti proveden.

β.) Dejme tomu, že omezená linie přímá, na př. svislá, jsoucí původně v průmětně, od ní rovnoběžně se vzdaluje, a sice tím způsobem, že se koncové body její pohybují v přímých liniích, kolmých k průmětně. Obrazy oněch bodů budou se tedy nalezati na obrazech těchto kolmých k průmětně. Protože ale obrazy tyto v hlavní tečce se sbíhají, jsou obrazy stejně dlouhých svislých linií přímých tím kratší, čím dále jsou tyto od průmětny. To platí ale nejen o svislých, nýbrž o všech přímých liniích průčelných.

*

Toto na vzdálenosti přímých linií (aneb předmětů vůbec) závislé zkracování obrazů jejich zove se „perspektivným zkracováním se.“

Na délku obrazu přímé linie podle toho dvě věci mají vliv: 1.) měřítko obrazu, 2.) tento zákon perspektivný.

Úloha. 1.) Zobrazte přímou linii vodorovnou *ab*, ležící v průmětně, zdélí $1\frac{1}{2}^m$, jejíž levý koncový bod *a* je nad linií *H* ve výšce 2^m a od linie *V* na pravo ve vzdálenosti 1^m, je-li měřítko zmenšení dáno $\frac{1}{2}'' = 1^m$.

2.) Zobrazte linii tuto ve více polohách, do nichž přijde šinutím se za průmětnu. (Provedení viz v obrazci 3.)

Přímé linie stejné délky, ostatně běhu jakéhokoli, nalezají-li se v téže rovině rovnoběžné s průmětnou, mají stejné obrazy. Z toho vychází, že je-li nějaká taková linie na několik stejných dílů rozdělena, i její obraz na tolikéž stejných dílů bude rozdělen.

Z předešlého je patrno, že zase naopak lze z velikosti obrazů dvou neb více předmětů, jejichž rozměry známe, souditi alespoň přibližně na jejich vzdálenost od průmětny. Jsou li oproti tomu dva předměty, jejichž obrazy máme před sebou, v stejné vzdálenosti od průmětny, lze ze známých nám rozměrů jednoho souditi bezprostředně na neznámé rozměry druhého.

Úloha. Z obrazu $m_o n_o$ svislé linie *mn* (obr. 3.) má se najiti pravá její délka. Dejme tomu, že *m* je zároveň její stopou na rovině základné. Posouváme-li linií *mn* k průmětně, aby její koncové body vytvořily přímé linie kolmé k průmětně, jejichž obrazy jsou $n_o n'_o$ a $m_o m'_o$, přijde linie *mn* konečně do průmětny; obraz její $m'_o n'_o$ v této poloze udává její délku (a sice buď ve skutečné velikosti anebo zmenšenou podle měřítka, na základě jehož je celý obraz shotoven. Zde je $\frac{1}{2}'' = 1^m$.)

Zrovna tak (pošinutím do průmětny) řeší se následující

Úloha. Najiti délku přímé linie *mp*, ležící průčelně v rovině základné, je-li dán její obraz $m_o p_o$ (obr. 3).

Délka tato je $m'_o p'_o$ (ovšem zase v měřítku zmenšeném $\frac{1}{2}'' = 1^m$.)

Dle toho lze souditi na měřítko hotového již obrazu i tehdy, když předměty, jejichž rozměry známe (na př. lidi), nejsou v popředí. Myslíme si předměty ty, jak bylo právě ukázáno, pošinuty ke průmětně, až se jí dotýkají, načež se porovnáním délky jejich obrazů v této nové poloze se skutečnou a nám známou jejich délkou najde měřítko obrazu.

Měřítko obrazu, který se má teprv uvnitř určitě omezené nákresny sestrojiti, stanovíme obyčejně tím způsobem, že po dobré, ke všem okolnostem hledící úvaze, zvolíme si na příslušném místě nákresny obraz jedné, nejraději přední, svislé hrany předmětu, jehožto rozměry, nechť je jakkoliv dán, musíme dokonale znáti. Z tohoto obrazu se buď skutečně najde měřítko, na základě jehož se sestrojí délky obrazů ostatních linií na předmětu, anebo porovnávají se délku, běh a polohu jejich s délkou, během a polohou oné hrany, jejíž obraz jsme si zvolili, stanovíme jenom zhruba délky jejich obrazů, jako se to činí při kreslení „náčrtků dle přírody."

Úloha. V obrazci 4. vidíme zobrazeného člověka, svítilnu a kříž, stojící vesměs na rovině základné. Na základě jejich obrazů lze odpověděti k těmto otázkám:

1.) Jak byl každý z těchto předmětů položen k oku kreslitelovu?

2.) Který z nich byl pozorovateli blíže, který dále?

3.) Předpokládáme-li člověka obyčejné výšky (5′), jaké jest asi měřítko obrazu?

4.) Oč je svítilna vyšší nežli člověk?

5.) Výšky obrazů kříže a člověka jsou sobě rovny; zdali pak je tomu tak ve skutečnosti, a ne-li, jakou asi má výšku kříž? (Za příčinou odpovědi k těmto 3 posledním otázkám je třeba sestrojiti z obrazů skutečnou výšku těchto 3 předmětů.)

Úloha. V bodu q roviny základné, jehož obraz q_o je dán (obr. 3.), má se postaviti svislá linie, a na ni přenésti (v měřítku obrazu) od bodu q nahoru délka 3 métrů. (Je zvykem takto mluviti; samo sebou ale se rozumí, že se nám zde, jakož i při podobných úlohách následujících jedná o obraz svislé linie a úsečky na ní.)

Obraz té svislé linie bude svislý. Šineme-li linií způsobem zmíněným až do průmětny, bude v poloze této její obraz $q_o'r_o'$ roveň 3^m (zde $^3/_2''$, protože v obr. 3. je $^1/_2'' = 1^m$). Spojíme-li r_o' s hlavní tečkou, obdržíme na přímce této obraz r_o hořeního koncového bodu linie $q\,r = 3^m$.

Podobně se provádí následující

Úloha. Bodem q má se vésti v základné přímá linie rovnoběžná s průmětnou a zdélí 4^m.

Obraz její je $q_o s_o$ (obr. 3.).

2.) *O délce obrazů omezených linií přímých kolmých k průmětně.*

Úloha. Na přímou linii A (obr. 5.), jejíž stopa s na průmětně je dána, má se od bodu s za průmětnu přenésti délka 3^m (měřítko obrazu $^1/_4'' = 1^m$).

Vedeme-li na průmětně stopou s vodorovnou linii B, jejíž obraz je B_o, a přeneseme-li na ni od bodu s na pravo délku 3^m až do bodu a ($s_o a_o = {}^3/_4''$), bude vodorovná linie C, jdoucí tímto bodem na levo a uzavírající s průmětnou úhel 45^0, na linii A utínati úsečku $sa = sa = 3^m$. Neboť pravoúhelný $\triangle\, a\alpha s$ je zároveň rovnoramenný, protože jeden jeho úhel $= 45^0$, a tedy $s\alpha = sa$. Obraz C_0 linie C směřuje k levé distanční tečce d_0^{1}*).

Kdybychom chtěli na linii A od bodu α přenésti ještě další 3^m (do bodu β), přeneseme je na linii B od a do b, a vedeme zase bodem b na levo linii vodorovnou, rovnoběžnou s C, jež na A vytkne koncový bod β.

Srovnáme-li obrazy $s_0\alpha_0$ a $\alpha_0\beta_0$ těchto dvou stejných úseček či dílů, shledáme, že obraz dílu zadního je kratší. Obraz třetího stejného dílu byl by ještě kratší atd. Z toho plyne věta: *Obrazy stejných dílů na přímé linii kolmé k průmětně jsou tím kratší, čím jsou tyto díly od průmětny vzdálenější.*

Úloha. *Má se stanoviti pravá délka úsečky* $s^1\delta$ (obr. 5.) *linie D kolmé k průmětně a ležící v základně.* Kráčíce cestou, jakou jsme byli právě šli, nazpět, obdržíme (pomocí přímky $\delta_0 d_0^p$) pravou délku $s_0^1 d_0$ této úsečky, ovšem v měřítku obrazu $\frac{1}{4}'' = 1^m$.

Kdybychom chtěli stanoviti délku úsečky $\delta\varepsilon$ na linii D, vedli bychom bodem ε_0 přímku k pravé distanční tečce a prodloužili ji, až by protínala základní přímku Z_0 v e_0. Byla by pak $d_0 e_0$ žádaná délka. Protože však průsečík e_0 padne mimo nákresnu, dělává se to také jak následuje:

Bodem δ vede se průčelně linie vodorovná. Linie, jdoucí bodem ε na pravo, jejíž odchylka od průmětny $= 45°$, prodloužíme-li ji k průmětně, utíná na předešlé linii část $\delta f = \delta\varepsilon$. Ve výkresu máme ale jenom *obraz* $\delta_0 f_0$ této části; je tedy ještě třeba najíti známým způsobem její pravou délku $s_0^1 f_0'$, jež nám pak udává hledanou délku $\delta\varepsilon$.

Úloha. *V bodu m roviny základné* (obr. 5.), *jenž je od hlavní roviny vertikálné 4m na pravo a 5^m za průmětnou, má se vztýčiti přímá linie svislá o délce 6^m.*

Bod tento musí se nalézati na linii E, nalezající se v základně, 4^m na pravo od hl. roviny vertikálné. Od stopy její m' přeneseme na ni 5^m a vztýčíme v bodu m svislou linii, na niž pak přeneseme zmíněným způsobem 6^m.

---

*) 1.) Dálka oka od nákresny, jíž se stanoví tečky distanční, zde i při všech následujících obrazcích zvolena rovná 10″, tedy větší než prostřední dálka vidění a rovná asi dvojnásobné úhlopříčně nákresnu omezujícího obdélníka. — Je-li formát výkresů, žákům předepsaný, 9″ a 13″, bude zajisté slušné voliti obdélník nákresnu omezující 5 a 7 palcový. Úhlopříčna jeho rovná se přibližně 8″: dálku oka od nákresny mohou tedy žáci položiti rovnou 12″.

2.) Máme-li spojiti a_0 s nepřístupnou tečkou d_0^1, přiložíme palcové pravítko spodním krajem ku přímce H_0, aby koncový bod desátého (po případu dvanáctého) palce byl u c_0 a počáteční bod prvního palce u d_0^1. Držíce jednou rukou pravítko pevně v této poloze, namíříme z a_0 k tomuto konci pravítka, a vedeme lehce od ruky uvnitř nákresny přímku, která by asi k němu šla. Jeť to pouze přibližné, ale účelům našim to vyhoví.

Dodatek. O *přesném* zobrazení přímé linie vodorovné, která uzavírá s průmětnou daný úhel.

Dříve byla o tom řeč, kterak taková linie přibližně se zobrazí. Přesné zobrazení provádí se takto:

Dejme tomu, že by bodem p roviny základné (obr. 6.), jehož obraz p_0 je dán, měla se vésti na levo přímá linie vodorovná A, jež by uzavírala s průmětnou na př. úhel 60°. Veďme za tím účelem bodem p průčelnou linii vodorovnou B; zvolme si dále na linii A, kterou si jakoby již vedenou mysliti můžeme, bod α, z něhož sestrojíme v mysli kolmici $\alpha\beta$ na linii B. V rovině základné vznikl tím $\triangle\, p\alpha\beta$. Mysleme si tento trojúhelník kolem jeho odvěsny $p\beta$ co osy (jako kolem nějaké stěžejky) otočený, aby zadní jeho vrchol α ze své polohy v základně se zdvihal, až rovina trojúhelníka stane se rovnoběžnou s průmětnou. Odvěsna $p\beta$ polohy své nezměnila, přepona αp přišla ale do $\alpha' p$. Protože ramena úhlu $\alpha p\beta$ v nové jeho poloze jsou průčelná, bude (dle jedné předcházející věty) obraz jeho $\alpha_0^1 p_0 \beta_0$ roveň úhlu samému, zde 60°. Odvěsna $\alpha\beta$, stanouc se po otočení svislou, bude míti také obraz $\alpha_0^1\beta_0$ svislý. Sklopíme-li trojúhelník zase do původní polohy, bude obraz strany $\beta\alpha$ směřovati k hlavní tečce a není než třeba učiniti $\beta\alpha = \beta\alpha^1$. Uděláme-li $\beta_0\alpha_0 = \beta_0\alpha_0^1$, a spojíme-li α_0 s obrazem levého bodu distančního, obdržíme na přímce $\beta_0 c_0$ obraz α_0, jehožto spojením s p_0 dostaneme obraz A_0 linie A. Protože totiž linie $\beta\alpha^1$ a $\beta\alpha$ jsou v téže rovině rovnoběžné s průmětnou, a jejich obrazy byly udělány stejné, jsou také tyto linie samy sobě rovny. Protože dále $\beta\alpha = \beta\alpha$, je také $\beta\alpha = \beta\alpha^1$, což mělo býti.

Kdybychom podle tohoto pravidla chtěli v základně bodem p (obr. 6.) vésti na pravo přímou linii C, jež by uzavírala s průmětnou úhel 30°, vedeme obrazem bodu p vodorovnou přímku B_0 na pravo, dále přímku C_0^1, jejíž odchylka od $B = 30°$. Na C_0 zvolíme ε_0, vedeme svislou $\varepsilon_0^1\delta_0$ a spojíme δ_0 s c_0. Uděláme-li dále $\delta_0 e_0 = \delta_0\varepsilon_0^1$ a spojíme-li e_0 s obrazem pravého bodu distančního, průsečík ε_0 pak s obrazem bodu p, obdržíme obraz C_0 linie C. Protože linie A a C jsou na sobě kolmé, ukázáno tu zároveň, kterak se přesně zobrazí úhel pravý, ležící v rovině vodorovné, o jehož přibližném zobrazení na jiném místě byla řeč.

3.) *O délce obrazů omezených přímých linií vodorovných a k průmětně nakloněných.*

Budeme zde hlavně přihlížeti k liniím nalezajícím se v rovině základné.

Úloha. Dána v základně linie A, jejíž odchylka od průmětny $= 45°$, má se na ní přenésti od její stopy s za průmětnu délka 4^m, béře-li se $\frac{1}{4}'' = 1^m$ (obr. 7.).

Mysleme si rovinu základnou směrem nahoru otočenou kolem základní linie Z co osy, až se položí na průmětnu. Linie A přijde do A', kdež uzavírá s linií Z tentýž úhel 45. Přeneseme-li na A^1 od s počínaje 4^m (tedy v obraze od s_0 na A_0^1 $^4/_1{}''$) až do bodu a', sestrojíme-li z bodu tohoto kolmici $a'\alpha$ na Z, a myslíme-li si pak zase rovinu základnou se všemi těmito liniemi sklopenou do původní polohy, při čemž body s a α poloh svých nemění, stane se linie αa^1 kolmou k průmětně, pročež bude obraz její směřovati k hlavní tečce. Průsečík jeho a s obrazem linie A jest obrazem bodu a na této linii, jehož vzdálenost od s rovná se 4^m.

Kdybychom měli na linii A od bodu a přenésti ještě na př. 3^m, učiníme $a_0^1b_0^1 = 3^m$ (dle měřítka $^1/_1{}'' = 1^m$), sestrojíme kolmici $b_0^1\beta_0$ na Z_0, spojíme β_0 s c_0, čímž nám vznikne obraz b_0 bodu, jehož vzdálenost od a rovná se 3^m.

Úloha. **Na linii L v základně, nakloněnou k průmětně v úhlu 45°, má se od bodu m přenésti délka 7^m** (obr. 7.).

Bodem m vedeme v základně průčelnou linii M, načež si myslíme jako prvé základnu kolem této linie co osy otáčenou tak dlouho, až se stane rovnoběžnou s průmětnou, při čemž linie L přijde do L'. Úhel linie L' a M jeví se v obraze v pravé velikosti (= 45°), protože ramena jeho mají položení průčelné. Na L' máme od bodu m přenésti 7^m. Obraz této délky bude ale následkem perspektivného zkracování se kratší nežli 7^m; obdržíme jej, když učiníme $m_o'n_o' = 7^m$ ($^1/_4{}''=1^m$), spojíme n_o' s c_o a uděláme $m_0l_0^1 = m_0n_0$. Je totiž m_0n_0 obraz úsečky 7 métrů na linii M; linie L' je s linií M v též samé rovině průčelné a proto je obraz $m_0l_0^1$ úsečky 7 métrů na linii L' rovný m_0 n_0. Vedeme-li nyní z bodu l' kolmici $l'\lambda$ na M a sklopíme zase rovinu základnou se všemi liniemi kolem M co osy do původní polohy, bude obraz linie $l'\lambda$, jež je nyní zase kolmá k průmětně, směřovati k hlavní tečce. Průsečík jeho l_0 s obrazem L_0 poskytuje obraz onoho bodu l na linii L, jenž má od bodu m vzdálenost 7^m.

Dodatek. Kdyby byly dány obrazy*) A_0 a L_0 přímých linií v základně, jako v úlohách předešlých, s tím jen rozdílem, že odchylky jejich od průmětny by byly jiné než 45°, ale nám **známé**, a měly se zobraziti jejich úsečky $sa = 4$ a $ml = 7$ métrům jako prvé, pracovalo by se týmž způsobem, jen že úhly uzavřené jednak přímkami A^1 a Z_0, jednak přímkami L_0^1 a M_0, jež se prvé rovnaly 45°, byly by nyní jiné, a sice zase rovny známé odchylce té které přímé linie.

---

*) Tyto obrazy, jež zde co **dané** předpokládáme, mohou dle toho, co na jiném místě bylo pověděno, býti vykresleny buď jen **přibližně** anebo **přesně**.

4.) O délce obrazů přímých linií omezených, jež jsou rovnoběžné s hlavní rovinou vertikálnou a k průmětně nakloněné.

Úlohy sem náležející podobným způsobem se provádějí, jako v odstavci předcházejícím. Aby tato podobnost tím více vystoupila, užijeme při následující úloze týchž písmen, jako v úloze poslední.

Úloha. Je dána rovina svislá, kolmá na průmětnu, kterouž protíná ve stopě S (obr. 6.). V této rovině nalezá se linie L, jejíž odchylka od průmětny $= 45^{\circ}$. Na tuto linii máme od bodu m přenésti délku 6^{m}.

Bodem m vedeme svislou linii M a otáčíme pak danou rovinu, v níž se linie L nalezá, kolem M co osy tak dlouho, až je rovnoběžná s průmětnou. Obraz L_0^1 linie L v nové její poloze uzavírá s obrazem linie M danou odchylku 45^{0}. Na L^1 přeneseme od m (do l^1) délku 6^{m} (zde $^6/_4$''. Obraz této délky je ovšem menší než $^6/_4$''). Protože obrazy stejných úseček na liniích M a L^1, nalezajících se v téže rovině průčelné, jsou stejné, stanovíme nejdříve známým způsobem obraz m_0 n_0 šestimétrové úsečky na linii M, a uděláme pak jen m_0 $l_0^1 = m_0$ n_0. Z bodu l^1 vedeme nyní kolmici $l_0^1\lambda$ na linii M a otočíme pak rovinu s $\triangle$ $ml^1\lambda$, v ní ležícím, zase do původní polohy. Odvěsna λ l^1 postaví se kolmo na průmětnu, a kde obraz její, směřující k hlavní tečce, protne obraz linie L (v l_0), je obraz druhého koncového bodu žádané úsečky ml.

Zobrazení mnohoúhelníků rovinných (kruhu).

1.) Jsou-li v rovinách s průmětnou rovnoběžných (průčelných).

Průměty mnohoúhelníků průčelných jsou zase mnohoúhelníky, a sice téhož tvaru jako původní, ale menší (jsou jim podobné), vyjímaje jediný případ, kdež mnohoúhelníky tyto jsou v průmětně samé, v kterémžto případu průměty a tedy i obrazy jejich mají touž velikost, jako mnohoúhelníky původní (nepřihlížeje ovšem k té proměně u velikosti obrazu, jež má svůj základ v měřítku jeho).

Mají-li obrazy býti téhož tvaru jako mnohoúhelníky původní, náleží k tomu:

1.) aby obrazy vnitřních úhlů těmto úhlům se rovnaly,
2.) aby obrazy stran v takovém byly k sobě poměru, jako tyto samy.

Podlé toho bude obraz průčelného čtverce zase čtverec, obraz průčelného obdélníka, jehož strany se k sobě mají jako 1 : 4, zase obdélník o stranách v témž poměru, obraz průčelného kruhu zase kruh atd.

V obr. 8. je zobrazeno několik takových, stejně velikých a za sebou stojících čtverců, obdélníků (o stranách v poměru 1 : 4) a kruhů, z nichž vždy nejpřednější předpokládá se v průmětně samé.

Body, jež v těchto mnohoúhelnících sobě odpovídají, jako na př. tytéž vrcholy čtverců a obdélníků, středobody kruhů atd., leží na liniích kolmých k průmětně, což je při zobrazování těchto mnohoúhelníků s výhodou. Jakmile si na obrazu jedné této linie zvolíme obraz takového na ní se nalezajícího bodu v jedné jeho poloze (na př. jednoho vrcholu čtverce neb obdélníka anebo středobodu kruhu), jest tím určena poloha celého mnohoúhelníka za průmětnou a budeme moci snadno shotoviti celý jeho obraz. Při kruhu třeba jenom vždy sestrojiti obraz jednoho poloměru, což ve výkresu viděti lze.

Cvičení. Mají se zobraziti tytéž útvary, jsou-li dány jejich rozměry a nalezají-li se v určité, stejné vzdálenosti za sebou.

2.) *Zobrazování mnohoúhelníků (kruhu), nalezajících se v rovinách vodorovných.*

Úloha. Má se zobraziti čtverec, jehož strana rovná se 3^m, nalezá-li se v základně ve vzdálenosti 1^m za průmětnou (obr. 9).

Probereme všecky 3 různé polohy, jež může míti k průmětně:

a.) Dvě strany čtverce jsou průčelné.
b.) Odchylky jeho stran od průmětny rovnají se 45^0.
c.) Odchylky tyto jsou jiné, ale nám známé.

Vytkneme-li si na linii A v základně ve vzdálenosti $= 1^m$ ($^1/_4{}'' = 1^m$) bod a, a vedeme-li jím v základně průčelnou linii B, budou se na ní nalezati ve všech třech případech ony vrcholy čtverců, jež jsou průmětně nejbližší.

a.) Učiníme-li úsečku ab linie B rovnu 3^m ($s_0 b_0{}' = {}^3/_4{}''$), bude ab přední stranou čtverce v první poloze. Přiléhající dvě strany jsou kolmé k průmětně, obrazy jejich směřují tedy k hlavní tečce. Obraz čtverce doplníme pomocí jedné úhlopříčny jeho, na př. oné, jež prochází bodem b. Obraz její $b_0 c_0$ směřuje k levé distanční tečce (proč?). Průsečík jeho c_0 s obrazem strany levé je obrazem levého vrcholu zadního, jímž třeba jenom vésti vodorovně obraz $c_0 d_0$ zadní strany.

b.) Je-li c přední vrchol čtverce v druhé poloze, budou obrazy stran z něho vycházejících směřovati k distančním tečkám. Jak se stanoví délky těchto obrazů, bylo jinde ve zvláštní úloze vyloženo. Třeba ale jenom stanoviti délku obrazu jedné této strany na př. $c f$ (při čemž se udělá $c_0 f_0^1 = a_0 b_0$), obrazem f_0 vésti pak obraz $f_0\,g_0$ průčelné úhlopříčny, až protíná v g_0 obraz strany $e_0\,g_0$, načež se vedou z f_0 a g_0 k příslušným distančním tečkám obrazy ostatních stran čtverce. Průsečík jejich h_0, jenž je obrazem zadního vrcholu, musí, je-li správně rýsováno, ležeti na obrazu druhé úhlopříčny, jenž směřuje k hlavní tečce (proč?).

c.) Je-li i_0 obraz předního vrcholu čtverce v třetí poloze a dán-li obraz*) pravého úhlu, jehož on je vrcholem, a jehož ramena C a D uzavírají s průmětnou na př. úhly 60° a 30°, přeneseme známým způsobem na obě ramena od bodu i délku 3m (v obrazci je to provedeno jenom při D, kdež učiněno $i_0\,l'_0 = a_0\,b_0$). Obraz čtverce doplníme, když obrazy vrcholů k a l vedeme přímky k obrazům úběžníků ramen C a D.**) (Proč?) Průsečík jejich m_0 je obrazem zadního vrcholu.

Příp. Abychom poznali, jak se mění obraz téhož čtverce, když rovina, v níž leží, hlavní rovině horizontálné buď se přibližuje anebo od ní se vzdaluje, mysleme si čtverec *abcd* pošinutý vzhůru, aby každý jeho vrchol pohyboval se v linii svislé (jejichž obrazy jsou v obr. 9. čárkované). Zastaví-li se pohyb tento v okamžiku, když vrchol a přišel do polohy α, budeme moci snadno vyrýsovati obraz $\alpha_0\,\beta_0\,\gamma_0\,\delta_0$ čtverce v této nové poloze. Tento obraz je užší, nežli obraz čtverce *abcd*. Čím více se rovina čtverce blíží hl. rovině horizontálné, tím užší je obraz jeho, až v této rovině samé je pouhou omezenou přímkou $\alpha_0^1\,\beta_0^1\,\gamma_0^1\,\delta_0^1$. Šineme-li čtvercem dále vzhůru, šíří se zase jeho obraz čím dále tím více. Lze tedy naopak ze šířky obrazu čtverce (anebo jiného co do rozměrů nám známého mnohoúhelníka) souditi na vzdálenost jeho roviny od hlavní roviny horizontálné.

Pokud se čtverec nalezal pod hl. rovinou horizontálnou, pohlíželo oko naše na vrchní stranu jeho roviny; je-li ale nad hl. rovinou horizontálnou, vidíme její spodní stranu Kdyby světlo dopadalo na tyto čtverce shora, byla by vrchní strana (neprůsvitné) roviny každého čtverce osvětlena, spodní zastíněna, což se ve výkresu k vůli názornosti naznačiti může.

Podobným šinutím čtverců v obou ostatních případech a zobrazením více jejich poloh nad sebou, přijdeme k týmž výsledkům, jako prvé. (Při tomto zobrazování čtverců nad sebou mějme stále na mysli větu, že přímé linie rovnoběžné mají společný úběžník.)

Pozorujeme-li hotový výkres z bodu, jenž na kolmici v hlavní tečce c na nákresnu vztýčené a sice od ní v téže vzdálenosti (10″) se nalezá, jako distanční tečky od hlavní tečky, dozná naše oko téhož dojmu, jako by pohlíželo na čtverce za průmětnou samy.

---

*) (buď přibližně anebo přesně vyrýsovaný).
**) Což se činí dost správně pouze od oka.

Úloha. Má se zobraziti obdélník, nalezající se v rovině základní v určité vzdálenosti za průmětnou (v týchž třech polohách jako prvé čtverec), jsou-li dány délky jeho stran.

Na základě předešlých úloh není toto zobrazení s žádnými obtížemi spojeno a ponechává se proto čtenáři samému.

Úloha. Má se zobraziti kruh daného poloměru, nalezající se v rovině základné v určité vzdálenosti za průmětnou.

To se děje pomocí čtverce *abcd* (obr. 10.) jemu opsaného a zvláštních, v tomto čtverci vyrýsovaných, pomocných linií přímých. Rozdělíme-li protilehlé strany *ab* a *cd* čtverce na 6 stejných dílů a spojíme-li krajní dělící body 1, 5, 4, 8 s body dotyčnými *e* a *g*, ostatní dva dotyčné body *f* a *h* s vrcholy čtverce, budou průsečíky *i*, *k*, *l*, *m* nalezati se na kružnici. Stranu *ab* tohoto čtverce (rovnající se známému průměru kruhu) myslíme si průčelnou, a sice v takové vzdálenosti od průmětny, v jaké se má nalezati kruh. Nejprvé se tento čtverec *abcd* zobrazí. Jak? bylo již vyloženo. Slouží nám při tom obraz úhlopříčny *bc*. Spojíme-li přímkou také obrazy vrcholů *a* a *d*, a vedeme-li průsečíkem s_0 vodorovnou přímku, obdržíme obrazy dotyčných bodů *e*, *g*. Pomocí přímky, jdoucí obrazem s_0 k hlavní tečce, zjednáme si obrazy ostatních dvou dotyčných bodů *f* a *h*. Obraz kružnice musí se v bodech e_0, f_0, g_0, h_0 dotýkati stran lichoběžníka a_0 b_0 c_0 d_0. Rozdělíme-li a_0 b_0 a c_0 d_0 na 6 stejných dílů a spojíme-li obrazy bodů 1 a *e*, *a* a *f*, obdržíme obraz bodu *i* kružnice, a podobně obrazy ostatních 3 bodů kružnice *k*, *l*, *m*. Máme tedy stanovený obraz kružnice v celku 8 tečkami a 4 tečnami (strany lichoběžníka a_0 b_0 c_0 d_0); můžeme jej tedy od oka křivočarým spojením těchto teček dost správně vykresliti. Obraz tento je vždy ellipsa, čímž při kreslení jeho můžeme se říditi.*) Myslíme-li si čtverec *abcd* i s kruhem, jemuž je opsán, pošinutý svisle vzhůru a zobrazíme-li jej v několika jeho polohách nad sebou, budeme moci snadno pomocí týchž linií, jako prvé vyrýsovati obrazy vepsaných kruhů. (Viz v obr. 10. obraz kruhu nad hl. rovinou horizontálnou). Shledáme tu jako při čtverci, že čím je kruh hl. rovině horizontálné bližší, tím užší jest jeho obraz.

Nejedná-li se o velikou přesnost jako při pouhém načrtnutí obrazu kruhu, stačí k vyrýsování jeho zobraziti pouze opsaný čtverec *abcd* a dotyčné body *e*, *f*, *g*, *h*. Způsobem tím jsou zobrazeny v obr. 10. (na pravo) dva soustředné kruhy.

---

*) Dalším vodítkem při kreslení obrazu kružnice jsou tyto věty: Obraz s_0 středobodu kružnice není středobodem ellipsy, která je obrazem té kružnice. Větší osa této ellipsy je šikmá, vyjímaje jediný případ, když hlavní rovina vertikálná prochází středobodem kružnice.

Úloha. Má se shotoviti obraz pravidelného šestiúhelníka v rovině základné, je-li známa délka jeho stran (3^m) a vzdálenost (1^m) od průmětny.

Na linii A (obr. 8.) kolmé k průmětně stanovíme ve vzdálenosti 1^m od průmětny bod a; jím vedeme v základně průčelnou linii B, na níž uděláme stranu $mn = 3^m$. (Pomocí $m'_0n'_0 = {}^3/_4{}''$). Otočíme-li základnu i s 6tiúhelníkem, v ní se nalezajícím, kolem B co osy, až se stane rovnoběžnou s průmětnou, bude $m_0n_0o_0^1 \ldots r_0m_0$ obraz šestiúhelníka v nové jeho poloze. Z bodů o^1, p^1, q^1, r^1 vedeme kolmice na linii B. Po sklopení 6tiúhelníka do původní jeho polohy budou obrazy těchto kolmic směřovati k hlavní tečce. Sestrojíme-li obraz o_0 jen jediného vrcholu (za kterýmž účelem se spojí t_0 s d_0^1), budeme moci snadným způsobem doplniti obraz pravidelného šestiúhelníka.

Kdybychom myslili si šestiúhelník tento pošinutý svisle nahoru na př. nad hl. rovinu horizontálnou, při čemž strany a úhlopříčny jeho zůstanou rovnoběžné, budeme moci snadno zobraziti 6tiúhelník v této nové poloze, majíce jen na zřeteli, že rovnoběžné přímé linie mají společný úběžník.

Zobrazení parketové podlahy. Obr. 11.

Podlaha tato skládá se ze čtyř řad větších a menších čtverců. Při prvních jsou dvě strany průčelné, při posledních uzavírají s průmětnou úhel 45°. Poměr velikostí jejich lze poznati z obrazu jednoho většího, kolem linie Z do průmětny otočeného čtverce. Vše, co k shotovení obrazu zapotřebí jest, bylo již dříve vyloženo.

Vyobrazení stolu a dvou stolic. Obr. 13.

K vůli jednoduchosti vyobrazena zde jenom kostra těchto předmětů. Deska stolu má tvar obdélníka, jehož kratší strany jsou zde průčelné, sedadla stolic ale tvar čtverců. Více k obrazu podotknouti netřeba.

3.) *Zobrazování mnohoúhelníků (kruhu) v rovinách svislých, kolmých k průmětně.*

Úloha. V rovině svislé, kolmé k průmětně, již protíná podél prodloužené pravé strany obdélníka $u\,v\,x\,y$, nalezá se několik stejných čtverců za sebou, každý s jednou stranou v rovině základné. Mají se sestrojiti jejich obrazy.

Je-li mn (obr. 12.) strana prvního, průmětny se dotýkajícího čtverce, bude obraz úhlopříčny mo směřovati k hoření distanční tečce. Průsečík jeho o_0 s obrazem strany hořejší, směřujícím do hlavní tečky, jest obrazem hořeního zadního vrcholu. Obraz čtverce snadno se pak doplní, jakož i obrazy ostatních shotoví. Porovnejte obrazy tyto.

Úloha. Má se zobraziti kruh, nalezající se v rovině svislé, kolmé k průmětně, již seče podél prodloužené levé strany obdélníka $uvxy$; kruh tento má se základny dotýkati.

Opsaný čtverec $qrst$ bude míti spodní svou stranu v průsečnici A roviny kruhu se základnou. Dejme tomu, že by q_0r_0 byl obraz přední strany (rovné známému průměru kruhu) tohoto čtverce; podle předešlého budeme moci snadno vyrýsovati jeho obraz $q_0r_0s_0t_0$, do tohoto pak známým způsobem ellipsu, kteráž jest obrazem dané kružnice.

Mysleme si čtverec i s kruhem na pravo pošinutý, aby všecky body těchto dvou útvarů pohybovaly se v liniích vodorovných, rovnoběžných s průmětnou. Zastavíme-li pohyb v tom okamžiku, když přišel bod q do q^1, budeme moci snadno zobraziti čtverec a vepsaný jemu kruh v této nové jejich poloze. Porovnejte obrazy obou těchto kruhů. Kdy bude obrazem kruhu pouhá omezená přímka? Zobrazte kruh v několika polohách na pravo od hl. roviny vertikálné.

Úloha. Má se zobraziti (pouze ve svých liniích základních) čtyřramenný lustr, jehož ramena skládají se ze dvou v podobě ležatého **S** spojených polokružnic, je-li rovina dvou ramen rovnoběžná s průmětnou, ostatních dvou na ní kolmá. Hl. rovina horizontální buď pod tímto předmětem. Provedení viz v obr. 22.

Připomenutí. O zobrazování mnohoúhelníků v rovinách svislých, k průmětně nakloněných, pokud to pro naše účely má důležitost, bude příležitostně při zobrazování těles ještě řeč.

Zobrazení důležitějších měřických těles.

Podlé ploch, jimiž tělesa jsou omezena, lze rozeznávati:

1.) tělesa, omezená jenom rovnými plochami či rovinami, t. j. mnohostěny,

2.) tělesa, omezená rovnými a křivými plochami zároveň (válec, kužel),

3.) tělesa omezená jenom křivými plochami (na př. koule).

Připomenutí. Obrysem obrazu nějakého tělesa nazýváme onu do sebe uzavřenou čáru, která omezuje část nákresny, na níž se nalezají obrazy všech bodů povrchu onoho tělesa. Hrany tělesa dělíme na viditelné a kryté. Obrazy prvých vytahují se plně, druhých přetržitě (tečkují se).

Zobrazování mnohostěnů.

1.) Krychle.

Při zobrazování jejím budeme předpokládati dvě její stěny vodorovné, ostatní tedy svislé; můžeme pak zde rozeznati polohy tři. Mohou býti totiž

a.) 2 svislé stěny s průmětnou rovnoběžné (průčelné),
b.) svislé stěny k průmětně v úhlech 45° anebo
c.) v jakýchkoli jiných úhlech nakloněné.

a.) V tomto, jakož i v obou ostatních případech třeba nejdříve zobraziti půdici krychle — kterak? to již povědomo. V obr. 14. je $a_0\ b_0\ c_0\ d_0$ obraz půdice krychle v první poloze. Jak z obrazu viděti, je půdice v rovině základné, a dotýká se stranou *ab* průmětny. Obraz předního, s průmětnou se sjednocujícího čtverce je $a_0b_0e_0f_0$. Obraz krychle se snadno doplní. — Nad ním nalezá se obraz téže krychle v jiné poloze, do níž může krychle spodní svislým posouvnutím vzhůru přijíti. Pozorujte, že obrazy předních a zadních čtverců při obou polohách krychle jsou stejné. — Zobrazte touž krychli ještě v ostatních (7) sem náležejících a podstatně různých polohách k našemu oku. — V oněch dvou, v obr. 14. zobrazených polohách byly na krychli viditelny 3 stěny; shledá se však, že mezi ostatními 7 polohami jsou takové, kde jsou viditelny jenom 2 stěny, ano i jen jedna. Obě dvě půdice najednou nikdy nejsou viditelny, což platí u hranolů vůbec a válců. Neviditelny mohou ale býti obě najednou; kdy?

b.) V obr. 14. na pravo je zobrazena krychle (téže velikosti jako prvé) v poloze druhé. Půdice *iklm* je zase v základně, ale nedotýká se průmětny. Kterak se její obraz sestrojí, je známo ($i_0's'_0 = a_0b_0$). Obraz i_0n_0 přední svislé hrany rovná se i_0s_0 (proč?). Na základě věty, že linie rovnoběžné mají společný úběžník, lze snadno obraz krychle dokončiti. Kdybychom na tuto krychli postavili ještě dvě stejné a zobrazili je, obdrželi bychom obraz přímého rovnoběžnostěnu se čtvercovou půdicí. V obr. 14. je přetržitými přímkami naznačen. Jenom dvě jeho stěny byly by viditelné.

c.) Týmž způsobem shotovil by se obraz krychle (rovnoběžnostěnu) s půdicí v rovině základné v třetí poloze. Proveďte to.

2.) Hranoly.

Budeme zobrazovati jenom hranoly přímé s jednou stěnou (půdicí) v základně. Pracuje se zde jako u krychle. Nejdříve zobrazí se půdice (pravidelný šestiúhelník, viz obr. 14.); jakým se to děje způsobem, bylo při zobrazování mnohoúhelníků v rovinách vodorovných vyloženo. Obrazy svislých hran jsou svislé a procházejí obrazy vrcholů půdice. Je-li výška hranolu dána, na př. rovna polovině strany půdice, udělá se buď $t_0\alpha_0 = {}^1/_2\, t_0z_0$ anebo $t_0'\alpha_0' = {}^1/_2\, t_0'z_0'$ a pak se spojí α_0' s c_0, čímž obdržíme tentýž obraz α_0*). Důvtipný čtenář snadno pozná, kterak lze obraz dokončiti. Proč je obraz hořejšího šestiúhelníka užší nežli obraz dolejšího?

V obr. 15. je na levo vyobrazen přímý rovnoběžnostěn se čtvercovou půdicí, položený po délce na rovině základné, rovnoběžně s průmětnou. Zobrazena tu napřed stěna přední, jejíž obraz je obdélník téhož tvaru jako tato stěna sama. Potom zobrazena čtvercová půdice *abcd*, načež bez obtíží obraz se dokončí.

3.) Jehlance.

V obr. 15. je zobrazen čtyřstěnný, přímý jehlanec se čtvercovou půdicí v rovině základné. Nejdříve se shotovil zase obraz půdice, v jejímžto středobodu vztýčena linie svislá, na níž v dané výšce musí se nalezati vrchol jehlance *v*. Obraz vrcholu spojí se s obrazy vrcholů půdice přímkami plně vytaženými anebo tečkovanými, podlé toho, zdali jsou to obrazy hran viditelných anebo krytých.

Zobrazení válce a kužele.

1.) Válec.

Největší pro nás důležitost má přímý válec s kruhovou půdicí. Chceme-li jej zobraziti, myslíme si kolem jedné jeho půdice — na př. dolení, je-li na rovině základné postaven — opsaný čtverec, jehož pomocí tuto půdici, jak známo, zobrazíme. Šine-li se kruh (ve spojení s opsaným čtvercem) svisle nahoru, až přijde do polohy hořejší půdice, vytvoří válec (jemuž je čtvercem při tom vytvořený hranol obepsán). Zobrazíme-li kruh v této poslední poloze, zase pomocí opsaného čtverce, o čemž byla již na jiném místě řeč, vedeme-li pak k obrazům půdic obě svislé tečny, a vytečkujeme-li obrazy oněch částí obou kružnic, jež jsou kryty, je obraz válce úplný. V obr. 10. jsou tyto tečny pouze čárkované. Kdybychom v obr. 12. obě vodorovné tečny, taktéž čárkované, plně vytáhli a obraz kryté části levé kružnice vytečkovali, obdrželi bychom obraz přímého, kruhového válce po délce a průčelně na rovině základné položeného.

*) Posledním způsobem možno stanoviti délku obrazu každé svislé hrany hranolu.

V obr. 15. je zobrazen válec dutý (mlýnský kámen, vroubení u studně.) Užito tu naskrze výkonů již známých, pročež nevidí se k obrazu samému ještě něco podotknouti.

2.) Kužel.

Má-li se zobraziti přímý, kruhový kužel s půdicí v rovině základné, zobrazí se nejdříve známým způsobem jeho kruhová půdice, v jejímžto středobodu, jako při jehlanci, vztýčí se svislá linie, na nížto v dané výšce musí se nalézati vrchol kužele. Z obrazu vrcholu vedeme obě (plně vytažené) tečny k obrazu základní kružnice, kterýžto částečně se vytečkuje. Viz obr. 15.

Zobrazení koule.

Obraz koule má za obrys vždy kružnici.*) Kružnice tato mohla by býti sice také obrazem nějaké kružnice, jejíž rovina je rovnoběžná s průmětnou. Do této pochybnosti můžeme jenom velmi zřídka přijíti. Dokonce nikdy ale, je-li obraz také vystínován.

Zobrazení rozličných skupin měřických těles.

Skupiny měřických těles, jež nyní zobrazovati chceme, mohou se rozděliti

1.) na takové, při nichž nejednalo se nám o nápodobení nějakého předmětu praktického a
2.) na takové, jež představují takový předmět, obyčejně stavitelský.

Příkladem skupin prvého druhu je v obr. 15. skupina jehlance a za ním ležícího rovnoběžnostěnu. Z důvodů, jež jsou na snadě, budou nás zajímati hlavně skupiny posledního druhu.

Co první příklad volíme:

Pomník. Obr. 16.

Skládá se, jak patrno, z přímých, čtyřstěnných hranolů a jehlanců o čtvercové půdici, jejíž strany uzavírají s průmětnou úhel 45°. Všecko, čeho k shotovení obrazu je zapotřebí, bylo

*) Obecně jest to vlastně ellipsa; rozdíl mezi délkami obou os jest ale tou měrou malý, že můžeme bez patrné chyby za ellipsu položiti vždycky kružnici.

již dříve vyloženo, a také ještě částečně z obrazu samého vysvítá.

Přip. Bylo již o tom se zmíněno, že při zobrazování takovýchto ze skutečnosti vzatých předmětů je dobře uvnitř obdélníka nákresny zvoliti hlavní přímku horizontálnou tím způsobem, aby poloha její k obrazu předmětů shodovala se s polohou hlavní roviny horizontálné k předmětům samým, když se oko naše nalézá v oné výšce nad rovinou základnou, s jaké obyčejně na tyto předměty hledívá.

Je-li pomník tento na př. zvýší 15 stop, bude oko pozorovatele, nalezá-li se tento s předmětem na jedné rovině (základně), a je-li obyčejné výšky dospělého muže (5′), nalézati se ve třetině výšky celého předmětu. Je otázka, jak by se měla v daném obdélníku nákresny za účelem sestrojení obrazu hlavní přímka horizontálná voliti, aby odpovídala této poloze oka? Je-li měřítko, na základě jehož pomník zobrazujeme, takové, že výška pomníku (15′), dle něho zmenšená, rovná se zrovna výšce obdélníka, zvolíme hl. přímku horizontálnou ve třetině této výšky (zdola počítaje). V obr. 16. je to provedeno.

Pomník, jehožto obraz máme před sebou, může míti, jak známo, také jinou polohu k průmětně, kde by totiž dvě strany čtvercových půdic byly průčelné. Proč asi nevolili jsme tuto polohu předmětu k průmětně? Odpověď zní takto: Je-li nám ponecháno zvoliti si polohu předmětu, který chceme zobraziti, k průmětně,*) rozhodneme se, jak se samo sebou rozumí, vždycky pro onu, která poskytuje rozmanitější, tedy i malebnější obraz. To je ale ona, v níž se nalézá zobrazený pomník, anebo podobná (vůbec poloha „přes roh“), a užívá se jí hlavně při kreslení krajinářském. V poloze druhé, totiž „průčelné,“ zobrazují se jenom vnitřky stavení, na př. kostelů, chodeb, světnic atd.

Domy v poloze průčelné. Obr. 18.

V obr. 18. vidíme zobrazeny dva za sebou postavené domy. Spodní část jejich je krychle (viz „Dodatek o vhodných modelech a t. d.“), svrchní část čili střecha jest trojstěnný, přímý hranol. Komíny jsou čtyřstěnné a vikýře pětistěnné, šikmo sříznuté hranoly.**)

Protože jsme jednotlivé části, z nichž se tyto domy skládají, již zobrazovali, nebude těžko zobraziti je v tomto spojení najednou. Ostatně v obrazu samém ještě některá pokynutí jsou dána.

---

*) Při zobrazování skutečných, nehybných předmětů (při kreslení „dle přírody“) je správněji mluviti o tom, že volíme polohu průmětny k předmětu.

**) Dvéře, okna a plot za domem k vůli živosti obrazu byly v mysli přidány.

Pozorný čtenář zajisté povšimne si toho, že bylo při volbě hl. přímky horizontálné zase k tomu hleděno, aby dělila obraz domů v podobném asi poměru v část svrchní a spodní, v jakém to činí hl. rovina horizontálná, je-li oko naše v obyčejné výšce nad rovinou základnou, na níž domy stojí. Zároveň lze z tohoto obrazu poznati, proč průčelná poloha předmětů neposkytuje lahodných obrazů. Nevolí-li se hlavní tečka až na samém kraji obdélníka nákresny, jsou totiž obrazy pobočných stěn vždycky velmi zkráceny, z čehož u porovnání s obrazy stěn průčelných plyne n e p ě k n ý p o m ě r, jenž je lahodnosti výkresu na úkor. Na druhé straně ale není přirozené, voliti hlavní tečku p ř í l i š n a s t r a n ě, protože každý, kdož chce nějaký obraz pozorovati, postaví se obyčejně před obraz d o p r o s t ř e d, načež již při volení hlavní tečky ohled bráti sluší.

Tytéž domy v jiné poloze k průmětně. Obr. 19.

Domy tyto tvoří zde jediný celek. Svislé stěny jejich jsou od průmětny v úhlech 45° odchýleny. Jak se obě krychle, jež tvoří spodní část domu, a střecha v této poloze zobrazí, je známo a také na obrazu vytčeno. Ozdobení štítu přidáno. Obraz tento naproti obrazu téhož předmětu v poloze průčelné (v obr. 18.) je patrně lahodnější, protože v něm vládne pěknější poměr mezi obrazy pobočných stěn.

Brána o třech obloucích. Obr. 20.

Poloha jako v předešlém obraze. Zde naskytuje se příležitost vycvičiti se v zobrazování polokružnic (pomocí polovin opsaných čtverců). Tloušťka pilířů rovná se poloměru kružnic. Výška jejich (až k počátku oblouků) rovná se dvojnásobnému průměru klenbových oblouků.

Kulatá kaple (v románském slohu).)* Obr. 17.

Kaplička tato skládá se ze 2 válců a 2 kuželů o společné, svislé ose.

K vůli jednoduchosti nepřihlíženo zde ku římsám, jež spojují každý svrchní kužel se spodním válcem, nýbrž zvolena spodní půdice kužele a hoření půdice válce vždy v jedné rovině vodorovné, tak že tvoří obvody jejich vždy dvé soustředných kružnic, o jejichž zobrazování již jednáno bylo.

---

*) **Kaple sv. Kříže v Staré Poštovské ulici v Praze.**

*

Co se zobrazení této kapličky týče, netřeba mnoho podotýkati. Nejprvé zobrazí se známým způsobem spodní válec a pak komolý kužel, na něm spočívající. Obraz spodní půdice kužele, řídíme-li se obrazem soustředné hoření půdice válce, můžeme dost dobře podlé něho vykresliti od oka. Vedeme-li k obrazu hoření půdice tohoto komolého kužele svislé tečny, obdržíme přímočarý obrys obrazu hořeního válce, k němuž týmž způsobem, jako prvé, je připojen celý kužel co stříška. Řídíce se tím, co jsme na příslušném místě pověděli o obrazech vodorovných kruhů, v rozličné vzdálenosti od hl. roviny horizontálné položených, budeme moci obraz vrchní části kapličky zdělati dosti správně od oka, protože užití pomocných linií při tak malých kružnicích není s velikou výhodou.

Na spodním válci je nahoře přičiněna lemová ozdoba románská, jejíž obraz musí ovšem také podléhati zákonům perspektivným. V čem se jeví tyto na obraze? Okno na levo i dvéře jsou nahoře kruhové; proč jenom obraz dveří je nahoře kruhový, obraz okna ale ellipsovitý? V hořejším válci (lucerně) jsou upravena okna slohu románského, dvojnásobná, se sloupkem u prostřed. Jaké musí býti obrazy oken postranních u porovnání s obrazem okna uprostřed?

Skupina domů. Obr. 21.

Skupina tato skládá se celá z modelů, o nichž je v „Dodatku o modelech" řeč. Věž je složena ze 2 celých a 1 poloviny krychle, na nichž spočívá stříška jehlancová o čtvercové půdici a výšce, rovnající se hraně základné krychle. Dům na levo složen z krychle, na níž leží trojstěnný hranol co střecha, jejíž výška také se rovná hraně krychle. Podporné zdi u brány a přístavku v popředí nejsou nic jiného než osminy základní krychle a t. d.

Průmětnu myslíme si před tuto skupinu tak postavenu, že pobočné svislé stěny tvoří s ní úhel 45°. Protože jsme měřická tělesa, jejichž spojením skupina vznikla, v této poloze již zobrazovali, máme za to, že čtenář dobře porozumí, kterak asi obraz 21. byl shotoven, k němuž samému ho tedy poukazujeme.

Světnice. Obr. 22.

Chceme-li zobraziti vnitřek nějaké světnice, myslíme si jednu stěnu odstraněnu, abychom mohli z patřičné vzdálenosti do vnitř hleděti. Dále si myslíme průhlednou průmětnu postavenu obyčejně na místo stěny odstraněné; stěna protilehlá je pak nutně průčelná.

Průmětna má zde totéž omezení, jako odstraněná stěna; obraz tohoto omezení — patrně vždycky obdélník — slouží za omezení nákresny. Hlavní přímka horizontální volí se v přirozené výšce, a na ní hlavní tečka obyčejně stranou, jinak by byl výkres jednotvárný, protože by na něm obrazy levé a pravé stěny stejné byly rozsáhlosti. Rozhodněte, zdali bylo oko kreslitelovo blíže stropu nebo podlahy? Která z pobočných stěn byla blíže?

Čtenář snadno pozná, že stůl (s kruhovou deskou) a lustr nad ním jsou zrovna uprostřed světnice. Aby nebyl obraz přeplněn a co možná jasný, zobrazeno jen něco málo předmětů ve světnici, a ty jenom v hlavních rysech. Za touž příčinou nebylo ku stínu přihlíženo.

Několik slov o výjevech osvětlení na tělesech.

Má-li obraz předmětu, dle předeslaného návodu shotovený, na oko, příslušně umístěné a jej pozorující, činiti zrovna takový dojem jako předmět sám, musíme ještě na něm vyznačiti výjevy osvětlení a pak příslušnými barvami jej obarviti.

Na tomto místě budiž pouze o výjevech osvětlení několik slov pověděno.

Nejdůležitějším zdrojem světla je slunce. Osvětlení paprsky slunečnými nazýváme přirozené, naproti umělému, jehožto zdrojem je na př. plamen svíčky. Paprsky sluneční lze považovati za rovnoběžné (proč?). V rozličných dobách denních mají tyto paprsky různý běh. Při shotovení výkresů, na nichž se výjevy osvětlení zobrazují, předpokládá se obyčejně světlo jdoucí s levé strany na pravou, shora dolů, z předu do zadu.

Při zobrazování výjevů osvětlení lze vždy rozeznati úlohy tři:

1.) Musí se na obrazu předmětu rozděliti obraz osvětlené části od obrazu zastíněné části jeho povrchu, anebo jak se krátce praví: rozděliti světlo od stínu, při čemž se přihlíží jenom k viditelným částem povrchu. Svítí-li slunce na př. na krychli, budou některé její stěny osvětleny, ostatní, na něž paprsky sluneční dopadnouti nemohou, budou zastíněny, anebo, jak se jinak říká, jsou ve vlastním stínu. Obě tyto části povrchu krychle jsou od sebe odděleny prostorovým mnohoúhelníkem, jehož stranami jsou ty které hrany krychle. (Na povrchu koule jest část osvětlená od zastíněné oddělena jednou největší kružnicí). Ačkoliv na tuto zastíněnou část povrchu krychle přímo světlo nedopadá, není přece úplně tmavá, protože jest také osvětlena, ale světlem nepřímým. Sluneční paprsky totiž, odrážejíce se na rozličných předmětech (i na vrstvách vzduchu), v celém prostoru ve všech možných směrech se rozstřikují. Tyto paprsky (odsvit, refllex) — jimž při našich výkresech přisuzujeme tentýž běh, jako světlu přímo dopadajícímu, ale směr protivný — činí, že ona část povrchu krychle, nalezající se ve vlastním stínu, není úplně temná. Chceme-li na obrazu krychle pouze vytknouti, které z viditelných stěn jsou osvětleny a které ve vlastním stínu, ponecháme obrazy stěn osvětlených bílé (kreslíme-li na bílém papíře), obrazy stěn ve vlastním stínu ale lehce (ne tedy úplně, což z předešlého plyne) a všude stejně zatemníme*).

Máme-li předměty, na jejichž obrazu chceme rozděliti světlo od stínu, skutečně před sebou, přicházíme k poznání toho, která část povrchu je osvětlena a která ve vlastním stínu, bedlivým předmětů pozorováním. Výsledek tohoto pozorování přenese se do obrazu. Jsme-li v tom vycvičeni, budeme moci i tehdy, když předměty, jež zobrazujeme, bytují pouze v naší mysli, předpokládáme-li paprsky určitého běhu, na obrazech jejich správně světlo od stínu rozděliti.

2.) Stanoví se v obou těchto částech povrchu *jakost* aneb *síla* osvětlení. Abychom poznali, co se tím míní, zůstaňme při zmíněné krychli. Je patrno, že sluneční paprsky na všecky osvětlené její stěny nedopadají v stejných úhlech. Protože však osvětlení je větší, silnější, když je tento úhel dopadu světla větší, a slabší, je-li úhel tento menší, budou některé z osvětlených stěn krychle větší, jiné menší světlosti. Zrovna tak se to má se stěnami, jež se nalézají (ohledem přímého světla) ve stínu, neboť světlo reflektované (jdoucí světlu přímému naproti), jímž jsou osvětleny a které temnost jejich mírní, nedopadá na všecky v stejném úhlu. Ony, na které dopadá ve větším úhlu, budou méně temné nežli ostatní. Lze tedy uvnitř obou částí povrchu, jak osvětlené tak i zastíněné, ještě mluviti o jakosti či síle osvětlení. Je-li úhel dopadu světla (přímého i nepřímého) největší t. j. pravý, bude patrně ono místo (bod, přímá linie, celá stěna) povrchu tělesného, na němž se to děje, nejsvětlejší. Mluví se pak o nejvyšším světle v části osvětlené nebo zastíněné, podlé toho, dopadá-li na nějaké místo povrchu světlo přímé nebo nepřímé kolmo. Praví-li se na př. na tom kterém

---

*) To se děje obyčejně tužkou, buď způsobem čárkování anebo vyšumění (velmi nakloněnou a lehce vedenou tužkou anebo také pomocí těrky) anebo oběma pospolu, v kterémžto případu se plocha dříve vyšumí. Má-li to býti pěkné t. j. všude stejné, je třeba, by dříve žáci ve zvláštních cvičeních k tomu byli vedeni, aby nepříliš velké plochy těmito způsoby vypracovali. (Mad. Cavé ve svém spisu „Le dessin saus maître“ pod záhlavím „Pages d' ombres“ takováto cvičení vřele doporučuje.)

tělese není nejvyššího světla, třeba tomu rozuměti tak, že na žádné místo povrchu nedopadá ani světlo přímé ani nepřímé kolmo.*)

Nemá-li krychle zvláštní ke světlu polohy (jaké?), nebude na ní nejvyššího světla. Příklad nejvyššího, jakož i všech ostatních stupňů osvětlení, poskytuje nám vždy plocha kulová. Na této ploše jsou dvě nejsvětlejší místa — body; jeden bod je v části osvětlené, druhý v části zastíněné. Oba leží na průměru, který je rovnoběžný s paprsky světla. Samo sebou se rozumí, že nejsvětlejší místo ve vlastním stínu je naproti onomu v osvětlené části předce jen tmavé, protože reflektované světlo, jímž vzniká, je u porovnání se světlem přímým daleko slabší.

Nejtmavější část každé osvětlené plochy vůbec, a tedy také plochy kulové zvlášť, je přirozeně tam, kde se paprsky světla jí dotýkají, protože zde úhel dopadu světla (přímého i reflektovaného) je nejmenší, t. j. = 0. Není však třeba, aby na povrchu každého tělesa takováto (naprosto) nejtmavší místa byla. (Mluví-li se předce při nich o nejtmavších místech, děje se to zase ve smyslu poměrném.) Toto dotýkání se paprsků světla plochy kulové děje se podlé téže největší kružnice, jež na ní dělí světlo od stínu a jejíž rovina je kolmá k běhu světla. Od této kružnice k oběma nejsvětlejším bodům v obou částech povrchu znenáhla osvětlení přibývá anebo temnosti ubývá.**)

Toto ponenáhlé přibývání světla, od nejtemnějších míst povrchu počínaje, shledáváme jenom na křivém povrchu tak zvaných těles kulatých (koule, kužele, válce). Při tělesech hranatých patrně toho není. Zde má každá stěna určitou, a po celé její rozsáhlosti stejnou jakost či sílu osvětlení.

Bedlivým pozorováním osvětlených předmětů, při němž porovnáváme jakost osvětlení jejich stěn, kterouž okem vnímáme, s danou a nám známou polohou jejich ke světlu, dospějeme k té zručnosti, že později rozhodneme dosti správně o jakosti osvětlení předmětů, o jejichž zobrazení se jedná, byť bychom si je třeba jen představovali.

---

*) Mluví-li se při takovém tělese předce o nejvyšším světle, buď v osvětlené části povrchu anebo ve vlastním stínu, musí se to bráti ve smyslu poměrném, t. j. ono místo povrchu je u porovnání s ostatními místy povrchu, týmž druhem světla osvětlenými, nejvíce osvětleno.

**) Při ploše kuželové a válcové rozkládají se tato (naprosto) nejtmavější místa co dva úzké pruhy po obou stranách dvou přímých linií povrchových. Nemá-li hranol a jehlanec zvláštní ke světlu polohy, nebude na něm míst oné temnosti, o jakých byla nyní při kouli, kuželi a válci řeč. Aby jich bylo, musila by býti některá stěna těchto hranatých těles s paprsky světla rovnoběžna.

O tom, kterak se jakost osvětlení zobrazuje. Obraz onoho místa povrchu, na které přímé světlo dopadá kolmo, poněvadž má největší možné osvětlení, ponechá se bílý. (Kreslíme-li na papíře barevném, udělá se bílý, křídou anebo barvou) Tohoto prostředku k vytknutí „nejvyššího světla" třeba užívati velmi šetrně, protože místa kolmě osvětlená jsou (docela přesně vzato) obyčejně jen body anebo linie. Nedobře by tedy bylo obraz koule s dobré polovice buď ponechati anebo (na barevném papíře) udělati bílý, alebrž správné je obmeziti bílé místo (ellipsou) jenom na velmi malou plochu obrazu. Není-li na povrchu tělesa místa přímým světlem kolmo osvětleného, nebude na jeho obraze žádného místa bílého. Obraz oné části povrchu, která je (buď naprosto anebo poměrně) nejtmavší, udělá se (tužkou, černou křídou anebo barvou) ohledem ostatních nejtemnější, při čemž také výstřednostem třeba se vyhýbati, protože na osvětlených tělesech úplné temnosti není. Ostatní stupně osvětlení, pokud se na povrchu tělesa jeví, zahrnuje v to i osvětlení poměrně největší, naznačí se v obraze (týmž materiálem jako prvé) více méně tmavé, ale vždy poměrně, což se nazývá stínováním.*)

Podrobněji do této věci se pouštěti nevidí se nám zde býti na svém místě; výklad na tabuli anebo na základě dotýčných předložek je nezbytný.

3.) Naznačí se v obrazu zdánlivá *proměna v osvětlení* předmětů, závislá na jejich vzdálenosti od oka, je pozorujícího.

Pozorujeme-li osvětlenou stěnu krychle bedlivě, shledáme, že ona část této stěny, jež je nám bližší, zdá se býti o něco světlejši; pravíme, že se zdá, protože víme, že celá stěna je ve skutečnosti stejně osvětlena. Příčinou tohoto úkazu je, že světlo, odrážející se od oné stěny krychle do našeho oka (čímž právě se stává, že stěnu tu vidíme), je silnější,**) přichází-li z přední části této stěny. Obraz zadní části musí se tedy přitemniti, ale jenom velmi lehce.

Při zastíněných stěnách pozorujeme opak toho. Přední část jejich zdá se nám býti o něco temnější, zadní za to světlejší. Příčinu toho dlužno hledati v tom, že mezi zadní částí té které zastíněné stěny a okem našim nalézá se mocnější vrstva vzduchu, tedy i více reflektovaného světla, jež ve vzduchu všemi směry se rozptyluje. Kdybychom na zmíněnou krychli pohlíželi „přes roh," a přední hrana svislá by dělila stěnu osvětlenou od zastíněné, musil by se tedy při obrazu této hra-

*) Kreslíme-li na barevném papíře, tvoří tón papíru přechod z nejvyššího (bílého) světla do nižších stupňů osvětlení.

**) Síly světla ubývá v převráceném čtverečném poměru vzdálenosti od bodu svítícího.

ny obraz prvé stěny udělati světlejší a druhé temnější než v ostatní části.

Z toho vychází důležitá pro kreslení věta, že na tělesech blízkých (v popředí) jsou světlo i stín nejráznější, tedy odpor (kontrast) obou největší. Čím více přicházejí předměty do pozadí, tím slabší je světlo a mírnější stín na nich; odpor obou se vždy více vyrovnává. Při předmětech velmi vzdálených nerozeznáváme více světla od stínu, alebrž celý předmět je v polostínu (v šeru, má šedý tón).

Zmíněná zdánlivá proměna osvětlení je důležitá zvlášť při tělesech hranatých, při nichž výhradně se jí také jenom šetřívá.

Dodatek. Vzdálenost předmětů nepůsobí jenom na to, kterak se nám osvětlení předmětů zdá, nýbrž působí zdánlivě i na barvu jejich.

Vzduch v mocných vrstvách, jak povědomo, je modrý. Je-li tedy mezi námi a předměty velmi mocná vrstva vzduchu, budou tyto předměty, nechť si ve skutečnosti jsou jakékoli barvy, modře nadchnuty. Mluvívá se proto o „modravé dálce“.

Protože vzduch v mocných vrstvách i osvětlení i barvu předmětů měniti se zdá, nazývá se nauka, jednající o vlivu tomto a jeho vyjádření v obrazech, perspektivou vzduchovou (naproti perspektivě obrysu čili lineárné, s níž výhradně v předešlém zanášeli jsme se).

O vrženém stínu.

Posud jsme předpokládali osvětlený předmět jediný. Přičiníme-li ale k němu patřičně předmět druhý, může se státi, že předmět prvý bude naň vrhati svůj stín. Tento stín vržený je vždy určitě omezen; obraz tohoto omezení buď se na základě pozorování shotoví pouze od oka anebo se také sestrojuje. Vržený stín při jinak stejných okolnostech mění tvar svého omezení i rozsáhlost svou s během světla. Na večer jsou vržené stíny delší než v poledne. Proč?

Ohledem stínu vrženého měj kreslitel stále následující pravidla na mysli:

1.) Vržený stín může se nalézati jenom na osvětlené části povrchu tělesa jím zastíněného. Proč?

2.) Vržený stín je vždy tmavější nežli vlastní, podlé čehož v obrazu musíme se říditi.

Vlastní stín je zmírněn světlem nepřímým; světlo toto, odrážejíc se na zastíněném povrchu tělesa stín vrhajícího, čímž ovšem zase je seslabeno, osvětluje pak vržený stín, jenž proto musí býti temnější vlastního.

3.) Padá-li vržený stín na plochu více osvětlenou, zdá se býti (následkem odporu či kontrastu) ráznější, než padá-li na plochu méně osvětlenou.

4.) Při samém tělese, jež stín vrhá, je vržený stín vždy o něco tmavší, protože ve vzduchu rozptýlené světlo reflektované do tohoto zákoutí méně vniká.

5.) Obrysy vrženého stínu jsou měkké, protože krajní paprsky, stýkajíce se s tělesem, jež stín vrhá, se rozstřikují.

6.) Přední t. j. oku našemu bližší část vrženého stínu zdá se nám býti (z důvodu již známého) tmavší než zadní část jeho.

Dodatek.

O vhodných modelech k perspektivnému kreslení.

Modely tyto představují části obyčejných stavitelských předmětů, jež se rozmanitě z nich skládají. Jsouť pak modely tyto veskrze jednoduchá, měřická tělesa, jichž základem je **krychle**, z níž rozličnými řezy vznikají. Shotoviti se mohou ze dřeva anebo (dle sítí) z lepenky. Pro vyučování školní nebudiž hrana její menší 8″. Pro svou domácí potřebu mohou si je žáci (z lepenky) udělati o polovinu menší.

Z této krychle, jejíž hrana rovnej se 8 jakkoli zvoleným jedničkám délky, vyvodí se nejprvé rovinnými, se stěnami krychle rovnoběžnými řezy (v obr. 23. jsou různým způsobem vytaženy) polovina, čtvrtina a osmina krychle. Tato poslední na př. je zvýší 4, zdélí 8 a zšíří 2 jedniček délky.

Vedeme-li přímou linií, vyrýsovanou uprostřed nějakého čtverce krychle rovnoběžně se stranami jeho, dva šikmé rovinné řezy, které procházejí rovnoběžnými stranami protilehlého čtverce krychle, rozpadne základní krychle na 3 tělesa, z nichž obě poboční jsou stejná. Prostřední, podlé podoby, budeme nazývati **střechou** a sice **vysokou**. (Výška její = 8 jedničkám měřítka.) Obě dvě ostatní části nazveme **střechami polovičnými**. Patřičné stěny těchto hranolů uděláme (barvou anebo barevným papírem) červené nebo šedivé, aby naznačovaly krytbu taškovou nebo břidlicovou.

Mimo tyto vysoké (gotické) střechy budeme míti také k vůli rozmanitosti obyčejné, **nízké** (o výšce = 4 jedn. měř.), z nichž najednou čtyry oběma úhlopříčnýma řezy z krychle vyřízneme.

Vedeme-li rozpolovacím bodem na hřebenu vysoké střechy a dvěma stranama protilehlého mu čtverce dva příčné řezy, rozdělíme ji na pravidelný, čtyrstěnný jehlanec uprostřed — **vysokou střechu věžní** — a na dva poboční, nepravidelné, trojstěnné jehlance, jimž budeme říkati **přístavky** střechy, z toho důvodu, že chceme-li spojiti dvě střechy, jež jdou k sobě kolmo, aby se pak hřebeny jejich protínaly, musíme mezi ně vsouvnouti čili **přistaviti** jedno takové těleso. Protože to platí i u střech nízkých, budeme míti také **nízkou střechu věžní** a podobný **přístavek**.

K těmto hranatým tělesům přistoupí ještě **komíny** a **vikýře**. Komíny jsou přímé rovnoběžnostěny se čtvercovou půdicí o straně = 1 jedn. měř., šikmo seříznuté, aby k nakloněným stěnám střech přiléhaly. Pro vysoké střechy se toho docílí, udělají-li se dvě pobočné hrany tohoto hranolu = 4 a ostatní dvě = 2 jedn. měř. Při komínech na nízké střechy budou dvě pobočné hrany = 3 a ostatní dvě = 2 j. m.

Těchto komínů lze také užíti co **podporných pilířů**, postavíme-li je ke zdím na jejich čtvercovou půdici.

Vikýře musejí býti také dvojího druhu, pro vysoké a nízké střechy. V obou případech jsou to pětistěnné, přímé hranoly, ale nestejně šikmě seříznuté, aby k bokům příslušných střech přiléhaly.

Místo popisu poukazujeme raději k obrazům jejich, z nichž všecky rozměry pomocí měřítka, na levé straně se nalézajícího, bezprostředně v pravé velikosti odměřiti lze.*)

Komíny připevňují se blízko u hřebenů střech, vikýře ale v té poloze, aby přední, svislá stěna jejich přišla do jedné roviny se stěnou domu.

Z těles **kulatých** postačí jen něco málo. Myslíme-li si ze středu základní krychle vyříznutý válec, jehož průměr se rovná 4 jedn. m., a rozpůlíme-li zbytek krychle patřičně vedeným řezem rovinným, vzniknou dvě **klenby**, z nichž je jedna v obr. 23. na pravé straně vyobrazena. Užívá se jich při **branách**. Vyříznutý válec rozpůlí se podélným řezem; těchto polovin válců užívá se, přistavíme-li je ke stěnám domů, co **arkýřů**, na něž může přijíti co **nízká stříška** polovina kužele přímého, jehož půdice má průměr = 4 j. m.

Kolik kusů **každého** z těchto modelů je třeba, řídí se podle toho, jak složité jsou skupiny, jež chceme kresliti. Jedna taková skupina je zobrazena v obr. 21. Všecky modely tyto podle přirozené anebo obyčejné barvy stavitelského předmětu, jimi znázorněného, se obarvují.

Jak se modely tyto ve skupiny sestavují.

Skupiny tyto mohou býti buď **jednoduché**, skládají-li se z několika právě popsaných modelů co prvků, anebo **složité**, jsou-li sestaveny z několika jednoduchých. Jednejme napřed o jednoduchých skupinách.

Chceme-li vystavěti na př. **kůlnu**, položíme dvě osminy krychle na ony jejich stěny, jejichž rozměry jsou 8 a 2 dílce,

---

*) Za touto příčinou zvolen také k zobrazení těchto modelů zvláštní způsob zobrazování, tak zvaná „kavalírská perspektiva“, jež ale jenom **nepravé** perspektivou se zove, nejsouc nic jiného, než zvláštní **šikmé promítání rovnoběžné**, jež neposkytuje ovšem obraz **pěkný**, ale honosí se za to výhodou, jíž právě zde užito bylo. — Způsobem tímto proveden také obrazec na str. 15.

a sice ve vzdálenosti 4 d. od sebe; na ty pak co podporné zdi položíme buď celou nízkou anebo polovinu vysoké střechy, podlé toho, jestli kůlna ta stojí o sobě anebo přiléhá k jinému stavení.

Položíme-li na 3, v určité a stejné vzdálenosti od sebe postavené, čtvrtiny krychle co podpory dvě polovičky vysokých střech, aby, stýkajíce se svými obdélníkovými stěnami nad prostřední podporou, tvořily celou, nízkou střechu, bude se skupina tato podobati stodole o dvou vratech. Hlavní část domu je krychle (buď celá anebo při nízkém domu jen polovina), na niž se dá buď střecha vysoká nebo nízká. K vůli rozmanitosti připojují se ke stěnám arkýře. Bránu o jednom oblouku složíme ze dvou osmin neb čtvrtin krychle, ve vzdálenosti 4 d. od sebe postavených, na něž se položí klenba. Dvě takové skupiny vedle sebe dají příbližný model mostu o 2 obloucích. Postavíme-li na bránu ještě celou, a pak $1/_{2}$ krychle, a na tuto zmíněnou jehlancovou stříšku, máme před sebou věž s bránou.

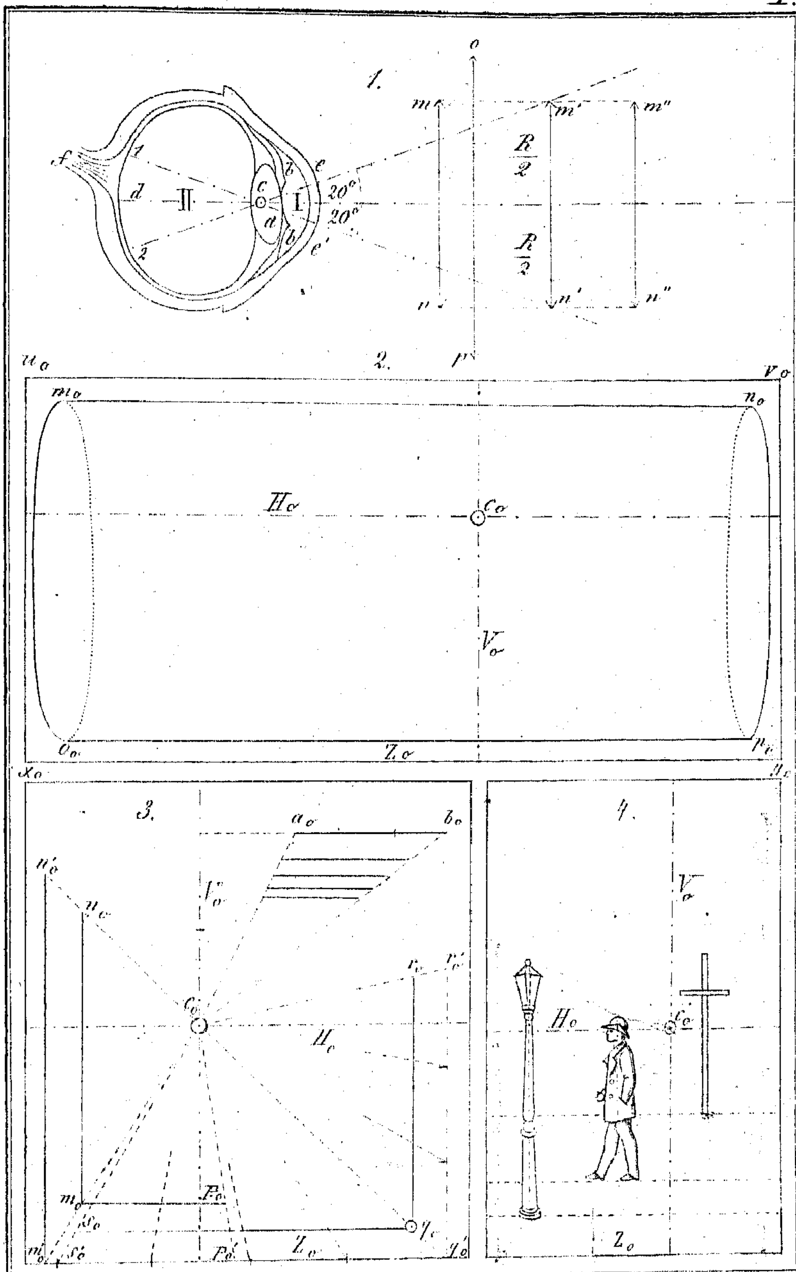
Na střechy se přičiňují pak ještě vikýře a komíny, což dodává celku živosti a pravděpodobnosti. Musí se ale připevniti, aby nespadly. Jsou-li modely ze dřeva a hladké, třeba je pouze nasliniti na příslušné stěně a pak ku střeše přitisknouti, aby se vzduch vypudil. Při modelech z lepenky užije se s výhodou zvláštního lepkavého vosku, který jednak dobře váže, jinak ale zase při rozkládání brzo povolí.

Tyto jednoduché skupiny sestavují se obdobně jako v přírodě ve skupiny složité, jichž, jak snadno nahlédnouti lze, může se sestaviti množství libovolné. Jednoduché a předce na pohled pěkné, malebné, protože soustředěné, jsou čtverce domů (blocks u Američanů), tak zvané proto, že půdorys skupiny takové je omezen čtvercem. Jen musí býti prvky této skupiny co možná rozmanité. Takováto právě skupina je zobrazena v obr. 21.

Modely tyto poskytují ovšem jenom kostru budov; umějí-li žáci tuto zobraziti, nechť pokusí se o to, rozčleniti obraz průčelí, jakož i o zobrazení rozličných ozdobných přímětků architektonických. Při nejmenším ale nechť zobrazí okna a dvéře. Dodává to výkresu živosti a výrazu.

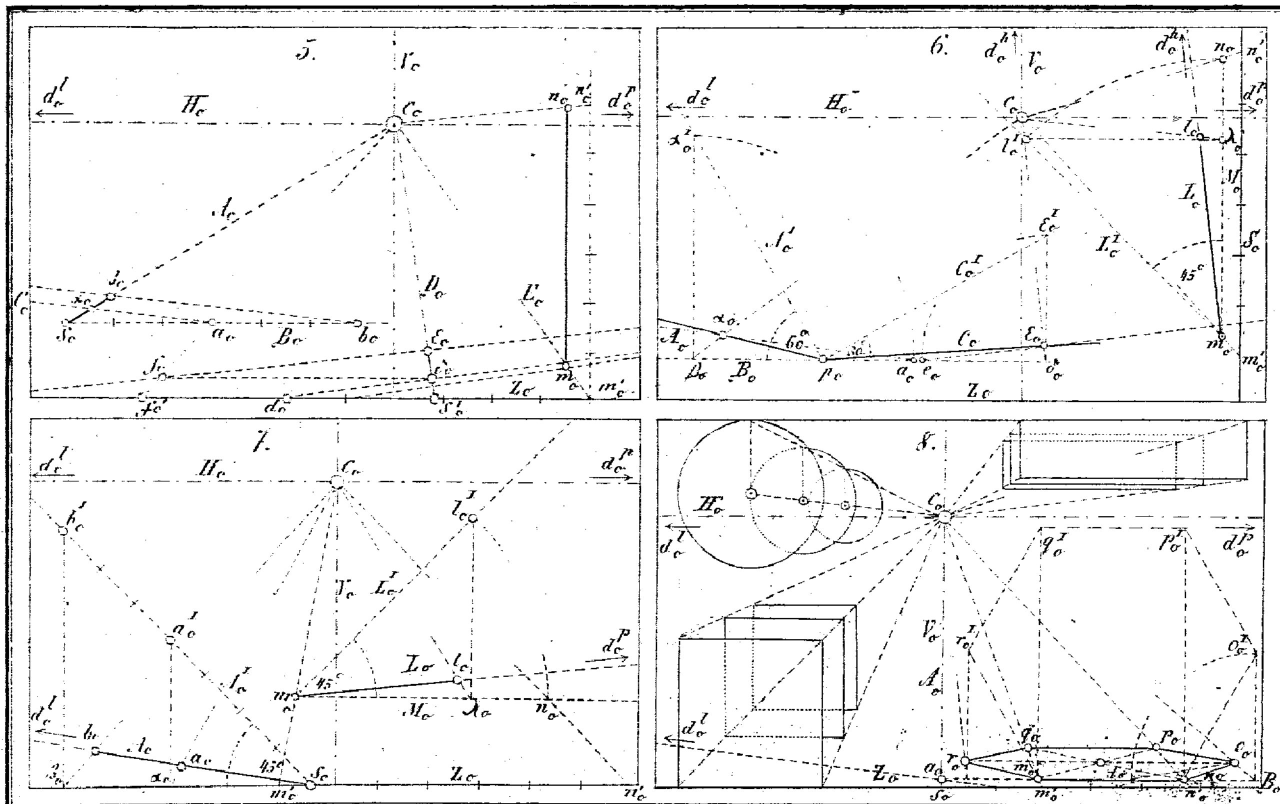
Skupiny tyto, chceme-li je zobraziti, postavíme na čtvercovou desku (o straně = asi 3') stojánku o jedné noze. Desku tuto lze posouvati nahoru dolů a také kolem svislé osy otáčeti. Účelem toho je, aby modely snadno mohly se uvésti do takové asi výšky, v jaké oko naše na skutečná stavení obyčejně pohlíží, jakož i do rozmanitých poloh k průmětně, již si žák mezi svým okem a oněmi skupinami kolmo k svému hlavnímu paprsku představuje.

Obsah.

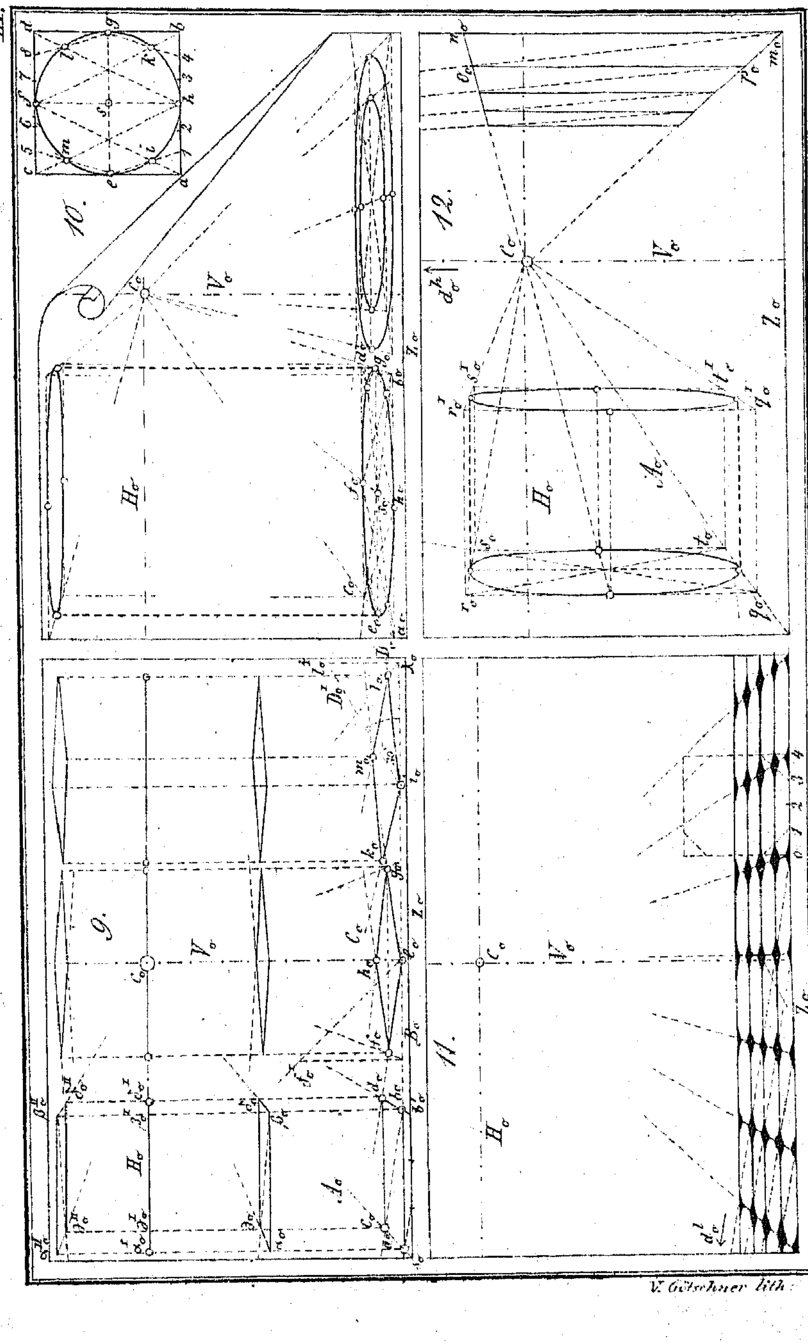


V. Götschner lith.

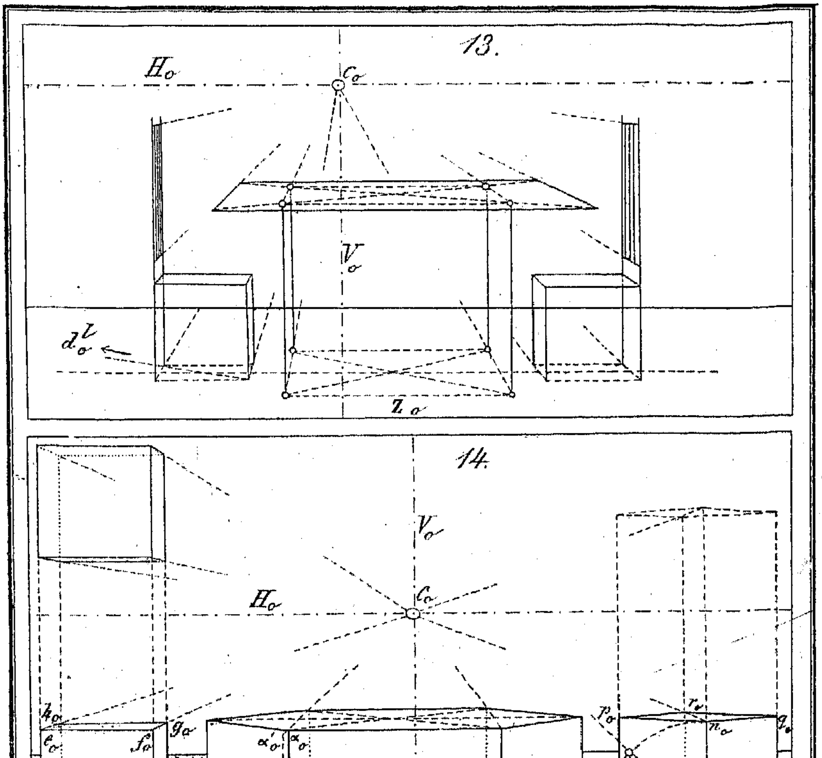
II.



V. Götschner lith.



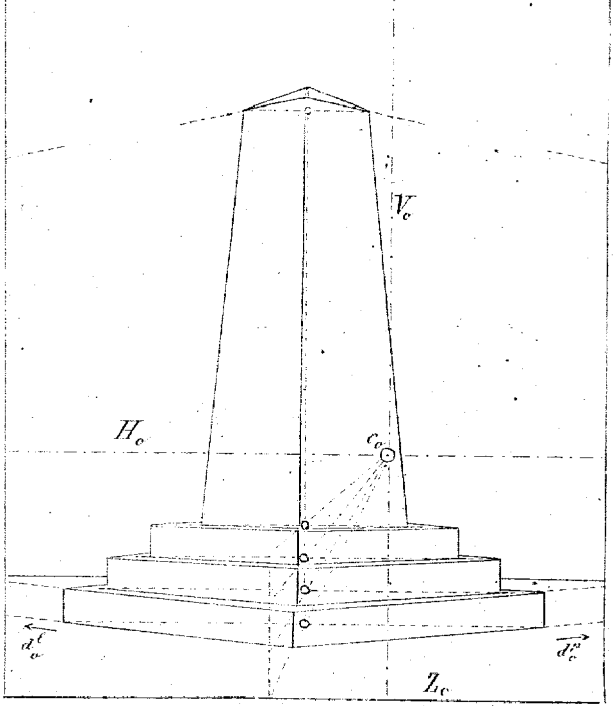
V. Götschner lith.



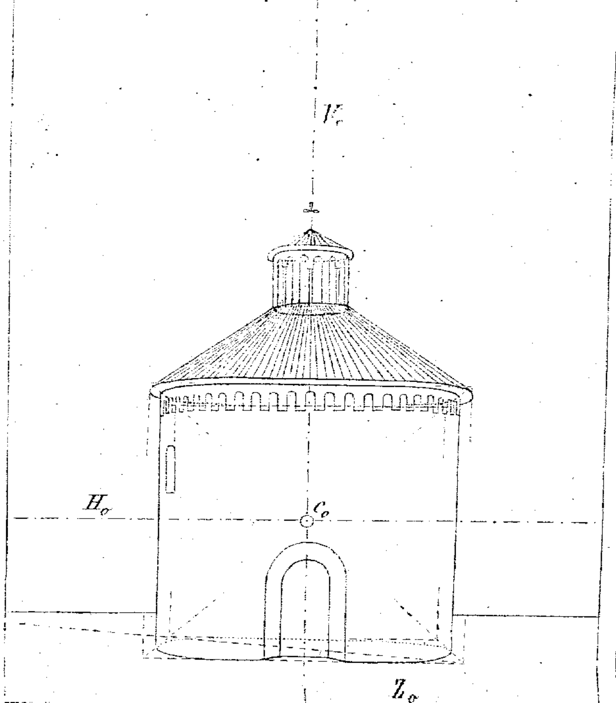
V. Götschner lith.

V.

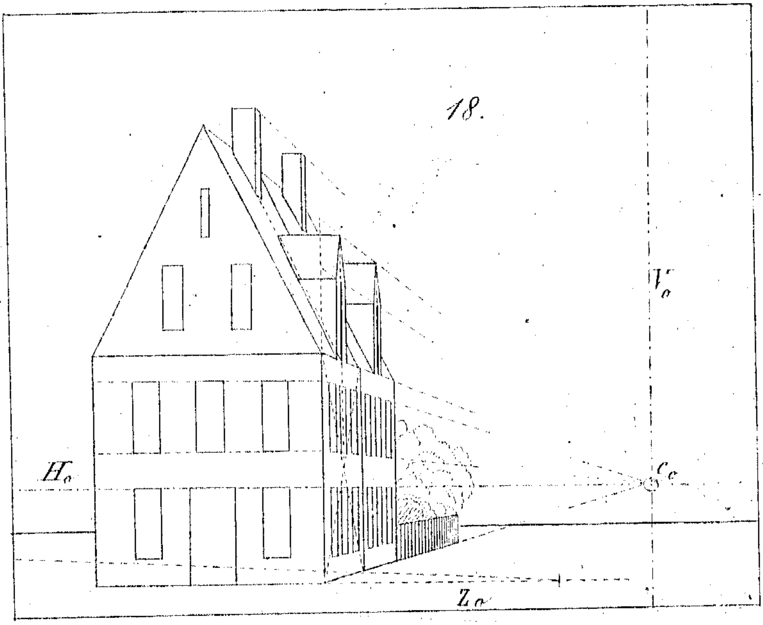
16.



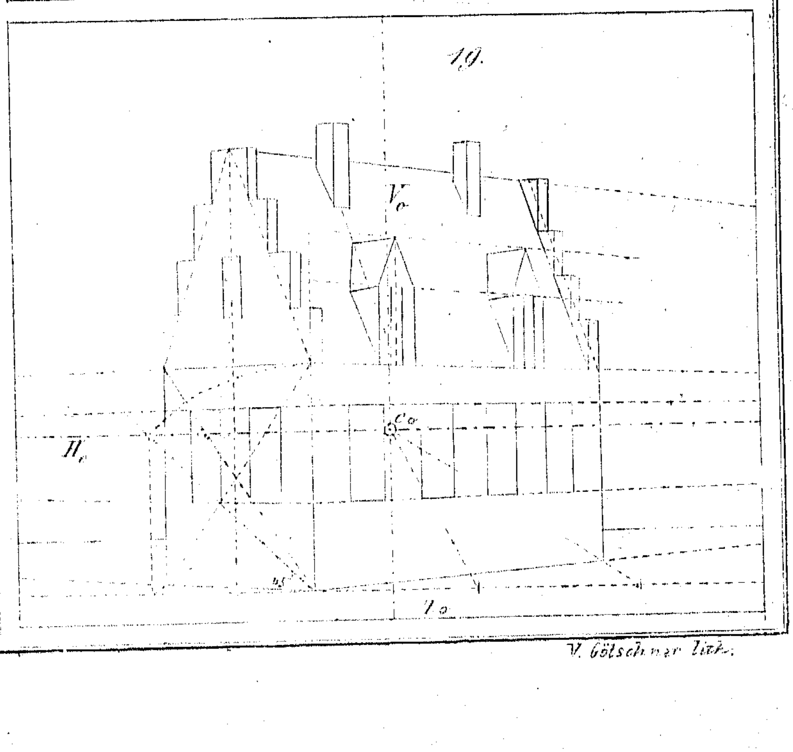
17.



18.

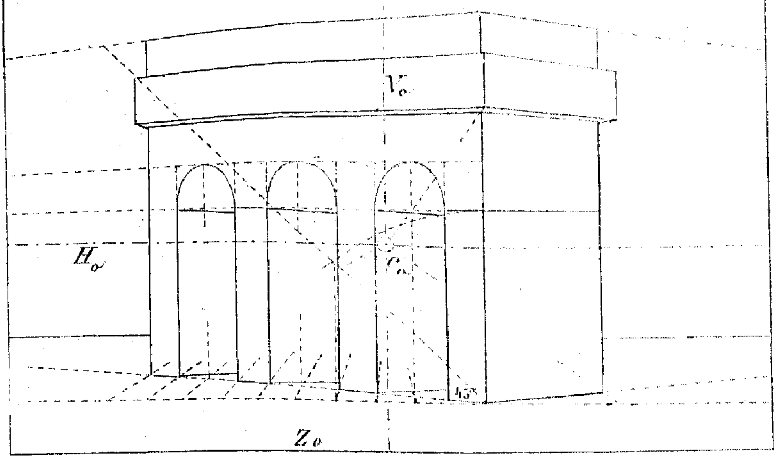


19.

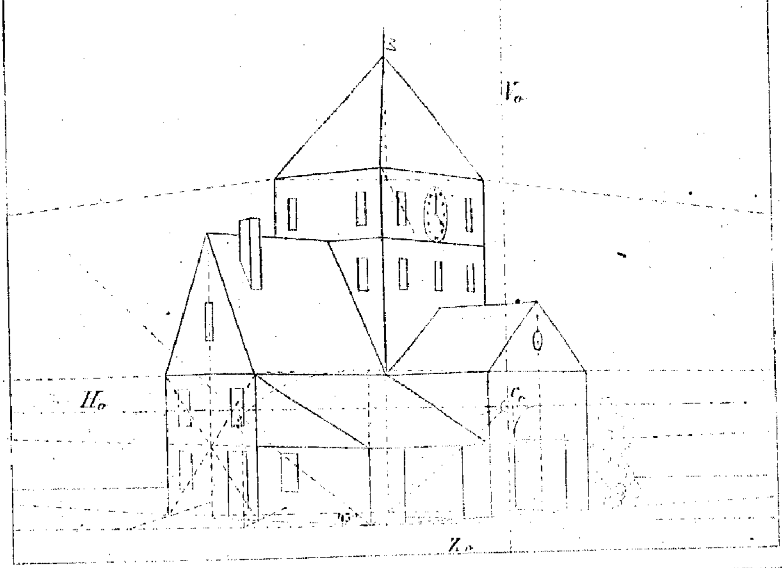


V. Götschner lith.

20.

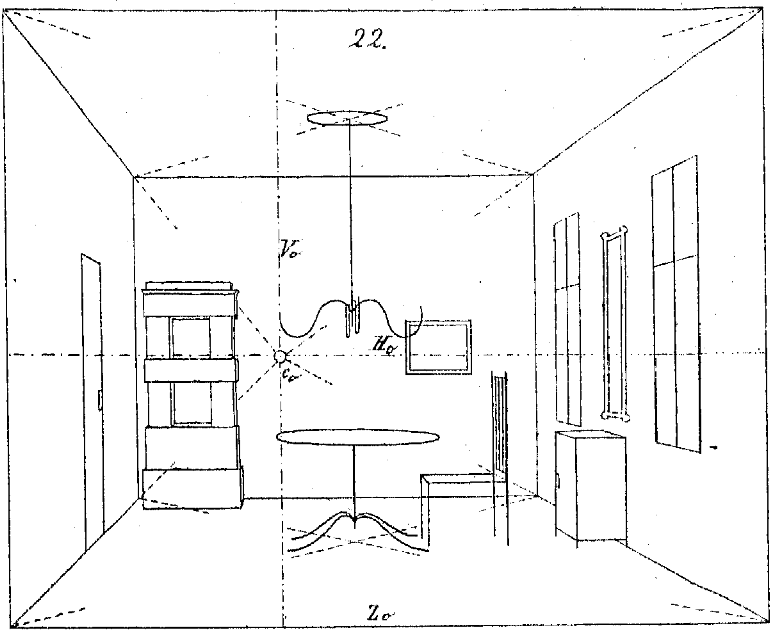


21.

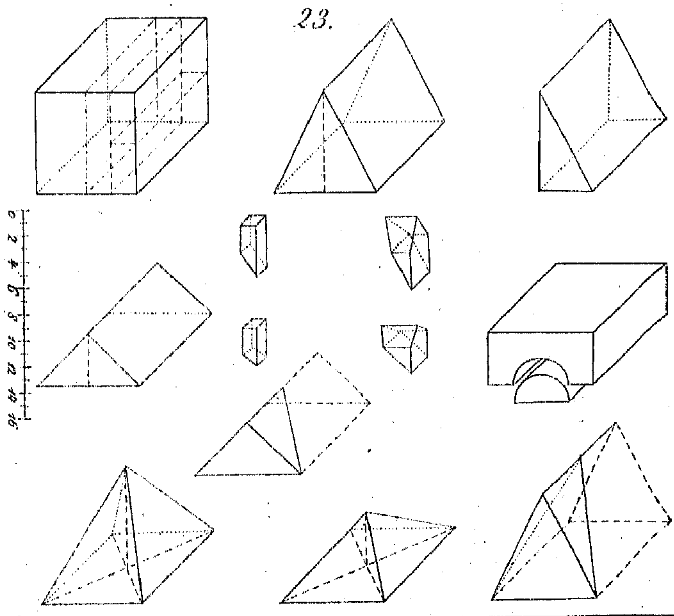


V. Götschner lith.

22.



23.



V. Götschner lith.