URBÁNKOVA

BIBLIOTÉKA PAEDAGOGICKÁ.

SBÍRKA SPISŮV

PRO

UČITELE, PĚSTOUNY, RODIČE

A PRO VZDĚLAVATELE LIDU VŮBEC,

VYDÁVANÁ

POMOCÍ OSVĚDČENÝCH NAŠICH PAEDAGOGŮV.

SVAZEK LXXVI.

Martina Kuchynky

Perspektivné zobrazování tvarů rovinných.

V PRAZE 1880.
NAKLADATEL FR. A. URBÁNEK, KNIHKUPEC
pro literaturu paedag. a pomůcky učebné.

PERSPEKTIVNÉ ZOBRAZOVÁNÍ

TVARŮ ROVINNÝCH.

Úvod do perspektivného kreslení dle modelu.

Pokus návodu ku vyučování

na školách měšťanských i středních a na ústavech učitelských.

Sepsal

Martin Kuchynka,

professor na c. k. českém ústavu učitelském v Praze.

S 20 dřevorytinami v textě. — S atlasem o 12 tabulích.

V PRAZE 1880.

NAKLADATEL FR. A. URBÁNEK, KNIHKUPEC
pro literaturu paedag. a pomůcky učebné.

Knihtiskárna: J. Otto v Praze.

Předmluva.

Není v oboru kreslení části druhé, která by učitelům při vyučování třídním na stupni dolním dělala takové obtíže, jako perspektiva. Důkladný věci znalec Heřman Grau pronáší se v časopise spolku německých učitelů kreslení takto: „Mnozí již se pokusili napsati methodický návod pro kreslení tvarů rovinných, a mnohému z nich se to dosti slušně podařilo; ale návodů ku kreslení těles dle názoru máme málo, a většina jich je zcela pochybena. Není také věcí snadnou napsati takový návod atd.“

Obtíže, s nimiž se při tomto vyučování setkáváme, jsou dvojího druhu:

1. Věcné čili vnitřní. M^{me} Cavé praví*): „Dejte člověku, jenž nikdy neučil se kresliti, kus hlíny, aby z ní udělal kostku. Učiní to, byť i ne pěkně. Předložte tomuto improvisovanému sochaři list papíru a tužku a vyzvete ho, aby řešil týž úkol jako prvé, ale pomocí tužky na papíře. Sotva porozumí, čeho si přejete; což teprv, aby to provedl. Musil by dlouho se učiti, než by dovedl krychli obstojně na papíře vymodelovati.“ A co je příčinou tohoto ohromného rozdílu obou způsobů reprodukce? Rozdílnosť prostředků. Při prvním se těleso napodobuje tělesem, při druhém obrazem. Těleso má hlavní rozměry tři; obraz, jsa tvarem rovinným, má jen dva. Kresliteli jest tedy s předmětu, chce-li ho zobraziti, dříve odvoditi, abstrahovati tvar nový, podstatně od předmětu rozdílný.

Dříve nežli naši žáci přistupují k perspektivnému zobrazování tvarů prostorových, kreslí tvary rovinné (v pohledu průčelném), při čemž podobné abstrakce potřebí není. Jediný zákon, jemuž žák při reprodukci výkresu na tabuli musí vyhověti, je zákon podobnosti, jenž nevyžaduje ničeho jiného než rovnosť

*) Ve spisu „Le dessin sans maître“.

úhlů a poměrnosť všech délek originalu a kopie. Při perspektivném zobrazování však nelze tímto zákonem se říditi. Pozorujme persp. obraz krychle, kteráž je v nárožní poloze a pod naším okem. Obrazy levého a pravého čtverce jsou lichoběžníky vespolek různé, obrazem hořeního čtverce jest různoběžník. Obrazem ani jediného z hranových úhlů, vesměs pravých, není úhel pravý. Obrazy hran vesměs rovně dlouhých jsou vesměs nerovné. Nelze tedy mezi originalem a jeho reprodukcí v obrazu ani jediné známky podobnosti nalézti. Zákon, který až potud žáka při kreslení vedl, nechá ho nyní seděti na holičkách. Situace mladého kreslitele stává se však ještě smutnější tím, že chce-li kresliti perspektivně správně, musí kresliti často proti svému přesvědčení. Ví, že hranové úhly krychle jsou pravé, předce je musí zobraziti tu úhly ostrými, tu tupými; ví, že její hrany jsou rovně dlouhé, a předce musí obrazy jejich kresliti nerovné; ví, že všechny stěny jsou čtverce, a předce je musí zobraziti tu lichoběžníky, tu různoběžníky (a jen někdy čtverci) atd.

Snad někdo namítne, že obtíže perspekt. kreslení přeháníme, že je věcí vlastně snadnou, anoť se řídí jediným a to velmi srozumitelným pravidlem: „Kresli předměty tak, jak je vidíš", že vše záleží jen na dobrém se díváni a to že předce není tak těžké. Žák prý vidí při krychli (v poloze nahoře zmíněné) levou svislou hranu kratší než přední, a proto ji kreslí kratší. Hoření vrchol zadní prý vidí nad hořením předním a podle toho umístí jeho obraz atd. Kdyby tomu jen tak bylo! Neníť pravda, že žák vidí, jak učitel si přeje, aby viděl. Anatom Henke praví*): „Perspektivnému kreslení musíme se jako všemu jinému teprvé učiti.... Nápadné perspektivné zkratky přicházejí k našemu vědomí přímo dojmem, jejž předměty na nás činí. Ale současně s tímto dojmem počíná vždy činnosť rozumová, jež na základě zkušenosti zkratky ty odčiňuje a zjev předmětu opravuje, tak že chtějíce to, co jsme pozorovali, nakresliti, vlastním očím nevěříme, čímž se stává, že perspektivné zkratky v obrazu se neobjeví, a že nejnaivnější člověk je nejméně si toho vědom, jak různě velkými se předměty jeho oku bezprostředně objevují. Egmontova Klárka diví se nemálo, vidouc v obraze bitvy svého milence tak velkého, jako stranou a v pozadí stojící věž Gravelingenskou, a mívala ho předce dosti často tak na blízku, že již jeho nos musil se jí ob-

*) Viz „Zeichnen und Sehen von Prof. W. Henke, Berlin, 1871, 115. Heft der Sammlung wissenschaftlicher Vorträge."

jevovati větším než kterákoli věž.“ Zkrátka: Teprva známosť nejzákladnějších zákonů perspektivných, poučujíc žáka o rozdílu mezi skutečností a zjevem, činí, že žáku takřka spadá bělmo s očí — teprvé nyní vidí jasně.

Z této věcné nesnadnosti vyučování perspektivného vyplývá, že se jím ve školách nemá počínati příliš záhy. Proto bylo v nejnovější době na realných školách z I. třídy, kde se mu před tím bylo učilo, přeloženo do třídy II. V našich měšťanských školách má se jím dle „Osnovy“ v 6. třídě započíti. Na lipských školách měšťanských počínají (dle Flinzera) s tímto vyučováním o rok později než u nás, totiž v 7. školním roce; rovněž tak (dle Stuhlmanna) na městských školách v Hamburku a (dle Lutze) ve školách kantonu Curyšského. Z tohoto srovnání jde, že na našich měšťanských školách počíná se perspektivou časněji než jinde a mělo by se to tedy přeložiti až do 7. třídy; ba na slovo vzatý Weishaupt*) perspektivného kreslení do svého plánu pro vyučování kreslení na chlapeckých školách sedmitřídních v Mnichově ani nepřijal, „jelikož žáci škol těch pro pojímání perspektivných zjevů jsou nezralí“.

2. Vyučování perspektivě na stupni dolním má však obtíže ještě jiného rázu, jež bychom na rozdíl od prvějších, totiž vnitřních, nazvali zevnějšími, a jejichž původem je to, že i perspektivě má se vyučovati hromadně, jak to předpisují učebné osnovy a instrukce pro kreslení na školách měšťanských i středních, a to z důvodů dobrých. Neboť ve stadiu, kde se jedná teprv o to, uvésti žáky do oboru kreslení jim nového, což vyžaduje obšírného výkladu, nelze to odbyti důkladněji a v době co nejkratší jinak, než vyučováním hromadným. Pokročili-li žáci tak daleko, že se jedná již jen o applikací poznaných zákonů, potom teprvé může vyučování hromadné ustoupiti onomu dle oddělení, skupin a po jednotlivu.

Hromadné vyučování perspektivě — ač neděje-li se snad kopírováním perspekt. obrazů, učitelem na tabuli sestrojených, což „instrukce“ vylučují — trpí však tou nehodou, že každý žák podle toho, jaké má stanovisko ku modelu, má při jeho zobrazování úkol od úkolu ostatních žáků podstatně rozdílný, slouží-li jediný model škole celé. Nelze tu potom vlastně mluviti o tom, že je vyučování ještě hromadné, jelikož hromadné vyučování vyžaduje,

*) „System u. neuere Gestaltung des Zeichenunterrichtes von Heinrich Weishaupt, Weimar 1873.“

aby všickni žáci obírali se současně jedním a týmž úkolem. Jest pak učiteli nad míru těžko zaříditi výklad tak, aby bylo posloužено žákům všem. Obtíže tohoto druhu lze umírniti prostředky všelijakými; ale zcela je odstraniti nebylo by možno jinak, než když by každý žák měl před sebou svůj zvláštní exemplář téhož modelu, o němž právě se vykládá hromadně, a to v téže poloze ku svému oku, kterou učitel předpokládá. Velikých nehod tohoto zařízení dovtípí se každý učitel sám. Poukazujeme jen na nesnadné umístění modelů, na jich nutně nepatrné rozměry, což poznání perspekt. zákonů (zkratek, zdánlivého se sbíhání přímek rovnoběžných a j.) je na závadu*) atd. Nicméně našlo i toto zařízení své přívržence, což je důkazem vytčených obtíží vyučování hromadného za nedostatečného množství modelů. Jmenujeme tu (mimo Petra Schmidta)**) jenom Heimerdingra a Stuhlmanna v Hamburku***) (délka hran jejich modelů pohybuje se kolem 10 cm.), Fialkovského ve Vídni†) (rozměry jeho „stavebních kamenů" čítají asi 1") a Mikyšku.

Že zmíněné obtíže rostou, čím plnější jsou třídy — zejména nemá-li učitel assistenta k výpomoci, jako při většině škol venkovských — čím nepříhodnější je místnost, v níž se kreslí, a čím chudší je sbírka persp. apparátů a modelů, samo sebou se rozumí. Obtíže tohoto druhu byly také hlavní příčinou, proč methoda Dupuiská††), jež při svém zrození se velké protekci se těšila, předce poměrně brzo, ač nezaslouženě, upadla v zapomenutí. Školní úřady — i u nás — měly za to, že není více třeba, nežli ji učitelům odporučiti a potřebné k tomu modely a přístroje jim opatřiti, potom že již to půjde. Ale jako při každé methodě, tedy i při této zvláště závisí zdar hlavně na učiteli. Přijde na to, má-li

*) Neboť pohlíží-li žák na ně zblízka, trpí tou nehodou, že se mu zjev, jímž se řídí, hned značně změní, když hlavou byť jen malounko pošine; čemuž nelze zabrániti. Distancí, kde tato nehoda mizí, jest však zase (relativně) již tak veliká, že centrálná perspektiva přechází téměř v perspektivu rovnoběžnou, což v tomto stadiu, kde se žáci mají počátkům centrálné perspektivy teprv zaučovati, je velice na závadu.

**) „Das Naturzeichnen für den Schul- und Selbstunterricht von Peter Schmidt, Berlin, bei Nicolai."

***) „Die Elemente des Zeichnens nach körperlichen Gegenständen von F. Heimerdinger, Hamburg 1857." — „Der Zeichenunterricht in der Volks- und Mittelschule von Dr. A. Stuhlmann, Hamburg 1875."

†) „Analyse des Zeichnens nach der Anschauung von Nikolaus Fialkowski, Wien 1856."

††) Ty učitele, kteří se i o historickou stránku tohoto předmětu interesují, upozorňujeme na naše o tom články v „Besedě Učitelské", ročník 1878, č. 19, 21, 22, 24, 25, 26.

dobrou vůli a rozumí-li věci sám důkladně. Dupuiským sádrovým modelům, zejména hlavám, přálo předce ještě dosti velké množství učitelův a užívalo jich skutečně; ale o modelech perspektivných nelze totéž říci. Zejména oni učitelé, kteří vyšli z uměleckých akademií, pohlíželi na ně pohrdlivě. *) A předce těžiště methody Dupuiské a její rozdíl od method dosavadních sluší jen v perspektivném pojímání těchto geometrických modelů hledati, neboť vyjma to, že počínal Alexander D. studium hlav (dle postupu práce sochařů) hlavami nedokonanými, hranatými, nepodával ve svých modelech ničeho nového. Sluší ovšem přiznati, že právě perspektivné pojímání oněch geom. modelů nebylo věcí snadnou, jak pro žáka tak i učitele. Učitel, jenž dříve pomocí tištěných vzorů vyučoval, musil se hledě k těmto modelům vyznati žákem a dříve sám sebe dle nich učiti, nežli mohl užíváním jich ve škole počíti. A k tomu nedostávalo se mnohým učitelům chuti a snad také času. Tím se vysvětluje, proč i na oněch školách, kde již dle Dupuiské methody začali, brzo modely a s nimi celou methodu odhodili. — Druhou, neméně vážnou příčinou, proč se methoda D. u nás neujala, jest ta, že vyrostla z půdy zcela jiné, nežli do které ji u nás zasadili. V Dupuiské škole učilo se — jak všickni, kdož ji navštívili, dotvrzují — v malých skupinách, ba přímo po jednotlivu, což bylo tím podmíněno, že frekvence se strany učňů (mladých živnostníků) byla nepravidelná. Mimo to byli učňové věkem a tedy i rozumem dospělejší. U nás naproti tomu zaváděli touž methodu již do 1. školy realné, u dětí 10—11letých, aby se dle ní učilo hromadně ve třídách, kde sedávalo až 100 žáků. Nelze ovšem upříti, že pravidelná frekvence našich škol připouštěla při perspektivě hromadné vyučování a že se toto zde, kde se jednalo převahou předce jen o výklady počáteční, velmi doporoučelo; i to je pravda, že holá nemožnosť, při tak velkém množství žáků učiti v malých skupinách anebo po jednotlivu, přímo vyžadovala, aby se i při methodě D. učilo hromadně — ale tu měla methoda Dupuiská, v jádru výborná, pro poměry *naše* dříve se *přizpůsobiti*. Toho se ale nestalo. Ačkoli poznání, že

*) Známý deskriptivik prof. Gugler vypravuje následující charakteristický příběh: „Když jsem na svých cestách po severním Německu (r. 1860) přišel do jedné kreslírny, kde se dosti špatně dle Dupuiských modelů vyučovalo, pozoroval jsem na podlaze pohozený drátěný a zkroucený model krychle. Shýbl jsem se, abych jej zdvihnul; ale učitel mne předešel a odkopnuv model do kouta, pravil nevrle: Ďas vezmi tu celou methodu! K vyššímu rozkazu musím dle ní vyučovati, ačkoli jsem přesvědčen, že se tím ničemu řádnému nelze naučiti.“

původní methoda D. k hromadnému vyučování se nehodí, rakouským učitelstvem bylo nejen cítěno, ale i prosloveno, *) nicméně nikdo neodhodlal se ku práci té. — O jiných námitkách proti methodě D. [na př. že je jednostranná, jelikož se dle ní cvičí žáci pouze v zobrazování předmětů nad obzorem**) položených] nechceme se zmiňovati, jednak že jsou méně závažné, jinak že příčiny těch námitek bylo lze dobrým spracováním této methody ne-li odstraniti, tedy aspoň umírniti. A tak se stalo, že po krátkém čase nebylo o Dupuisovi ve školách našich víc ani slechu. Ne snad proto, že by bylo názorné vyučování perspektivě z učebné osnovy pro nižší realku zmizelo, neboť jako dříve mělo se i potom již v 1. třídě a to při měřictví jím počíti a v následujících třídách při kreslení v něm pokračovati, ale žilo jen v učebné osnově, nikoli ve školní světnici. Učitelé buď se perspektivě zcela vyhnuli, anebo brali útočiště ku perspektivě konstruktivné, kreslíce na tabuli obrazy, jež žáci kopírovali.

Vydáním nynějších osnov a instrukcí pro kreslení (r. 1873 a 1874), zejména pak dbaním toho, by se skutečně provádělo, co v nich nařízeno jest, zahájen byl na poli tom u nás obrat k lepšímu. Perspektivné kreslení dle názoru přivedeno jest znovu a důrazně na denní pořádek. A aby se nenedostávalo k tomu pomůcek, dalo c. k. ministerstvo kultu a vyučování sestaviti systematickou sbírku potřebných k tomu apparátů a modelů, kteráž je zajisté již všem pp. kollegům známa. (Viz Min. Verordnungsblatt z roku 1877, str. 29 a 30; potom z r. 1879, str. 499 až 510.) Potká se všecka ta ušlechtilá snaha ministerstva zvelebiti persp. kreslení na školách všech kategorií se zdarem? Stačí těch několik vět instrukcí (jež při vší obšírnosti jsou a mohou býti předce jen stručné), aby učitelstvo již vědělo, kterak vyučovati, by všem rozumným požadavkům bylo vyhověno? Nestačí; toho dokazovati tuším netřeba. Z kterého jiného zdroje tedy mají učitelé známosť tohoto vyučování čerpati? Učili se dle té methody sami, jsouce žáky? Nikoli. Lze se toho snad dočísti ve spisech? Taktéž nikoli, neboť nestává v literatuře žádného jazyka knihy, jež by v té příčině vyhověla měrou jen poněkud slušnou.

Přistupujíce k sepsání tohoto „Návodu“, byli jsme si tedy vědomi nejen nutnosti, alebrž i nesnadnosti práce námi podstoupené. Obmezili jsme se při tom jenom na zobrazování

*) Srovnej na př. „Fialkovski, Analyse atd.,“ Wien, 1856, pag. 2.
**) „Fialkovski, Analyse“, pag. 61.

tvarů rovinných, protože toto, jsouc počátkem perspektivného vyučování, dělá jak učiteli tak i žákům obtíže větší, nežli následující potom zobrazování tvarů tělesných. Vpracoval-li se učitel a žák do onoho, bude moci snadno bez dalšího návodu vpracovati se i do tohoto, neboť pokud se jedná jen o konturu těles a ne o zobrazení výjevův osvětlení na nich, je vše jen užitím toho, čemu se žáci naučili při zobrazování tvarů rovinných.

Nejdříve budiž nám dovoleno vytknouti zásadní stanovisko, které jsme při spisování této knihy zaujali.

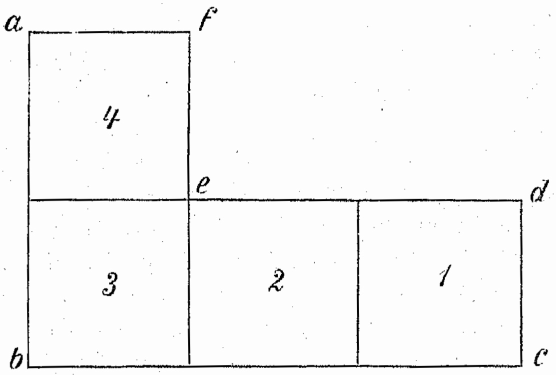
Perspektivě může se, jak známo, učiti dvěma hlavníma způsoby: konstruktivně a dle názoru. Způsob konstruktivný nehodí se pro kreslení na dolním stupni, a to přede vším proto, že nelze žáky věku tak útlého a nemající dostatečné geometrické přípravy přivésti tak daleko, aby dovedli na základě poznaných perspektivných zákonů správně sestrojiti obraz kteréhokoli geom. předmětu v dovolném jeho postavení a v kterékoli poloze k jejich oku. Zobrazování musilo by se tu obmeziti na tělesa jednoduchá, a to ještě jenom v takovém postavení a v takové poloze k oku kreslířově, jež připouštějí přímé užívání hlavních konstruktivných pomůcek, jako bodu hlavního a distančního. Ale to by bylo špatnou přípravou pro kreslení na vyšším stupni, kdež se má již perspektivných vědomostí užiti, neboť ono nijak na dotčené podmínky vázati se nemůže. Objevují se různé geom. tvary, jež po případě jsou buď základem anebo částmi té které sádrové předlohy vyššího stupně, vždy jen v takové poloze, která je konstrukci přístupna? — Zbývá tedy jedině perspektiva dle názoru. Při té sluší však rozeznávati zase způsoby dva: 1. methodu konstruktivně-názornou, 2. methodu ryze názornou. Prvý způsob záleží v tom, že vedle názoru, kterýž jest vodítkem hlavním, užívá se také některých elementů perspektivy konstruktivné, jako hlavních přímek, hlavního bodu, úběžníků a jiných. Druhým způsobem kreslí ti,*) již mimo názor nepřipouštějí vodítka žádného. Nemluví ani o skleněné desce (průmětně), ni o hlavním bodu a horizontu atd. Beze všech předběžných výkladů počínají perspektivné vyučování hned zobrazováním těles, na př. krychle,**) při čemž je žákům zjev předmětu takřka předlohou. Učiteli nezbývá než žáky při tom vésti, by vě-

*) Dr. Stuhlmann, F. Flinzer.

**) Liší se tedy od methody Dupuiské tím, že — následujíce příkladu Petra Schmidta — neužívají jako přípravy drátěných modelů planimetrických (jednotlivých přímek a jich skupin, mnohoúhelníků a j.).

děli, čím začíti, kterak pokračovati, čeho vždy nejvíce třeba si všímati atd. Z několika zjevů téhož druhu abstrahuje se pravidlo. Na př.: Při několika tělesích se pozorovalo, že vodorovné hrany, jež byly nad okem, nebyly-li průčelny, zdánlivě sestupovaly. Z toho se odvodí pravidlo: „Vodorovné přímky neprůčelné a nad okem položené zdánlivě sestupují.“ Pravidla tato mají oko kreslířovo učiniti citlivějším při pozorování perspektivných zjevů. Ale upozorňujeme na to, že pravidly těmi se různé zjevy jen sestavují v přehledné kategorie, avšak nijak nevysvětlují. Žák nikdy nedoví se, proč na př. přímky nahoře zmíněné zdánlivě sestupují atd.

My jsme se v „Návodu“ tomto nepostavili na stanovisko

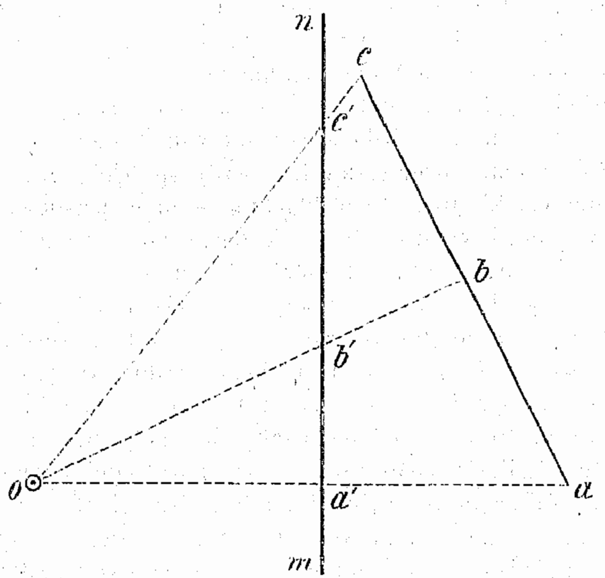


Obr. I.

methody právě vylíčené a to z důvodů, jež vyplývají z kritiky této methody.

Nejvyšší princip, alfa i omega methody ryze názorné jest pravidlo: „Kresli jak vidíš.“ Nemluvě ani o tom, že se to snáze řekne nežli provede (viz počátek této „Předmluvy“), tož lze snadno dokázati, že nesmíme vždy kresliti to, co vidíme, že nesmíme v některých případech zobrazovati zjev předmětu. Obšírně mluvili jsme o tom již ve článku: „O perspektivě v 1. třídě realných škol“ v časopise „Škola a Život“ z roku 1872. v seš. 8. a 9., a v článku: „O vědeckých základech umění kreslitelského atd.“, obsaženém v číslech 1.—3. ročníku V. „Časopisu jednoty českých matematiků“. I sám dr. Stuhlmann, jenž je předce přívržencem methody ryze názorné, nemůže neuznati, že někdy dle zjevu kresliti se nesmí. Poznání to vnucuje se mu při zobrazování jeho druhého modelu (skládajícího se ze čtyř shodných krychlí), jenž svou přední stěnu *a b c d e f* (obr. I.)

obrací průčelně k žáku, o němž předpokládá, že má nejblíže před sebou čtverec *1.**) „Přemýšlející žák“ (soudě dle zjevu) „míní, že obrazy čtverců *1*, *2*, *3*, *4* nemají se kresliti rovně velké, nýbrž obrazy čtverců *3* a *4* užší nežli *2*, a *2* užší nežli *1*, a to proto, že jsou od pozorovatele vzdálenější než čtverec *1*. Že by však v tom případu ony dále na levo položené čtverce zároveň nižší kresliti se musili nežli ostatní, na to žáci“ — divnou náhodou, neboť zjev by je měl k tomu přivésti — „obyčejně předce nepřipadnou.“ — Naproti tomuto Stuhlmannovu příkladu stavíme následující: *ac* (obr. II.) jest úsečka, bodem *b* rozpůlená, a nalézá



Obr. II.

se za průmětnou *mn*. Oko *o* mějž takovou polohu, aby $\triangle$ *aco* byl rovnoramenným. Z toho jest patrno, že zorné úhly *aob* a *boc* jsou sobě rovny. Jelikož o zdánlivé velikosti předmětů soudí se pouze dle zorných úhlů jim příslušných, jeví se oku *o* úsečky *ab* a *bc*, ve skutečnosti rovné, taktéž jakožto rovné. Povšimněme si nyní průmětů těchto úseček. Zorné paprsky bodů *a*, *b*, *c* sekou průmětnu v bodech *a'*, *b'*, *c'*. Průmět *b'c'* úsečky oku bližší (*bc*) jest větší než průmět *a'b'* úsečky zadní (*ab*). Obraz přední úsečky musí tedy býti delší než obraz zadní úsečky. — Srovnáme-li oba ty pří-

*) Viz pag. 21. čtvrtého dílu jinde již zmíněného spisu Stuhlmannova.

pady, vidíme, že rovné úsečky v prvním z nich jeví se oku jako nerovné, a předce musí se zobraziti jakožto rovné, kdežto v druhém případu se objevují jako rovné a kreslí se nerovné. — Z toho vysvítá, že někdy dle zjevu kresliti se nesmí. Ale co máme souditi o methodě, která — řídíme-li se jí konsekventně — vede, byť jen někdy, k nesprávnostem? Namítne-li kdo, že libujeme si v malichernostech, jelikož rozdíl mezi obrazem dle zjevu a obrazem správně perspektivně kresleným nebývá tak značný, by se mu methoda snadná, a proto dobrá, musila obětovati, odpovídáme: Kdyby měla methoda, o niž běží, jen tu jedinou vadu, a na druhé straně nebylo methody správnější a při tom nikoli nesnadnější, potom bychom, učíce kreslení na stupni dolním, nad touto její věcnou nesprávností rádi oko zamhouřili.

Zkoušejme ji tedy dále. Methoda ryze názorná vylučuje veškeru přesnost. Kdo kreslí jak vidí, spoléhá se jediné na své oko. Jest tento organ smyslový vždy spolehlivý? Nebývá původem sterých klamů? Není klamům snadno přístupen zejména zde, kde vědomí, jakými předměty skutečně jsou, mate nás v úsudku, jakými je vidíme? „Vůle jest dobrá, ale tělo hříšné.“ Nepřesvědčil se každý praktický učitel častokráte, že žák vykreslil přímku jakožto vodorovnou anebo sestupující, jež se mu patrně měla jeviti jakožto vystupující? Lze pouhým okem vystihnouti, že osnova přímek s čelem různoběžných musí míti v obraze společný úběžník atd. atd.? Odčiníme tento nedostatek methody ryze názorné tím, že dovolíme žákům visovati? Po prvé: Dovede učitel, nemluvě o průmětně a průmětu, vyložiti, *co* jest visovati? Po druhé: Jsme přesvědčeni, že drží všickni žáci při visování tužku vždy tak, jak toho správné visování vyžaduje? Nepřesvědčil se praktický učitel stokráte, že žáci nesprávně visovali? — Pracuje-li žák jen dle názoru, neví nikdy, zdali je jeho výkres korrektním. **Fialkovski** praví*): „Lze ovšem dle přírody kresliti bez předběžných známostí perspektivných… ale nikdy nemá kreslíř, nezná-li perspektivných zákonů, to vědomí, že jest jeho výkres správný, a nikdy nebude tedy moci opraviti chyby, jichž se byl, zobrazuje zjev, snad dopustil.“

Methoda ryze názorná jest dále mechanická. Hlavními body zjevu myslí si kreslitel položeny pomocné přímky svislé a vodorovné (jež, třeba-li, vytkne náležitě drženou tužkou); celá jeho duševní činnost obmezuje se potom na to, posouditi, zdali ten který

*) Viz jeho „Analyse a t. d.“, pag. 35.

bod objevuje se výše nebo níže než jiný, na levo neb na pravo od něho, a — třeba zase pomocí visování — *oč* v každém případu. K tomu posuzování svislých a vodorovných úseček přistupuje někdy také posuzování těch kterých úhlů na zjevu, nikoli jakožto pomocník nezbytný, ale ke kontrole vítaný. Učí se tu žák něčemu podstatně novému? Necvičil se měřiti od oka úsečky a úhly již při zobrazování tvarů rovinných? Nemá kreslení tvarů prostorných jiného účelu než pokračovati v těch cvičeních? Ostatně, jest za naší doby měření a srovnávání úseček a úhlů — třeba by stačilo ku správnému kopírování — hlavní podstatou kreslení tvarů byť jen rovinných? Nebylo kreslení na tabuli proto zavedeno, aby kreslení z pouhého cvičení ruky a oka, z pouhé zručnosti pozdvihlo se na činnosť duševní, jež vymáhá vniknutí do organismu každé ozdoby, známosť zákonů ornamentalných? Nemají se tedy žákům vykládati podobně také hlavní zákony zobrazování tvarů prostorných? Methoda ryze názorná toho ale nečiní. Ona zjevy pouze konstatuje. Avšak vnikl žák do věci, když na tolikeré „proč?“ neví ani jediného „proto?“ Možno tu mluviti při něm o uvědomělé činnosti duševní? Jak to srovnati s krásným heslem nového směru u vyučování předmětu tomuto: „Kreslení oduševniti?“

Shrňme tyto poznatky v celek! Dříve jsme bezmyšlénkově kopírovali vzory tištěné, umění; nyní kopírují někteří zrovna tak přírodu. Z onoho jsme bohudíky již se vymanili, do tohoto nechtějme zabřísti. Fialkovski praví*): „Bezmyšlénkové kreslení dle přírody, kreslení à la vue, je dle mého soudu, na mnoholeté zkušenosti založeného, pro začátečníka ještě škodlivější, nežli starý systém kopírování...“ „Jsou ovšem umělci, kteří tvrdí, že obraz kreslený dle perspektivných zákonů, nikoli dle názoru a citu, vypadne příliš ‚tvrdý‘, zpitvořený. Toť nesprávné, ba směšné, a dokazuje jen, že tací umělci neznají se v uměleckém spořádání předmětů, zejména ne ve volbě distančního bodu.“

Aby čtenář úplný mohl si utvořiti soud o methodě ryze názorné, upozorňujeme ještě na jednu okolnosť. Máme za to, že žák, který pořád kreslil jen dle názoru, obdržel velmi špatnou přípravu k řešení úkolu, zajisté často v praktickém životě se naskytajícího: zobraziti perspektivně předmět buď jen myšlený anebo jinakým obrazem, na př. oběma orthogonalnými obrazy stanovený. Co ho povede nyní, když názor, jemuž posud se svěřoval, ho opustil?

---

*) Viz jeho „Analyse a t. d.“, pag. 35.

Na základě všech těch důvodů neváháme vysloviti se, že methoda ryze názorná je methoda chybná. Že však i její extrém, methoda konstruktivná, pro kreslení na dolním stupni se nehodí, nezbylo jiného, než rozhodnouti se pro zlatou stezku prostřední, pro methodu konstruktivně-názornou.

Nejdříve bylo nám odpověděti k těmto otázkám: Čeho třeba pojmouti v methodu tuto z methody jedné, čeho z druhé? Kterými úvahami třeba říditi se při tomto výběru? K těmto otázkám odpověděli jsme následovně: Na dolním stupni musí těžiště vyučování jako ve všech předmětech tak i v persp. kreslení spočívati v názoru, ne v konstrukci, a to z důvodů jinde již dotčených. Ale při pouhém názoru taktéž nesmí zůstati. Třeba bezpečného, t. j. vědeckého základu. Jelikož ale perspektivná věda je jen jedna, musí methoda elementární, má-li býti dobrá, míti s methodou konstruktivnou společný základ. Teprva v dalším svém rozvoji mohou se obě methody rozcházeti, anať se první z nich musí omeziti na minimum zákonů perspektivných a co možná je popularisovati. Ze zákonů perspektivných nutno však pojmouti do tohoto učení elementárního vše to:

1. Čeho třeba, aby při všech výkonech mohlo se odpověděti k otázce: „Proč to a ono tak a ne jinak se dělá?"

2. Čeho třeba, by žáci vyhnuli se chybám, do kterých někdy lze upadnouti, kreslí-li se jen dle zjevu. — Na druhé straně musí se vyloučiti vše to:

1. Co žáci útlého věku a tedy nevyvinuté představivosti geometrické nemohou pochopiti.

2. Čeho při kreslení dle modelu nelze užiti skutečně.

Z prvého důvodu jsme vyloučili sklopování do průmětny, přitáčení do polohy s ní rovnoběžné, užívání dělicích bodů a j.

Z druhého důvodu nemluvíme o základně a základní přímce, jelikož při kreslení podstatou názorném (na př. dle modelů ve stojánku zastrčených) s žádnou základnou a základní přímkou se nesetkáváme. Týž důvod byl také jedním z těch, pro které jsme i distanční bod ze svých výkladů vyhostili. Jelikož jest tento bod velmi důležitý, odůvodňujeme v následujících úvahách toto své rozhodnutí obšírně.

Mnozí odborníci jsou pro to, aby se při kreslení, o které tu běží, tohoto bodu užívalo, odůvodňujíce to tím, že v některých případech, a to zejména těch důležitých, propůjčuje zobrazování přesnosti. A jelikož výklad distančního bodu, zejména na patřičném přístroji, dokonce není tak spletitý, aby žáci i nižších tříd podstaty jeho řádně nepojali, není prý tedy důvodu, proč by se o něm mluviti a jej užívati nemělo. Nepopíráme pravdivosti toho, co tu praveno, ale předce zamítáme jeho užívání. Činíme to z důvodů, jež zřejmy jsou z následujících úvah:

Chceme zobraziti dřevěnou krychli, která je v patřičné výšce upevněna na stojánku před námi. Sedíme v takové vzdálenosti od ní, že jest celá v našem zorném kuželi, o němž se, jak vesměs povědomo, obyčejně předpokládá, že jeho osa (hlavní zorný paprsek) je vodorovna a že žádný pár paprsků zorných, v něm obsažených, nesvírá většího úhlu než 50°. (Velikost největšího zorného úhlu udává se v různých spisech od 40°—70°.) Zmíněná krychle jest postavena průčelně, nalézá se nad hlavní rovinou horizontalnou a na pravo od hlavní roviny vertikalné. Čtyři stěny jsou svislé, dvě vodorovné. Krychle se zobrazí dle názoru postupem známým. Nejdříve přední její stěna, jejímž obrazem je čtverec. Délku jeho strany zvolíme dle velikosti oné části své nákresny, již máme obrazem krychle vyplniti. Velikosť obrazu stěny levé a spodní se potom tím čtvercem řídí. Hotový obraz chceme pomocí persp. zákonů kontrolovati, resp. opraviti. Za tím účelem jest nám vyhledati si hlavní a alespoň jeden distanční bod. Hlavní bod nesmíme však vyvoditi z obrazu krychle — prodloužením obrazů těch kterých hran, až se protnou — nýbrž musíme ho stanoviti od něho neodvisle. Kterak, to nenáleží sem; o tom později na svém místě. Směřují-li obrazy hran, jdoucích do zadu, do tohoto bodu, je správný jejich směr. Zdali také délka, o tom nás poučí distanční bod, třeba pravý, jejž třeba stanoviti rovněž jako hlavní bod od obrazu krychle neodvisle, tedy nikoli prodloužením obrazu na pravo jdoucí úhlopříčny ve čtverci dolním, až hlavní přímku horizontalnou protne. Snad se tedy distanční bod smí zvoliti? Nemožnosť toho jeví se již tím, že by tu každý, jakkoli nesprávně dle názoru kreslený obraz předce správným shledati se mohl, kdyby jenom distanční bod, jímž se má kontrolovati, tak šikovně se volil, aby to vždy „dobře vyšlo“. Tu nemožnosť lze však i vědecky dokázati. Poloha distančního bodu anebo distancí perspektivného obrazu jest výsledkem dvou činitelů: 1. Vzdálenosti oka od předmětu, která jest volbou našeho stanoviska určena. 2. Měřítkem obrazu krychle, kteréž jest od onoho okamžiku určeno, když jsme velikosť obrazu přední stěny (řídíce se velikostí nákresny) zvolili.

Chtějíce distancí perspektivného obrazu theoreticky stanoviti, musili bychom si počínati takto: Mezi svým okem a krychlí, rovnoběžně s její průčelnou stěnou přední, musíme si mysliti průmětnu, a to v takové vzdálenosti od oka, aby její čtvercový průsek s jehlancem, jehož vrcholem je oko a půdicí přední stěna krychle, měl touž velikosť jako vykreslený již obraz té stěny. Délka kolmice, s oka na průmětnu spuštěné, stanovila by hledanou distancí. Z toho jest patrno, že volbou polohy oka ku předmětu a zobrazením jen jedné hrany jeho je ona distancí již dána, a že ji třeba dříve vyšetřiti, nikoli zvoliti, než lze v obraze distanční bod vytknouti. Libovolna jest — ale jen za tou podmínkou, že nesmí býti menší než prostřední dálka vidění 22—25 cm. — dotud, pokud je naší nákresnou carta bianca. Kdybychom totiž chtěli distančního bodu, libovolně vytčeného, již při samém zobrazení krychle, nikoliv teprv při kontrole hotového obrazu užiti, a zároveň předmět ve skutečné jeho poloze k našemu oku zobraziti, musili bychom si počínati takto: Vykreslili bychom nejprvé obě hlavní přímky a tím zároveň hlavní bod, dále pomocí libovolné distancí, na př. 30 cm., pravý distanční bod, konečně obraz některého vrcholu krychle, na př. předního levého hořeního. Ale již to poslední, jakož i vše následující nelze vykonati prostou volbou, chceme-li zobraziti právě jen tuto krychli a jen v té poloze k našemu oku, kterou skutečně má. Neboť vzdálenosť obrazu dotčeného vrcholu, na př. od hlavní přímky vertikalné, jest tolikátým dílem jeho vzdálenosti od hlavní roviny vertikalné, kolikrát je distancí perspektivného obrazu, nahoře již zvolená (30 cm.), obsažena v (kolmé) vzdálenosti oka od roviny přední stěny krychle. Rovněž určita jest také vzdálenosť obrazu dotčeného vrcholu od hlavní přímky horizontalné, podobně i délka stran obrazu přední stěny a všecko ostatní.

Nechť hledáme polohu distančního bodu až po dohotovení obrazu dle názoru, bychom ho užili ku kontrole jeho, nechť jej předem zvolíme, chtějíce pomocí jeho obraz kresliti — v obou případech je to pro žáky ještě nedospělé práce příliš nesnadná. V případu prvém by se totiž určila distancí prakticky tím, že by se visováním (nataženou rukou) vyhledala zdánlivá délka jedné přední hrany krychle, načež by se vyšetřilo, v jakém poměru se tato délka nalézá ku délce, již jsme byli, řídíce se velikostí nákresny, zvolili pro obraz této hrany. V témž poměru nalézá se délka natažené ruky (již snadno lze stanoviti přibližně) ku hledané distancí perspektivného obrazu. Dejme tomu, že by zdánlivá délka kterékoli přední hrany krychle shledala se býti asi dvakrát tak velká, jako zvolená délka jejího obrazu, a že by délka natažené ruky rovnala se asi 60 cm., potom by hledaná distancí čítala polovinu 60 cm., t. j. 30 cm. — Podobným způsobem musili by žáci si vésti také v případě druhém. — Patrno, že na žácích, o něž tu běží, nemůžeme vyžadovati těchto výkonů. Již tedy z toho důvodu musili bychom se vysloviti proti užívání bodu distančního. Než máme ještě důvod jiný. Stanovíme-li anebo volíme-li distancí obrazu správně, padne distanční bod již mimo nákresnu, ač není-li nákresna velmi velká a obraz na ní malý, čehož nebývá. Že mnozí spisovatelé o perspektivě mají distanční bod ještě ve výkresu, byť zrovna na jeho mezi, nedokazuje ničeho jiného, než 1. že věděli, co je pro konstrukce pohodlné, 2. že nevšimli si podmínek, na něž je volba distancí vázána. Jest to mimo nahoře již dotčené minimum 22—25 cm. ještě požadavek — vyplývající z té okolnosti, že obraz je novým předmětem nazírání — aby žádný paprsek zorný, jdoucí z oka patřičně před obrazem umístěného k jakémukoli bodu obrazu, nesvíral s hlavním zorným paprskem úhlu většího než 25° (polovina největšího zorného úhlu), jelikož by potom obraz se nenalézal v zorném kuželi pozorovatele. Z těchto podmínek resultuje však distancí tak velká, že distanční bod neobjeví se téměř nikdy v mezích nákresny. Kdo za příčinou pohodlného sestrojování volí distanční bod ještě uvnitř mezí nákresny, tedy distancí příliš malou, na tom se to mstí pitvorností obrazu, kterouž potom připisují tomu, že se pracovalo dle perspektivných zákonů a ne dle citu. Padne-li však distanční bod mimo nákresnu, nemůže jej žák při zobrazování užívati pohodlně, t. j. beze všech pomůcek. Anebo se má na tomto stupni snad pracovati pomocí poloviny anebo čtvrtiny distancí? Za to se sotva kdo bude přimlouvati.

Je-li tedy stanovení distančního bodu nesnadné a užití ho obyčejně nemožné, proč se tedy o něm zmiňovati? Bylo by to zbytečné obtěžování paměti žáků. —

Sečteme-li konstruktivné elementy a zákony perspektivné, které podmínkám nahoře vysloveným vyhovují, shledáme, že se scvrkly na hlouček jen nepatrný, což jest pro vyučování na dolním stupni zajisté s výhodou. Ale již to málo pomůcek vědeckých zamezí, aby žák konal něco, aniž by tomu rozuměl, anebo nesprávně. Toť jest povšechně také stanovisko našich instrukcí v příčině perspektivného kreslení na tomto stupni. — Zbývá nyní obecně vytknouti, která část úkolu zobrazení předmětu připadá názoru a která konstrukci. Hlavní zásadou budiž, že se dříve zobrazí předmět jen dle názoru; hotový obraz podrobí se potom kontrole pomocí známých a případných pouček perspektivných, čímž vymýtí se z obrazu všecky nesprávnosti, jejichž zdrojem bylo nespolehlivé vidění.

Po této charakteristice principielní stránky našeho „Návodu“ chceme se zmíniti o uspořádání látky v něm sjednané a, pokud toho třeba, taktéž o methodicko-didaktické stránce jeho. Především sluší vytknouti, že nám neběželo o nějakou „učebnou“ knihu o perspektivě, nýbrž o návod k vyučování co možná praktický, kterýž by učitele bezpečně vedl od lekce k lekci. Následkem toho postrádá kniha tato ovšem oné systematičnosti a nepřetržitosti, jakými se mohou honositi „učebné“ knihy, jejichž spisovatel měl ruku zcela volnou, nesvázanou tolikerými ohledy, z nichž některé tuto uvádíme: 1. Běželo nám o to, aby se mohlo co možná brzo kreslením započíti; proto se musil předběžný výklad theoretický omeziti na nezbytné minimum. 2. Hleděli jsme vyhověti didaktickému pravidlu: „Neuč o žádné věci *všemu* najednou.“ Rozšiřování známých a vpravování nových pojmů děje se tedy v patřičných intervalech. 3. Dbali jsme o to, aby každé nově poznané pravdy bez odkladu se užilo, by se tím neztratitelně vryla v paměť žákovu.

Za vlivem těchto ohledů vzniklo rozdělení látky, jež se od obyčejného způsobu valně liší — doufáme že ne ku neprospěchu. Rozdělili jsme totiž látku v tomto spise sjednanou na *2* hlavní části. V prvé části seznamují se žáci s podstatou perspektivy názorné, jež se ale liší od oné hořeji vylíčené ryze názorné perspektivy tím, že se při výkladu užívá průmětny, na základě čehož možno vyložiti podstatu visování a způsob, jakým se má konati. Cvičení v kreslení, spadající do této části, jsou obsažena na prvních třech tabulích atlasu. Máme za to, že by vyučování perspektivnému kreslení na školách měšťanských mohlo se omeziti na quantum perspektivných pojmů v této části vyložených; methodou, jakou jsou kresleny zmíněné tři tabule, mohly by se probrati i všecky další modely, jež se na školách tohoto druhu dle min. nařízení ze dne *10.* prosince *1879*, č. *18774*, mají probrati. Nebudiž nám vykládáno za neskromnost, vyslovíme-li přání, aby se při budoucí revisí nynějších instrukcí o kreslení pro měšťanské školy vzal ohled na myšlénky tuto projevené. — Teprva v následující části (jež je v knize rozdělena zase na dvě části se záhlavími: „Druhá a třetí část") seznamují se žáci s oněmi perspektivnými pojmy, jejichž užití — dodávajíc methodě i nadále převahou názorné zároveň lehký nádech konstruktivný — mění ji na methodu konstruktivně-názornou, již sluší pěstovati hlavně školám středním a ústavům učitelským. O důvodech pro toto rozdělení látky pronášíme se obšírně ve zvláštní kapitole uvnitř knihy, kamž tedy v té příčině čtenáře odkazujeme.

Při tabulích hleděno k tomu, aby každá o sobě byla celkem uzavřeným. Proto věnována dle možnosti jedna tabule vždy jednomu modelu. Pouze modelu (prázdného) čtverce co tvaru nejdůležitějšího věnovány tabule dvě (IV. a V.). Na každé tabuli probrány všecky podstatně různé anebo důležité polohy toho kterého modelu a to postupem od nejsnadnější k těžší a těžší, při čemž šetřeno dle možnosti i toho, aby se model z každé předcházející polohy do následující snadno dal vpraviti. Ohledem na posloupnosť poloh modelů v celku šetřeno toho, aby polohy zcela obecné, t. j. takové, kde žádná přímka na modelu viditelná, ni podstatná ni pomocná, nemá směru, jenž by v příčině zobrazení poskytl nějakou výhodu, přišly až později na řadu (teprv v tab. VI.).

Úprava tabulí zvolena taková, jaká se nám zdá pro výkresy žáků býti nejpříhodnější. Tabule tyto mají tedy — ovšem ve zmenšeném měřítku — poskytovati obraz toho, jak by měly vypadati výkresy žáků. Tomu se však nesmí rozuměti tak, že se tyto tabule mohou dáti žákům co předlohy ku kopírování, resp. zvětšení. Jsou vodítkem pouze pro učitele; žáci jich nemají ani spatřiti.—Nákresný list rozdělen na pole, aby v příčině umístění jednotlivých obrazců nebylo pochybností a zároveň jeho plocha byla stejnoměrně, tedy slušně vyplněna. Jest ovšem kreslení do určitě omezených polí, zvláště dbá-li se všeho toho, co v příčině této se v „Návodu" doporučuje, méně pohodlné, než když kreslitel není v příčině umístění a velikosti obrazců ničím vázán. Meze nákresny jsou však faktorem, s nímž se žáci musí učiti počítati, protože v praxi je nákresna obyčejně omezena.

Tabule po sobě následující jsou kresleny s místa vždy jiného, ale určitého a v textu udaného žáka, na př. levého *) při 1. stolu, prostředního při 3. stolu, pravého při 2. stolu atd., při čemž se

*) Zde a všude jinde v průběhu knihy posuzuje se co je na levo neb na pravo se stanoviska žáků.

(jak v „Návodu" na svém místě obšírně se vykládá) předpokládá, že před modelem sedí v každé řadě jen 3 žáci. Stalo se to proto, aby učitel, chtěje při svém vyučovacím rozhovoru říditi se věrně tou kterou statí „Návodu" (jejž bylo lze napsati, jak se samo sebou rozumí, ohledem na žáka vždy jen jednoho), nemusil při každém výkladu volati téhož žáka. Zároveň jsme chtěli také podati čtenáři obraz toho, jak vypadají výkresy žáků, kteří mají různou polohu k modelu, jenž je obyčejně umístěn před žáky prostředními.

Tabulí je *12*; obsahují všecky důležité geom. tvary rovinné, každý nejméně v *6* polohách a představují tedy maximum cvičebné látky z tohoto oboru. Máme však za to, že sotva který učitel bude moci v čase, jenž se obyčejně persp. zobrazování tvarů rovinných věnuje (nejvýše jeden školní rok), tolik probrati, co tu poskytnuto, učí-li způsobem dialogickým, jak na tomto stupni nutno, a hledí-li ve všem k úplnému věci porozumění se strany žáků. Při základech předmětu kteréhokoli, zejména tedy tohoto předmětu zajisté nesnadného, jest spěch jenom na škodu. Nehledali bychom tedy nikdy své slávy v tom, když jsme docílili mnoho perspektivných výkresů a probrali mnoho různých modelů, nýbrž v tom, zdali žáci zcela do věci vnikli. Za tou příčinou jest dobře činiti rozdíl mezi cvičeními, jež obsahují něco nového a jež tedy vynechati nelze, a cvičeními, jež jsou buď opakováním anebo pouhou applikací věcí již známých a jež tedy při nedostatku času bez újmy porozumění věci vynechati lze. K posledním náleží zajisté zobrazování pravidelného *3*-, *6*-, *5*- a *8*-úhelníka (tab. VII. až X.), neboť co tato cvičení u srovnání s předcházejícími obsahují nového, není rázu perspektivného, nýbrž zakládá se na geometrických a od jinud známých vlastnostech těchto tvarů. Po redukcí právě naznačené obdržíme nezbytné, avšak zcela postačitelné minimum cvičení; obsahuje prvních *6* tabulí beze změny, z tab. XI. obr. *2*, *4*, *5* a *6* a z tab. XII. obr. *3* a *5* — v celku tedy *7* listů. — Učitelům, kterým by nebylo vyhověno ani tímto minimem, ani zmíněným maximem, a již by chtěli nicméně probrati všecky tvary, v tomto „Návodu" sjednané, radíme, aby k onomu minimu přibrali ještě dva listy (v celku *9*), na nichž by byly pravidelné mnohoúhelníky, zobrazené na tab. VII.—X., zastoupeny vždy po *3* obrazcích, a to nejlépe obr. *2*, *5* a *6* každé z těchto čtyř tabulí. — Při tomto výběru cvičení, jímž jsme snad mnohému učiteli se zavděčili, řídili jsme se jen ohledy věcnými.

Rakouští učitelé kreslení musí ovšem dříve, nežli se pro ten neb onen rozsah cvičení rozhodnou, potázati se se zmíněným již min. nařízením ze dne *10.* prosince *1879* (Ministerial-Verordnungsblatt v. J. *1879*, strana *508—510*), v němž se udává, které rovinné tvary se při tomto vyučování v každém druhu škol probrati mají a které nemusí. Tak na př. na ústavech učitelských lze vynechati pěti- a osmiúhelník.

Apparáty a modely, jež se v tomto „Návodu“ předpokládají, jsou tytéž, jakéž dalo c. k. ministerstvo vyučování prof. Andělem sestaviti a mechanikem Steflíčkem ve Vídni vyráběti (viz „Nařízení“ opětně citované). Dovolili jsme si jenom — a to po předběžném dorozumění se s prof. Andělem — odchylky dvě. Předně, že jsme vložili mezi úhel a čtverec model kříže (tab. III.); za druhé, že jsme model tří rovnoběžek zaměnili za tvar uzavřený, totiž za čtverec se středními přímkami (tab. VI.). Doplnění, resp. změnu tuto odůvodňujeme obšírně v textu, když modely ty přicházejí na řadu. Mech. Steflíček vyrábí již nové dva modely a je hotov za malou náhradu původní model rovnoběžek vyměniti za nový.

Snad posloužíme mnohému učiteli, udáme-li, kolik exemplářů každého z těchto učebných prostředků náš „Návod“ vyžaduje. Jelikož se v nejvíce případech bude musit perspektivně kresliti ve dvou odděleních, t. j. dle dvou modelů, musí tedy každý model, jejž učitel chce nebo musí dáti kresliti, býti ve dvou exemplářích. K tomu potom patří *2* stojánky, *1* vývodný perspektivný přístroj se skleněnou deskou a s *3* tyčinkami (bodci opatřenými), *1* tyč se svorkami (svěrací tyč, Klemmstange) a *1* exemplář úhlu s hybnými rameny (jeden proto, že model ten slouží jen k výkladu). Lze tedy v každém případu snadno rozpočet na tyto učebné prostředky sestaviti, neboť ceny jejich, c. k. ministerstvem revidované a schválené, jsou v Min.-Verordnungsblattu z r. *1879* na str. *501* uveřejněny. V případu, že by se všecky modely v tomto „Návodu“ sjednané, chtěly probrati, obnášel by tento výdaj asi rak. zl. *74·20.* V tom však není zahrnuto *6* malých přístrojů k u znázornění nejdůležitějších perspektivných poučekorovnoběžkách, jež jsou v seznamu zmíněné sbírky plastických učebných prostředků uvedeny pod č. *2—7.* Stojí dohromady rak. zl. *20*, nejsou ale nezbytny. — Modely bodů (*2* ex.) může si učitel dle pokynutí „Návodu“ shotoviti sám.

Ohledem mluvy tohoto „Návodu" hleděli jsme k tomu, aby byla:

1. Geometrická, tedy přesná. Jsme toho náhledu, že je nejlépe perspektivu, hledíc k tomu, že je částí vědy geometrické, sjednávati způsobem v geometrii obvyklým. Ten však vymáhá odůvodnění všech výkonů (na př. visování, jemuž, pokud nám známo, ponejprv v tomto spise dostalo se vědeckého vysvětlení) a vylučuje zhola dovolávání se jakéhos temného „citu", na nějž všecky „názorné" perspektivy tak silně hřeší, neboť musí všude pomáhati z bryndy, kde se nedostává určitého pojmu.

2. Dbáno určitosti ve výrazech, t. j. různé věci jmenovány taktéž různě. „Qui bene distinguit, bene docet." Proto dělán stále rozdíl mezi průmětnou a nákresnou, průmětem a obrazem, tvarem původním a jeho obrazem atd., zrovna jako se to dělá v deskriptivné geometrii, aby byla jednota v názvosloví. Víme ovšem, že toto stálé v mluvě rozeznávání různých pojmů (hlavně původního tvaru a jeho obrazu) vede k rozvláčnosti výkladu. Při žácích pokročilejších lze ovšem mluviti kratčeji, na př. o vrcholu čtverce, když by se mělo vlastně o obrazu vrcholu čtverce mluviti. Na dolním stupni zdá se nám však, že je dobře činiti, byť i na úkor stručnosti, stále tento rozdíl.

3. Výklady jsou obšírné, podrobné, zejména z počátku. Měli jsme při tom na mysli zvláště učitele mladé, již si přejí, aby jim „Návod" řekl vše, jelikož ještě postrádají té zkušenosti, jež by jim dala na ruku, kterak jeho mezery vyplniti.

4. Mluva je pokud možná populární, snad až na úkor elegance, neboť jsme měli pořád před očima žáky stáří asi 12 let, kteří jsou pro učený tón hluchými.

Při několika cvičeních počátečných užito co didaktického prostředku (po příkladě Flinzra) kreslení na školní tabuli. Důvody, které nás při tom vedly, jsou tytéž, pro které bylo při geometralném zobrazování rovinných tvarů kreslení na tabuli zavedeno. Jedná se zde jako tam o to, aby žák viděl obraz vznikati, což se nám zde tím nutnějším býti zdá nežli tam, protože zjev předmětu a jeho persp. obraz nejsou tvary tak homogenními, jako výkres na tabuli a jeho kopie na papíru. Také se to srovnává s všeobecnou zásadou didaktickou, jež praví: „Chceš-li, aby žáci něco dobře dělali, ukaž napřed sám, jak se to dělá." Kterak si v příčině tohoto výkladného kreslení vésti, vysvětluje se obšírně uvnitř. Obava, že by někteří žáci mohli býti svedení k té klamné domněnce, že výkres na školní tabuli učitelem kreslený jest pro ně vzorem či předložkou, již třeba jen kopírovati, jest nemístná, protože při jeho vznikání se přesvědčují, že platí jen pro jediného žáka a že každý z nich musí obdržeti jiný obraz.

Škola, kterou jsme, berouce ohled na zevnější okolnosti, jež na toto vyučování mají vliv, předpokládali, je škola silně navštívená, kde je ve třídě, o níž běží, od 30 až do 60 žáků (číslo poslední jest v některých rakouských zemích bohužel číslem obyčejným) a kde učitel, nemaje assistenta, musí vše zastati sám, jak na venkovských školách obyčejně. Předpokládali jsme právě školu takovou, protože representuje dobrou polovinu všech škol a protože tu vyučování, o které běží, děje se za okolnostmi co nejnepříznivějšími; vyhoví-li „Návod" škole této, vyhoví zajisté — s malou změnou, jež z následujícího vyplyne — také školám v té příčině příznivě situovaným, totiž slabě navštíveným anebo assistentem opatřeným. Ohled na školu prvního druhu — a jedině tento ohled — vedl nás také při spisování kapitoly „O rozsazení žactva a t. d.," jež předchází tab. II., a o níž jsme si vědomi, že není zcela v souhlasu s vynesením vys. c. k. ministerstva vyučování ze dne *27.* října r. *1878*, č. *17276*, jímž se nařizuje, aby se ve *2.* třídě realné rozdělení žactva na oddělení perspektivné a ornamentalné stalo teprv po prvých cvičeních v kreslení dle modelu dřevěného (tedy snad až na konci *2.* třídy), a nikoli dříve, jako na př. v tomto „Návodu" hned při kreslení tab. II. Po celou dobu před tím mají všickni žáci jen perspektivně (dle drátěného modelu) kresliti. Účel vynesení tohoto byl zajisté ten, aby ti učitelé, kteří při časnějším zavedení střídání se kreslení ornamentalného s perspektivným toto poslední ve prospěch kreslení ornamentalného (jež učitele mnohem méně namáhá) zkracovali, ba snad zcela zanedbávali, byli přinuceni, také perspektivnému kreslení věnovati žádoucí čas a píli. Vynesení toto lze bez obtíží provésti ve třídách, v nichž není žáků více než *30.*; ty třídy jsme při oné odchylce od vys. vynesení na mysli tedy neměli. Kde je žáků ale více, ba až dvakrát tolik, šlo by to velmi nesnadno, protože by se musilo kresliti dle tří až čtyř modelů, jejichž neustálé upevňování na stojánky by téměř celou činnosť učitelovu absorbovalo, tak že by korrektura, zde tak nutná (ovšem jen ústní), hledě k velkému množství kreslířů musila se díti jen velmi nedokonale. Stav ten by se ovšem — ale jen poněkud — napravil, kdyby měl učitel assistenta k ruce, jak to dle zákona při množství žáků tuto předpokládaném býti má, avšak velmi zhusta (zejména na venkovských školách) není, a to z důvodů finančních. Tytéž důvody nebyly také bez vlivu na naše rozhodnutí se, založiti celý „Návod“ na užívání nejvýše 2 exemplářů každého modelu, jinak by výdaje za modely a stojánky značně vzrostly.

Na základě toho všeho máme pevnou důvěru, že nebude učiteli svědomitému, jenž dle intencí zmíněného vynesení kreslení perspektivného nijak nezkracuje, žádným věci znalým inspektorem ve zlé vykládáno, když za okolnostmi, nahoře vylíčenými — a jediné v tomto případu — dovolí si po radě tohoto „Návodu“ vytčenou odchylku od zmíněného vys. vynesení.

V Praze, dne 15. února 1880.

Martin Kuchynka.

ÚVOD.

Výklad nejhlavnějších pojmů perspektivných.

Zobrazování tvarů rovinných porovnáno se zobrazováním tvarů prostorových.

Tento, jakož i následující odstavce úvodu, při nichž žáci nekreslí ještě ničeho, vykládají se všem žákům společně. Pro abstraktnosť pojmů zde vyvinovaných netrvejtež počáteční výklady tyto déle než $\frac{1}{2}$ až $\frac{3}{4}$ hodiny, jinak by žactvo z unavenosti stalo se roztržitým. Na to pokračují všichni žáci po ostatní, ze dvou pro kreslení obyčejně spojených hodin ještě zbývající čas v kreslení ornamentalném dle výkresu na školní tabuli.

Na tomto stupni vyučování je — ohledem na útlé stáří žáků a nesnadnosť předmětu — nutno, aby učitel nepřednášel, alebrž vyučoval. Zůstávaje s žáky ustavičně ve styku, nechť hledí všech výsledků dodělati se pomocí žáků samých, k čemuž je přivádí přiměřenými otázkami. V tomto návodu jsou z příčin snadno pochopitelných uvedeny ponejvíce jenom tyto výsledky.

Rovněž důležito šetřiti i při tomto vyučování obecného pravidla didaktického, aby nejen na konci každého výkladu vše, co bylo vyloženo, v přehledný celek se shrnulo, alebrž na počátku nového výkladu krátce také se opakovalo, by na tomto základě mohlo se bezpečně dále stavěti.

Ze všeho toho je patrno, že postup u tomto vyučování může býti jen volný.

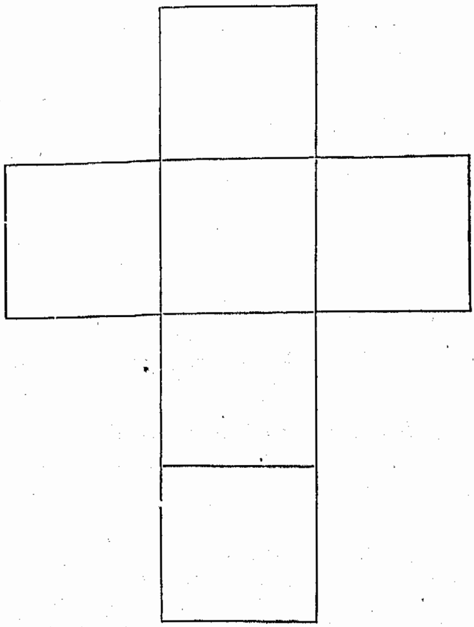
Vše, co žáci při předcházejícím vyučování kreslení zobrazovali, nalézalo se celé v rovině školní tabule — byly to proto tvary rovinné.

Při zobrazování tvarů těchto bylo se žákům říditi jedině tím, aby obrazy, jimi vykreslené — kopie — tvarům na tabuli — originalům — se podobaly, t. j. aby na př. obrazem čtverce byl zase čtverec, obrazem kruhu zase kruh atd.

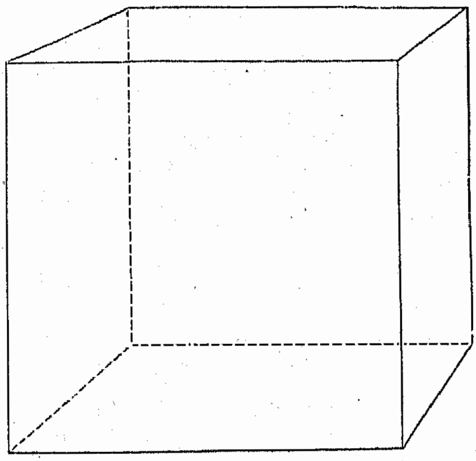
Podobnosti této se dodělali, když hleděli k tomu,

1. aby obraz každého úhlu originalu byl zrovna tak velký jako tento úhel sám,

2. aby poměr mezi obrazy jakýchkoli dvou úseček originalu rovnal se poměru těchto úseček samých, t. j. byla-li v originalu úsečka *A* na př. dvakrát neb třikrát tak velká jako úsečka *B*, musí také obraz úsečky *A* býti dvakrát neb třikrát tak velký jako obraz úsečky *B*.



Obr. 1.



Obr. 2.

Obě tyto podmínky dohromady tvoří zákon podobnosti. Zobrazování tvarů rovinných posud pěstované řídilo se tedy zákonem podobnosti.

Vyšetřujme, kterak se to má se zobrazováním tvarů, jež do jediné roviny vměstnati nelze — tvarů prostorových.

Příkladem těchto tvarů jest krychle. Její povrch skládá se, jak žákům z geometrického tvarosloví známo, z 6 shodných čtverců. Zobrazíme-li každý z nich zase čtvercem, jeden vedle druhého, obdržíme skupinu šesti čtverců, v níž při určitém jejím spořádání (obr. 1.) poznáváme síť, nikoli však obraz krychle. Byť i tedy všecky části povrchu nějakého tělesa dle zákona podobnosti se zobrazily, není tím zobrazeno těleso samo.

Kdokoli však pozoruje obr. 2., pozná hned, třeba by nikdy kreslením se nezanášel, že zde zobrazeno nějaké těleso, a to krychle, pakli krychli jen zná. Pozorujíce tento obraz, shledáváme, že jen 2 stěny, přední a zadní, mají obrazy, jež se jim podobají, t. j. čtvercové. Na obrazích ostatních stěn pozorujeme, že úhly, ve skutečnosti pravé, jsou zobrazeny tu ostrými, jinde tupými úhly, a hrany, ve skutečnosti rovné, úsečkami nerovnými.

Z toho uzavíráme, že chtějíce nakresliti obraz krychle a těles vůbec, musíme části jejich povrchu zobraziti dle zákona jiného nežli dle zákona podobnosti, jenž nám až doposud při kreslení výhradným byl vodítkem.

Způsoby zobrazování tvarů prostorových různí se dle účelu obrazů.

Tvary prostorové, z nichž jsou pro nás nejdůležitějšími tělesa, zobrazují se za dvěma rozličnými účely.

Buď se jedná o to, aby na obrazu mohly se bezprostředně měřiti všecky rozměry zobrazeného předmětu, při čemž méně záleží na názornosti obrazu, anebo je názornosť obrazu předním na obraz činěným požadavkem, aniž by se žádala možnosť měření těch kterých délek.

V prvém případu nalézá se na př. stavitel anebo strojník, kteří na základě obrazů (v stavitelství slují plány) mají stavěti dům nebo shotoviti stroj.

V druhém případu nalézá se malíř, jenž chce svým obrazem názorně, živě před zraky naše uvésti některý předmět; také ale často stavitel, chce-li pánu stavby, zvláště nezná-li se tento v stavitelských plánech tak, aby si mohl z plánu utvořiti představu o tom, jak dům bude vypadati, názorným obrazem onen dojem vylíčiti, který dům, dle jeho návrhu vystavěný, bude činiti.

Každý z těchto podstatně různých účelů vyžaduje, jak snadno pochopitelno, jiný způsob zobrazování.

V následujícím budeme se zanášeti výhradně způsobem, jenž hoví účelu druhému, a sluje *perspektivný.**)

Perspektivným obrazem nějakého předmětu nazýváme takové jeho zobrazení, které na oko pozorovatele, náležitě umístěné, činí takový dojem jako předmět zobrazený sám.**)

Nauka, jednající o tom, kterak takové obrazy se shotovují, sluje *nauka o perspektivě*, anebo krátce *perspektiva.*

Také perspektivné obrazy samy nazývají se zhusta perspektivy.

Kterak lze vyložiti vznik perspektivného obrazu.

Do stojánku, na stupni před tabulí a prostředními žáky postaveného, zastrčí se model plné krychle, ne příliš vysoko, ostatně v poloze jakékoli.

Světlo, jež nějaký předmět, na př. tuto krychli, osvětluje, odráží se na jeho povrchu. Od každého bodu povrchu krychle vychází odražené světlo četnými paprsky na různé strany do prostoru krychli obklopujícího. Vnikne-li jeden z těchto paprsků do

---

*) Od „perspicere" = prohlížeti (skleněnou deskou).

**) Že obrazy předmětů skutečně mohou na pozorovatele činiti dojem skutečných předmětů, o tom svědčí na př. divadelní dekorace. — Že při jiných obrazích dojem zůstává pod illusí, není vždy obrazem samým zaviněno, nýbrž jeho okolím, jež s předmětem zobrazeným není v žádné souvislosti.

oka kteréhokoli z nás, pocítíme zvláštní dojem — říkáme, že bod vidíme.

Tyto paprsky světla přicházejí do našeho oka v drahách *přímých*, v *přímkách*. O tom přesvědčí učitel žáky tím, že, zavolav některého žáka na stupeň, do slušné od krychle vzdálenosti, vyzve ho, aby držel na př. kousek křídy mezi jedním svým okem a některým, k němu i k ostatním žákům obráceným vrcholem krychle tak, aby mu tento vrchol kryl. Ostatní žáci při tom pozorují, že křída nalézá se v přímce, již si myslí vedenu mezi okem onoho žáka a jmenovaným vrcholem krychle. Kdyby světlo šlo od tohoto vrcholu do oka dráhou jinou nežli přímou, nebyl by vrchol křídou zakryt.

Myslíme-li si tedy od každého viditelného bodu povrchu krychle k svému oku vedenu přímku, obdržíme všecky paprsky světla, jimiž se stává, že krychli vidíme. Jelikož těmito přímkami na předměty nazíráme, nazýváme je také zornými paprsky. Ku každému předmětu, jejž vidíme, jde tedy celý svazek (kužel) zorných paprsků, jehož středem (vrcholem) je oko.

Tímto svazkem zorných paprsků dovídáme se, že předměty jsou a jakými jsou; jím předměty vzdálené takřka ohmatáváme. Dojem, jejž předměty na naše oko činí, závisí jedině na tomto svazku, a nemění se tedy, pokud se tento svazek nemění.

Mysleme si nyní každý kdekoli mezi svým okem a krychlí postavenu rovinu průhlednou,*) s rovinou svého čela rovnoběžnou,**) t. j. průčelnou, a tedy svislou, protože rovina našeho čela má při pozorování předmětů, jež (jako obyčejně při vyučování kreslení) nejsou ani příliš hluboko, ani příliš vysoko nad naším okem, směr svislý (alespoň přibližně).***) Pro žáky, kteří nesedí od krychle příliš stranou, je rovina ta rovnoběžna s přední rovinou tabule.

Představme si, že každý viditelný bod (částice) povrchu krychle s barvou a světlostí, kterou má, pošinuje se po zorném paprsku, k němu jdoucím, směrem k oku pozorovatele, jež svého místa nemění, až přijdou všecky do zmíněné roviny myšlené. Tím vznikl na ní tvar nový, tvar rovinný.

Protože každý bod (částice) povrchu krychle setrval na svém paprsku zorném a nezměnil ni barvu ni světlost svou, neliší se svazek zorných paprsků jdoucí k novému tvaru ničím od svazku, jímž pozorovatel nazíral na krychli samu. Z toho plyne, že dojem,

*) Při rovině nelze vlastně mluviti o průhlednosti, která je vlastností hmoty. Činí-li se to předce, děje se to pro usnadnění výkladu toho, kterak persp. průmět vzniká.

**) O rovnoběžných rovinách slyšeli žáci v předchozím vyučování geometrickému tvarosloví. Shledá-li však učitel při těchto výkladech potřebu toho, obnoviti v mysli žáků vědomosti z planі- i stereometrie, jichž v průběhu persp. vyučování chce se dovolávati, nechť to učiní vždy před tím kterým výkladem perspektivným, aby tento nebyl přetržen.

***) V ostatních případech jest ona rovina (zároveň s rovinou čela) buď šikma anebo dokonce vodorovna.

způsobený v oku tvarem novým, jest shoden s dojmem, jejž v oku způsobila krychle sama.*) Mohli bychom tedy bez porušení dojmu v oku nahraditi předmět tímto rovinným tvarem.**) Tvar tento sluje perspektivný průmět. Myšlená rovina, na níž průmět vznikl, sluje perspektivná průmětna.

Abychom konečně obdrželi perspektivný obraz krychle, musíme — ve své mysli — průmět s průmětny takřka sníti a na svou nákresnu — rovinu papíru — přenésti, čili jinak řečeno, průmět, jenž není více tvarem prostorovým nýbrž rovinným, dle zákona podobnosti na svou nákresnu překresliti.

Má-li oko, jež obraz pozoruje, touž k němu polohu, kterou mělo ku průmětu,***) shodují se svazky zorných paprsků, k oběma jdoucí, úplně. Proto musí obraz v oku pozorovatele způsobiti dojem úplně shodný s oním, jenž v oku vznikl při pozorování průmětu, a tedy, dle hořejšího výkladu, také s oním, jehož příčinou je předmět sám. Toť jsme ale pravili býti perspektivného obrazu účelem.

Kterak lze skutečně obdržeti perspektivný obraz.

Výklad tento děje se pomocí perspektivného přístroje, jenž se při tom (i později, kdykoli se ho užije) umístí na stole, před žáky buď na podiu anebo na podlaze postaveném, tak, aby jeho skleněná deska byla rovnoběžna s rovinou školní tabule, a kotouč s průzorem, polohu oka ustalujícím, byl po straně žáků. — Krychle z lepenky, o hraně 20—25 cm., postaví se na prkno přístroje za skleněnou desku, v malé od ní vzdálenosti, v poloze jakékoli. — Perspektivný průmět kreslí na desce žáci sami, z nichž se několik, jeden po druhém, ku zornému kotouči zavolá. Za tím důvodem nesmí vzdálenosť kotouče od desky přesahovati délku natažené ruky. Nejdříve se vytknou průměty vrcholů, nejlépe štětcem a bílou, hustě natřenou barvou (nebo křídou do mála vody nastrouhanou); potom se spojí přímkami podle pravítka.

Protože jsme perspektivnou průmětnu pouze si představovali, bylť také průmět tvarem jen myšleným, a tedy věcí nesnadnou překresliti ho na nákresnu.

Nesnadnosť tu odstraníme tím, když průmětnu nahradíme průhlednou, obyčejně skleněnou deskou (vlastně její přední rovinou).

Jelikož při vytvořování perspektivného průmětu nesmí oko polohu svou měniti, ustaluje se poloha oka kovovým kotoučem, před deskou postaveným a s ní rovnoběžným, s otvorem uprostřed,

---

*) Pohybuje-li se za tmavé noci velmi vzdálené světélko na paprsku zorném, jím jdoucím, k našemu oku, nepozoruje toto (pokud se vzdálenosť silně nezmenšila) žádné změny. — Hvězda, jevící se nám co světlý bod, mohla by se vytčeným směrem značně pošinouti, aniž by původní dojem se změnil.

**) Při tom ovšem se předpokládá, že oko, pohlížejíc na nový tvar, v témž nalézá se místu, v němž bylo, když se sestrojoval. Kdyby v tomto místu nebylo, doznalo by dojmu jiného, různého od dojmu krychlí způsobeného, protože by zorný svazek byl jiný.

***) Co onou polohou, již oko ohledem na obraz, jejž pozoruje, míti musí, rozumíme, objasní příklad: Nalézá-li se krychle nad naším okem, jest i její průmět nad ním. Chtějíce tedy obraz krychle s pravého hlediště pozorovati, nesmíme jej před sebou držeti ni pod okem, ni ve výši oka, nýbrž taktéž nad okem.

k němuž při nazírání na předmět, za deskou postavený, musí oko přiléhati*). Tím zařízením docílí se toho, že je rovina čela vždy rovnoběžna se skleněnou deskou t. j. průmětnou, jak jsme to hořeji předpokládali.

Na přední rovině skleněné desky chceme skutečně vykresliti perspektivný průmět krychle.

Při výkladu o jeho vznikání v předešlém odstavci představovali jsme si, že každý viditelný bod povrchu krychle pošinul se na příslušném mu paprsku zorném směrem k oku, až přišel do průmětny.

Z toho plyne, že každý bod umístil se při tom v průsečíku svého zorného paprsku s průmětnou. Chceme-li tedy obdržeti průmět některého vrcholu krychle, musíme najíti průsečík zorného paprsku, k němu jdoucího, s přední rovinou desky. Za tím účelem musili bychom vésti z oka (otvoru kotouče) k tomuto vrcholu přímku. Její průsečík s deskou byl by hledaný průmět. Přímku tuto mohli bychom znázorniti napjatou nití, jež by desku prostupovala**). Musili bychom ale dříve znáti místo desky, kterým nit musí procházeti, aby se v něm mohla deska provrtati. Toho místa ale neznáme; ba více, o ně se jedná, a o nic jiného. Dříve, nežli bychom mohli zorný paprsek nití znázorniti, musili bychom znáti polohu průmětu vrcholu.

Průmětu vrcholu lze se ale snadno dodělati takto: Špičku barvou zmočeného štětce položme na ono místo desky, v němž oku, k otvoru kotouče přitisknutému, kryje zmíněný vrchol. Kryje-li nějaký bod našemu oku jiný bod, za prvým bodem položený, nalézá se tento na přímce, jež naše oko se zadním bodem spojuje. Špička štětce nalézá se tedy v přímce, spojující oko s vrcholem, t. j. na zorném paprsku tohoto. Jelikož se ale zároveň nalézá na průmětně, vyznačuje průsečík obou, t. j. průmět vrcholu.***)

Stanoví-li se týmž způsobem průměty ostatních viditelných vrcholů krychle a spojí se — rovněž pomocí štětce — přímkami vždy ony dva, jež přísluší vrcholům, hranou spojeným, obdrží se obrys perspektivného průmětu krychle. Obrys tento kryje oku — pokud trvá v původní poloze — všecky viditelné hrany krychle, o čemž se několik žáků skutečně přesvědčí.

Abychom obdrželi úplný perspektivný průmět, musili bychom průmětu každé viditelné stěny krychle dáti touž světlosť a barvu,

---

*) Mluvíme zde i později pořád jenom o oku jednom, ostatně kterémkoli, protože můžeme persp. obraz sestrojiti jenom pro oko jedno, nikoli však jediný pro obě oči zároveň. Z toho plyne, že na perspektivný obraz také jenom jedním okem hleděti máme, což někdy skutečně činíme, zavírajíce oko druhé, chceme-li dojem obrazu co nejvíce přiblížiti dojmu předmětem způsobenému. Proto však netřeba se domnívati, že by pozorování obrazu oběma očima zároveň dojem onen valně rušilo.

**) Na známých šesti malých znázorňovacích přístrojích perspektivných od Steflíčka (seznamu č. 2—7) jest průmětna znázorněna sítí a zorné paprsky žlutými hedbávnými nitěmi.

***) Teprv nyní mohla by se pro niť, zorný paprsek znázorňující, vyvrtati ve skle dírka.

kterou má na krychli, t. j. musili bychom průmět vystínovati a barvami položiti (kolorovati).

Avšak již pouhý obrys průmětu stačí k utvoření představy o tělesu. Neboť odstraníme-li krychli a díváme se po delší čas otvorem kotouče, v původní poloze setrvavšího, upjatě na průmět, pocítí naše oko dojem, jako kdyby nazíralo na hrany krychle posud za deskou stojící. Lze se tedy na počátku perspektivných cvičení spokojiti s kreslením pouhých obrysů. Tato část perspektivy sluje perspektiva linearná.

Protože perspektivný průmět tentokráte není pouze myšlený, nýbrž nalézá se skutečně před našima očima, lze ho snadno na papír překresliti, čímž obdržíme, jak známo, perspektivný obraz. Při tomto překreslení řídí se kreslitel velikostí průmětu a velikostí své nákresny. Ze srovnání obou objeví se, zdali se ono může díti v měřítku skutečném anebo musí vykonati v měřítku změněném. V prvním případu je obraz s průmětem shoden, v druhém je mu jen podoben, a to buď větší neb menší.

O visování.

Na prknu perspektivného přístroje je, jako prvé, postavena krychle. Skleněná deska je prázdna.

V předešlém výkladu ukázali jsme, kterak je možno vykresliti perspektivný obraz pomocí přístroje se skleněnou deskou, průmětnu znázorňující.

Protože ale pořízení tohoto přístroje je spojeno s nákladem a jeho užívání je v mnohých případech (na př. na cestách) velmi nepohodlné, nahrazujeme je tak zvaným visováním.*)

Chtějíce kresliti průmět na skleněné desce, zařídili jsme průzorný kotouč tak, aby deska či průmětna byla průčelna a měla od oka vzdálenosť, rovnající se délce natažené ruky. Drží-li kreslitel, otvorem kotouče nazírající, dlouhou tužku při jednom jejím kraji koncem palce a ukazováčku natažené ruky pravé tak, aby byla rovnoběžna s jeho čelem, t. j. průčelna, tedy se položí tužka na desku či průmětnu. Dá-li přitom tužce takovou polohu, aby jeho oku kryla některou viditelnou hranu krychle, položila se tužka právě tam, kde by se nalézal průmět této hrany, jejž jsme při předešlém pokusu kreslili barvou; tužka udává tedy směr průmětu této hrany.

Kdyby kreslitel hleděl přitom k tomu, aby neořezaný kraj tužky zdánlivě kryl jeden vrchol této hrany (levý neb horní) a přibližoval potom špičku palcového nehtu po tužce tomuto kraji

---

*) Zde, kde visování ponejprv přichází k řeči, odpovídáme těm, již tvrdí, že překáží volnému rozvoji měření od oka, že, je-li tomu tak (?), je tomu tak jen z počátku, neboť víme ze zkušenosti, že tou měrou, jakou žák v tomto předmětu zdomácňuje, béře a to z vlastního popudu vždy řídčeji a řídčeji visování, jež ho v práci zdržuje, ku pomoci.

tak dlouho, až by zdánlivě kryla druhý vrchol hrany (pravý neb dolní), stanoví zbyvší úsečka tužky délku průmětu této hrany.

K vycvičení se v těchto výkonech stanoví několik žáků, po řadě k průzoru kotouče postavených, vylíčeným kladením tužky na skleněnou desku směr i délku průmětů všech viditelných hran krychle. Ostatní žáci pozorují jejich výkony.

Odstraňme nyní s přístroje skleněnou desku (vytažením z lišten ji držících) a držme tužku, zírajíce průzorem kotouče, jako prvé nataženou rukou a průčelně. Tužka položí se zase na průmětnu, nyní jen myšlenou, a lze tedy bez skleněné desky jako prvé na této stanoviti směr i změřiti délku nejen průmětů hran, nýbrž i jakékoli přímky, v průmětu krychle myšlené, ku př. šířky průmětu některé její stěny.

Toto stanovení směrů a měření délek přímých čar průmětu jen myšleného, konané pomocí tužky, nazývá se visováním.

Několik žáků, zavolaných k průzoru přístroje, jehož skleněná deska zůstala odstraněna, visuje, jeden po druhém, na viditelné hrany krychle, jejíž polohu učitel dříve proměnil. Učitel při tom pozoruje, zdali žáci drží tužku vždy průčelně (v rovině oběma svislýma lištnama přístroje myšlené). Ostatní žáci pozorují všecky tyto výkony.

Doposud ustalovali jsme polohu oka ku krychli průzorným kotoučem. Odstraňme nyní i tento; v případu tom musí však kreslitel při visování na krychli původní polohu svého oka vlastním přičiněním pokud možno dodržeti.

Tím jsme přišli k tomu, jak se to v praxi skutečně děje. Kreslitel má shotoviti persp. obraz některého předmětu, jenž stojí před ním, a nemá na pomoc ni skleněné desky, ni průzorného kotouče. Myslí si průmětnu v takové vzdálenosti od svého oka, jež se rovná délce jeho natažené ruky,*) stanoví visováním směr i délku každé důležité přímky v myšleném průmětu onoho předmětu, dle čehož ji vykreslí na papír, totiž v tomtéž směru a velikosti buď rovné anebo změněné. Takto vznikne postupně perspektivný obraz předmětu.

Další připomínka o visování. Může se státi, že shledáme visováním průmět některé hrany, který jen málo od směru na př. vodorovného se odchyluje, mylně co vodorovný, neboť tužka, drží-li se vodorovně, kryje ho následkem své tloušťky také. Chceme-li tedy směr průmětu některé přímky visováním správně stanoviti, učiníme dobře, položíme-li tužku do myšlené průmětny ne tak, aby onu přímku na předmětu zdánlivě kryla, nýbrž k ní svým hřbetem (obrysem, povrchovou přímkou) přiléhala.

---

*) Průmětnu můžeme si mysliti mezi svým okem a předmětem kdekoli. V konstruktivných perspektivách předpokládává se průmětna z důvodů pohodlnější konstrukce těsně u předmětu. V perspektivě názorné je to ale zcela bezdůvodné, protože bez všelikého užitku. Volba průmětny zde předpokládaná je tedy nejen možná, ale i výhodná, a to proto, že se teprv jí dá vysvětliti vědecky, co visování je a proč se tak konati musí, jak se obyčejně koná.

O nutnosti toho znáti nejdůležitější perspektivné zákony.

V předešlém odstavci ukázalo se, kterak je možno jen pomocí visování, tedy bez dalších vědomostí perspektivných, vykresliti perspektivný obraz některého tvaru prostorového.

Tento způsob perspektivného zobrazování má ale velké nehody. Hlavní nehodou při visování jest to, že není vždy spolehlivé, přesné. Jak z předešlého známo, nesmí oko při visování svou polohu měniti, musí tužka vždy průčelně se držeti a v téže vzdálenosti od oka. Jest však věcí nesnadnou vyhověti vždy a úplně všem těmto podmínkám. Mimo to můžeme se snadno při posuzování směru i délky visovací tužky zmýliti. Proto je každému kresliteli prospěšno znáti některá pravidla či zákony, jichž při perspektivném zobrazování vedlé visování výborně může užívati, a jež proto slují perspektivnými zákony.

Zákony tyto vztahují se ku vlastnostem perspektivných průmětů měřických tvarů, jež za tím účelem pořádkem, v geometrii obvyklým, probereme, a vyvozují se na známém perspektivném přístroji, jenž proto sluje vývodný.

Známosť perspektivných zákonů je ale nejen prospěšna, nýbrž i nezbytna, a to v těch případech, na něž se žáci taktéž musí připraviti, jedná-li se totiž o to, vykresliti perspektivný obraz předmětu, který není před nimi skutečně, jejž si pouze představují, neboť v tomto případu nemohou pomůcky visování užiti.

Část prvá.

Základy zobrazování dle názoru.

Zobrazování bodu. *)

Při výkladu užije se perspektivného přístroje. Na části školní tabule, kterou žák průzorem hledící přehlédne, vytkne se co model bodu, jejž chceme jmenovati *a*, tučná tečka, a na desce, štětcem a barvou, jeho průmět *a'*. Z toho se vyvodí poučka:

Perspektivným průmětem bodu jest zase bod.

Na školní tabuli vytkne se druhý bod *b*, ovšem v takové poloze k bodu *a*, která se v následujícím výkladu předpokládá. Na desce se vykreslí jeho průmět *b'*.

Chceme-li průměty *a'* a *b'* v jejich vzájemné poloze překresliti na nákresnu, musíme tuto vzájemnou polohu dříve

Obr. 3.

stanoviti. Za tím účelem vykreslíme na desce jedním z nich, na př. *a'*, přímku vodorovnou *a'c'* (obr. 3.), druhým z nich, zde *b'*, přímku svislou *b'c'*, až se obě protnou. Prvá z nich stanoví vodorovnou, druhá svislou odlehlosť (vzdálenosť) obou

*) Počínáme zobrazováním bodů, a to dvou, v určité k sobě poloze, a nikoli zobrazováním přímky, protože celá perspektiva „názorná“, tedy také zobrazení přímky, redukuje se na jediný úkol základný: vyšetřiti zdánlivou vzájemnou polohu dvou bodů a dle toho je zobraziti.

průmětů čili zdánlivou vodorovnou a svislou vzdálenosť bodův a a b.

Měřítko, ve kterém obrazec s desky přeneseme na nákresnu, závisí na velikosti této. V každém případu musí ale poměr mezi obrazy úseček $a'c'$ a $b'c'$ rovnati se poměru těchto úseček samých. Na př.: Je-li $a'c' = 2 . b'c'$, musí také obraz úsečky $a'c'$ býti dvakrát tak veliký, jako obraz úsečky $b'c'$.

Souběžně s následujícím výkladem kreslí učitel na školní tabuli obr. 1. tab. I. v měřítku ovšem zvětšeném (strana čtverce = 1 m.). Žáci nekreslí ničeho.

Dejme tomu, že bychom měli vpraviti obraz toho, co jest na průmětně, do čtvercového pole o straně rovné 1 m. Jelikož obrazy, aby byly zřetelny, kreslí se co možná veliké, bylo by lze obraz a_1c_1 větší úsečky $a'c'$ udělati rovný až 1 m.; obraz b_1c_1 úsečky $b'c'$ objevil by se ovšem $= 1/_2$ m.*) Kdyby bylo $a'c'$ na skleněné desce náhodou rovno 1 m., děl by se přechod s průmětny na nákresnu ve skutečné velikosti (průmětu), jinak ve změněné velikosti. Přechod s desky na tabuli děl se v měřítku zvětšeném. Měřítko obrazu stanovilo by se z poměru kterékoli úsečky na průmětně a jejího obrazu. Kdyby bylo na př. $a'c'$ rovno 2 dm., a zvolíme-li $a_1c_1 = 1$ m., pak jest obraz (ohledem délek) pětkráte zvětšen, a musila by se pak každá úsečka obrazu udělati pětkrát tak dlouhá jako její original na průmětně. Kdyby žáci chtěli to, co jest na skleněné desce, překresliti na svůj papír do čtvercového pole o straně rovné 1 dm., musili by to při předpokládané délce úsečky $a'c'$ udělati v měřítku dvakráte zmenšeném.

Jelikož krasocit toho vyžaduje, aby obraz do prostřed plochy, proň určené, byl umístěn, stalo by se uspořádání takové, které obr. 1. tab. I. ukazuje. V případu, že by kreslitel nechtěl míti obrazy a_1, b_1 zrovna na krajích nákresny, zvolil by a_1c_1 (na šk. tabuli) o něco menší než 1 m., a stanovil by pak podle toho b_1c_1.

Vedeme-li také body samými a a b přímky, a to bodem b svislou, bodem a vodorovnou, až se protínají, stanoví úsečky na těchto přímkách skutečnou svislou a vodorovnou vzdálenosť těchto bodů. Srovnáme-li jejich poměr s poměrem svislé a vodorovné vzdálenosti jejich průmětů čili zdánlivých vzdáleností těchto bodů, přijdeme k tomu poznání, že poměry tyto jsou sobě rovny, čili, že průměty obou bodů mají *podobnou* k sobě polohu jako body samy.

Se skleněné desky i s tabule se vše smaže, načež se vytknou nové dva body; jeden (a) zase na šk. tabuli, druhý bod (b) znázorní se modelem bodu, jejž si učitel zřídí (ve dvou ex.) snadno tím, že na černou tyčinku, zdéli asi 20 cm., upevní bílou, dřevěnou kuličku o průměru asi 3 cm. Tyčinka zašroubuje se ve směru jakémkoli do otvoru stojánku, který se při nastávajícím pokusu postaví mezi skleněnou desku a školní tabuli tak, aby průmět kuličky se

*) Vytýkají-li se zde i později délky pomocí metrické míry, děje se to jen proto, aby mluva učitelova při výkladech byla určitá; samo sebou se rozumí, že žáci při všech následujících cvičeních vše měří od oka.

ještě na desce objevil. Průměty a', b' obou bodů se zase vykreslí, rovněž přímky $a'c'$ a $b'c'$.

Vedeme-li také v tomto případu bodem b přímku svislou (olovnicí), bodem a přímku vodorovnou (tyčinkou), až prvou protne, stanoví úsečky na těchto přímkách skutečnou svislou a vodorovnou vzdálenosť těchto bodů. Poměr těchto dvou vzdáleností liší se od poměru vzdáleností na desce čili průměty obou bodů *nemají* podobnou k sobě polohu jako body samy.

V případu $\left\{\begin{matrix}\text{prvém}\\\text{druhém}\end{matrix}\right\}$ byly oba body v $\left\{\begin{matrix}\text{rovné}\\\text{nerovné}\end{matrix}\right\}$ vzdálenosti od průmětny, čili bylo jimi $\left\{\begin{matrix}\text{možno}\\\text{nemožno}\end{matrix}\right\}$ položiti rovinu průčelnou. Lze tedy vysloviti větu:

Jsou-li dva body v rovině *průčelné*, mají průměty jejich *podobnou* k sobě polohu jako body samy; v každém jiném případu mají polohu *nepodobnou.*

Hybnému modelu bodu b dá se taková poloha, aby kryl oku žákovu, průzorem hledícímu, bod a na tabuli. Z toho lze vyvoditi větu:

Všecky body na témže paprsku zorném mají společný perspektivný průmět.

Výsledek. Bod, který leží na paprsku zorném ve vzdálenosti nekonečné, může míti svůj průmět ve vzdálenosti konečné.

Zevnější příprava k následujícím cvičením v kreslení.

Protože nastal čas, kde žáci mohou konati prvé cvičení v perspektivném kreslení, jest na místě promluviti:

I. O postavení modelů.

II. O úpravě nákresen žáků.

I. V kreslírně jsou stoly obyčejně postaveny ve dvou řadách, uličkou oddělených. U každého stolu sedí tři žáci. Při perspektivném kreslení dle společného modelu jest výhodno, aby se sesedli dle možnosti těsně k sobě. Před každou z obou řad postaví se na podium (stupeň)*) stojánek s modelem.

Má-li žák model dobře viděti, musí se model nalézati uvnitř jeho zorného kužele (či v jeho zorném poli), jehož střední přímka, t. j. osa, předpokládá se kolmá na rovinu školní tabule. Osový řez tohoto kužele rovná se největšímu zornému úhlu. Tento se udává od rozličných spisovatelů od 40°—70°. My zde předpokládáme 50°. Žádný zorný paprsek, jdoucí k některému bodu modelu, nemá tedy z pravidla svírati s osou zorného kužele úhel větší než 25°. Protože v případu, když se model nalézá v zorném kuželi I. žáků při stolu prvém, jest tím jistěji v zorném kuželi

*) Podium (taktéž i školní tabule) budiž co možná dlouhé a nestůj na něm žádné kathedry, jelikož zde jen překáží.

žáků u stolů zadnějších, 2. žáka krajního (levého neb pravého), nalézá se tím jistěji v zorném kuželi žáka prostředního, můžeme při následujícím vyšetřování bráti ohled jen na některého žáka krajního při stolu prvém. Vezme-li se také na to ohled, že stojánek s modelem staví se buď před žáka prostředního nebo mezi prostředního a některého krajního, dále na obyčejnou velikosť drátěných modelů, konečně na délku stolu, jednotlivému žáku vykázanou (60—65 cm.), lze trigonometrickým počtem přibližně stanoviti polohu stojánku a modelu. Podáváme zde pouze výsledky jeho.

Obecné pravidlo: Myslíme-li si z kteréhokoli bodu modelu vedenu kolmici na osu zorného kužele žákova, musí úsečka osy mezi okem a stopou kolmice býti nejméně dvakrát tak dlouhá jako tato kolmice.

Z tohoto obecného pravidla plyne:

a) Vzdálenosť či distancí stojánku (vlastně modelu) od očí žáků u prvního stolu, měřená na přímce, ke školní tabuli kolmé, nebudiž nikdy menší než 2 m. Při této minimalní distancí musí však model býti postaven před žákem prostředním. Postaví-li se mezi prostředního a některého krajního, musí býti distancí větší, nejméně $2\frac{1}{2}$ m. V obou případech jest, jak se samo sebou rozumí, větší distancí vždy přípustna. Přední stoly mějtež tedy od školní tabule distancí nejméně $2\frac{1}{2}$ m., nejlépe 3 m.

b) Výška nejvyššího bodu modelu nad očima žáků, jež při té okolnosti, že žáci téže třídy jsou přibližně rovně velcí, jsou téměř všecky v jediné rovině vodorovné, může býti větší, je-li model dále od žáků. Při distancí 2 m. nemá býti nejvyšší bod modelu nad očima žáků výše než asi 1 m. Při distancí $2\frac{1}{2}$ m. jest maximum výšky rovno asi 1·2 m. (jako na př. při modelu rozdělené přímky v obr. 3. tab. I.), při čemž by ale model musil býti před žákem prostředním, neboť při postavení, na př. na pravo, by levý žák musil nazírati na nejvyšší bod v úhlu až 35°, což by předpokládalo největší zorný úhel rovný 70°.

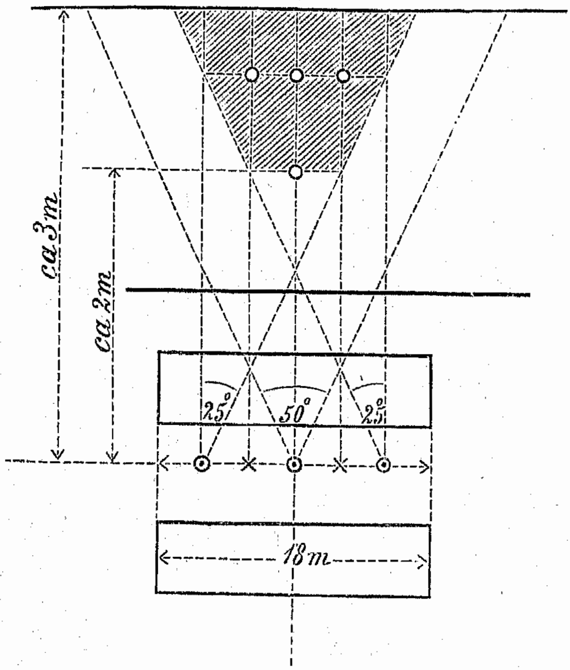
Poloha nejspodnějšího bodu modelu řídí se tím, aby ho všickni žáci ještě viděli. Mezi těmito mezemi hloubky a výšky dává se modelu vždy taková poloha, aby se zjev, o který běží, jevil co nejjasněji.

c) Při minimalní distancí modelů (2 m.) nesmí žádný jeho bod býti na $\left\{\begin{matrix}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{matrix}\right\}$ od svislé roviny, kterou si myslíme vedenu kolmo na rovinu školní tabule mezi žákem prostředním a $\left\{\begin{matrix}\text{pravým}\\ \text{levým}\end{matrix}\right\}$. Mohou se tedy sem stavěti jen modely, jejichž vodorovný průčelný rozměr nepřesahuje vzdálenosť těchto dvou rovin (60—65 cm.). Čím větší distancí, tím dále mohou krajní body modelu jíti na $\left\{\begin{matrix}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{matrix}\right\}$.

Při distanci asi $2\frac{1}{2}$ m. mohou se dotýkati svislých rovin, s předešlými rovnoběžných, vedených okem žáků krajních atd. Modely o velkých vodorovných rozměrech průčelných musí se tedy sem stavěti, a to před prostředního žáka, na př. rozdělená přímka v poloze obr. 5. tab. I.

Obr. 4. znázorňuje vše, co tu bylo vyloženo. Míry jsou udány ovšem jen příbližně. Část podia, až k tabuli vyčárkovaná, značí prostor pro stojánky, jež jsou v něm kroužky naznačeny; taktéž oko každého žáka při prvém stolu.

II. Za příčinou toho, aby mohli žáci seděti pokud možno těsně pohromadě, doporoučí se kresliti na l i s t e c h (b l o k á c h) n e



Obr. 4.

p ř í l i š v e l k é h o f o r m á t u a po v ý š c e. Má-li hotový výkres vypadati slušně, musí celá jeho plocha býti obrazci vyplněna r o v n o m ě r n ě. Za tím účelem, jakož aby v příčině umístění obrazů v žácích nepovstaly pochybnosti, jest nejlépe, rozděliti nákresnu s vynecháním slušných lemů na několik r o v n ý c h p o l í. Tabule tohoto spisu ukazují (ve zmenšeném měřítku) zařízení výkresů, v praxi již osvědčené. Formát = 40 × 28 cm. Polí jest 6, jsou čtvercové a velikost jejich je právě 1 □ dm. Pole jsou určena č í s l y, což v tab. I. jest naznačeno. Při zařízení tomto lze umístění každého obrazu udati velmi stručně a předce jasně. Výkresy se provádějí tužkou prostřední tvrdosti. Písmena k obrazcům připisovati netřeba. V tab. I., III. a IV. stalo se to proto, aby se o některých bodech a úhlech mohlo v textu krátce mluviti.

Cvičení v kreslení.

Tab. I. Obr. 1. a 2.

Cvičení tato mohou kresliti všickni žáci zároveň.

Obr. 1. Dva body v rovině průčelné.

Učitel udělá před každou řadou stolů na tabuli dvě tučné tečky *a* a *b*, v jiné vzájemné poloze, nežli byla ona, jakáž se v předcházejícím výkladném výkresu na školní tabuli (obr. 1. tab. I.) jevila.

Při zobrazování dvou bodů pomocí přístroje užili jsme průmětny skutečné, kreslíce průměty na skleněné desce. Nyní si musí každý žák svou zvláštní průmětnu mysliti, svislou a průčelnou, tedy při obyčejné poloze svého čela zároveň rovnoběžnou s rovinou školní tabule, v takové vzdálenosti od svého oka, jež se rovná délce natažené jeho ruky. Na ní musí přímky *a'c'* a *b'c'*, jež se prvé na skleněné desce skutečně kreslily, pouze si představovati. Pomocí visování lze alespoň jednu z těch přímek, na př. *a'c'*, předce vytknouti.

Za tím účelem visuje každý žák svou tužkou, drže ji při kraji pravém, tak, aby horní její hřbet byl vodorovný a zdánlivě procházel bodem dolním (*a*). Při tom se položí hřbet tužky na přímku *a'c'*, v myšlené průmětně vedenou. Průmět *a'* jest v onom bodu hřbetu, který se zdánlivě sjednocuje s bodem *a*.

Drže takto tužku po nějakou chvilku, nechť si každý žák myslí vedenu přímku svislou, jež by zdánlivě procházela bodem *b*, až k průseku s horním hřbetem tužky. Je to přímka *b'c'*.

Nyní se porovnává zdánlivá vzdálenosť bodu *a* od stopy svislice se zdánlivou vzdáleností bodu *b* od téže stopy, čili krátce: zdánlivá vzdálenosť vodorovná se zdánlivou vzdáleností svislou obou bodů, t. j. vyšetřuje se od oka 1. zdali jest menší neb větší, 2. kolikrát jest menší neb větší.

Aby se učitel přesvědčil, zdali žáci správně visují, otazuje se jich po výsledku visování. Při všech žácích téže řady stolů musí při této poloze modelu poměr obou vzdáleností býti tentýž.

Jinak se to má s prostou délkou těchto vzdáleností. Žáci odhádnou délky obou těchto úseček v míře metrické, a tu se objeví, že žáci při předním stolu shledají délky největší, při zadním stolu délky nejmenší.

Přechod s myšlené průmětny na nákresnu děje se týmž způsobem jako nahoře s průmětny skutečné, pročež se zde poznovu nevykládá.

Protože je žádoucno, aby všickni žáci kreslili obrazy rovně velké, musí žáci každého stolu kresliti obraz v měřítku jiném. Jestliže žáci při předním stolu mohou kresliti snad ve skutečné velikosti (průmětu), musí ostatní žáci kresliti v měřítku zvětšeném, nejzadnější v měřítku nejvíce zvětšeném. Často nastanou ale případy, že žáci přední musí kresliti v měřítku zmenšeném.

Učitel učiní dobře, otáže-li se při těchto prvých cvičeních několika žáků na měřítko, ve kterém kreslí. Aby ho vyšetřili, vyhledají všickni na visovací tužce délku úsečky na př. $a'c'$. Za tím účelem visují vodorovnou tužkou tak, aby neořezaný její kraj přilehl zdánlivě k bodu a, načež nehet palce šinou po tužce, až přijde zrovna pod b, tedy na c'. Levá část tužky stanoví délku úsečky $a'c'$.

Přiložíme-li nyní tuto délku k úsečce a_1c_1, kterouž jsme zvolili za obraz úsečky $a'c'$, shledáme (alespoň přibližně, což stačí), kolikátým dílem anebo kolikonásobkem délky průmětu jest délka obrazu, z čehož pak měřítko obrazu každého žáka snadno lze ustanoviti.

Uzná-li učitel toho potřebu, může žákům naříditi, aby každý své měřítko do tohoto i každého následujícího obrazce listu prvého na vhodné místo napsal. Rovná-li se obraz polovině, třetině, ... nebo 2, 3, ... násobnému průmětu, napíše se: $M = {}^1/_2, {}^1/_3, \ldots$ nebo 2, 3, ... Kreslí-li se obraz ve skutečné velikosti průmětu, napíše se: $M = 1$.

Obr. 2. Dva body v rovině neprůčelné.

Před každou z obou řad stolů znázorní se dva body takto: Jeden bod (a) tučnou tečkou na tabuli, druhý (b) kuličkou na tyčince, zastrčené do stojánku před tabulí, při čemž se hledí k tomu, aby oba body žádnému žáku zdánlivě se nesjednocovaly.

Případ tento různí se od předešlého jen tím, že poměr zdánlivé svislé a vodorovné vzdálenosti obou bodů jest pro každého žáka jiný (proto objeví se obr. 2. u různých žáků taktéž různým). Učitel to zjistí tím, že dá několika žákům udati, která z obou zdánlivých vzdáleností se jim jeví větší, a kolikrát tak velká jako druhá. V našem obrazci předpokládá se svislá vzdálenosť třikráte tak velká jako vodorovná. Bod b jevil se na levo od bodu a; některým žákům může se ale jeviti na pravo.

Zobrazování přímky.

A. Roztřídění přímek dle jejich směru ku průmětně.

Výklad děje se pomocí vývodného přístroje, za jehož skleněnou deskou drží učitel jakoukoli tyčinku co model přímky ve všech směrech ku desce t. j. průmětně, o nichž následuje řeč.

Přímka jest s průmětnou buď rovnoběžná t. j. průčelná anebo různoběžná t. j. neprůčelná.

Přímka průčelná je buď svislá nebo vodorovná nebo konečně šikmá, a to buď na pravo anebo na levo nakloněná.

Přímka neprůčelná je buď vodorovná anebo šikmá.

Svislé přímky jsou vždy průčelné. Při vodorovných a šikmých musí se vždy zvlášť udati, jsou-li průčelny anebo ne.

Přímky neprůčelné jsou k průmětně buď kolmé (zároveň vodorovné) anebo nakloněné.

Na drátěném modelu přímky, upevněném do stojánku před žáky postaveného, vysvětlí se, že přímka, která je ohledem na žáky, sedící zrovna před stojánkem, { průčelná, je / neprůčelná, může býti } ohledem na žáky, sedící značně po straně, { neprůčelná / průčelná }.

B. Zobrazování rozdělené přímky, má-li polohu průčelnou.

Modelem přímky jest dřevěná, 4 dm. dlouhá tyčinka, bíle natřená a červenými kroužky na 4 rovné díly rozdělená, na jejímž jednom kraji jest přidělán ostrý bodec ocelový; tyčinka se zarazí za skleněnou deskou do prkna přístroje, buď svisle anebo šikmo průčelně. Chtějíce znázorniti průčelnou přímku vodorovnou, klademe tyčinku za skleněnou desku průčelně na prkno přístroje; v případu, že ji chceme míti také nad okem, vykreslíme na části školní tabule, jíž průzorem přehlédneme, vodorovnou, na 4 rovné díly rozdělenou úsečku. Taktéž lze užiti drátěného modelu rozdělené přímky, jemuž se dá směr žádaný. Stojánek s modelem musí se ale postaviti tak daleko za desku, aby se přímka průzorem mohla přehlédnouti celá. Několik žáků, jeden po druhém ku průzoru zavolaných, kreslí průměty přímek na skleněné desce i s jejich rozdělením, z čehož se postupně vyvozují poučky tyto:

1. **Přímka svislá má průmět svislý, přímka vodorovná průčelná má průmět vodorovný, přímka šikmá průčelná má průmět šikmý, v touž stranu a rovně nakloněný, jako přímka sama, čili krátce: průměty přímek průčelných jsou s přímkami samými rovnoběžny.**

2. **Průměty průčelných přímek jsou na tolikéž rovných dílů rozděleny jako přímky samy.**

Cvičení v kreslení.

Tab. I. Obr. 3—6.

Cvičení tato jsou poslední, jež mohou kresliti všickni žáci zároveň. Před prostředními žáky postaví se stojánek s drátěným modelem rozdělené přímky.

Je-li stopka modelu kolma na školní tabuli, lze model kolem ní otáčeti v rovině průčelné. Počne-li se svislým směrem a otáčíme-li model směrem ručiček hodinových, přijde pořadem do všech směrů průčelných, t. j. směru šikmého na pravo nakloněného, pak vodorovného, konečně šikmého na levo nakloněného. Nemění-li se přitom výška stojánku, nemění prostřední bod modelu své polohy.

Jelikož po předeslaném výkladu nemůže stanovení směru a dělení obrazů těchto přímek žákům působiti žádných obtíží, spočívá těžiště tohoto cvičení v těchto třech věcech:

1. Docíliti toho, aby si byl každý žák vědom toho, ve kterém měřítku obraz přímky kreslí. Délku obrazu přímky svislé nechť udělají všickni rovnu 1 dm.

2. Když byli žáci visováním stanovili délku průmětu modelu svislého, vyzve je učitel, aby nehet palce ponechali v téže poloze na tužce, čímž jest ona délka ustálena. Na to otáčí učitel model kolem jeho stopky v rovině průčelné, při čemž žáci, visujíce

na model v několika jeho polohách, shledají, že průměty jeho jsou vždy rovny průmětu modelu svislého, tedy také vespolek. Z toho plyne:

Průměty rovných přímek, nalézajících se v téže rovině průčelné, jsou rovné.

Chceme li obrazy přímky ve všech čtyřech polohách kresliti v měřítku tomtéž, musíme jim tedy dáti rovnou délku, zde 1 dm.

3. Při modelu směru šikmého jedná se o to, stanoviti určitě tento směr, což se děje tím, že pozorujeme, jaký úhel svírá s některým hlavním směrem: svislým neb vodorovným.

Abychom stanovili úhel se směrem svislým čili sklon modelu (obr. 4.), visujme svislou tužkou tak, aby pravý její hřbet zdánlivě se stýkal s dolním krajním bodem modelu. O úhel a, jejž svírá tužka se zjevem modelu, musil se model ze směru svislého ukloniti na pravo, aby přišel do směru, který má; proto sluje tento úhel sklonem modelu.

Téhož obrazu bychom se dodělali, kdybychom visovali levým hřbetem svislé tužky na horní krajní bod modelu.

Chtějíce stanoviti odchylku modelu od směru vodorovného ($\sphericalangle$ b v obr. 6.), visujeme vodorovnou tužkou tak, aby $\left\{\begin{matrix}\text{dolní}\\ \text{horní}\end{matrix}\right\}$ její hřbet zdánlivě procházel $\left\{\begin{matrix}\text{horním}\\ \text{dolním}\end{matrix}\right\}$ krajním bodem modelu.

Samo sebou se rozumí, že všickni žáci musí shledati tytéž úhly a a b. Prvý perspektivný list jednoho každého z nich liší se pouze v obr. 2.

Připom. Při posuzování směru zjevu přímek mohou se žáci, je-li pozadím modelu školní tabule, obejíti bez visovací tužky. Neboť místo aby tužkou oba základní směry, svislý a vodorovný, teprvé vytýkali, mohou za základ srovnávání vzíti svislé a vodorovné hrany školní tabule, na jejíž černé rovině se bílý model objevuje jako křídou nakreslený, zvlášť tehdy, když naň nazíráme po delší čas okem jen jedním, a to přimhouřeným, protože tím odstraněn stereoskopický účinek nazírání očima oběma. Tutéž službu jako hrany tabule při posuzování směru zjevu, konají při kreslení obrazu strany pole, a netřeba tedy svislé, po případě vodorovné rameno pozorovaného úhlu zvlášť kresliti (viz obr. 6. tab. I.).

O rozsazení žactva při následujících cvičeních v kreslení perspektivném.

Protože při následujících cvičeních v kreslení perspektivném může před jedním stojánkem nejvýše 15 žáků (při 5 stolech po 3 žácích), tedy před 2 stojánky 30 žáků, seděti, musí, nežli prvé z nich započne,*) všude, kde jest více než 30 žáků ve

---

*) Viz poslední dva odstavce „Předmluvy“.

třídě, žactvo se rozděliti na oddělení dvě, jež se časem společně, časem různě zaměstnávají, a to, jak následuje.

Po odevzdání prvého listu perspektivného, jejž kreslili všickni žáci zároveň, počnou zase všickni dle předkresu učitelova na školní tabuli kresliti konturu rovinného ornamentu, na nějž v posloupnosti učení přišla právě řada. Je-li hotova tak dalece, že by žáci již samostatně mohli ji dodělati (doplniti, je-li symetrická, rozvésti v dessin a t. d.), udá se dopodrobna způsob dalšího provádění (vytažení pérem, po případě čárkování nebo polohování barvami), načež počne theoretický výklad oněch perspektivných pouček (obyčejně pomocí přístroje), na nichž se zakládá kreslení 2. listu perspektivného, a jenž řídí se ku žákům všem, kteří při tom nekreslí ničeho.

Po ukončení tohoto jme se učitel vykládati zase všem společně, co a kterak se bude kresliti na 2. listu perspektivném (aby to potom nemusil povídati dvakráte), při čemž se obmezí na věci nové, nutné, jichž by se žáci sami sotva domyslili. Za tím účelem zašroubuje do jednoho stojánku (na podiu) model, který se bude kresliti, a to v té poloze, o níž se domnívá, že by žákům při zobrazování dělala obtíže, a udá postup při zobrazování dopodrobna, při čemž žáci nekreslí ničeho. To se děje takto: Ze žáků, již před modelem přiměřeně sedí, vyvolí jednoho, a ukazuje na něm všem ostatním, čině mu otázky přiměřeně za sebou jdoucí, čeho a v jakém postupu jest si při zobrazování modelu všímati, na co a kterak visovati, kterých pomocných přímek užiti, kterak hotový výkres kontrolovati atd., při čemž dle údajů onoho žáka kreslí ve velkém měřítku na tabuli perspektivný obraz, o který běží a jejž ovšem hledě k celé třídě nelze považovati za vzor, alebrž za vodítko při nastávající práci samostatné.

Když toto ukončeno, třeba by to bylo během času kreslení vyměřeného, začne ona část žáků, jež sedí v předních polovinách obou řad stolů, kresliti druhý list perspektivný, kdežto druhá část žáků započatý ornamentalný výkres dle pokynutí, již dříve všem společně daných, dále provádí. Prvé oddělení sluje perspektivné, druhé ornamentalné.

Šetří-li učitel toho, aby vše, co jest žákům nové, vykládal všem společně, nebude při nastávající práci oddělení ornamentalné jeho pomoci potřebovati a může se tedy věnovati úplně oddělení perspektivnému, kde má postavováním modelů na obou stojáncích, jakož i dohlížením ku práci žáků až příliš co dělati.

Je-li každé oddělení se svou prací hotovo, vymění vespolek nejen úkoly, nýbrž i místa. Ornamentalné oddělení stane se perspektivným a posadí se do předních stolů a naopak.

Při tomto různorodém zaměstnání žáků nelze se ovšem vyhnouti tomu, aby jedno oddělení nebylo dříve hotovo než druhé. Tu pak třeba zaměstnávati je prospěšně tak dlouho, až také druhé oddělení svůj úkol dokončí. Je-li to oddělení perspektivné, počne (trvajíc na svém místě) dodělávati výkres ornamentalný. Je-li to oddělení ornamentalné, může se zaměstnávati tím, že kreslí ornament, právě odevzdaný, z paměti zase, buď celý anebo jeho část, v měřítku jiném, anebo že jej anebo jiný známý a k tomu se hodící výkres dle udání učitele proměn í (prvý to stupeň vynalézání), anebo že dle velké předlohy (diagramu), na školní tabuli mezi oba stojánky zavěšené, kreslí náčrtek tvaru nového. Za tím účelem mějtež žáci vždy s sebou zvláštní sešity náčrtků, jež učitel ob čas prohlíží.

Zařízením tímto docílí se toho, že nebude třeba, aby jedno oddělení měnilo místo s druhým během hodiny, což by dělalo nepořádek, nýbrž vždy až žáci poznovu přijdou do kreslírny. Jeť ovšem třeba, aby tento dvojí pořádek v rozsazení od jeho zavedení až do konce školního roku přísně se dodržel, jinak by z toho vznikly nepořádky.

Při dalších listech perspektivných jest dobře přesaditi žáky oddělení perspektivného 1. od stolu ke stolu, by měli jinou od modelů distancí, než při rozsazení normalném, aby poznali vliv distancí na podobu zjevu, 2. žáky téhož stolu, t. j. vyměniti oba krajní a prostředního vespolek, by neměl některý model pořád na levo, druhý na pravo atd.

Jsou-li obě oddělení jak s druhým persp. listem, tak i s ornamentem hotova, kreslí učitel (a to na počátku nejbližší hodiny) — zase pro všecky žáky — na tabuli ornament nový, při čemž žáci sedí jako původně, totiž menší a krátkozrací, kteří na počátku školního roku se posazují napřed, zase v předních lavicích. Pak následuje zase společný theoretický výklad perspektivný atd., jako prvé.

Ohledem kresliva podotýkáme, že tam, kde se užívá bloků — což někteří učitelé při kreslení dle drátěného modelu pokládají za nejvýhodnější — učiní žáci oddělení perspektivného, nemají-li bloky dva (jeden pro persp., druhý — anebo jinou vložku do prvního — pro ornam. kreslení), dobře, kreslí-li na blok výkres perspektivný, a napnou-li papír pro výkres ornamentalný na prázdnou stranu desky, kterouž žáci oněch tříd, o něž se tu jedná, za příčinou rýsování míti musí. Neužívá-li se bloků — nechť je to z kterékoli příčiny — a má-li žák prkno jen jediné, na něž jest napjato po jedné straně na rys, po druhé na ornament, nezbývá jiné pomoci, než aby v kreslírně, až nastane toho potřeba, přes ornamentalný výkres napjal (hřebíčky) papír pro výkres perspektivný, což dobře lze, mají-li oba, jak se sluší, formát stejný.

C. Zobrazování rozdělené přímky, má-li polohu neprůčelnou.

Výklad se děje pomocí přístroje. Modelem přímek jsou již zmíněné, rovně dlouhé tyčinky s bodcem, jimž se dají za skleněnou deskou všecky podstatně různé směry neprůčelné, t. j. 1. směr ku průmětně kolmý, 2. vodorovný, ku průmětně nakloněný, 3. směr obecný, t. j. neprůčelný šikmý. Za tím účelem zarazí se bodcem jedna do školní tabule, na ni kolmo, nad průzorem kotouče a přímo za ním; druhá položí se na prkno přístroje, konečně třetí zarazí se do něho. Z průmětů přímek, na desce vykreslených, vyvozuje učitel příslušné poučky. Všecky tři tyčinky i jejich průměty nechají se za příčinou vespolného srovnání současně na svém místě státi. Jest tedy dobře dáti tyčinkám takovou polohu, aby se jejich průměty neprotínaly.

Účelem tohoto výkladu jest, aby žáci poznali prozatím jen to,

1. že průměty přímek neprůčelných uzavírají jiné úhly s hlavníma směry (svislým a vodorovným), než přímky samy;

2. že průměty rovných přímek nemusí býti rovné;

3. že průměty rovných dílů na téže přímce neprůčelné nejsou rovny, nýbrž průměty dílů předních delší než průměty dílů zadních.

Na průmětech prvých dvou přímek poznají žáci, že průměty přímek vodorovných neprůčelných *nejsou* vodorovny. Vede-li se horním krajním bodem třetí tyčinky svislice (znázorněná nějakou jinou tyčinkou) a dolním krajním bodem přímka vodorovná (křídou na prknu přístroje), onu svislici protínající, dále průměty oněch bodů rovněž se protínající přímka svislá a vodorovná, shledá se, že model svírá s oběma hlavníma směry jiné úhly než průmět.

Srovnáním průmětů přímky prvé (horní) a druhé (dolní) pozná se, že průmět předního krajního bodu přímky horní jest výše než průmět zadního krajního bodu; při průmětu dolní přímky je to naopak.

Jako při posuzování toho, zdali nějaká neprůčelná přímka jde nahoru neb dolů, na levo anebo na pravo, vycházíme, abychom se vyhnuli všem pochybnostem, vždy od jejího předního bodu krajního, jdouce od něho k zadnímu, při čemž pozorujeme směr, kterým se pohybujeme, vycházíme v téže příčině při jejím průmětu taktéž vždy od průmětu jejího předního bodu krajního. Musíme-li přitom na průmětu přímky, chtějíce dojíti ku průmětu zadního krajního bodu, jíti buď shora dolů anebo zdola nahoru, pravíme, že prvý průmět sestupuje, druhý vystupuje, a to po případě buď na levo anebo na pravo.

V případu tomto shledáváme, že průmět přímky prvé, kteráž je nad okem, sestupuje; druhé, kteráž jest pod okem, vystupuje. Provede-li se na desce ještě několik takových příkladů, kde vždy jedna vodorovná tyčinka je nad, druhá pod okem, svírajíce přitom s průmětnou úhly různé, lze potom s nich abstrahovati poučku:

Průměty vodorovných přímek neprůčelných $\left\{\begin{matrix}\textit{sestupují}\\\textit{vystupují}\end{matrix}\right\}$,

jsou-li tyto přímky $\left\{\begin{matrix}\textit{nad}\\\textit{pod}\end{matrix}\right\}$ okem.

Kreslíce dle názoru podle drátěných modelů na stojánku, budou žáci míti přímky vodorovné vždy jen nad okem.

Cvičení v kreslení.

Tab. II. Obr. 1—6.

Stojánky postaví se pro obr. 1—3. mezi prostředního a jednoho — zde levého — krajního žáka každé řady stolů,*) ne dále od tabule než 60 cm., kteréžto vzdálenosti jest ohledem na následující otáčení drátěné přímky zapotřebí. — Tab. II. jest kreslena s místa jednoho žáka prostředního; model přímky v prvých 3 polohách byl od něho tedy na levo, což mělo vliv na obr. 2. a 3.

Do stojánku upevní se drátěný model rozdělené přímky nejprvé svisle (obr. 1.); stopka buďiž vodorovna průčelna. Kolem ní otočí se potom přímka v rovině svislé, ku školní tabuli kolmé, procházející mezi prostředním a nahoře zmíněným krajním žákem, nejdříve do polohy, kde svírá s průmětnou úhel ostrý (asi 45°), a směřuje buď dolů (obr. 2.) anebo nahoru, potom, kde jest k ní kolma (obr. 3.).

Pro polohu 4—6. pošinou se stojánky před prostředního žáka,**) avšak rovnoběžně s tabulí, aby model, jemuž se dá nyní směr vodorovný průčelný, byl od žáků tak vzdálen jako v poloze prvé. Stopka jeho buďiž svisla. Otáčením kolem ní pozbude přímka průčelnosti, zůstávajíc v téže rovině vodorovné; jde-li zprvu na př. na levo (obr. 4., asi 45°), směřuje, otočíc se dále asi o 90° (při čemž projde poznovu polohou ku průmětně kolmou), potom na pravo (obr. 5.). — Konečně se dá modelu přímky směr šikmý neprůčelný, na př. nahoru na pravo (obr. 6.). — Výška stojánku zůstaniž přitom pořáde tatáž.

Započínáme zobrazováním přímky svislé, na předešlém listu již vykonaném, proto, aby žáci obrazem tímto nabyli měřítko pro velikosť perspektivného zkracování se obrazu modelu v polohách ostatních.

Za tím účelem nechť žáci vytknou způsobem jakýmkoli (na př. vrýpnutím nehtem palce) na tužce délku průmětu svislého modelu, visováním shledanou.***) Přiloží-li potom tuto úsečku tužky, držíce ji průčelně, zdánlivě ku modelu v poloze 2. a 3. tak, aby jedny krajní body obou se sjednotily, shledají (obyčejně),†) že druhý krajní bod modelu objeví se v obou případech mezi krajními body původní úsečky na tužce, ale na nestejných místech. Z toho poznávají: 1. že se model zdánlivě zkrátil, 2. že se v poloze třetí zkrátil více než ve druhé.

Znajíce délku obr. 1. (1 dm.), mohou z poměru délek průmětů najíti délku obrazu modelu v poloze 2. a 3. Příklad: Žák, s jehož místa byla tab. II. kreslena, shledal při visování na model

---

*) Již zde, zejména při obr. 2. a 3., objevuje se případ, jenž se při následujících rovinných tvarech vždy opakuje, kdykoli se nalézají v rovině svislé, ku průmětně (tabuli) kolmé. Postaví-li se totiž v tomto případu model před žáky prostřední, jeví se jim, třeba by to nebyl model přímky jako zde, vždy co přímka. Postaví-li se mezi prostřední a na př. levé žáky, tedy jest pro tyto žáky, pokud těsně při sobě sedí, zjev nejasným. Aby se poslednímu odpomohlo, vyzvou se leví žáci (zde již hned při obr. 1.), aby se od prostředních žáků pošinuli trochu na levo (pokud stůl stačí), načež se model tak postaví, aby rovina, v níž leží, procházela uprostřed mezi prostředními a levými žáky.

**) Nyní mohou leví žáci na své původní místo se pošinouti.

***) Žákům při prvých stolech sedícím nestačí tužka při visování. Nechť visují tedy hranou pravítka (nosí-li je — snad za příčinou odřezávání výkresů — s sebou), anebo předce tužkou, avšak jen na jednu polovinu přímky.

†) Pravíme obyčejně, protože to býti nemusí, neboť se může model při zmíněném otáčení objeviti v některé poloze delším než v poloze svislé.

v poloze 2., že z původní úsečky tužky zbyla (asi) $^1/_8$; zdánlivá délka modelu rovnala se tedy (asi) $^7/_8$ zdánlivé délky modelu svislého. Obraz přímky v poloze druhé musí se tedy udělati rovný také (asi) $^7/_8$ obrazu přímky v poloze prvé.

Podobně jako jsme nyní pozorovali zdánlivé zkracování se přímky, jež se kolem svého středobodu točila v rovině svislé, ku průmětně kolmé, budeme je taktéž pozorovati, točí-li se přímka kolem svého středu v rovině vodorovné.

Základem srovnávání jest zde přímka vodorovná průčelná, kterou ale zobrazovati netřeba, protože tato přímka nalézá se s přímkou svislou, již zobrazenou, v téže rovině průčelné; žáci již vědí, že zdánlivá délka v obou případech jest rovná. Úsečka na tužce, stanovící zdánlivou délku modelu svislého, slouží tedy i nyní ku vyšetření zdánlivých zkratek, což se děje jako prvé; rovněž i stanovení délky obr. 4. a 5.

Podobně pracuje se i při poloze poslední (obr. 6.).

Co se tkne stanovení směru obrazu, netřeba ničeho více připomínati; děje se to způsobem, jenž byl vyložen při zobrazování průčelné přímky šikmé (obr. 4. a 6., tab. I.). — Úhel se směrem svislým shledá se v poloze třetí býti větším než při druhé; úhly se směrem vodorovným v obr. 4. a 5. mohou, ale nemusí míti rovnou velikosť.

Ohledem dělení obrazů, jež se děje ovšem dle názoru, buďtež nicméně žáci upozorněni na to, že zdánlivé velikosti dílů směrem do zadu ubývá pozvolna. Nejlépe jest obraz rozděliti nejdříve na dva díly, z nichž kratší jest obrazem zadní poloviny modelu — perspektivně půliti. Potom se každý díl zase perspektivně rozpůlí.

Zdali bylo perspektivně správně děleno, lze nyní kontrolovati tím, že, jde-li se po obrazu přímky od obrazu předního bodu krajního ku obrazu zadního, velikosti dílů musí stále ubývati, t. j. některý následující díl nesmí býti větší než předešlý. Totéž platí o perspektivném dělení přímek na libovolné množství dílů.

Učitel upozorniž žáky také na to, že výkresy jejich budou se v mnohých věcech různiti. Na př. při poloze 2. a 3. shledají někteří žáci, že přímka nesestupuje zdánlivě na pravo, jako v obr. 2. a 3., nýbrž na levo; ba, kdybychom stojánek málo pošinuli, totiž před žáky prostřední, shledali by tito, že se přímka jeví co svislá.

Zobrazování úhlu.

Při výkladu tomto není vývodného přístroje zapotřebí, protože vše, oč tu běží, lze dedukovati z poučck, žákům již známých. Úhel se znázorní známým modelem s hybným ramenem, který se postupně rozevře v úhel pravý, ostrý a tupý, a do stojánku tak zastrčí, aby rovina jeho byla napřed průčelna, potom neprůčelna.

Úhel v poloze průčelné. Protože průměty přímek průčelných jsou téhož směru jako přímky samy, má průmět průčelného úhlu a úhel samý ramena na vzájem rovnoběžná; proto jest také obraz průčelného úhlu úhlu samému roveň.

Z toho plyne, že, je-li průčelný úhel na několik rovných dílů rozdělen, jest i jeho obraz na tolikéž rovných dílů rozdělen.

Úhel v poloze neprůčelné. Model úhlu pravého měj polohu, kde jedno jeho rameno jest svislé, druhé vodorovné neprůčelné, a nad očima žáků. Protože prvé rameno se jeví svislé, druhé ale zdánlivě sestupuje, nejeví se pravý úhel co pravý, nýbrž co tupý anebo ostrý (podle toho, na kterou stranu se úhel otvírá), ovšem jen pro ony žáky, kteří nesedí od modelu příliš stranou, neboť žáci postranní, chtějíce model viděti, musí hlavu k modelu otočiti, čímž přestává čelo býti rovnoběžno se školní tabulí, a tu se může státi, že mají model teprv nyní průčelně postavený, kdežto dříve, když rovina modelu byla se školní tabulí rovnoběžna a tedy průčelna ohledem žáků, sedících zrovna před stojánkem, postranním žákům pravý úhel co pravý se nejevil.

Totéž, co se nyní o zjevu pravého úhlu, jehož jedno rameno bylo svislé, shledalo, shledá se nejen při jiných podobných jeho polohách, v nichž vždy jedno rameno jest průčelné, nýbrž i při oněch, kde žádné rameno není průčelné. Při tomto měnění polohy se dále shledá, že obě ramena mohou zdánlivě splynouti v přímku.

Nato se pozoruje podobným způsobem model úhlu ostrého a tupého v rozličných jeho polohách; zejména buďtež předvedeny případy, kde $\left\{\begin{matrix}\text{ostrý}\\ \text{tupý}\end{matrix}\right\}$ úhel jeví se žákům, zrovna před ním sedícím, co $\left\{\begin{matrix}\text{tupý}\\ \text{ostrý}\end{matrix}\right\}$. Z toho plyne:

Obrazy úhlů neprůčelných nemusí býti rovny úhlům samým, a také obyčejně nejsou.

Je-li neprůčelný úhel na několik rovných dílů rozdělen, jest i jeho obraz na tolikéž dílů rozdělen, jež ale obyčejně jsou nerovny.

Cvičení v kreslení.

Tab. III., obr. 1—6.

Při cvičení v zobrazování úhlu můžeme se obmeziti na úhel pravý, jelikož jest ze všech nejdůležitější; proto však nebudou ostatní úhly vynechány, neboť na ně později (při mnohoúhelnících) taktéž dojde. — Že jsme ku cvičení tomuto místo předcházejícího modelu jediného pravého úhlu zvolili jinou kombinaci dvou přímek, totiž kříž (ze dvou na sobě kolmých, 70 cm. dlouhých drátů, v jejichž průsečíku jest stopka přidělána), na němž se objevují čtyři pravé úhly, dojde zajisté souhlasu u všech, kdož vědí, jak neradi kreslí žáci tvary, jež nepředstavují žádného skutečného předmětu, a naopak rádi ony, jejichž praktický význam znají. Mimo to jest křížový tvar základním tvarem hojných tvarů měřických a ozdobných, tak že nemá scházeti na počátku kreslení nechť rovinného, nechť perspektivného.

Oba stojánky postaví se před žáky prostřední.

Tab. III. jest kreslena s místa některého žáka pravého, jenž má celý model pořád na levo; výklad jednotlivých obrazců platí tedy doslovně jen pro něho.

Obrazce tab. III. nejsou kresleny v takové vzájemné souvislosti, jako obr. $\left\{\begin{matrix}\text{4—6. tab. I.}\\ \text{2—6. tab. II.}\end{matrix}\right\}$ ohledem na obr. $\left\{\begin{matrix}3.\\ 1.\end{matrix}\right\}$ tétéž tabule (totiž, že se délky v obrázcích oněch stanovily z délky v obrazci tomto), nýbrž jako obrazce 1. a 2. tab. I., t. j. ohledem velikosti anebo měřítka jeden neodvisle od druhého, tedy na tab. III. neodvisle od obr. 1., a to proto, že důvody, pro které bylo nutno vztahovati jmenované obrazce tab. I. a II. k obrazci vždy jednomu, zde již odpadají. Velikosť každého obrazu řídí se jen tím požadavkem, aby byl vždy tak veliký, jak to pole připouští*) (podobně se to děje v praxi vždy), tedy bez ohledu na měřítko obr. 1.; mohou tedy přímky kříže v některé neprůčelné své poloze (jako na př. v obr. 4—6.) míti delší obrazy než v obr. 1., třeba by nebyly blíže k žákům nežli při obr. 1. — jsouť jenom kresleny v měřítku větším.

Obr. 1. Kříž jest průčelný. Délka obrazu každé přímky = 1 dm.

Obr. 2. Jedna přímka kříže je svislá, druhá vodorovná neprůčelná. Zde jde na levo, svírajíc se školní tabulí úhel asi 45°. — Učitel kreslí obraz modelu zároveň s následujícím výkladem na tabuli.

Obraz přímky svislé jest svislý a rozpůlen jako přímka sama. Délku jeho lze — protože bude největším rozměrem obrazu — voliti rovnu zase 1 dm.

Přímka druhá zdánlivě sestupuje, a to na levo. Chtějíce směr jejího zjevu určiti, pozorujme úhel a, jejž svírá zdánlivě se svislou přímkou kříže. Žák *N.* udá učiteli za příčinou výkresu na tabuli velikosť úhlu a, srovnaje ho s nějakým úhlem známým, na př. 90°, 60° anebo 45°. Zde jest $\sphericalangle a$ asi uprostřed mezi 60° a 90°. — Anebo pracuje se takto: *N.* visuje vodorovnou tužkou tak, aby horní její hřbet zdánlivě procházel průsečíkem obou přímek kříže, a srovná úhly, jež svírá neprůčelná přímka kříže jednak se hřbetem tužky (b), jinak se svislou přímkou kříže (a). Shledal, že $\sphericalangle a$ je asi pětkrát tak veliký jako $\sphericalangle b$. Rozdělíme-li v obraze pravý úhel $(a + b)$ na dva díly v tomto poměru, z nichž větší přiléhá ku přímce svislé, jest rozdělovací přímka obrazem vodorovné přímky kříže.

Srovnejme nyní od oka zdánlivou délku přední poloviny vodorovné přímky se zdánlivou délkou horní poloviny svislé přímky.

N.: Délka prvá jest asi $^2/_3$ délky druhé.

Rozdělme tedy obraz délky druhé na tři rovné díly, a přenesme dva z nich na pravou čásť obrazu přímky vodorovné. — Anebo jinak: Visujme vodorovnou tužkou tak, aby dolní její hřbet zdánlivě procházel předním krajním bodem vodorovné přímky, a srovnejme ohledem délky obě úsečky, na které horní polovina svislého drátu jest tímto hřbetem tužky rozdělena.

N.: Horní úsečka jest asi šestkrát tak velká jako dolní.

Rozdělíme-li horní polovinu obrazu svislé přímky na dvě úsečky, jež se mají k sobě přibližně tak, jako ony úsečky na drátu (při čemž kratší je dole), a vedeme-li dělicí příčkou pomocnou přímku vodorovnou na pravo, stanoví její průsečík s ne-

*) Totéž platí o obrazech na každé tabuli následující.

obmezeným posud obrazem přední části vodorovného drátu obraz předního jeho bodu.

Podobně stanoví se délka obrazu zadní poloviny vodorovného drátu. Při visování na zadní bod shledá se, že horní úsečka, vzniklá na dolní polovině svislého drátu, jest asi $^1/_8$ této poloviny. — Méně spolehlivé jest stanoviti délku obrazu zadní poloviny dle obrazu přední poloviny, protože chyba v tomto táhne za sebou chybu v onom. Dobře ale jest, obrazy tyto potom srovnati, zdali obraz zadní části se obdržel skutečně kratší, jak to má býti. Tuto kontrolu nechť žáci konají ve všech následujících obrazcích této tabule.

Obr. 3. Jedna přímka kříže jest vodorovná průčelná, druhá kolmá ku průmětně. Kreslení obrazu děje se jako v obr. 2. — Žákům, uprostřed sedícím, objevuje se neprůčelná přímka snad co svislá.

Nevidí-li některý žák zadního bodu modelu, čemuž se zde někdy nemožno vyhnouti, nechť pošine se na levo anebo na pravo, jak to jen možno, až ho uvidí — někdy stačí již dost málo — anebo nechť stanoví obraz zadní poloviny přímky, ku průmětně kolmé, z obrazu přední poloviny, kterouž vidí, dle poučky, že její obraz jest o málo kratší než obraz této.

Následující tři polohy modelu mají to společné, že jeho rovina svírá s průmětnou úhel vždy asi 45°, a že oba, jak přední tak zadní body kříže nalézají se na pomocných přímkách průčelných, jež při čtvrté poloze jsou vodorovny, při páté svisly a při šesté šikmy, na pravo nakloněny. Rovina kříže směřuje při čtvrté poloze dolů, při páté na pravo a při šesté nahoru na levo.

Obr. 4. (kreslí učitel na tabuli). Porovnejme nejdříve šířku a výšku zjevu.

Majíce vyšetřiti šířku některého zjevu, pozorujme, který bod (po případě přímka) modelu objevuje se nejvíce na levo, který nejvíce na pravo. To jest buď patrno beze všech pomůcek anebo — v případu pochybnosti — vyšetří se takto: Visujme svislou tužkou na model zprvu tak, aby se objevil celý na pravo od ní; potom šiňme tužkou rovnoběžně a zvolna tak dlouho směrem k modelu, až se s ním zdánlivě setká. Bod modelu, v němž se to děje, jest na něm nejvíce na levo. Podobně se najde bod modelu, jenž jest nejvíce na pravo.

Ž. Nejvíce na levo jeví se přední levý, nejvíce na pravo zadní pravý bod kříže.

Vodorovná vzdálenosť těchto dvou bodů (po případě přímek) jest šířkou zjevu a změří se tím, že se visuje vodorovnou tužkou tak, aby levý, nepřiřezaný její kraj přišel svisle pod bod, nejvíce na levo položený, a nehet palce buď na kterýkoli bod svislé přímky, myšlené bodem nejdále na pravo ležícím, anebo se sjednotil s tímto bodem samým.

Výškou zjevu rozumíme svislou vzdálenosť nejvyššího a nejnižšího jeho bodu (po případě přímky). Dříve musí se tedy tyto body vyhledati, což se děje jako stanovení bodu levého a pravého; pouze směr šinoucí se tužky jest jiný, totiž vodorovný průčelný. Zde není těchto výkonů třeba, protože jest patrno, že oba přední body jsou nejvyššími, oba zadní body nejnižšími body zjevu, neboť oboje objevují se v rovné výšce. Zdánlivá svislá vzdálenosť vodorovných přímek je spojujících stanoví tedy výšku zjevu a změří se takto: Žáci visují svislou tužkou tak, aby horní její kraj přišel na některý bod horní přímky a nehet palce na některý bod dolní přímky spojující, třeba zrovna na jeden z obou zadních bodů.

Nyní se srovná, který z obou rozměrů zjevu, šířka anebo-li výška, jest větší. V některých případech lze to rozhodnouti od oka. V ostatních případech děje se to visováním. Žák, změřiv popsaným způsobem na př. šířku zjevu, visuje touto úsečkou tužky na jeho výšku a pozoruje, zdali tato úsečka výšku přečnívá anebo naopak, při čemž ihned vyšetřuje poměr mezi oběma.

Ž. (visuje): Šířka jest větší než výška. Tato rovná se asi $^3/_4$ oné.

Největším rozměrem obrazu bude tedy šířka. Zvolíme-li ji rovnu šířce nákresného pole, jsme jisti, že výška obrazu se také do něho vejde. Obraz bodu, položeného nejvíce na $\left\{\begin{array}{l}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{array}\right\}$, bude tedy na $\left\{\begin{array}{l}\text{levé}\\ \text{pravé}\end{array}\right\}$ straně pole.

Chtějíce obdržeti výšku obrazu, vykreslíme v rovných vzdálenostech od horní a dolní strany pole vždy po jedné přímce vodorovné, jejichž vzájemná vzdálenosť se rovná $^3/_4$ šířky obrazu, anebo, což zde jedno, $^3/_4$ výšky pole; jsou to obrazy oněch pomocných přímek vodorovných průčelných, jež spojují přední a zadní body modelu, a na nichž se musí tedy obrazy těchto bodů nalézati.

Obraz vždy jednoho z nich jest již ustanoven, předního levého a zadního pravého, neboť se nalézá v průsečíku levé (pravé) strany pole s horní (dolní) přímkou vodorovnou.

$\left\{\begin{array}{l}\text{Zadní levý}\\ \text{Přední pravý}\end{array}\right\}$ bod jeví se od zobrazeného již bodu $\left\{\begin{array}{l}\text{předního}\\ \text{zadního}\end{array}\right.$ $\left.\begin{array}{l}\text{levého na pravo}\\ \text{pravého na levo}\end{array}\right\}$. Chtějíce jeho obraz stanoviti, porovnejme tuto vzdálenosť na $\left\{\begin{array}{l}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{array}\right\}$ s nějakým rozměrem zjevu, v obraze již vytčeným, na př. výškou. Za tím účelem visujme svislou tužkou tak, aby levý její hřbet zdánlivě procházel zadním bodem $\left\{\begin{array}{l}\text{levým}\\ \text{pravým}\end{array}\right\}$ a srovnejme vzdálenosť předního bodu $\left\{\begin{array}{l}\text{levého}\\ \text{pravého}\end{array}\right\}$ od tohoto hřbetu s výškou zjevu, kteráž jest současně na tužce patrna. Zde se shledalo, že vzdálenosť levého předního bodu od tužky jest rovna asi $^1/_4$ výšky zjevu, a že druhá vzdálenosť rovná se asi $^1/_4$ prvé. Nanese-li se tedy $^1/_4$ výšky obrazu od obrazu levého předního bodu na vodorovnou přímku, jím jdoucí, na pravo, a vede-li se získaným bodem svislice dolů, jest průsečík její s dolní přímkou pomocnou obrazem zadního bodu levého. Nanese-li se od pravé strany pole na horní přímku pomocnou na levo $^1/_4$ úsečky, jež byla nyní na ni nanesena od levé strany na pravo, obdrží se obraz předního bodu pravého.

Spojením obrazů příslušných bodů přímkami obdržíme obraz kříže.

K o n t r o l a obrazu děje se (jako při obr. 2.) srovnáváním délky obrazů předních a zadních polovin obou přímek, dále srovnáváním úhlův obrazu s úhly zjevu, a konečně srovnáváním zdánlivého směru obou přímek, spojujících levé a pravé body modelu, se směrem jejich obrazů.

O b r. 5. Při tomto převládá v ý š k a; následkem toho přišly n e j v y š š í a n e j n i ž š í bod na kraje pole. Ostatní kreslí se týmž způsobem jako v obr. 4.

O b r. 6. Zde obnášela výška zjevu asi $^9/_{10}$ jeho šířky.*) Horní a dolní vodorovná přímka pomocná slouží zase k umístění obrazu uprostřed pole jako v obr. *4*. Další práci netřeba více vysvětlovati. Úhlův *a* a *b* užije se buď již při kreslení obrazu anebo teprv k jeho kontrole. Další kontrola jako při obr. *4.*; mimo to nabízí se zde ještě jedna. Protože obě přímky, spojující jednak přední, jinak zadní body modelu, jsou průčelny, mají jejich průměty stejný s nimi směr, a jelikož ony jsou rovnoběžny, jsou i tyto, a následkem toho i obrazy jejich rovnoběžny. Je-li správně kresleno, musí tedy přímky, spojující obrazy předních a zadních bodů, býti rovnoběžny.

---

*) Rozumí se samo sebou, že se užívá zde i na jiných místech dílů u r č i t ý c h jen proto, aby se bylo, pokud možno, vyhnuto neurčitému: „něco málo, hodně mnoho“ atd. Nikomu nenapadne tu kterou délku skutečně na *10* atd. dílů děliti.

Část druhá.

Vyvozování dalších základních pojmů perspektivných.

Některé methodické vysvětlivky.

Přichází řada na perspektivné zobrazování přímek rovnoběžných.

Někteří učitelé perspektivy omezují se na to, poučiti žáky — buď pomocí perspektivného přístroje anebo přímo ze zjevu, na př. čtverce neb krychle — o tom, že rovnoběžné přímky v některých případech mají obrazy různoběžné, čili, že se zdánlivě sbíhají. Chce-li se vytknouti poloha bodu, v němž se obrazy setkají, děje se to slovy zcela neurčitými, na př.: nahoře, dole na pravo, daleko atd. V případu tomto není ovšem třeba mluviti „o hlavních rovinách a přímkách, o hlavním bodu a j." Ušetří se tedy mnohých výkladů a předce dosáhne se toho, že dovedou žáci každý předmět, na nějž mohou nazírati, perspektivně zobraziti*). To, čemu se z „I. Části" tohoto „Návodu" přiučili, úplně k tomu stačí. Proto jsme ji nadepsali: „Základy zobrazování *dle názoru*." Vykládáť se v ní celá při tom procedura; žák, jenž samostatně a správně vykreslil tab. III., dovede již nyní dle názoru zobraziti alespoň každé hranaté těleso, neboť celá práce redukuje se na správné posuzování úseček a úhlův, a k tomu dostal v „I. Části" dostatečný návod. Pravíme „již nyní", chtíce tím říci, že není ani třeba, aby znal další poučky perspektivné — na př. o zdánlivém se sbíhání rovnoběžek — protože při správném posuzování úseček a úhlů zjevu toto sbíhání samo sebou v obrazu se musí objeviti. Jsouť vůbec perspektivné poučky při kreslení dle názoru pomůckou sice vítanou, ale nikoli nezbytnou.

Přistupujeme-li nicméně k vykládání dalších pojmů perspektivných, děje se to z důvodů, jež jsme obšírně již v „Předmluvě" vyložili.

Poukázali jsme mimo jiné také k tomu, že obrazy kreslené dle pouhého názoru jsou zřídka správnými. Tak se na př. stává,

*) Nebylo by to postačitelné pro školy měšťanské? Viz „Předmluvu".

že přes všecku pozornost žákovu v obrazu nějaké skupiny, v níž se nalézá několik osnov vodorovných přímek různého směru, má každá osnova svůj úběžník v jiné výšce, a nikoli na jediné přímce vodorovné (hlavní přímce horizontalné), čímž se perspektivná jednota úplně ruší. Jeť ovšem pravda, že nelze na výkresu, kresleném dle názoru, požadovati přesnosti perspektivy konstruktivné. Tolik ale může a má se požadovati, aby žák dovedl rovnoběžné přímky tou měrou přesně zobrazovati, jakou mu je znám jejich směr, aby tedy alespoň u věci této šlo perspektivné zobrazování s geometrickým poznáváním zároveň. Týká se to zejména přímek při perspektivném zobrazování nejdůležitějších, totiž s hlavními rovinami rovnoběžných, jelikož se nejhustěji na předmětech buď skutečně objevují aneb co pomocné přímky přimyšlují. Za tím účelem jest ale nezbytno vyložiti alespoň pojmy: „hlavní roviny, hlavní přímky, hlavní bod.“ Těchto elementů perspektivy konstruktivné užije se buď co kontroly obrazu, ryze dle názoru shotoveného, anebo již při zobrazování samém, jelikož by bylo pedantické státi na tom, aby žák známý mu zákon, který mu již při vznikání obrazu služby své téměř vnucuje, odkazoval až ke kontrole. Proto netřeba se obávati, že kreslení perspektivné z názorného na konstruktivné se zvrhne, neboť nedostatečnosť konstruktivných základů (na př. vypuštění distančních a dělicích bodů, jakož i základní přímky) toho nepřipustí. Zůstaneť názoru vždy ještě rozhodně větší částť úkolu, což při následujících tabulích jasně se objeví. Z důvodů těchto nazvali jsme perspektivné zobrazování, jehož základům se žáci nyní budou učiti, zobrazováním konstruktivně-názorným.

Snad mnohému namane se otázka tato: Proč přistupuje se k výkladu „hlavních rovin a přímek, dále hlavního bodu“ teprvé nyní, a ne hned z počátku, když se ostatní základní perspektivné pojmy vykládaly? — Příčiny, proč jsme u věci této nesledovali příkladu všech učebných knih o perspektivě, a tím vědomě snad zavdali příčiny k výtce, že tím souvislosť látky přerušena — příčiny toho jsou rázu methodicko-didaktického.

1. Neběželo nám o to sepsati učebnou knihu o perspektivě, nýbrž praktický návod ku vyučování na základě modelů. Každý praktický učitel ví ale, jak žáky unavují theoretické výklady, trvají-li příliš dlouho. Proto jsme hleděli k tomu, aby žáci mohli co možná brzo započíti kreslit. Za tou příčinou rozdělili jsme výklad o základních perspektivných pojmech na dvě části, odkázavše z nich vše, čeho žáci ku kreslení prvých tří listů nepotřebují, do části druhé. Z toho důvodu ponechán výklad o hlavních přímkách na později, protože nutnosť užiti jich nastane teprv tehdy, když se o to jedná, určiti polohu úběžníků přímek rovnoběžných, čehož při žádném ze tří prvých listů třeba nebylo.

2. Chce-li kreslitel při perspektivném kreslení dle názoru užiti výhod, kterých mu mohou poskytnouti alespoň obě hlavní přímky, nesmí je voliti v kterékoli poloze k obrazu

(jak se to činí v perspektivě konstruktivné), nýbrž musí kresliti obraz v takové poloze ku hlavním přímkám, kterou má předmět k hlavním rovinám skutečně. Má tedy zároveň dvě věci na starosti: *a*) Předmět zobraziti, *b*) zobraziti jej v patřičné poloze k hlavním přímkám — úkol to nesnadný, zejména pro začátečníka. Abychom mu jej usnadnili, rozdělili jsme jej na dvě části. Kresle prvé tři listy, má učeň přemáhati obtíže jen prvé jeho části, seznati proceduru při zobrazování dle názoru. Však i tehdy nebude žákům úkol příliš snadným, neboť celá věc jest jim nová. Teprvé když cíle tohoto dosaženo, přibere se druhý požadavek, čímž úkol dovršen.

Následující výklady, při nichž žáci nekreslí ničeho, udílí se hromadně, a to vždy jen asi po 1 hodinu, načež se — rovněž hromadně — v kreslení ornamentalném pokračuje.

O hlavních rovinách.

Při tomto výkladu není perspektivného přístroje zapotřebí.

Žáci poznali, že obrazy neprůčelných přímek vodorovných sestupují nebo vystupují podle toho, zdali jsou nad anebo pod okem. Při kreslení obr. 2. a 3. tab. II. shledali, že obraz přímky sestupoval buď na levo anebo na pravo podle toho, měl-li ji žák od svého oka na pravo anebo na levo.

Z toho poznají, že poloha předmětu k oku kreslitelovu má vliv na podobu obrazu a že tedy jest důležito, aby kreslitel polohu předmětu k svému oku vždy dobře uměl posouditi.

V mnohých případech nedělá posouzení toho, zdali se nalézá předmět nad anebo pod okem, na levo anebo na pravo od něho, žádných obtíží, jelikož jest to patrno. Jsouť ale případy, kde to není tak jasné, aby nemohly vzniknouti pochybnosti. To jesť vždy, když leží předmět jen nepatrně na levo neb na pravo, nad anebo pod okem, anebo když se má na předmětu stanoviti ono místo, kde se děje přechod s levé strany na pravou, anebo s polohy pod okem do polohy nad okem.

Aby v ohledu tom byla odstraněna každá pochybnosť, myslí si kreslitel okem svým položeny dvě roviny, z nichž jedna jest vodorovná či horizontalná, druhá svislá či vertikalná a zároveň, jako prvá, kolmá na rovinu čela a tedy i průmětnu.*) Roviny tyto slují: hlavní rovina horizontalná a hlavní rovina vertikalná. — Přímka, ve které se protínají, jest vodorovná, kolmá na rovinu čela a průmětnu (též školní tabuli). Ona se sjednocuje se zorným paprskem, jenž sluje hlavní, protože jím a paprsky jemu blízkými nejjasněji vidíme; vímeť ze zkušenosti, že vždycky, chceme-li předmět jasně viděti, oko

*) Taktéž na školní tabuli, sedí-li žáci při zobrazování modelů (na stojánku) jak obyčejně.

k němu přitočíme, čímž činíme, aby ležel buď zrovna na onom paprsku anebo poblíž něho.*)

Obě hlavní roviny dělí prostor na *čtvrti*, z nichž ta, která jest nad hlavní rovinou horizontalnou a na levo od hlavní roviny vertikalné, sluje *hoření levá* a podobně ostatní: *hoření pravá*, *dolní levá* a *pravá*.

Jest často nezbytno, aby si kreslitel obě hlavní roviny *názorně* vytkl. To se děje nejjednodušeji, a při tom předce dosti přesně, pomocí *pravítka***) způsobem následujícím.

Držíme-li pravítko nataženou rukou tak, aby se nám jevilo co dlouhý proužek vodorovný, t. j. abychom neviděli žádné z jeho širokých ploch, jež při tom ale musí býti vodorovny, stanoví horní neb dolní z nich polohu hlavní roviny *horizontalné*. Všecko, co se při tom objevuje $\left\{\begin{matrix}\text{nad}\\ \text{pod}\end{matrix}\right\}$ pravítkem, jest $\left\{\begin{matrix}\text{nad}\\ \text{pod}\end{matrix}\right\}$ okem anebo hlavní rovinou horizontalnou.

Držíme-li však pravítko nataženou rukou tak, aby se nám, pozorujeme-li je pouze okem jedním, majíce druhé zavřené, jevilo co dlouhý proužek svislý a jeho neviditelné široké plochy byly kolmy na čelo či — při cvičení žáků — na školní tabuli, stanoví levá nebo pravá z nich polohu hlavní roviny *vertikalné*. Všecko, co se při tom jeví na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$ od pravítka, jest na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$ od oka anebo hlavní roviny vertikalné.

Chceme-li vytknouti obě hlavní roviny *zároveň*, užijeme *dvou* pravítek (místo jednoho z nich lze upotřebiti dřevěného trojúhelníka), z nichž svislé držíme pravou, vodorovné levou rukou nataženou. Tu jest najednou patrno, co se nalézá v té které čtvrti prostoru.

Učitel vyzve *všecky* žáky, aby vytkli pomocí pravítka nejdříve hlavní rovinu horizontalnou, pak vertikalnou a pozoruje, zdali to činí dobře. Každý má své *vlastní* hlavní roviny, tedy i *vlastní* hlavní paprsek. Polohy hlavních rovin horizontalných všech žáků se valně neliší (proč?).***) Při kterých žácích sjednocují se přibližně také hlavní roviny vertikalné? — Všecky modely, jež část žáků bude zobrazovati *společně*, musí býti postaveny *nad* jejich hlavní rovinou horizontalnou (proč?). Vzhledem k hlavní rovině vertikalné žáků různých bude poloha modelu také různá; která pro žáka levého, pravého, prostředního?

*) Viz „*Dodatek*“ k této kapitole.

**) Že se pravítka užije jen k tomuto výkonu, a nikoli při kreslení ku linkování, samo sebou se rozumí. — List (pruh) lepenky hodí se k tomu také, je-li tato tak tuhá, aby se nezbortila, protože potom není k potřebě. Protože *tento* prostředek méně k linkování svádí nežli pravítko, dají mu snad někteří učitelé přednost před pravítkem.

***) Učitel může přímkou na tabuli vykreslenou vytknouti místo, kde hlavní horizontalná rovina *většiny* žáků tabuli protíná. Přímka tato může později konati dobré služby, protože se pro většinu žáků kryje s hlavní přímkou horizontalnou a ji tedy může zastupovati. Za tou příčinou nechá se na tabuli státi.

Dodatek. Na základě toho, co žáci zvěděli o hlavním paprsku, mohou se poučiti o tom, s které vzdálenosti musíme se na předmět dívati, chceme-li ho klidným okem (t. j. aniž bychom jím anebo dokonce hlavou otáčeli) a bez namáhání (zvětšování zřítelnice pomocí svalů, což za nedlouho oko unaví) celý přehlédnouti.

Žáci vědí ze zkušenosti, že malý předmět, na př. knihu, lze celý přehlédnouti z blízka; velký, na př. dům, jen ze vzdálenosti větší. Z toho pozorování plyne, že ona vzdálenosť je s velikostí předmětu v poměru přímém. To lze vysvětliti takto: Díváme-li se na dům tak jak obyčejně, totiž, nalézajíce se s ním na téže rovině a neobracujíce své hlavy vzhůru, ale ze vzdálenosti příliš malé, vidíme nejjasněji spodní části domu, zejména ono místo, kde náš hlavní paprsek, mající směr vodorovný, dům protíná. Čím výše leží nějaká část domu, tím méně jasně ji vidíme; římsy pod střechou již ani nevidíme, buď že nemůže otvorem zřítelnice projíti k ní žádný paprsek zorný, anebo že k ní jdou paprsky, od hlavního paprsku příliš mnoho odchýlené, jež mají zornou sílu jen velmi malou. Chceme-li dům přehlédnouti celý, aniž bychom otočili hlavu nahoru, musíme se od něho vzdáliti; pak jdou k nejvyšším jeho bodům paprsky od hlavního paprsku méně odchýlené než prvé, a tedy větší silou zornou nadané.

Shledalo se, že vzdálenosť oka od předmětu musí býti tak velká, aby kolmice, spuštěná na hlavní paprsek s onoho bodu předmětu, jehož zorný paprsek jest od hlavního paprsku nejvíce odchýlen, nebyla větší než polovina úsečky hlavního paprsku mezi okem a stopou této kolmice.*) Čím jest vzdálenosť větší, tím lépe; to má ale také své meze, neboť přílišnou vzdáleností trpí zřetelnosť zjevu, až konečně zjev docela zmizí, což každý z vlastní zkušenosti ví.

Dle tohoto pravidla staví se při perspektivných cvičeních modely na stojánky, totiž aby všickni žáci, před týmž modelem sedící, celý model viděli, aniž by musili hlavu k modelu otočiti, majíce tedy hlavní paprsek k tabuli stále kolmý. — Nyní lze žákům také vysvětliti, proč mají při kreslení dle společného modelu pokud možno těsně jeden při druhém seděti.

O hlavních přímkách a hlavním bodu.

Výklad se děje pomocí přístroje. Hlavních přímek lze se dodělati tím, že se středem průzoru položí rovný list lepenky, nejdříve vodorovně (hlavní rovina horizontalná), potom svisle a ku skl. desce kolmo (hlavní rovina vertikalná). List tento se v případu, není-li dosti velký, pošinuje ve svém prodloužení, až desku seče. Přímky průsečné vytknou se dle pravítka bílou barvou.

Každá z obou hlavních rovin protíná průmětnu v přímce, hlavní rovina horizontalná v přímce vodorovné — hlavní přímka hori-

*) Viz kapitolu: „Zevnější příprava atd.“, str. 12. a násl.

zontalná, hlavní rovina vertikalná v přímce svislé — hlavní přímka vertikalná. Obě hlavní přímky jsou na sobě kolmy a dělí průmětnu na čtvrti: horní levou a pravou, dolní levou a pravou. Průsečík hlavních přímek jest zároveň průsečíkem hlavního paprsku s průmětnou a sluje hlavní (centralný) bod.

Úsečka hlavního paprsku mezi okem a hlavním bodem udává dálku či distancí oka od průmětny. Při předpokládané doposud volbě průmětny rovná se tato distancí délce natažené ruky. Kdybychom (při nezměněné vzdálenosti oka od předmětu) myslili si průmětnu $\left\{\begin{matrix}\text{dále od oka}\\ \text{blíže k oku}\end{matrix}\right\}$ nežli prvé předpokládáno, objevil by se průmět $\left\{\begin{matrix}\text{větším}\\ \text{menším}\end{matrix}\right\}$ nežli prvé. Závisí tedy velikosť průmětu na distancí oka od průmětny; roste nebo ubývá zároveň s touto.

Oko, průmět pozorující, musí býti tedy 1. na kolmici, v hlavním bodu na průmětnu sestrojené, 2. v takové vzdálenosti před ní, kteráž přísluší velikosti průmětu.

Vytkněme na školní tabuli (za skleněnou deskou) tečku co model bodu, jež by byla rozhodně na levo od oka průzorem hledícího a nad ním (čili na levo od hlavní roviny vertikalné a nad hlavní rovinou horizontalnou), a vykresleme na desce její průmět. Shledáme, že se průmět nalézá na levo od hlavní přímky vertikalné a nad hlavní přímkou horizontalnou. Vytkneme-li druhou tečku nad okem a na pravo od něho, shledáme, že její průmět jest nad hlavní přímkou horizontalnou a na pravo od hlavní přímky vertikalné. Z více takových příkladů vyplyne: Průmět nalézá se na téže straně hlavní přímky $\left\{\begin{matrix}\text{horizontalné}\\ \text{vertikalné}\end{matrix}\right\}$, na které se nalézá předmět ohledem na hlavní rovinu stejnojmennou. Kde se nalézá průmět bodu, jenž jest v hlavní rovině $\left\{\begin{matrix}\text{horizontalné}\\ \text{vertikalné}\end{matrix}\right\}$? v hlavním paprsku?

Chceme-li polohu průmětu bodu k hlavním přímkám posouditi určitě — čehož ohledem na následující cvičení v kreslení jest zapotřebí — nestačí říci, po které straně té které hlavní přímky se nalézá, nýbrž jest třeba také posouditi, v které od ní vzdálenosti. Vzdálenosť průmětu od hlavní přímky $\left\{\begin{matrix}\text{horizontalné}\\ \text{vertikalné}\end{matrix}\right\}$ měří se přímkou $\left\{\begin{matrix}\text{svislou}\\ \text{vodorovnou}\end{matrix}\right\}$, vedenou od něho až ku hlavní přímce. Vzdálenosti tyto jmenujme pro krátkosť (jako při stanovení vzájemné polohy dvou bodů): vzdálenosť svislá a vodorovná.

Ohledem na následující cvičení v kreslení jest zejména důležito srovnati obě vzdálenosti, t. j. určiti, která z nich jest větší a kolikrát než druhá. Zde, kde jsou hlavní přímky, průmět bodu a obě vzdálenosti na skleněné desce vykresleny, lze toto srovnání vykonati snadno.

Nastává ale otázka, kterak by bylo lze to udělati, když si průmětnu jen *myslíme*, jak při kreslení obyčejně. Za tím účelem musíme i na této vytknouti vše, co bylo prvé znázorněno na skleněné desce.

Předně, *kterak se vytknou na myšlené průmětně obě hlavní přímky?* Stane se to takto: Vytkneme-li pravítkem (jeho širokými plochami) hlavní rovinu horizontalnou neb vertikalnou, nalézá se, je-li při tom naše ruka natažena, *přední* proužek pravítka, který z celého pravítka jen vidíme, v průmětně, v této vzdálenosti myšlené, a sjednocuje se tedy v $\left\{\begin{array}{l}\text{prvém}\\ \text{druhém}\end{array}\right\}$ případu s hlavní přímkou $\left\{\begin{array}{l}\text{horizontalnou}\\ \text{vertikalnou}\end{array}\right\}$, na této průmětně vedenou. Onen proužek pravítka jest takřka tučně kreslenou hlavní přímkou na průmětně myšlené. Vytkneme-li tímto způsobem pomocí dvou pravítek obě hlavní přímky *zároveň*, jest v průsečíku obou proužků (a to předního proužku při zadním pravítku a zadního proužku při pravítku předním) vytčen hlavní bod na této průmětně.

Průmět bodu není třeba zvláště vytýkati. Víme, že průmět bodu a zjev bodu se kryjí. Jest tedy třeba pozorovati jen *zjev* bodu, a pomocí kolmic, s něho na hlavní přímky (udaným způsobem znázorněné) myšlených, posouditi jeho polohu k nim; tutéž polohu měl by k nim také *průmět* bodu.

Chce-li kreslitel vzdálenosti zjevu od hlavních přímek *srovnati*, učiní nejlépe, znázorní-li obě hlavní přímky *zároveň*. Jelikož obě vzdálenosti současně pozoruje, může snadno udati, oč neb kolikrát jest jedna tak velká jako druhá. Je-li po ruce pravítko jen jedno, musí kreslíř vzdálenosť zjevu od hlavní přímky, kterouž byl pravítkem vytkl napřed, dobře si pamatovati, aby ji mohl srovnati se vzdáleností pozorovanou až potom.

Cvičení. 1. Před každou řadou stolů nakreslí se na tabuli tečka. Všickni žáci posuzují polohu jejího zjevu a někteří udají *a)* v které čtvrti průmětny každý z nich tento zjev shledává, *b)* která jeho vzdálenosť jest větší, a kolikrát tak velká jako druhá. 2. Všickni pozorují zdánlivé vzdálenosti krajních bodů přímky, potom vrcholů trojúhelníka (na stojánku) od obou hlavních přímek, načež se jim kladou otázky tyto: Který bod má $\left\{\begin{array}{l}\text{největší}\\ \text{nejmenší}\end{array}\right\}$ zdánlivou vzdálenosť $\left\{\begin{array}{l}\text{svislou}\\ \text{vodorovnou}\end{array}\right\}$? Jest $\left\{\begin{array}{l}\text{největší}\\ \text{nejmenší}\end{array}\right\}$ svislá vzdálenosť větší neb menší než $\left\{\begin{array}{l}\text{největší}\\ \text{nejmenší}\end{array}\right\}$ vodorovná vzdálenosť? Nejmenší $\left\{\begin{array}{l}\text{svislá}\\ \text{vodorovná}\end{array}\right\}$ vzdálenosť jest kterým dílem největší vzdálenosti stejnojmenné?

Cvičení tato, při nichž žáci nekreslí ničeho, jsou nejen dobrými cvičeními oka v měření, nýbrž i nezbytnou přípravou k následujícím cvičením v kreslení.

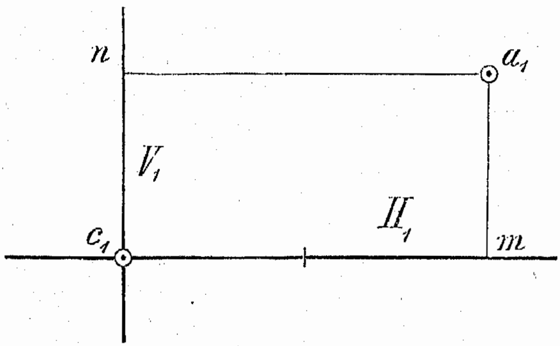
O přechodu s průmětny na nákresnu.

Učitel zastrčí do stojánku model bodu *a* a kreslí na školní tabuli, rovnoběžně s následujícím výkladem, obrazce k němu připojené, při čemž žáci nekreslí ničeho.

Při předešlých cvičeních v persp. kreslení přenášeli jsme s průmětny na nákresnu jenom obraz předmětu, nyní přistoupí k tomu také hlavní přímky, neboť jich budeme, odtud počínaje, užívati.

Obraz předmětu musí míti k obrazu hlavních přímek podobnou polohu, jako průmět předmětu k hlavním přímkám samým.

Dejme tomu, že by žák *N.* chtěl vykresliti obraz bodu *a*. Nejdříve by vykreslil kdekoli na své nákresně, obyčejně uprostřed, přímku vodorovnou a svislou — obrazy obou hlavních přímek. Zvolíme-li písmena *H* a *V* k označení hlavních přímek, lze jejich



Obr. 5.

obrazy označiti H_1 a V_1 (obr. 5.). Průsečík jejich c_1 je obrazem centralného bodu *c*. Nyní pozoruje žák *N.* — pomocí buď jednoho anebo dvou pravítek zároveň — po které straně jedné i druhé hlavní přímky se mu bod jeví a srovná obě vzdálenosti jeho zjevu.

N.: Bod *a* jeví se mi nad hlavní přímkou horizontalnou a na pravo od hlavní přímky vertikalné; vzdálenosť vodorovná jest asi dvakráte tak velká jako svislá.

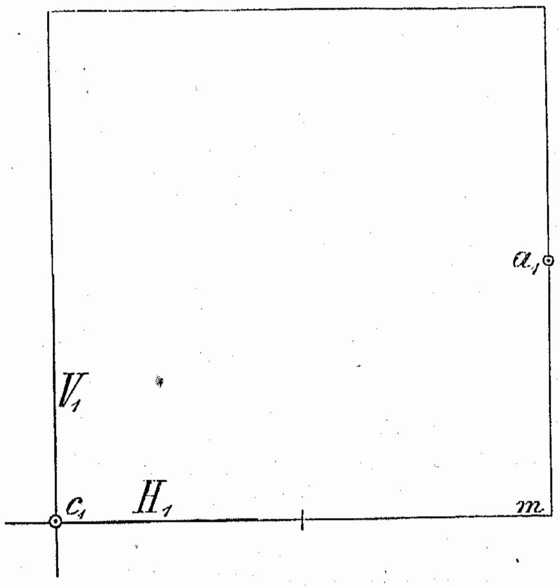
Obraz bodu musí tedy býti nad H_1 a na pravo od V_1, a míti od V_1 dvakrát tak velkou vzdálenosť jako od H_1. Vzdálenosti tyto mohou se rovnati vzdálenostem průmětu od hlavních přímek, ale nemusí. Závisí to na tom, zdali jsme velikostí nákresny nuceni kresliti v měřítku skutečném anebo změněném. Naneseme-li tedy od c_1 na H_1 na pravo dva libovolné, avšak rovné díly, a na V_1 nahoru jeden takový díl, a vedeme-li body *m* a *n* přímky s V_1 a H_1 rovnoběžné, jest jejich průsečík a_1 obrazem bodu *a*.

Z toho je patrno, že jest délka obrazu jen jediné vzdálenosti libovolna; délka obrazu druhé vzdálenosti se jí řídí.

Tato libovůle ve volbě délky obrazu jedné vzdálenosti není ovšem bez mezí. Žádná délka obrazu nemůže býti větší, nežli nákresna dovoluje; také ji ale nemáme voliti menší než třeba, protože výkresy mají býti vždy co možná velké.

Nyní se ukáže, kterak žáci vyhoví těmto požadavkům při příštích cvičeních v kreslení.

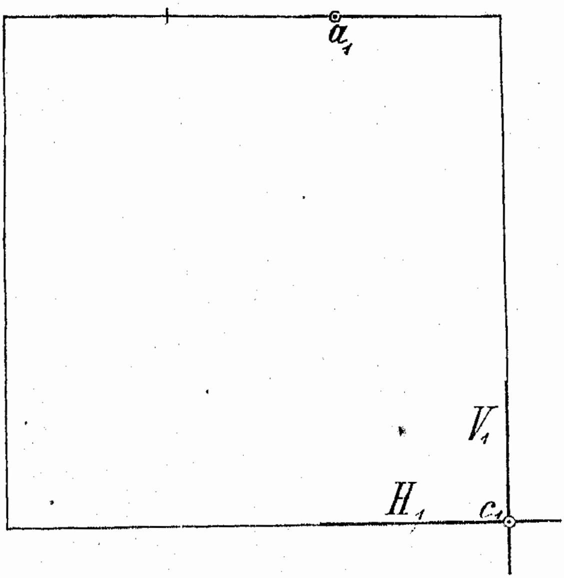
Nákresným polem bude zase jako posud čtverec (obr. 6.). V tomto čtverci má se umístiti obraz předmětu i hlavních přímek v pravé vzájemné jich poloze. Kdybychom vykreslili obrazy hlavních přímek do prostřed pole, musily by se obrazy předmětů,



Obr. 6.

jež jsou celé v jedné a téže čtvrti prostoru, kresliti velmi malé, aby se vešly do příslušné čtvrti pole, kdežto by ostatní tři čtvrti jeho zůstaly prázdny. Z toho důvodu počínáme si při kreslení hlavních přímek takto: Je-li celý předmět nad hlavní rovinou horizontalnou, tedy celý jeho obraz nad obrazem hlavní přímky horizontalné, vykreslíme obraz této přímky v poli co možná nízko; zvolíme jej tedy na dolní straně pole. Při všech cvičeních, jež se konají dle modelu na stojánku, zvolí se tedy H_1 vždy takto. — Je-li celý předmět na pravo od hlavní roviny vertikalné a tedy celý jeho obraz na pravo od V_1, zvolíme V_1 v poli co možná na levo, tedy v levé jeho straně. Volbou touto docílíme toho, že ona část pole, do které přijde obraz, stane se co největší, čímž poskytnuta možnosť kresliti obrazy co možná velké. Protože bod a má ku hlavním rovinám žáka N. polohu tuto předpokládanou, bude pro tohoto žáka obraz hlavního bodu v levém dolním vrcholu pole.

Chtějíce najíti polohu obrazu a_1, vyjděme od větší jeho vzdálenosti. Pro žáka N. byla to vodorovná. Zvolme ji buď rovnu šířce pole ($c_1 m$ v obr. 6.) anebo o málo menší. Přeneseme-li na přímku, v bodu m kolmo na $c_1 m$ postavenou, od m nahoru $\frac{1}{2} \cdot c_1 m$, jest obraz a_1 stanoven. Jelikož pole jest čtverec, a my jsme větší vzdálenosti obrazu bodu dali délku strany čtverce (anebo o málo



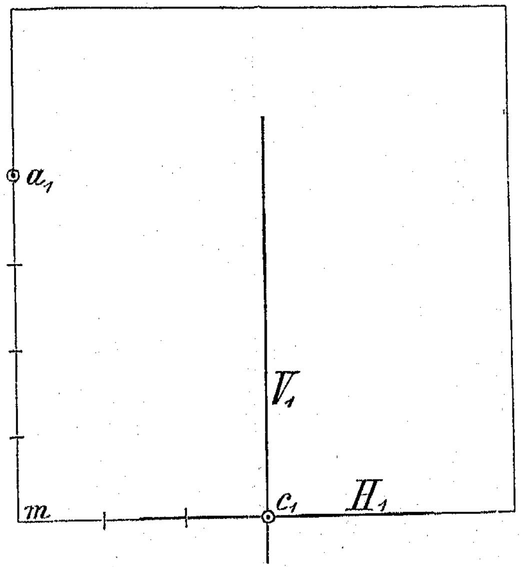
Obr. 7.

menší), nemůže nikdy nastati případ, že by obraz a_1 přišel mimo pole.

Kdybychom chtěli vyšetřiti měřítko obrazu, srovnáme vzdálenosť průmětu bodu a od kterékoli hlavní přímky s délkou jejího obrazu. Chce-li kreslitel to učiniti při vodorovné vzdálenosti, vytkne pravítkem (levou rukou drženým) hlavní přímku vertikalnou, a visuje vodorovnou tužkou (v pravé ruce) tak, aby levý její kraj přilehl na hlavní přímku vertikalnou a nehet palce ku zjevu bodu a. Žák N. to učiní, udá délku úsečky na tužce přibližně v míře metrické, některý jiný odhádne délku $c_1 m$ na školní tabuli v míře tétéž, načež se srovnáním obou měrných čísel měřítko obrazu na tabuli kresleného vypočte (ovšem zase jen pro žáka N.).

Oko, obraz pozorující, má býti na kolmici, již v obrazu hlavního bodu na nákresnu vztýčíme, a to v takové od ní vzdálenosti, jež se má ku distanci oka od průmětny, jako kterékoli stejnojmenné délky v obrazu a průmětu, neboť při přechodu s průmětny na nákresnu musí se měniti všecky délky měrou rovnou, tedy i distancí oka. Shledalo-li se nahoře, že měřítko obrazu, na tabuli kresleného, jest na př. čtyřikrát tak velké jako měřítko průmětu či zjevu, máme se na obraz dívati ze vzdálenosti, jež se rovná čtyřnásobné délce natažené ruky.

Aby žáci věci dobře rozuměli, je třeba, aby učitel provedl na tabuli totéž, co prvé, vzhledem k jinému žáku *O*., který má model bodu *a* na levo od hlavní roviny vertikalné. V_1 zvolí se zde na pravé straně pole (obr. 7.). Dejme tomu, že žák *O* shledá svislou vzdálenosť třikrát tak velkou jako vodorovnou. Učiní-li se obraz



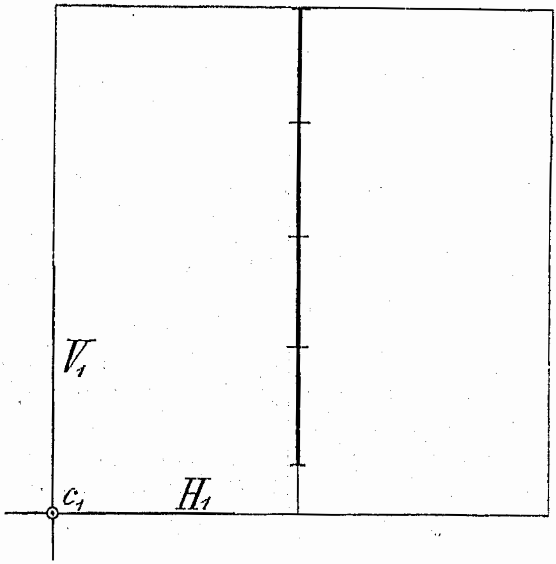
Obr. 8.

větší vzdálenosti zase rovný straně pole, jest obraz menší vzdálenosti roveň $^1/_3$ strany, dle čehož se vytkne a_1.

Z obrazů obou hlavních přímek bude tedy jenom V_1 měniti svou polohu v poli. Protože z každých tří před stojánkem při témž stolu sedících žáků má jeden krajní celý model vždy na pravo, druhý krajní vždy na levo, může vždy onen žák levou, tento pravou stranu pole co přímku V_1 voliti. Prostřední žák shledá velmi často (byť ještě ne při modelu bodu), že se model rozkládá po obou stranách jeho hlavní roviny vertikalné; musí tedy V_1 zvoliti uvnitř pole, nejlépe uprostřed.

Jelikož by prostřední žák mohl následkem této volby v některých případech přijíti do jistých rozpaků, ukážeme již nyní (v obr. 8.), kde věc jest nejjednodušší, totiž při zobrazování bodu, kterak si musí počínati.

Je-li vzdálenost vodorovná větší než svislá, udělá se obraz prvé rovný $^1/_2$ šířky pole. Obraz druhé se přitom zajisté do pole vejde. — Převládá-li ale svislá, nelze ji voliti vždy rovnu výšce pole. Dejme tomu, že se předpokládanému žáku jeví bod *a* na levo od hlavní přímky vertikalné a vodorovná vzdálenost rovna asi $^3/_4$ svislé vzdálenosti. Kdyby obraz větší vzdálenosti zvolil se rovný výšce pole, padl by obraz a_1 mimo ně. Musí se tedy zvoliti menší, a to tak malý, aby jeho $^3/_4$ rovnaly se vzdálenosti levé strany pole od V_1 ($c_1 m = {}^3/_4 . a_1 m$), což se děje vždy pomocí lehkého náčrtu. Hledí se tedy i zde k tomu, aby obrazy obou



Obr. 9.

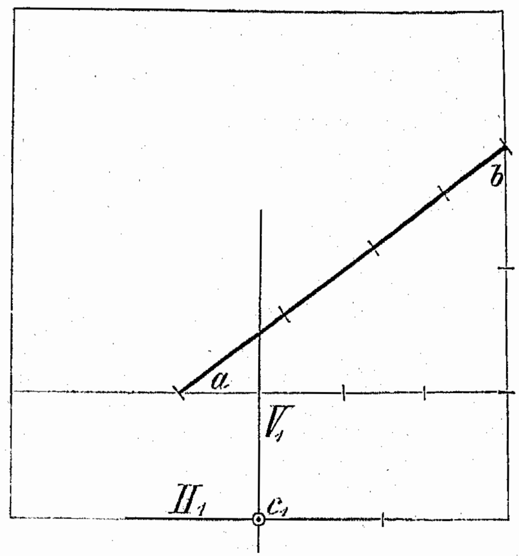
vzdáleností byly (bez porušení jejich poměru) tak velké, jak to pole připouští. — Aby se v tomto případu mohl obraz bodu nalézati na horní straně pole, musila by svislá vzdálenost býti nejméně kolikrát tak velká jako vodorovná?

Cvičení v kreslení. Před prostředními žáky každé řady stolů postaví se stojánky s modelem bodu, jejž všickni žáci zobrazí dle předeslaného návodu do sešitu náčrtků a to v poli čtvercovém.

Podobně jako při bodu ukáže se postup práce při zobrazování *přímky* (na stojánku),*) při čemž dva příklady stačí.

V příkladu prvém měj přímka směr svislý. Žák *P.* má přímku na pravo od oka; obraz hlavního bodu jest v levém dolním vrcholu pole (obr. 9.). Žák *P.* se vyzve, aby (znázorniv známým způsobem hlavní přímky) udal poměr svislé vzdálenosti horního bodu a vodorovné vzdálenosti celé přímky.

P.: Vzdálenost prvá jest asi dvakrát tak velká jako druhá. Zvolí-li se větší vzdálenost rovna straně pole, bude obraz horního bodu nalézati se na horní straně pole, a to ve středu jejím. Obraz modelu nalézá se na přímce svislé, tímto středem dolů vedené. Aby se na ní stanovil obraz dolního bodu, nechť porovná



Obr. 10.

žák *P.* jeho svislou vzdálenost se zdánlivou délkou modelu anebo s vodorovnou vzdáleností celé přímky.

---

*) Při upevňování modelu přímky na stojánku zařiď to učitel tak, aby nejdolejší bod přímky ležel vždy blízko ku hlavní horizontalné rovině žáků. Totéž platí při všech polohách mnohoúhelníků, jež nyní brzo přijdou na řadu; při vyšším postavení modelů vypadly by obrazy jejich příliš malé. Jedinou výjimkou tohoto pravidla je případ, když rovina mnohoúhelníka je vodorovna, protože by tu při příliš nízkém postavení modelu jeho zjev byl příliš úzký. — Aby se učitel přesvědčil, zdali je model v té příčině dobře postaven, učiní dobře, když se naň podívá s místa některého žáka, při čemž musí oko své vpraviti do výšky oka žákova. Při tom mu koná vodorovná přímka, svého času na tabuli vykreslená (viz poznámku „pod čárou“ na str. 32.), dobré služby.

P.: Svislá vzdálenost dolního bodu jest asi $^1/_{10}$ zdánlivé délky modelu.

Utne-li se tedy na přímce svislé, prvé kreslené, od H_1 nahoru úsečka, kteráž jest asi $^1/_{10}$ hořejší úsečky, jest dělicí bod obrazem dolního bodu. Obraz přímky se rozdělí, jak známo.

Učitel dá modelu přímky polohu šikmou neprůčelnou (obr. 10.), a zobrazí jej na tabuli pro žáka *Q.*, jehož rovina vertikalná model protíná. Proto se volí V_1 uvnitř pole, uprostřed. Žák *Q.* udá nejdříve, která ze všech čtyř vzdáleností obou bodů jest největší. Kdyby to byla jedna z obou vodorovných vzdáleností, dala by se jejímu obrazu délka rovná $^1/_2$ šířky pole; při tom nebude obraz žádné ostatní vzdálenosti vyčnívati z pole. Převládá-li některá z obou svislých vzdáleností všecky ostatní, porovná se nejdříve s větší z obou vzdáleností vodorovných.

Q.: Svislá vzdálenost pravého bodu jest větší než všecky tři ostatní. Z vodorovných vzdáleností jest vzdálenost pravá (pravého bodu) větší, a to asi třikrát tak velká jako levá. Tato větší vodorovná vzdálenost má se ku zmíněné vzdálenosti největší, jak asi 2 : 3.

Obraz největší vzdálenosti nesmíme v tomto případu zvoliti rovný výšce pole, protože by obraz onoho krajního bodu (zde pravého), jemuž přísluší větší vzdálenost vodorovná (zde rovná $^2/_3$ vzdálenosti největší), padl mimo nákresnu. Musíme tedy buď zkusmo zmenšovati obraz největší vzdálenosti tak dlouho, až její $^2/_3$ dají se od V_1 nanésti na pravo, aniž by vynikaly z pole, anebo, chceme-li jíti na jisto, vyjděme od větší vzdálenosti vodorovné, jejíž obraz zvolme tak dlouhý, jak to pole na pravo od V_1 připouští (zde $^1/_2$ strany pole); z toho se dle poměru 2 : 3 stanoví výška obrazu pravého bodu krajního. — Chtějíce zobraziti levý bod, srovnáme jeho svislou vzdálenost se svislou vzdáleností právě zobrazeného bodu pravého (1 : 3); tím je stanovena pomocná přímka vodorovná, na níž onen obraz se nalézá, a to (dle předeslaného) na levo od V_1, ve vzdálenosti, jež se rovná $^1/_3$ vzdálenosti obrazu pravého bodu od téže přímky.

Kontrolou správného kreslení jsou úhly *a* a *b*, jež zjev přímky svírá se směrem vodorovným a svislým. —

Žáci budou při svých samostatných cvičeních dle modelů pracovati rychleji, než jak bylo tuto vyloženo, neboť nepotřebují pro svou práci vytýkati poměry mezi jednotlivými vzdálenostmi v číslech, jak se to dělo v předcházejících výkladech. V těchto to býti musilo, neboť, chce-li učitel na tabuli kresliti obraz pro určitého žáka, musí mu tento výsledky svého pozorování v číslech udávati; také poznají žáci při tomto způsobu postup práce nejlépe. Když při tom pochopili, oč tu vlastně běží, mohou pracovati takto: Mezitím co obě hlavní přímky (pomocí pravítka) znázorňují, pamatují si polohu zjevu k nim, načež hledí tuto polohu v obrazu z paměti napodobiti a to pomocí náčrtku, vše v měřítku co možná velkém.

Cvičení v kreslení. Všickni žáci kreslí dle modelů, na (2) stojících před prostředními žáky postavených (do sešitů na náčrtky a v poli čtvercovém): 1. přímku průčelnou, nalevo nakloněnou, 2. přímku vodorovnou neprůčelnou, a to v takové poloze, aby se zadním žákům nejevila příliš krátkou.

Methodický dodatek. Při těchto, jakož i všech cvičeních na následujících tab. IV.—XII., kreslí se vždy napřed obě hlavní přímky a potom teprv obraz modelu v patřičné k nim poloze. Nepostaví-li se při tom model zbytečně vysoko, obdrží se obrazy dosti velké (viz tabule), jež pole slušně vyplňují. Žák nechá na svém výkresu obrazy hlavních přímek státi, aby učitel mohl pomocí těchto každý obraz i potom ještě kontrolovati, když je model se stojánku již odstraněn.

Možno však počínati si v příčině hlavních přímek ještě způsobem jiným. Žáci mohou cvičení tab. IV. a násl. kresliti zrovna tak, jako cvičení tab. I.—III., totiž obraz modelu do prostřed pole, v měřítku co největším, bez ohledu na hlavní přímky. Teprvé po skončení obrazu, pouze ku kontrole jeho, načrtnou se lehce — v patřičné k němu poloze — obrazy obou hlavních přímek, vyjímaje jenom případy ty, kde by k ničemu neprospěly, t. j. tehdy, když se na nich nenalézá úběžník žádných rovnoběžek na předmětu.

Tento způsob kreslení — jehož se, mimochodem řečeno, v praxi obyčejně užívá — jest žákům snadnější, a jde to při něm rychleji ku předu; má však také své nehody, jež v tomto přípravném stadiu kreslení zdají se nám býti tak závažnými, že nemůžeme raditi, aby se ho užívalo hned již od tab. IV. počínaje. Obrazy hlavních přímek padnou tu obyčejně mimo pole, buď do jiného pole anebo na lem výkresu (a musí se v obou případech potom vymazati), buď snad již mimo papír; nechť tomu jakkoli, na výkresu odevzdaném není jich nikdy viděti, a učitel nemůže tedy pomocí jich výkres kontrolovati; ba není ani tím jist, že jich žák skutečně vytkl, neboť při četnějších třídách není možno, aby jediný učitel mohl se při každém obrazci o každém žáku přesvědčiti, že tak učinil. Čeho ale nelze kontrolovati, toho se nemá na žácích ani požadovati. Na tomto stupni však, kde se žáci mají naučiti kresliti předměty v patřičné poloze k hlavním přímkám, musí se na tom státi, aby byly tyto přímky vytýkány. Nezbývá tedy jiného, než rozhodnouti se pro způsob prvý.

Teprv později, když cíle právě zmíněného dosaženo, je na čase, počíti užíváním způsobu druhého. Kdy by se to mohlo státi, posuď každý učitel sám; po našem náhledu nejlépe až při tvarech tělesných, ač by to mohlo býti dříve, totiž již na tab. VII.*)

---

*) V případu tomto změnily by se podstatně pouze ony obrazce tab. VII.—XII., při kterých se model předpokládá v rovině vodorovné.

Na tabuli IV.—VI., kteréž obsahují cvičení v zobrazování rovnoběžek, jest hlavních přímek proto zapotřebí, aby se poloha úběžníků mohla dle možnosti přesně určiti. Dalších šest tabulí obsahuje — pokud se jedná pouze o zobrazení přímočarných tvarů — již jen applikace věcí známých. Že jsme nicméně ještě na těchto tabulích podrželi způsob prvý, stalo se proto, že by text k nim nebyl srozumitelný, kdyby hlavní přímky, o nichž se v něm mluví, nebyly na tabulích vykresleny. Dále máme také zato, že má-li způsob prvý z počátku jakési pro žáky obtíže — čehož nepopíráme — jsou ty obtíže cvičeními na tab. IV.—VI. již tak dalece přemoženy, že otázka: „zdali hlavní přímky kresliti napřed anebo naposled“ pozbyla při tab. VII.—XII. vší své palčivosti.

Časť třetí.

Základy zobrazování konstruktivně-názorného.

O úběžníku přímky.

Tyčinka s bodcem zarazí se za skleněnou deskou do prkna přístroje v poloze šikmé neprůčelné. Některý žák vykreslí na desce štětcem průměty obou krajních bodů tyčinky, jež se potom (dle pravítka) spojí přímkou — průmětem tyčinky.

Ke každému bodu přímky, tyčinkou znázorněné, jde zorný paprsek. Průsečík jeho s průmětnou jest průmět tohoto bodu. Kdybychom tyčinku nahoře prodloužili, stal by se i její průmět delší. Mysleme si, že se tyčinka prodlužuje v onom směru do n e k o n e č n a. Zorný paprsek, vedený k nekonečně vzdálenému jejímu bodu, jest s ní rovnoběžný, protože se s ní schází ve vzdálenosti nekonečné. Kde paprsek tento skleněnou desku protíná, jest — dle předešlého — průmět onoho bodu nekonečně vzdáleného.*) V něm tedy průmět přímky končí. Přímka nekonečně dlouhá n e m u s í tedy míti průmět nekonečně dlouhý. — Průmět přímky nekonečně dlouhé může také býti jediný bod, kdy?

Žádná přímka na skutečných předmětech není nekonečně dlouhá; její průmět nepůjde tedy nikdy až do průmětu jejího nekonečně vzdáleného bodu, musí ale vždy, je-li správně kreslen, ve svém prodloužení do něho u b í h a t i. Proto se průmět tohoto bodu nazývá ú b ě ž n í k e m přímky.

Ú b ě ž n í k n ě j a k é p ř í m k y j e s t t e d y p r ů m ě t n e k o n e č n ě v z d á l e n é h o b o d u t é t o p ř í m k y.

V případu tomto, kde model přímky má polohu n e p r ů č e l n o u, jest její úběžník ve vzdálenosti k o n e č n é. Je-li ale přímka

*) Tento paprsek znázorní učitel sám, drže rovnoběžně s modelem přímky delší tyčinku, prostrčenou průzorem, a tak dlouhou, aby protínala skleněnou desku. Průsečík ten se vyznačí štětcem. Při zabodnutí modelu přímky do prkna přístroje hledí se k tomu, aby měl takový směr, by tento průsečík objevil se ještě na skleněné desce.

průčelná, jest paprsek, jdoucí z očního bodu k jejímu nekonečně vzdálenému bodu,*) taktéž s průmětnou rovnoběžný, a úběžník tedy ve vzdálenosti nekonečné.

Přímky rovnoběžné mají společný úběžník.

Do prkna přístroje, v němž od předešlého výkladu zůstala zabodnuta tyčinka jedna, zarazí se — v slušné od ní vzdálenosti — druhá (později třetí), s onou rovnoběžná, a vykreslí její průmět.

Pozorujíce oba průměty, shledáme na první pohled, že nejsou rovnoběžny, jako přímky samy. Perspektivné průměty přímek rovnoběžných nemusí býti tedy vespolek rovnoběžny.

Pozorujeme-li dále, kam směřuje průmět přímky druhé, shledáme, že ubíhá do úběžníka přímky prvé (od předešlého výkladu vytčeného). Vyšetřujme, zdali je to jen náhodou anebo musí-li tak býti. Hledejme úběžník přímky druhé. Dle předešlého jest tam, kde zorný paprsek, s přímkou touto rovnoběžný, průmětnu seče Je-li ale tento paprsek rovnoběžný s přímkou druhou, jest také rovnoběžný s přímkou prvou, z čehož plyne, že se sjednocuje se zorným paprskem, jímž jsme stanovili úběžník přímky prvé. Úběžník tento jest tedy také úběžníkem přímky druhé, a proto musí její průmět do něho směřovati. Totéž se shledá při průmětu rovnoběžné tyčinky třetí atd. Z toho tedy plyne:

Perspektivné průměty rovnoběžných přímek sbíhají se v jediném bodu, anebo kratčeji: Rovnoběžné přímky mají společný úběžník.

Jsou-li rovnoběžné přímky neprůčelny, jako v případu tomto, jest společný úběžník jejich, jak z předešlého odstavce známo, ve vzdálenosti konečné, z čehož plyne, že průměty těchto rovnoběžek jsou různoběžny. Jsou-li ale rovnoběžné přímky průčelny, jest společný jejich úběžník nekonečně daleko, a proto jsou průměty těchto přímek rovnoběžny.

Připomenutí. Že průměty rovnoběžných přímek průčelných jsou rovnoběžny, poznali již žáci, třeba by se to bylo větou neproslovilo. Vyplývalo to z toho, co slyšeli o směru průmětu přímky svislé, průčelné přímky vodorovné a šikmé; neboť je-li průmět přímky svislé svislý, jsou průměty několika přímek svislých rovněž rovnoběžny, jako přímky samy atd. — Proto jsme mohli při obr. 4—6. tab. III. rovnoběžnosti obrazů rovnoběžných přímek průčelných již užiti, třeba ještě nebyla tato perspektivná věta výslovně pronešena.

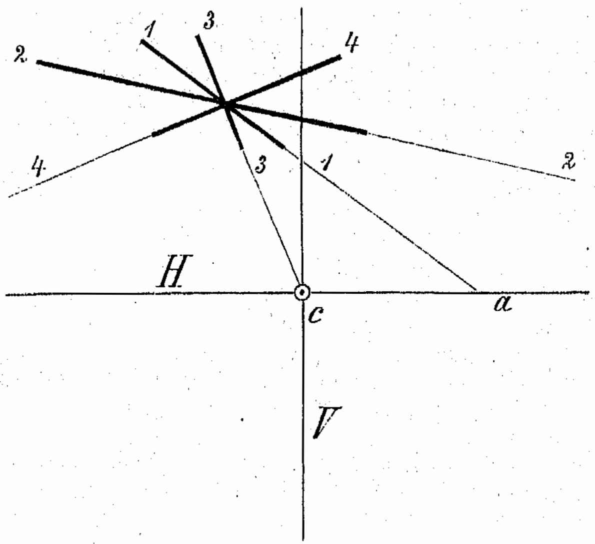
---

*) Paprsek tento nelze více nazvati paprskem zorným.

O poloze úběžníků přímek neprůčelných, s některou hlavní rovinou rovnoběžných.

A. Přímky jsou rovnoběžny s hlavní rovinou horizontalnou, t. j. vodorovny.

Na skleněné desce přístroje vyznačí se *H* a *V*. Nejlépe jest, přijdou-li doprostřed desky, za jakýmž účelem se poloha průzoru dříve upraví. Na stojan, mezi skleněnou deskou a školní tabulí postavený, nastrčí se — nad okem — model přímky, známý z tab. I. a II.; na jeho rozdělení nebéřo se ale zde žádného ohledu. Stopka modelu budiž svisla, aby se model mohl kolem ní v rovině vodorovné otáčeti, a tím do všech možných poloh vodorovných vpraviti. Středobod přímky jest při tom bodem stálým. Některý žák vykreslí na desce průměty modelu v několika (4) jeho polohách, jak to jest v obr. 11. naznačeno. Při tom není třeba, aby tento žák viděl vždy model celý, čehož — při značné délce (120 cm.) modelu — nelze snadno docíliti. Vytkne vždy průmět



Obr. 11.

jen oné části modelu, kterou přehlédne. V první poloze směřuje model na př. na pravo, a budiž takovou měrou od průmětny odchýlen, aby úběžník jeho *a* objevil se ještě na desce. Učitel vyzkoušej a připrav vše již před vyučováním.

Chtějíce najíti úběžník přímky, modelem znázorněné, musíme vytknouti (tyčinkou) zorný paprsek, s ní rovnoběžný. Paprsek tento jest vodorovný (proč?), a nalézá se proto v hlavní rovině horizontalné. Jeho průsečík s průmětnou musí se nalézati tedy v průsečnici její s hlavní rovinou horizontalnou, t. j. v hlavní přímce horizontalné. [Vytkne se na desce (*a*), a pozoruje se, zdali průmět modelu (*1,1*) do něho ubíhá.]

To, co se zde ukázalo o poloze úběžníka jedné přímky vodorovné, platí při všech, protože zorný paprsek, rovnoběžný s vodorovnou přímkou polohy a směru kteréhokoli, jest vždy vodorovný, tedy vždy v hlavní rovině horizontalné, a seče proto vždy průmětnu v některém bodu hlavní přímky horizontalné. Platí tedy obecně věta:

Přímky vodorovné mají úběžník v hlavní přímce horizontalné.

Přímka, modelem znázorněná, svírá s průmětnou určitý ostrý úhel, jenž se (při předpokládaném směru přímky) otvírá na pravo.

Otočme přímku kolem jejího středu tak, aby zůstanouc vodorovna a směřujíc na pravo jako prvé, svírala v nové poloze s průmětnou úhel menší, než prvé (vrchol jeho jest více na levo než prvé), a vykresleme její průmět *2,2*. Hledáme-li známým způsobem úběžník této přímky, shledáme, že jest sice, jako prvé, na *H* a od hlavního bodu na pravo, ale od něho dále než prvé, obyčejně již mimo desku. Z toho vidíme, že úběžníky vodorovných přímek, jdoucích na pravo, jsou od hlavního bodu taktéž na pravo, a tím dále od něho, čím menší jest úhel, jejž přímka s průmětnou svírá.

Když se tento úhel stane nekonečně malým, t. j. přímka se stane průčelnou, kde jest její úběžník? Který směr má průmět této přímky? Tím se přijde způsobem jiným k větě již známé, které?

Otočme nyní model z polohy druhé zase zpět do polohy první. Při tom úhel, sevřený přímkou a průmětnou, roste, a úběžník pohybuje se po *H* směrem ku *c*, až přijde zase do *a*.

Točíme-li týmž směrem dále, nastane okamžik, kde odchylka přímky od průmětny je největší, t. j. rovna úhlu pravému. Přímka je tu na průmětnu kolma. Jelikož zorný paprsek, s ní rovnoběžný, se sjednocuje s hlavním paprskem, jest úběžník této přímky v hlavním bodu. (Zkouší se, zdali průmět *3,3* do *c* směřuje.) Mezitím, co úhel rostl, až se stal největším, pošinul se tedy úběžník až do *c*.

Jelikož všecky přímky ku průmětně kolmé, mají — jsouce vespolek rovnoběžny — společný úběžník, platí věta:

Přímky, ku průmětně kolmé, mají úběžník v hlavním bodu.

Točíme-li přímku týmž směrem dále, směřuje na levo, a svírá s průmětnou zase úhel ostrý, a to čím dále tím menší. (Vykreslí se její průmět *4,4* v jedné této poloze.)

Podobnými úvahami jako prvé shledáme, že v tomto případu jest úběžník její pořád na levo od *c* a že se od něho vzdaluje, zmenšuje-li se úhel, přímkou a průmětnou sevřený. Ze všeho toho tedy plyne:

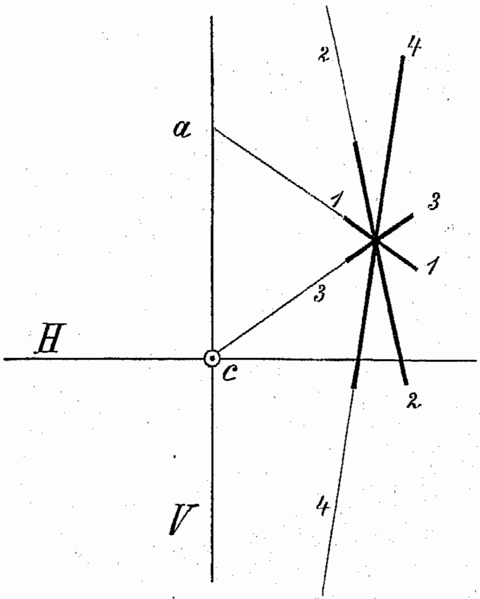
1. Přímky vodorovné mají úběžník na hlavní přímce horizontalné, od hlavního bodu buď na levo anebo na pravo, podle toho, jdou-li (z předu do zadu) na levo anebo na pravo.

2. Vzdálenosť úběžníka přímky vodorovné od hlavního bodu závisí na odchylce přímky od průmětny.

Čím větší je odchylka, tím bližší jest úběžník ku hlavnímu bodu a naopak.

Vodorovné přímky rovné odchylky od průmětny, z nichž ale jedna jde na levo, druhá na pravo, mají úběžník v rovné vzdálenosti od hlavního bodu, prvá na levo, druhá na pravo od něho.

Věty tyto byly vyvozeny na přímkách, nalézajících se nad okem, a to proto, aby žáci přímku dobře viděti a tedy její úhel s průmětnou, jak daleco to možno, posuzovati, jakož i kladení zorného paprsku, s ní rovnoběžného, kontrolovati mohli. Aby se obecná platnost vět, nahoře vyslovených, ukázala, třeba žáky o jejich pravdivosti přesvědčiti ještě při přímkách, položených pod okem. Toto, v jistém smyslu opakovací učení děje se nejlépe na základě přímek, jež učitel narýsuje (křídou) za skleněnou deskou na prknu přístroje.



Obr. 12.

Průměty jejich se potom, jako nahoře, diskutují. Stačí zase přímky čtyři, jež mají rovněž jeden bod společný; nemusí to ale být střed, nýbrž třeba jeden krajní bod, na př. přední, položený hned za deskou.

B. Přímky jsou rovnoběžny s hlavní rovinou vertikalnou.

Model přímky zastrčí se do stojanu, jako prvé za skleněnou deskou přístroje umístěného, tak, aby stopka jeho byla vodorovná průčelna, protože se potom přímka kolem ní dá otáčeti v rovině; s hlavní rovinou vertikalnou rovnoběžné. Při tom jest zase střed přímky bodem stálým. Na desce vytknou se *H* a *V*. Některý žák vykreslí na ní průmět modelu ve 4 jeho polohách, čímž vznikne na desce obr. 12., kdež se předpokládá přímka na pravo od hlavní roviny vertikalné. V první poloze směřuje model nahoru; úběžník jeho *a* buď ještě na desce. Ohledem ostatních věcí, na které v příčině následujícího výkladu mysliti třeba, poukazujeme na připomenutí, jež jsme položili na počátek části *A.* této kapitoly.

Výklad o těchto přímkách shoduje se co do postupu úplně s oním o přímkách vodorovných; můžeme se tedy zde omeziti na vytčení hlavních vět.

Protože zorný paprsek, rovnoběžný s kteroukoli přímkou, rovnoběžnou s hlavní rovinou vertikalnou, v této rovině se nalézá, nalézá se jeho průsečík s průmětnou t. j. úběžník přímky v průsečnici této roviny s průmětnou t. j. v hlavní přímce vertikalné. Platí tedy věta:

Přímky rovnoběžné s hlavní rovinou vertikalnou mají úběžník v hlavní přímce vertikalné.

Přímka v poloze první svírá s průmětnou určitý úhel ostrý (jenž se otvírá nahoru).

Točí-li se přímka kolem svého středu tak, aby, zůstanouc rovnoběžna s hlavní rovinou vertikalnou a směřujíc jako prvé nahoru, svírala s průmětnou úhel pořáde menší, pošinuje se úběžník po *V* od *a* počínaje nahoru.

Stane-li se úhel nekonečně malým t. j. přímka svislou, kde jest její úběžník? kterého směru jest průmět této přímky? Věta již známá.

Otáčíme-li model z polohy druhé polohou prvou zpět do nových poloh, roste zmíněný úhel, a úběžník přímky pošinuje se po *V* shora dolů, bodem *a* ku *c*. Stal-li se úhel největším t. j. pravým — přímka ku průmětně tedy kolmou — přišel úběžník zrovna do *c* (průmět *3,3* musí tedy do něho směřovati). Tím se přišlo jinou cestou ku větě taktéž již známé.

Točíme-li přímku týmž směrem dále, směřuje nyní dolů, a úhel, jejž svírá s průmětnou, stává se čím dále tím menším. Při tom se pošinuje úběžník přímky po *V* dolů, vždy dál a dále od *c*.

Z těchto úvah plyne:

1. Přímky, s hlavní rovinou vertikalnou rovnoběžné, mají úběžník na hlavní přímce vertikalné, nad anebo pod hlavním bodem, podle toho, jdou-li (z předu do zadu) nahoru neb dolů.

2. Vzdálenosť úběžníka takové přímky od hlavního bodu závisí na odchylce přímky od průmětny. Čím větší jest odchylka, tím blíže jest úběžník ku hlavnímu bodu a naopak.

Přímky rovnoběžné s hlavní rovinou vertikalnou, rovně od průmětny odchýlené, z nichž jedna jde nahoru, druhá dolů, mají úběžník v rovné vzdálenosti od hlavního bodu, prvá nad, druhá pod ním.

Jednak, aby žáci byli o obecnosti těchto vět přesvědčeni, jinak za příčinou jich opakování, dokáže se pravdivosť jejich týmž názorným způsobem, jako prvé, ještě při přímkách na levo od hlavní roviny vertikalné položených. Za tou příčinou pošine se stojan na levo od průzoru. Model přímky otáčí se kolem svého středu atd. atd.

Methodické připomenutí. Jelikož zde jest místo, na němž by měl se objeviti známý model několika (obyčejně tří) rovnoběžných přímek ku procvičení vět o úběžnících, právě předeslaných, pokládáme za svou povinnosť zde udati, proč jsme tento otevřený tvar vyloučili, zvolíce ku zmíněnému cvičení nejdůležitější z oněch tvarů zavřených, na nichž lze viděti rovnoběžky směru dvojího, totiž čtverec, na nějž beztoho by musila přijíti řada.

Stalo se to za prvé z téhož důvodu, ze kterého jsme ku cvičení v zobrazování úhlu pravého zvolili místo modelu úhlu pravého raději křížový tvar. Takový theoretický model, jenž ničeho skutečného nepředstavuje, žáky jen nudí; naproti tomu je model praktický těší. — Za druhé jest zobrazování modelu několika (rovných) rovnoběžek mnohem nesnadnější, nežli zobrazování zavřeného tvaru, protože se žák při onom neobejde bez přímek pomocných (stejnolehlé krajní body rovnoběžek spojujících), jež si ale musí mysliti — věc pro začátečníka nesnadná — kdežto je na zavřené formě skutečně vidí.*)

Zákony o rovnoběžkách budeme tedy procvičovati na čtverci, a to na modelu čtverce zprvu prázdném (dvě rovnoběžky), pak středními přímkami opatřeném (tři rovnoběžky), protože zjev jest v případu prvém jednodušší, a proto jasnější. Čtverec se středními přímkami doporoučí se co model tří rovnoběžek jednak proto, že jest to kombinací známých, totiž obou předcházejících modelů (křížového tvaru a čtverce), jinak proto, že jest prakticky důležitý, jsa základem kreslení nejen kružnice, nýbrž i rozličných geometrických a ornamentalných tvarů.

Zobrazování čtverce.

Model čtverce zastrčí se do stojánku, uprostřed před žáky postaveného, nejdříve průčelně, potom se vpraví — přiměřeně následující úvaze — do několik různých poloh, kde jen dvě protější strany jsou průčelny, a konečně do poloh, kde žádná strana není průčelna. — Vše, oč tu běží, vyvozuje se dedukcí z pouček již známých, bez vývodného přístroje. Výklad jest hromadný; žáci nekreslí ničeho.

Jelikož průměty rovných přímek, jsou-li v téže rovině průčelné, jsou rovné, musí průmět průčelného čtverce míti rovné strany, a jelikož průmět úhlu průčelného jest úhlu tomuto roveň, musí průmět průčelného čtverce míti vesměs úhly pravé. Z toho plyne, že průmět průčelného čtverce jest čtverec.

Žákům, sedícím zrovna před modelem, jeví se tento také skutečně co čtverec; těm, co sedí po stranách, však nikoli, a to z důvodů známých. Poloha modelu, v následujícím výkladu předpokládaná, může se tedy vztahovati jenom na žáky, sedící zrovna před stojánkem.

*) Proti otevřenému modelu rovnoběžek mluví ještě okolnosť ta, že sebe menšími nárazy, jichž se při užívání modelů nelze uvarovati, nespojené krajní body drátů se buď k sobě přibliží nebo od sebe vzdálí, čímž rovnoběžnosť se poruší. Následkem toho se pak stává, že přímky, místo aby zdánlivě se sbíhaly na př. na pravo, sbíhají se na levo, což žáky úplně splete.

Průmět průčelného čtverce jest tedy tomuto podoben. Mimo to má také tutéž polohu (postavení), jako on sám, t. j. je-li tento položen na straně, jest i jeho průmět položen na straně; je-li postaven na vrcholu, stojí i průmět na vrcholu. — Z týchž důvodů jako u čtverce jest také průmět kteréhokoli průčelného mnohoúhelníka tomuto podoben, t. j. průmět průčelného pravidelného trojúhelníka, rovnoramenného lichoběžníka atd. jest zase pravidelným trojúhelníkem, rovnoramenným lichoběžníkem atd. Dále má jeho průmět tutéž polohu (postavení) jako tento sám.

Pozorujme čtverec v polohách, kde rovina jeho není průčelna. Zde lze rozeznati případy dva.

Prvý případ: Dvě protější strany jsou průčelny, ostatní dvě ne. Dle známých pouček jsou průměty oněch stran rovnoběžny, průměty neprůčelných stran ale různoběžny. Průmět čtverce v této poloze jest tedy lichoběžník.

Jsou-li při této poloze čtverce jeho průčelné strany svislé, může se státi, že žákům, po jedné straně sedícím, jimž čtverec v prvé své poloze se nejevil co čtverec, jeví se teprv nyní co takový; proč?

Druhý případ: Žádná strana čtverce není průčelna. V případu tom jsou průměty každého páru protějších stran různoběžny, a průmět čtverce jest tedy různoběžník.

Zmíněný licho- a různoběžník mohou míti různou podobu, resp. šířku, o čemž se žáci pozorováním modelu přesvědčí. Prochází-li rovina čtverce, byvši prodloužena, okem pozorovatele, přejde onen licho- anebo různoběžník v přímku.

Není-li rovina čtverce průčelna, jest tedy v obou případech průmět čtverce tomuto nepodoben. Totéž se (obyčejně)*) shledá u průmětu neprůčelného mnohoúhelníka vůbec. Lze tedy vysloviti větu: Není-li rovina kteréhokoli mnohoúhelníka průčelna, je (obyčejně) jeho průmět tomuto nepodoben.

Cvičení v kreslení.

Tab. IV. a V.

Společným znakem tab. IV. a V. jest, že obsahují — na základě čtverce — cvičení v zobrazování rovnoběžných přímek, jež, jsouce zároveň rovnoběžny s některou hlavní rovinou, připouštějí ještě dosti určité stanovení polohy společného svého úběžníka.

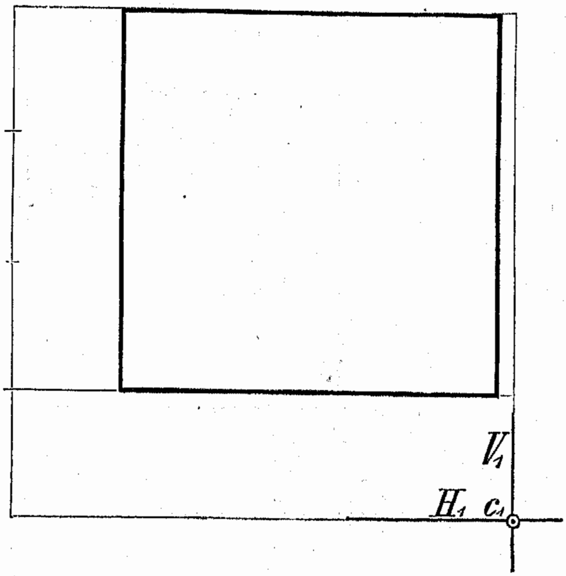
Tab. IV.

Tab. IV. jest kreslena s místa levého žáka *N.*, jenž nesedí od modelu příliš daleko (asi při druhém stolu). Model předpokládá se mezi prostředním a pravým žákem, a je do stojanu zastrčen svislou stopkou průčelně tak, aby

*) Ne vždy, neboť se dá taková neprůčelná poloha, na př. trojúhelníka najíti, kde je jeho průmět trojúhelníkem podobným. Polohy tyto jsou však tou měrou hledané a vzácné, že nemohou býti podstatně na úkor obecnosti poučky (nahoře) následující.

ležel na straně. Zde se předpokládá, že jeho dolní strana má od hlavní horizontalné roviny žáků vzdálenosť, rovnající se asi $^1/_3$ strany čtverce.

Obr. 1. Čtverec jest průčelný. Vzdálenosť pravé strany modelu od hlavní přímky vertikalné objevila se žáku *N*. větší nežli vzdálenosť horní strany od hlavní přímky horizontalné. Obraz pravé strany modelu lze tedy zvoliti na pravém kraji pole. Vzdálenosť levé strany modelu od hlavní přímky vertikalné má se ku šířce modelu jako 2 : 3. Dle toho lze vykresliti svislou přímku, na níž se nalézá obraz levé strany. Vzdálenosť spodní strany od hlavní přímky horizontalné rovná se asi polovině vzdálenosti levé strany od hl. přímky vertikalné.*) Dle toho stanoví se



Obr. 13.

poloha obrazu dolní strany modelu, načež se jeho obraz snadno doplní.

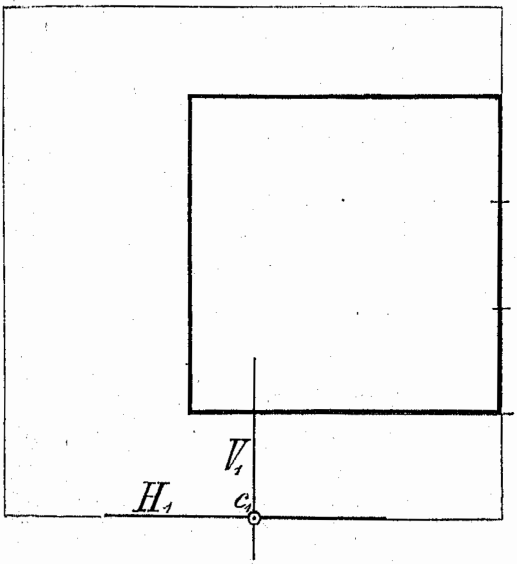
Dobře bude promluviti o zjevu čtverce — alespoň při prvých dvou cvičeních tab. IV. — také ohledem na některého žáka pravého (*O*) a prostředního (*P*).

Žáku *O* (o němž tuto předpokládáme, že sedí modelu nejblíže, při prvém stolu) objevuje se — při předpokládané poloze modelu — pravá jeho strana zajisté velmi blízko u *V*, na levo od ní. Vzdálenosť horní strany modelu od *H* jest největším rozměrem zjevu. Obraz této strany zvolí se tedy na horní straně pole (obr. 13.). Má-li žák *O* oko své, a tedy také hlavní rovinu horizontalnou,

*) Z toho resultuje, že zdánlivé vzdálenosti vodorovných stran modelu od *H* mají se k sobě jako 1 : 4.

v téže výši jako *N*. (což jest přibližně vždy), jest poměr mezi svislými vzdálenostmi horní a dolní strany modelu tentýž, jako prvé, totiž 1 : 4. Rozdělí-li se tedy výška pole na čtyři rovné díly a vede-li se dolní dělicí příčkou přímka vodorovná, nalézá se na ní obraz dolní strany čtverce. Nyní se obraz čtverce již snadno dokončí. On se objeví v tomto případu větším než v předešlém; v obou případech ale tak veliký, jak to pole jen připouští.

Žáku *P*. (o němž se předpokládá, že sedí od modelu dále nežli oba předešlí, asi při 3. stolu) jeví se model z menší části po levé, z větší po pravé straně hlavní přímky vertikalné. Nejprvé se kreslí (viz obr. 14.) obraz větší části čtverce, a to zase v mě-



Obr 14.

řítku co možná velkém; obraz menší (zde levé) části čtverce vejde se potom vždy do druhé poloviny pole.

V případu, že by prostřední žák měl model čtverce zcela na pravo od hlavní přímky vertikalné (ovšem těsně při ní), bude se musit celý obraz čtverce umístiti do pravé poloviny pole. Protože by se tu ale obraz (třeba byl kreslen co možná veliký) značně menším objevil než u žáků, sedících na levo neb na pravo, může se při této příležitosti prostředním žákům říci, že v případu, když model nalézá se zcela po $\left\{ \begin{matrix} \text{levé} \\ \text{pravé} \end{matrix} \right\}$ straně jejich hlavní roviny vertikalné, mohou voliti V_1 od středu pole trochu na $\left\{ \begin{matrix} \text{pravo} \\ \text{levo} \end{matrix} \right\}$, čímž jest také jim poskytnuta možnost kresliti obrazy větší.

Model čtverce otočí se kol své svislé stopky asi o 45° tím směrem, aby vodorovné jeho strany směřovaly potom na levo (obě ostatní strany jsou svislé).

Obr. 2. Čtverec jeví se co lichoběžník o dvou stranách svislých.

Žák *N.* shledal, že vzdálenosť nejvyššího bodu čtverce od hl. roviny horizontalné je menší než vzdálenosť pravé (přední) strany modelu od hl. roviny vertikalné a zvolí tedy obraz přední strany na pravém kraji pole; tím je jist, že se obraz nejvyššího bodu zjevu ještě do pole vejde. Zdánlivé vzdálenosti zadní strany čtverce od přední strany a od hlavní přímky vertikalné mají se k sobě jako asi *5 : 4*. Tím je stanovena poloha obrazu zadní strany.

Vzdálenosť nejvyššího bodu od hl. roviny horizontalné je o málo menší nežli vzdálenosť pravé strany od hl. roviny vertikalné; dle toho určí se poloha obrazu tohoto bodu.

Obrazem tímto prochází obraz horní strany. Strana tato zdánlivě sestupuje, a to na levo. Obraz její lze obdržeti způsobem d v o j í m, z nichž jeden může sloužiti druhému za kontrolu.

1. Obrazem nejvyššího vrcholu vykreslí se šikmá přímka, jejíž směr se stanoví pomocí odchylky buď od svislého směru ($\sphericalangle$ *a*), jíž přímo na modelu lze pozorovati, anebo od směru vodorovného ($\sphericalangle$ *b*), vytčeného horní hranou tabule anebo visovací tužkou.

2. *N.* visuje vodorovnou tužkou tak, aby horní její hřbet zdánlivě procházel zadním vrcholem horním a protínal přední stranu. Vznikne tím zdánlivě pravoúhlý trojúhelník, jehož přeponou jest horní strana čtverce, vodorovnou odvěsnou úsečka tužky od horního zadního vrcholu až ku přední straně čtverce, a svislou odvěsnou úsečka přední strany čtverce, položená n a d tužkou. V obrazu musíme vykresliti trojúhelník podobný. Za tím účelem srovnají se obě odvěsny ohledem délky. Svislá odvěsna jest asi $\frac{1}{4}$ vodorovné odvěsny. Protože vodorovná odvěsna a zdánlivá vzdálenosť obou svislých stran čtverce sobě se rovnají, rozdělme vzdálenosť obrazů těchto stran (šířku obrazu čtverce) na čtyři rovné díly a nanesme jeden takový díl od obrazu nejvyššího vrcholu na obraz přední strany dolů. Získaným bodem vede se přímka vodorovná na levo, až ku průseku s obrazem zadní strany. Spojíme-li tento průsečík s obrazem nejvyššího vrcholu přímkou, jest to obraz horní strany.

Vzdálenosť vrcholu zdánlivě nejnižšího t. j. zadního dolního od hl. roviny horizontalné rovná se asi $\frac{1}{4}$ vzdálenosti zadního horního vrcholu od téže roviny. Dolní strana taktéž na levo zdánlivě sestupuje, avšak mírněji nežli strana horní, a kreslí se týmž způsobem jako tato. — Aby se obraz čtverce stal s r o z u m i t e l n ě j š í m, vyznačili jsme v něm p ř e d n í stranu čárou t l u s t š í.*) Proč zrovna stranu přední, lze snadno uhodnouti.

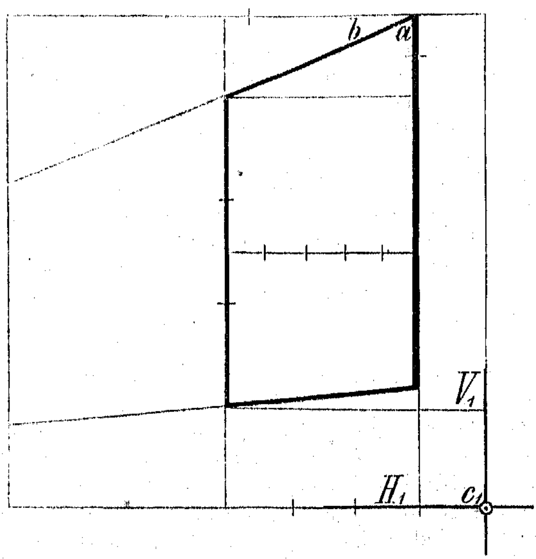
Obraz čtverce byl vykreslen jen dle n á z o r u; nebylo tedy užito té vědomosti, že mají obě vodorovné strany společný úběž-

*) Totéž učinili jsme ve všech obrazcích následujících tabulek.

ník. Nechť se tedy toho užije nyní ku kontrole obrazu. Úběžník tento nalézá se na H, a to na levo od hlavního bodu (proč?); obrazy vodorovných stran musí se tedy, byvše dostatečně prodlouženy, protínati v bodu, ležícím na H_1, od c_1 na levo, zde mimo pole. Srovnáme-li obrazy obou svislých stran čtverce ohledem délky, shledáme, že obraz strany zadní jest kratší. Totéž shledává se při obrazích všech rovných přímek průčelných, neleží-li v téže průčelné rovině. Platí tedy obecně věta:

Obrazy rovných přímek průčelných jsou tím kratší, čím dále za průmětnou tyto přímky leží.*)

Obr. 15. ukazuje obraz čtverce v druhé jeho poloze, jak ho obdrží pravý žák O. Tomuto přijde obraz nejvyššího bodu na



Obr. 15.

horní kraj pole. Vzdálenosť zadní strany od hl. roviny vertikalné jest o málo větší než polovina vzdálenosti nejvyššího bodu od hl. roviny horizontalné. Další práce jest v obrazci naznačena. ∡ b shledá se v tomto případu větší než prvé. Taktéž odvěsny prvé zmíněného trojúhelníka pravoúhlého jsou v jiném k sobě poměru, totiž jako 2 : 5. Obraz čtverce — lichoběžník jako prvé — jest užší nežli prvé.

Prostřednímu žáku P. objevuje se model z největší části po pravé straně hlavní přímky vertikalné (viz obr. 16.). Vzdále-

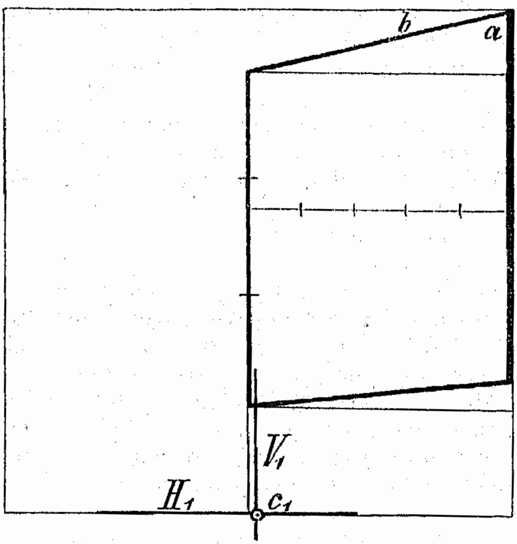
*) Větu tuto, která v „Perspektivách" bývá uváděna mezi nejprvnějšími, uvádíme teprvé nyní, protože se teprvé zde, a to ponejprv, objevují na modelu dvě rovné průčelné rovnoběžky v různých vzdálenostech od průmětny. Při obr. 4—6., tab. III., nebylo těch rovnoběžek viděti skutečně.

nosť nejvyššího bodu od hl. roviny horizontalné jest náhodou dvakráte tak velká jako odlehlosť pravé strany modelu od hl. roviny vertikalné. Lze tedy obraz nejvyššího bodu zvoliti v pravém horním vrcholu pole. ∢ b jeví se zde menší než v obou předešlých případech. Odvěsny trojúhelníka mají se k sobě téměř jako 1 : 5. Lichoběžník jest v tomto případu užší než v prvém, a širší než v druhém.

I. připomínka (ku kontrole výkresů). ∢ b shledá se v těchto třech případech vždy jiný. Velikosť jeho řídí se:

1. Dle toho, zdali sedí žák na levo, uprostřed neb na pravo. Při této poloze modelu shledá z žáků, sedících při témž stolu, ∢ b největším onen na pravo.

2. Dle vzdálenosti žáka od modelu. Čím dále sedí, tím menší



Obr. 16.

jeví se mu ∢ b. Proto shledal žák *P.*, ač sedí uprostřed, ∢ b menším než žák *N.*, jenž sedí sice na levo, ale k modelu blíže.

II. připomínka. Obr. 2. tab. IV. je, jak patrno, kreslen neodvisle od obr. 1. tétéž tabule (podobně i ostatní obrazce). V případu, že by se mezi obr. 1—4. chtěla podržením téhož měřítka docíliti souvislosť — snad proto, aby se potom srovnáním velikosti obrazů čtverce v rozličných jeho polohách dalo vyvoditi nějaké pravidlo o tom, kterak na změnách polohy modelu závisí změny ve zjevu — ztěžila by se tím žákům jejich práce nad míru, a to bez užitku, protože změny zjevu musí se pozorovati na zjevu, nikoli na jeho obrazích, již proto, že žáci nekreslí obrazy nikdy tak přesně, aby se — po způsobu grafických věd — daly z nich vyčítati zákony. Chce-li učitel změny ve zjevu čtverce při změně jeho polohy důrazně vytknouti, otáčí model kol jeho svislé stopky před očima žáků stále, ale zvolna, při čemž žáci nekreslí ničeho. Že následkem různého měřítka v jednotlivých obrazcích tab. IV. vzdálenosť, z jakéž by oko obrazce ty pozorovati musilo, jest různá, byť i ne značně, samo sebou se rozumí.

Čtverec otočí se v témž směru, jako prvé, ještě dále, až jest jeho rovina kolma ke školní tabuli.

Obr. 3. Obraz čtverce — zase lichoběžník — je užší nežli v obr. 2. Při témž stolu shledá žák prostřední a pravý zjev tohoto čtverce užším nežli žák levý. Kontrola: Protože vodorovné strany jsou ku průmětně kolmy, musí jejich obrazy směřovati do obrazu hlavního bodu — tedy u žáků levých a prostředních na levo dolů, u žáků pravých na pravo dolů. (Vytknou-li žáci pomocí dvou pravítek obě hlavní přímky zároveň, přesvědčí se, že zjev vodorovných stran čtverce skutečně směřuje do průsečíku těchto přímek.)

Čtverec otočí se v témž směru jako prvé ještě o ostrý úhel dále. Vodorovné strany směřují nyní na pravo. Při tom budiž k tomu hleděno, aby model se nejevil žádnému žáku co přímka.

Obr. 4. Obrazy vodorovných stran musí se sbíhati zase na H_1, zde tedy dole na pravo, mimo pole.

Model se vpraví do téže polohy, kterou měl při obr. 1., jen s tím rozdílem, že jeho stopka jest nyní vodorovna průčelna. Točí-li se kol této (resp. kol své vodorovné střední přímky) a to o úhel 45^0, 90^0 a 135^0 (při čemž horní strana se pohybuje ku předu), přijde postupně do poloh zobrazených v obr. 5. a 6. tab. IV. a v obr. 1. tab. V. — Ve všech těchto polohách jsou dvě strany vodorovny průčelny — obraz čtverce tedy lichoběžník; ostatní dvě strany jsou rovnoběžny s hlavní rovinou vertikalnou a směřují v prvém případu dolů, v druhém jsou kolmy ku průmětně, v třetím směřují nahoru.

Obr. 5. kreslí se dle názoru způsobem známým. Kontrola záleží v tom, že obrazy neprůčelných stran čtverce musí se protínati na V_1 dole, mimo pole, při čemž oba obrazy jsou u $\left\{\begin{matrix}\text{levých}\\ \text{pravých}\end{matrix}\right\}$ žáků nakloněny na $\left\{\begin{matrix}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{matrix}\right\}$, u prostředních žáků (jejichž vertikalná rovina model protíná) ale levý obraz na levo, pravý na pravo. Obraz dolní strany jest kratší než obraz horní strany, proč?

Obr. 6. Model čtverce nalézá se v rovině vodorovné.

Žáci by dle předcházejícího dovedli bez pomoci učitele bez nesnáze čtverec zobraziti. Co kontroly by se užilo téže poučky jako při obr. 3.

Při tomto obrazci chceme jim však ukázati něco nového. Všecky modely, které dosud zobrazovali, nalézaly se nad jejich okem. Tak to bude i dále, pokud se bude kresliti dle modelů na stojánku. Teprva až budou — buď v menších skupinách nežli posud, anebo po jednotlivu — kresliti dle (dřevěných) modelů, na stole položených, budou mívati buď celé modely anebo jich části také pod okem. Aby na tento případ již při zobrazování drátěných modelů, kde jest věc ještě jednoduchá, byli připravováni, jest dobře vésti je k tomu, aby některý drátěný model, který napřed zobrazili v poloze nad okem, hned potom zobrazili v poloze pod okem. Tento obraz nemohou ovšem kresliti jako prvý dle názoru, protože — nemá-li kreslírna podlahu amphitheatralně do zadu vystupující — nelze toho docíliti, aby model, pod jejich okem umístěný, viděli také žáci jiní, nežli pouze oni při stolu prvém. Žáci musí model pod okem si jenom představovati a jeho obraz kresliti tedy z domyslu. — Cvičení toto jest velmi prospěšné, poněvadž

1. žáci se učí užívati poznaných pouček perspektivných, neboť tyto jsou při tom jediným jejich vodítkem,

2. žáci obdrží tím přípravu ku kreslení věcí pouze myšlených, což jest v praktickém ohledu velmi důležito a k čemuž kreslení dle pouhého názoru připravuje měrou jen malou.

Zavedením těchto cvičení odstraní se příčina k námitce, kteráž se tak zhusta činila methodě Dupuiské, totiž „že jest jednostranná“, anať cvičí žáky v zobrazování předmětů položených pouze nad okem.

Cvičení tato počnou se nejvhodněji čtvercem v té poloze, kterou má nyní na stojánku, kdež ale leží nad okem; protože je věc nová, vysvětlí se na vývodném přístroji, na jehož prknu se křídou vykreslí čtverec o dvou průčelných stranách a to v malé vzdálenosti za skleněnou deskou, na níž jsou hlavní přímky vytčeny. Nato se vykreslí jeho průmět, jenž se potom pozoruje. Žáci poznají, že jest pod *H*, že to zase lichoběžník o dvou stranách vodorovných, že jest průmět zadní strany zase kratší než strany přední, ale že zde (na rozdíl od případu „nad okem“) leží výše než tento, konečně že průměty neprůčelných stran vystupují a směřují do hlavního bodu, při čemž udávají příčiny těchto zjevů.

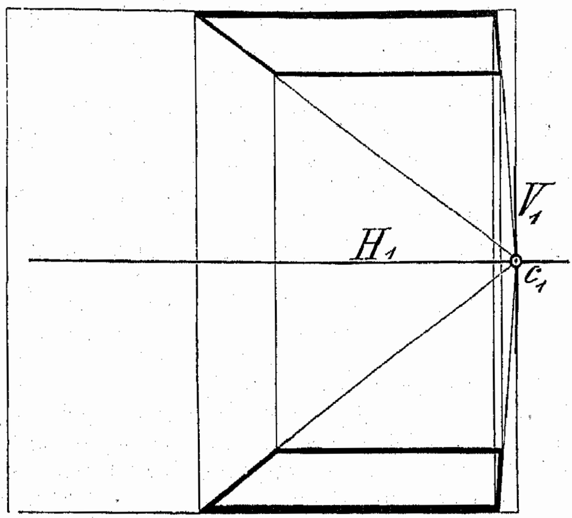
Podobně jako jsme zde — na skleněné desce — vykreslili průmět čtverce určité velikosti a polohy, budou žáci na svých listech zobrazovati čtverec taktéž určité velikosti a polohy, který si budou ale jenom představovati. Určitosti představy této docílíme tím, že si žáci myslí čtverec, na stojánku viditelný, spouštěný, při čemž všecky vrcholy pohybují se rovnou měrou na přímkách svislých, až přijdou do určité hloubky pod hlavní rovinu horizontalnou.

Oba čtverce vyobrazí se do pole jediného. Za tím účelem zvolí všickni žáci H_1 uprostřed pole; přímku V_1 vykreslí všickni jako druhdy, tedy žák *N.* na levém kraji pole. Napřed se kreslí do horní poloviny pole obraz čtverce dle modelu, tedy dle názoru, potom do dolní poloviny z domyslu.

Způsob, kterak se kreslí prvý obraz do horního obdélníka pole, srovnává se zcela s oním, jenž byl svého času hromadně vykládán ohledem na žáky prostřední a levou neb pravou polovinu pole.

Žák *N.* shledal, že vzdálenosť přední strany modelu (jež se jeví nejvýše) od hl. roviny horizontalné rovná se polovině vzdálenosti předního pravého vrcholu modelu od hl. roviny vertikalné; zvolil tedy obraz tohoto bodu v pravém horním vrcholu pole, obraz přední strany tedy na horním kraji pole.

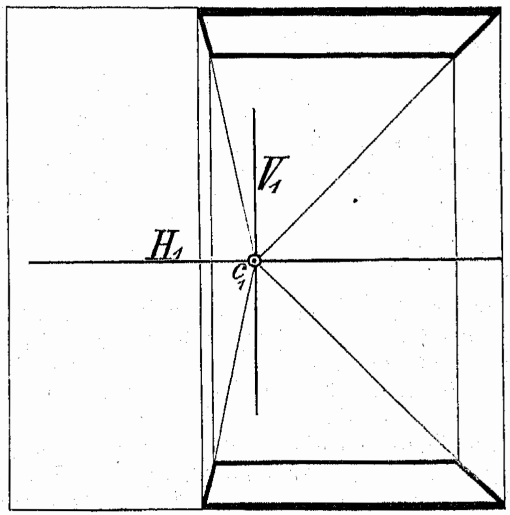
Protože jsme polohu čtverce druhého vyvodili z polohy čtverce prvého, musíme taktéž obraz druhého čtverce vyvoditi z obrazu prvého. Čtverec horní přijde do polohy dolní, když



Obr. 17.

se spouští svisle. Pohyb ten ukáže se na modelu tím, že se tyč stojanu snižuje, a to tak hluboko, jak možno, při čemž se žáci na stálé ubývání šířky (výšky) zjevu upozorní. Kdy objeví se čtverec co přímka? — Přímky, na nichž se vrcholy pohybují, mají obrazy svislé. Dejme tomu, že pohyb přestane v tom okamžiku, když čtverec přišel tak hluboko pod hlavní rovinu horizontalnou, jak vysoko byl prvé nad ní. V této poloze má se zobraziti. Pomocí toho, čemu se žáci prvé na přístroji naučili, budou to moci snadno učiniti, znají-li polohu obrazu jen jediného jeho vrcholu, na příklad předního pravého. Tento se však nalézá na příslušné přímce svislé tak hluboko pod H_1, jako obraz stejnolehlého vrcholu prvého čtverce nad H_1 (zde tedy v pravém dolním vrcholu pole), neboť přímka svislá, jejímiž krajními body jsou zmíněné dva vrcholy čverců, jest hlavní rovinou horizontalnou rozpůlena, z čehož plyne, že i její obraz musí přímkou H_1 býti rozpůlen. (Totéž platí pro ostatní tři svislice.) Obraz strany přední sjednocuje se tedy s dolním krajem pole, a jest na levo omezen přímkou svislou, spuštěnou s obrazu předního levého vrcholu čtverce horního. Obrazy levé a pravé strany vystupují k c_1. V průsečících jejich s příslušnými svislicemi nalézají se obrazy obou zadních vrcholů; přímka je spojující — obraz zadní strany — musí býti vodorovna.

Srovnáme-li oba obrazy ohledem šířky (výšky), shledáme, že jsou sobě rovny. To jest proto, že dolní čtverec má od hlavní roviny horizontalné rovnou vzdálenosť jako horní. Z toho plyne, že o čtvercích položených pod okem totéž platí, co prvé na mo-



Obr. 18.

delu čtverce, položeného nad okem, skutečně se vidělo, totiž, že jest obraz užší, čím jest blíže k H_1 a naopak.

Žáci mohou ještě do téhož pole a z domyslu kresliti obrazy čtverců nad i pod okem položených a umístěných asi uprostřed mezi hlavní rovinou horizontalnou a předešlými čtverci.

Žáci praví a prostřední budou zajisté moci — na základě tohoto výkladu pro žáky levé — sami t. j. bez dalšího návodu oba čtverce zobraziti. Žák *O.* obdrží obr. 17. a žák *P.* obr. 18.

Zde jest příležitosť upozorniti žáky na to, že čím je vzdálenosť od modelu větší, tím užší je zjev; proto jsou obrazy čtverců u žáka *O.* (poměrně) širší a u žáka *P.* užší, než u žáka *N.*

Tab. V.

Tab. V. jest kreslena pro prostředního žáka při stolu asi druhém. Model jest postaven mezi levou a prostřední řadou žáků.

Obr. 1. Poloha čtverce byla již popsána při obr. 5. tab. IV. Úběžník neprůčelných stran jest na V_1 nahoře (mimo pole).

Obr. 2. Dvě strany čtverce jsou šikmy průčelny, ostatní dvě ku průmětně kolmy. Obrazy prvých stran jsou rovnoběžny. Kde jest úběžník stran neprůčelných? — Obraz čtverce jest zase lichoběžník.

Od následujícího obr. 3. počínaje není žádná strana čtverce průčelna. Obraz čtverce bude tedy vždy různoběžník.

Protože čtverec obrací ku kresliteli svůj vrchol čili roh, nazývají někteří toto postavení nárožním.

V obr. 3. a 4. předpokládá se čtverec v rovině s hlavní rovinou vertikalnou rovnoběžné, tedy svislé; v obr. 5. a 6. v rovině vodorovné.

V obr. 3. a 5. jest jedna úhlopříčna průčelna (v obr. 3. svisla, v 5. vodorovna), druhá jest ku průmětně kolma; všecky strany čtverce mají tedy tutéž odchylku od průmětny $= 45^0$. Proto nazývá se tato nárožní poloha polohou pětačtyřicetistupňovou.

V obr. 4. a 6. není žádná úhlopříčna ani průčelna, ani kolma ku průmětně. Strany čtverce mají tedy od průmětny dvojí různou odchylku. Polohu tuto nazývají někteří učitelé nárožní polohou nahodilou.

V obrazcích těchto počíná se užíváním úhlopříčen čtverce.*)

Stojánek postaví se pro následující dva obrazce tak, aby střed čtverce přišel zrovna do prostřed mezi levou a prostřední řadu žáků, jinak by jedna z nich obdržela obrazy zbytečně příliš úzké.

Obr. 3. Vzdálenosť horního vrcholu od hl. roviny horizontalné jest více než dvakrát tak velká jako zdánlivá vzdálenosť předního, nejdále na levo se jevícího vrcholu od V. Obraz horního vrcholu může se tedy voliti na horním kraji pole. Vzdálenosť dolního vrcholu od H rovná se asi pětině vzdálenosti horního vrcholu od téže přímky. Dle toho vykreslí se pomocná přímka vodorovná, na níž se bude nalézati obraz dolního vrcholu. Vzdálenosť horního vrcholu od V jest o málo větší než tato pětina. Úhlopříčna, jdoucí tímto vrcholem, jest svisla. Vykreslí se. Tím získán obraz dolního vrcholu. Obraz středu čtverce rozpoluje obraz této úhlopříčny, proč? Obraz druhé úhlopříčny směřuje do c_1, proč? Obě úhlopříčny tvoří kříž na tab. III. zobrazený, jenž má zde podobnou polohu jako v obr. 2. oné tabule. Obraz předního a zadního bodu stanoví se zde týmž způsobem jako tam; nato se obrazy vrcholů spojí přímkami. Kontrola. Obrazy každého páru protějších stran mají

*) V případu, když na nějakém drátěném modelu nejsou znázorněny přímky (zde při čtverci obě úhlopříčny), jichž by si učitel k výkladu neb při kreslení přál, může to učiniti sám navázáním (světločervených) šňůrek.

úběžník na V_1, jedny nad, druhé pod c_1, v rovné vzdálenosti od něho (proč?), již mimo pole. — Žáci na pravo sedící obdrží obrazy širší než ostatní, proč?

Model čtverce, zůstávaje v téže rovině co prvé, otočí se tak, aby úhlopříčna, prvé svislá, naklonila se do zadu. Následkem toho svírá horní a dolní strana velký, přední a zadní strana malý úhel s průmětnou.

Obr. 4. Při této poloze není ani žádná strana ani žádná úhlopříčna průčelna. Obraz horního vrcholu a pomocná přímka vodorovná, na níž bude ležeti obraz dolního vrcholu, stanoví se jako v obr. 3. Úhlopříčna, oba tyto vrcholy spojující, jeví se málo na pravo nakloněna. Směr její stanoví se srovnáním se směrem na př. svislým. Zobrazením této úhlopříčny získán obraz dolního vrcholu. Další postup práce může býti rozličný a nevyžaduje více žádného výkladu. Kontrola. Úběžníky stran — zase na V, jeden nad, druhý pod hlavním bodem — jsou v nerovné od něho vzdálenosti, onen blízko nad horním krajem pole, tento velmi daleko — různoběžník blíží se tedy již lichoběžníku.

Pro následující dva obrazce pošine se model trochu na pravo, blíže před prostředního žáka, jinak by tento žák (při obyčejné volbě přímky V_1) obdržel obraz příliš malý.

Obr. 5. Protože v tomto obrazci chceme kresliti čtverec také v poloze pod okem, vykreslí se H_1 zase uprostřed pole. — Nejdříve se vykreslí jako v obr. 6. tab. IV. horní obraz a to dle názoru. Při tom jest zase kříž, utvořený oběma úhlopříčnama, základem. Tento kříž má zde touž polohu jako v obr. 3. tab. III. Obraz neprůčelné úhlopříčny směřuje do c_1. Kontrola. Obrazy obojích protějších stran mají společný úběžník na H_1, jedny na levo, druhé na pravo od c_1, v rovné od něho vzdálenosti (proč?), již mimo pole.

Tento čtverec má se nyní zobraziti v poloze pod okem, do níž přijde, když se rovnoměrně svisle spouští. Mysleme si pohyb zastaven v tom okamžiku, když hloubka čtverce pod hlavní rovinou horizontalnou se rovná $^3/_4$ výšky prvého čtverce nad touto rovinou. Co lze již napřed říci o šířce obrazu nového u porovnání s šířkou obrazu již vykresleného?

Zobrazení čtverce v nové poloze vykoná se podobně jako v obr. 6., tab. IV.

Obrazy všech vrcholů čtverce horního vedou se svislé přímky dolů. Obraz předního vrcholu dolního leží na jedné z nich (které?), a to pod H_1, maje od této přímky vzdálenosť, jež se rovná $^3/_4$ vzdálenosti obrazu stejnolehlého vrcholu horního čtverce od téže přímky H_1 (proč?).*) Obraz úhlopříčny, jím jdoucí, směřuje do c_1. Jeho průsečík s příslušnou svislicí dá obraz zadního vrcholu. Pomocí svislice, vedené obrazem středu čtverce horního, stanoví se

*) Totéž platí o obrazích ostatních vrcholů dolního čtverce ohledem na svislice, na nichž leží.

obraz dolního středu, načež se vykreslí úhlopříčna průčelná. Průsečíky jejího obrazu s patřičnýma dvěma svislicema dají obrazy vrcholu levého a pravého. Obrazy vrcholů spojí se přímkami — obrazy stran. Dvě a dvě tyto strany mají společný úběžník se stejnolehlými stranami čtverce horního.

Model čtverce otočí se ve své rovině z polohy obr. 5. do polohy nové, jinde již popsané. Zde se předpokládá, že levá a pravá strana svírá s průmětnou velký, přední a zadní strana malý úhel.

Obr. 6. H_1 je (z téhož důvodu jako při obr. 5.) zase uprostřed pole. — Horní čtverec zobrazí se dle názoru. Kontrola: Úběžníky stran jsou zase na H_1, jeden na levo, druhý na pravo od c_1, v nerovné od něho vzdálenosti; levý nedaleko za levým krajem pole, pravý velmi daleko — obraz čtverce blíží se zase lichoběžníku.

Čtverec dolní myslíme si z horního vyvozený týmž způsobem jako v předešlých případech. Hloubka jeho pod okem jest zase rovna $^3/_4$ výšky horního čtverce nad okem. Obraz předního dolního vrcholu obdrží se jako v obr. 5. Týmž způsobem, jako tento, mohly by se stanoviti obrazy ostatních vrcholů. Vzdálenosť obrazu každého horního vrcholu od H_1 rozdělí se totiž na čtyři rovné díly, a $^3/_4$ nanesou se na příslušnou svislici pod H_1. (V obr. 6. je to učiněno jen ještě při zadním vrcholu.) — Rychleji a méně mechanicky pracuje se pomocí úběžníků, třeba byl z nich pouze jeden přístupen. Obrazem předního vrcholu vede se obraz levé a přední strany, jakož i jedné úhlopříčny k úběžníkům stejnolehlých přímek horního čtverce. Průsečíky těchto obrazů s patřičnými svislicemi stanoví obrazy ostatních vrcholů čtverce, načež se zkouší, zdali obrazy pravé a zadní strany, vzniklé spojením příslušných průsečíků, směřují do úběžníka vždy strany protější.

O poloze úběžníků přímek neprůčelných, s hlavníma rovinama různoběžných.

Poučky, o které tu běží, vyvozují se na přístroji, jehož průzor se tak upraví, aby H a V přišly doprostřed skleněné desky. Co modelu přímek užije se známých tyčinek s bodcem, jež se — a to vždy po dvou rovnoběžných zároveň — zarazí ve směrech, následujícímu výkladu přiměřených, buď do prkna přístroje anebo do školní tabule. Na desce se vykreslí jejich průměty.

Přímky, o které se tu jedná, jdou buď nahoru na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$ neb dolů na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$.

Rovnoběžné tyčinky, do prkna zaražené, směřujtež nahoru na levo. Úběžník jejich obdržíme, jak známo, buď tím, že vyhledáme průsečík paprsku zorného, s nimi rovnoběžného, s průmětnou anebo že průměty prodloužíme, až se sekou. Při tomto prvém pokusu hleď se zase k tomu, aby úběžník byl ještě na desce. Úběžník leží nad H a na levo od V. Není to snad náhodou, neboť jde-li přímka nahoru na levo, musí také paprsek zorný, s ní rovnoběžný, jíti nahoru na levo, t. j. nad hlavní rovinou horizontalnou a na levo od hlavní roviny vertikalné. Při tomto směru musí však protínati průmětnu vždy nad H a na levo od V. Z toho plyne, že všecky přímky, jež směřují nahoru na levo, mají úběžník nad H a na levo od V.

Průměty rovnoběžek se smažou, ale úběžník se ponechá. Jednu tyčinku z prkna vytáhnuvše, zarazíme ji poznovu do něho, aby šla jako prvé zase nahoru na levo, ale svírala s průmětnou úhel menší než prvé, t. j. protínala ji, byvši prodloužena, hlouběji než prvé. Druhá tyčinka ponechá se chvíli v poloze původní, aby žáci současným nazíráním na obě tyčinky o různosti jejich úhlů s průmětnou se přesvědčili, načež se také druhé tyčince dá směr týž jako první.

Sestrojivše průměty a prodlouživše je, shledáme, že úběžník těchto rovnoběžek jest sice zase nad H a na levo od V, ale dále od c než prvé,*) obyčejně již mimo desku.

Týmž postupem probírají se přímky, směřující nahoru na pravo, potom dolů na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$, při čemž žáci přijdou k následujícímu poznání:

1. Přímky, které směřují nahoru na levo neb na pravo, mají úběžník nad hlavní přímkou horizontalnou, na levo neb na pravo od hlavní přímky vertikalné; přímky, které směřují dolů na levo neb na pravo, mají úběžník pod hlavní přímkou horizontalnou, na levo neb na pravo od hlavní přímky vertikalné.

2. Úběžník těchto přímek jest tím dále od hlavního bodu, čím menší jest jejich odchylka od průmětny.**)

Tyto dvě věty pronášejí obecně jen to, co žáci již slyšeli v obou zvláštních případech, když přímky byly s některou hlavní rovinou rovnoběžny.

Tím jest dovršen výklad pojmů a pouček, jež perspektivnému kreslení dle modelů na tomto stupni mohou býti ku prospěchu. Byť jich nebylo mnoho, předce stačí pro účel zde vytčený úplně.

Zobrazování čtverce se středníma přímkama.

Tab. VI.

Mimo úhlopříčny jsou ve čtverci důležity přímky střední (spojující středy protějších stran). Model čtverce (o straně rovné 50 cm.), jimi opatřený, na němž se objevuje dvojí trojice rovnoběžek, slouží jednak ku opakova-

*) Za příčinou tohoto srovnání byl předešlý úběžník na desce ponechán.

**) Jinak vysloveno: Čím více se směr přímky blíží směru ku průmětně kolmému, tím blíže jest její úběžník ku c; čím více se blíží průčelnosti, tím dále jest úběžník od c.

cím cvičením v zobrazování rovnoběžek, kteréž se doposud (při předcházejícím modelu čtverce) objevovaly jen po dvou, jinak ku procvičení nových vět o rovnoběžkách, právě nyní probraných.

Tab. VI. je kreslena žákem, sedícím od modelu na pravo asi při druhém stolu. — Model jest postaven před prostředními žáky.

Obr. 1. Na jeden z obou stojánků se nastrčí (svislou stopkou) svěrací tyč (Klemmstange), kolmo na školní tabuli. Do svorek, po ní posuvných, vepnou se dva stejné modely čtverce se střednima přímkama tak, aby roviny jejich byly průčelny; nad podiem rovně vysoko. Čtverce buďtež položeny na straně a mějtež jeden od druhého tak velkou vzdálenosť, jak to tyč připouští, aby zjev, o který tu běží, byl co možná zřetelný. Protože toto upevnění modelů, má-li býti správné, vymáhá hodně času, musí se státi před vyučováním.

Žáci, k nimž mají čtverce polohu průčelnou, pozorují 1. že oba se jeví v pravé podobě, 2. že zadní se jeví menší než přední, proč?

Myslíme-li si stejnojmenné body obou čtverců (vrcholy, středy, půlicí body stran) spojeny přímkami, jsou tyto přímky kolmy na průmětnu. Zjevy jejich směřují tedy ku hlavnímu bodu. Při této poloze modelu (nad okem) jeví se každý zadní bod níže než stejnojmenný bod přední.

Aby i ti žáci, kteří sedí tou měrou po straně, že modely nejsou k nim průčelny, názorem o pravdivosti výkladu se přesvědčili, otáčí se svěrací tyč i s modely v malých přestávkách kol své svislé stopky, čímž čtverce přijdou postupně do průčelné polohy ku všem žákům. — Nato se modely čtverců se svěrací tyče sejmou, tato odstraní a na každý stojánek nastrčí takový čtverec pouze jeden, ne zbytečně vysoko,*) ostatně v téže poloze jako prvé.

Tento model zobrazí se dle názoru (jako obr. 1. tabule IV.), zadní čtverec ale — dle předešlého výkladu — z domyslu. Obrazy vrcholů čtverce prvého spojí se přímkami s c_1. Na nich jsou obrazy vrcholů čtverce zadního. Na jedné z nich, na př. té, která prochází obrazem horního levého vrcholu, zvolí se směrem ku c_1 obraz stejnojmenného vrcholu zadního: v které vzdálenosti od obrazu vrcholu předního, na tom zde tak mnoho nezáleží, protože se zobrazuje čtverec jen myšlený. Na to však buďtež žáci upozorněni, že tato vzdálenosť závisí na vzdálenosti zadního čtverce od předního, s níž zároveň roste neb ubývá, ovšem ne měrou rovnou, což z předcházejících pouček lze vysvětliti.

Volbou obrazu pouze jediného zadního vrcholu jest již celý obraz zadního čtverce i co do polohy, i co do velikosti úplně stanoven.

Žáci nahlédnou, že obdrží se tím menší obraz, čím blíže ku c_1 se volí obraz zmíněného zadního vrcholu, t. j. čím dále jest zadní čtverec za předním. Kdyby čtverec zadní přišel v témž směru nekonečně daleko, jak veliký byl by jeho obraz?

---

*) Zde nalézala se dolní strana čtverce asi o polovinu své délky nad hlavní horizontalnou rovinou žáků.

Žáci hleďtež při volbě obrazu levého horního vrcholu zadního čtverce k tomu, aby poměr velikostí obrazů obou čtverců nebyl příliš rozdílný od onoho, v jakém byly velikosti jejich zjevů na tyči svěrací.

Aby obraz předního čtverce dobře se lišil od zadního, vytáhne se tučněji než tento.

Obr. 2. Model jest v rovině vodorovné, tak vysoko jak možno, aniž by žáci při prvém stolu musili hlavu otáčeti nahoru, chtějíce čtverec viděti. Dvě jeho strany jsou průčelny, ostatní tedy kolmy ku průmětně.

Čtverec zobrazí se jako v obr. 6. tab. IV., při čemž se ale c_1 volí na dolní straně pole. Co nové přistoupí k tomu zobrazení středních přímek. Obraz té, která spojuje rozpolovací body průčelných stran, obdrží se, spojí-li se půlicí body obrazů těchto stran přímkou. Kam směřuje tato přímka? Obraz druhé střední přímky jest vodorovný a prochází obrazem středu čtverce. Tento lze obdržeti pomocí obrazu jen jedné úhlopříčny čtverce. Za příčinou kontroly vykresleme ale úhlopříčny obě, jež se musí s obrazem prvé přímky střední protínati v jediném bodu. Obraz druhé střední přímky neleží uprostřed mezi obrazy průčelných stran čtverce, nepůlí tedy obrazy přímek ku průmětně kolmých. Které dva ze všech čtyř čtverců, na něž jest základní čtverec středníma přímkama rozdělen, jeví se menšími?

Tento čtverec zobrazí se do téhož pole v jiné poloze a z domyslu. Mysleme si jej svisle spouštěný tak hluboko, až přijde do roviny položené uprostřed mezi rovinou horního čtverce a hlavní rovinou horizontalnou. Žáci již vědí, že obraz čtverce v nové poloze bude užším; dále, že obraz každého jeho bodu půlí kolmici, vedenou s obrazu stejnojmenného bodu horního ku přímce H_1, atd.

Obr. 3. Čtverec nalézá se v rovině svislé, jdoucí na pravo, uzavírající s průmětnou úhel asi 45°. Tři přímky modelu jsou průčelny.

Čtverec zobrazí se jako v obr. 2. tab. IV., střední přímky jako v obrazci předešlém. Kontrola: Společný úběžník neprůčelných tří rovnoběžek jest na H, od c na pravo. Obrazy obou předních čtverců (zde levých) musí býti větší než zadních.

Obr. 4. Jedna trojice rovnoběžek jest průčelna, šikma, na levo nakloněna. Druhá trojice není ani průčelna, ani rovnoběžna s některou hlavní rovinou, nýbrž má — poprvé v řadě dosavadních cvičení v zobrazování rovnoběžek — zcela obecnou polohu šikmou neprůčelnou (směřující zde na levo dolů). Při podobné poloze čtverce v obr. 2. tab. V. byly tyto strany čtverce kolmy na průmětnu.

Obraz čtverce jest zase lichoběžník; ku kreslení jeho netřeba nových vysvětlivek. Střední přímky zobrazí se jako v obr. 2. a 3. této tabule. Kontrola: Úběžník neprůčelných tří rovnoběžek neleží zde již na žádné hlavní přímce, nýbrž pod H; na levo od

V, mimo pole. Obrazy obou předních (zde horních) čtverců jsou větší než obrazy dolních čtverců.

Právě probrané čtyři polohy čtverce se středníma přímkama — při nichž buď obě (obr. 1.) anebo alespoň jedna trojice přímek (obr. 2—4.) jest průčelna — jsou důležity pro pozdější perspektivné zobrazování kruhu, neboť toto děje se, jak známo, často pomocí obepsaného čtverce a středních přímek v něm, při čemž alespoň jedna trojice rovnoběžných přímek musí býti průčelna. Další dvě polohy téhož modelu, při kterých již žádné tři přímky nejsou průčelny — následkem čehož se shledají vždy úběžníky dva — mají sloužiti k dalšímu cvičení v zobrazování rovnoběžek v případech méně více obecných. V obou jest model ku kresliteli obrácen vrcholem a lze tedy mluviti jen o jediném částečném čtverci předním.

Obr. 5. Tři rovnoběžky modelu jsou rovnoběžny s hlavní rovinou vertikalnou a směřují dolů; ostatní tři nejsou rovnoběžny s žádnou hlavní rovinou, směřují nahoru na pravo. Předním vrcholem jest vrchol levý.

Byl-li základní čtverec správně kreslen, musí se obrazy levé a pravé strany protínati v témž bodu přímky V_1, pod c_1 (poloha úběžníka tohoto jest tedy ještě poněkud stanovena), obrazy horní a dolní strany ale na pravo od V_1, nad H_1. Protože žádné dvě strany čtverce nejsou průčelny, musí se střední přímky zobraziti jinak než prvé. Zobrazí se obě úhlopříčny, a průsečíkem jejich vedou se přímky ku zmíněným úběžníkům obojích stran čtverce. Kontrola: Obraz každé strany a střední přímky jest rozdělen na dvě nerovné úsečky, z nichž je delší která? Obraz předního čtverce (zde na levo) jest největší, zadního (zde na pravo) nejmenší.

Obr. 6. Čtverec má polohu zcela obecnou, neboť na něm není již ani přímek, s nějakou hlavní rovinou rovnoběžných, jako ještě v případu předešlém. Jedny rovnoběžky směřují nahoru na levo, druhé nahoru na pravo. Přední vrchol jest nejníže.

Úběžník $\left\{\begin{matrix}\text{levé a pravé}\\ \text{horní a dolní}\end{matrix}\right\}$ strany čtverce musí býti nad H, na $\left\{\begin{matrix}\text{levo}\\ \text{pravo}\end{matrix}\right\}$ od V. Zde tedy leží — na rozdíl od obr. 5. — oba úběžníky mimo hlavní přímky. Střední přímky zobrazí se jako v obrazci předešlém. Kontrola: Obraz dolního částečného čtverce musí býti větší než ostatních tří atd.

Zobrazování pravidelného trojúhelníka.

Tab. VII.

Tab. VII. jest kreslena pro levého žáka při třetím stolu. Modely se nalézají před žáky prostředními.

Dříve nežli se přistoupí ku kreslení této jakož i každé následující tabule, opakují se na průčelně postaveném modelu tvaru, jenž přichází právě na řadu, ony (z nauky o měřickém tvarosloví známé) vlastnosti jeho, jichž se při jeho perspektivném zobrazování užívá. Zde je to hlavně ta, že v pravidelném trojúhelníku výška půdici rozpoluje.

Obr. 1. Trojúhelník je v rovině průčelné a leží na jedné straně. Zadní trojúhelník kreslí se z domyslu dle návodu daného při obr. 1. tab. VI.

Obr. 2. Trojúhelník nalézá se v rovině svislé, jdoucí na pravo a svírající s průmětnou úhel asi 45°. Výška, na modelu znázorněná, budiž svisla. Obraz půdice jest obrazem výšky rozdělen na dvě nerovné úsečky.

Obr. 3. Trojúhelník jest v rovině svislé, jdoucí na levo a svírající s průmětnou úhel, od 45° nepříliš rozdílný. Přední strana jest svisla (v obraze tedy rozpůlena), příslušná k ní výška jest vodorovna neprůčelna (její obraz sestupuje na levo).

Obr. 4. Levá strana modelu je rovnoběžna s hlavní rovinou vertikalnou a směřuje nahoru (její úběžník je tedy na *V*, nad *c*); zároveň hleď se k tomu, aby prostřední žák ji měl již na levo od své hlavní roviny vertikalné (jemu se jeví tedy na pravo nakloněnou). Výška jest vodorovna průčelna, obraz její tedy vodorovný; on dělí obraz půdice na nerovné úsečky.

Obr. 5. Trojúhelník nalézá se v rovině vodorovné, ne zbytečně vysoko nad očima žáků, a je k nim obrácen vrcholem. Výška budiž kolma ku průmětně. Trojúhelník zobrazí se do tohoto pole jednou nad okem — dle modelu; podruhé pod okem — z domyslu, způsobem známým. — Aby mohli žáci kresliti obrazy větší, nezvolí se tentokráte H_1 uprostřed pole, nýbrž v dolní třetině jeho výšky. Hloubku pod okem dolního trojúhelníka zvolíme rovnu $1/2$ výšky horního trojúhelníka nad okem. — Kam směřují obrazy výšek? Na jaké díly jsou rozděleny obrazy půdic? Kde mají stejnolehlé strany obou trojúhelníků společný úběžník?

Obr. 6. Trojúhelník nalézá se v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné v poloze nahodilé.

Zobrazování pravidelného šestiúhelníka.

Tab. VIII.

Tab. VIII. jest kreslena pro prostředního žáka při třetím stolu. Model jest pořád zase před žáky prostředními.

Opakování následujících měřických pouček: V pravidelném šestiúhelníku sekou se všecky tři průměry v témž bodu — *středu*. Každý průměr jest rovnoběžný s dvěma stranama. Každý průměr jest oběma úhlopříčnama, naň kolmýma, a středem rozdělen na čtyři rovné díly. — Aby se tyto poučky v paměti žáků upevnily, kreslí se

Obr. 1., při němž se šestiúhelník nalézá v rovině průčelné; všecky vnitřní přímky, o nichž se právě jednalo, vytáhnou se tence. V obrazci tomto nekreslen druhý (zadní) mnohoúhelník, jako v obr. 1. tab. VI. a VII., protože přesné jeho zobrazení vymáhá mnoho pozornosti a času, aniž je užitek tak veliký.

Obr. 2. Šestiúhelník nalézá se v rovině svislé, jdoucí na levo a svírající s průmětnou úhel asi 45°. Jeden průměr — ten, jenž na modelu jest znázorněn — a tedy také obě s ním rovnoběžné strany buďtež vodorovny. Dva a dva vrcholy šestiúhelníka jsou na přímkách svislých. Jest prospěšno, jsou-li i tyto přímky na modelu znázorněny.

Když byli žáci na modelu vyhledali a zobrazili vrchol, jehož obraz přijde na některý kraj pole (zde je to horní pravý vrchol), nechť pracují hned k tomu, aby se dodělali obrazu vodorovného průměru, jenž jest pro kreslení šestiúhelníka nejdůležitější pomocnou přímkou. (Prostřední žák zobrazí za tím účelem svislou úhlopříčnu, jdoucí horním pravým vrcholem, vytkne na ní obraz dolního pravého vrcholu a vede jejím rozpolovacím bodem obraz onoho průměru.) Tento obraz rozdělí se nyní na čtyři perspektivně rovné díly. Na svislých přímkách, vedených krajními dělicími body, vytknou se obrazy obou jak horních tak i dolních vrcholů (prostřednímu žáku zbývá vytknouti jen obraz levého horního a dolního vrcholu). Přímky tyto jsou obrazem průměru rozpůleny. — Kontrola: Obrazy ostatních dvou průměrů musí se protínati v obrazu rozpolovacího bodu vodorovného průměru. Každý průměr a obě s ním rovnoběžné strany musí míti společný úběžník; všecky úběžníky jsou na levo od V (proč?), jeden na H, druhý nad a třetí pod touto hlavní přímkou, ovšem velmi daleko. Které trojici přímek náleží vždy jeden z těchto úběžníků?

Obr. 3. Rovina šestiúhelníka jest svisla, jde na pravo a svírá s průmětnou úhel asi 60°. Ostatně jest poloha tatáž jako prvé. Způsob zobrazení i kontrola taktéž jako v obr. 2.

Obr. 4. Šestiúhelník jest v rovině svislé, kteráž jde na levo, avšak svírá s průmětnou úhel značně veliký, při čemž se musí hleděti k tomu, aby se model některému pravému žáku nejevil již jen co přímka. Šestiúhelník jest postaven na vrcholu, t. j. jeden průměr a tedy také dvě strany modelu jsou svislé. Obraz tohoto průměru jest rozdělen na čtyři rovné díly.

Obr. 5. Šestiúhelník nalézá se v rovině vodorovné. Jeden průměr jest průčelný. Z téhož důvodu jako při obr. 5. tab. VII. zvolí se H_1 v $1/3$ výšky pole.

Když byli žáci vyhledali vrchol anebo — jako zde — stranu, jejíž obraz přijde na některý (zde horní) kraj pole, kreslí hned obraz průměru průčelného a potom vodorovné přímky, na nichž leží obrazy strany přední a zadní (zde ovšem již jen zadní). Obraz průměru rozdělí se na čtyři rovné díly. Oběma krajníma dělicíma body vedou se přímky ku c_1. Na nich jsou obrazy předních a zadních vrcholů. — Kontrola jako prvé. Kde jest úběžník každého průměru a stran s ním rovnoběžných? — Prochází-li hlavní rovina vertikalná prostředního žáka právě středem šestiúhelníka (jako zde), jest jeho obraz pro tohoto žáka ohledem na V_1 symetrický.

Dolní šestiúhelník (hloubka pod hlavní rovinou horizontalnou jako v obr. 5. tab. VII.) zobrazí se zase dle domyslu. Konstrukce a kontrola jsou známy.

Obr. 6. Šestiúhelník nalézá se v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné v poloze nahodilé.

Zde jest zase obraz vrcholu neb strany, jenž přijde na některý kraj pole, východištěm pro další práci, která nechť v první řadě zase k tomu směřuje, získati obraz průměru buď na modelu znázorněného, buď z jiného důvodu výhodného neb důležitého. Protože žádná přímka modelu nemá takový směr, jenž by na základě předeslaných perspektivných pouček připouštěl zobrazení zcela spolehlivé, jest užití kontrol, shora známých a co možná četných, věcí nutnou. Polohu úběžníka každé trojice rovnoběžek ohledem na *H* a *V* lze dle toho, kam přímky ty (z předu do zadu) směřují, snadno určiti.

Zobrazování pravidelného pětiúhelníka.

Tab. IX.

Tabule tato jest kreslena pro žáka pravého při stolu třetím. Model se nalézá vždy před žáky prostředními.

Opakování z planimetrie: Přímka, spojující rozpolovací bod některé strany pravidelného pětiúhelníka s protilehlým vrcholem, půlí úhlopříčnu, s touto stranou rovnoběžnou, a stojí na obou kolmo (osa symetrie pětiúhelníka).

Obr. 1. Pětiúhelník je v rovině průčelné.

Obr. 2. Pětiúhelník nalézá se v rovině svislé, jdoucí na pravo a svírající s průmětnou úhel asi 45°. Půdice jest vodorovna.

Mimo výšku a úhlopříčnu, s půdicí rovnoběžnou, užije se, co pomocných přímek ještě přímek svislých, jdoucích oběma dolníma vrcholy, a utínajících na jmenované úhlopříčně v levo a v pravo úsečky skutečně rovné, zdánlivě nerovné. Přímky tyto vytknou se visováním. Kde jest společný úběžník půdice a úhlopříčny?

Obr. 3. liší se od předešlého jen tím, že jest pětiúhelník v rovině, jdoucí na levo a svírající s průmětnou úhel asi 60°.

Obr. 4. Pětiúhelník jest v rovině svislé, která jde na pravo a svírá s průmětnou $\sphericalangle$ 60°—65°. Přední jeho strana a tedy také úhlopříčna, s ní rovnoběžná, jsou svisly. Výška pětiúhelníka, na nich kolmá, jest tedy vodorovna. Obraz její sestupuje na pravo a půlí obraz přední strany i rovnoběžné s ní úhlopříčny.

Obr. 5. Pětiúhelník je v rovině vodorovné. Strana, s úhlopříčnou na modelu znázorněnou rovnoběžná, jest napřed a průčelna, výška tedy kolma ku průmětně. H_1 v $^1/_3$ výšky pole.

Obraz přední strany a zmíněné úhlopříčny jsou obrazem výšky, jenž směřuje do c_1, rozpůleny jako v obr. 4.

Dolní pětiúhelník zobrazí se z domyslu. Jeho hloubka pod okem rovná se $1/_2$ výšky předešlého pětiúhelníka nad okem. Kde jsou úběžníky všech stejnolehlých přímek horních a dolních?

Obr. 6. Pětiúhelník nalézá se v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné. Půdice a úhlopříčna s ní rovnoběžná jsou vodorovny a jdou na levo; horní část modelu leží ku předu. — Kontrola: Obraz půdice a úhlopříčny mají společný úběžník na levo na H_t a jsou obrazem výšky rozděleny na části nerovné (zde jsou větší části na pravo).

Zobrazování pravidelného osmiúhelníka.

Tab. X.

Tab. X. jest kreslena pro žáka levého při prvním stolu. Model stojí před žáky prostředními.

Opakování z planimetrie: Průměry pravidelného osmiúhelníka sekou se v jediném bodu — *středu.* Vždy dva z nich jsou na sobě kolmy. S každýma dvěma rovnoběžnýma stranama jsou rovnoběžny ještě dvě úhlopříčny; taktéž s každým průměrem. Pravidelnému osmiúhelníku lze prodloužením čtyř jeho stran (ob jednu) opsati čtverec (což jest důležito zejména pro kreslení z domyslu). Tohoto prodloužení lze při visování docíliti tím, že hřbet tužky přikládáme postupně k oněm čtyřem stranám osmiúhelníka.

Na modelu osmiúhelníka nejsou znázorněny žádné pomocné přímky, jednak proto, aby při tomto posledním mnohoúhelníku došlo na případy v praxi napořád se objevující, kde jak známo není žádných takových přímek vytčeno; jinak proto, že na př. při obr. 5. nebylo by lze užiti týchž pomocných přímek jako při obr. 2. V případu, když by byly tyto přímky znázorněny šňůrkami, musily by se tedy tyto dříve odstraniti, aby žáků nepopletly, a znova navázati, což jest spojeno s velkou ztrátou času. Žáci si tedy tyto pomocné přímky, třeba-li, vytknou visováním.

Obr. 1. Osmiúhelník je v rovině průčelné. Obrazy opsaného čtverce a některých důležitých přímek vnitřních jsou vytaženy tence.

Obr. 2. Rovina osmiúhelníka jest svisla, jde na levo a svírá s průmětnou úhel asi 45°. Dvě strany jsou vodorovny, jiné dvě tedy svisly.

Důležitými pomocnými přímkami jsou úhlopříčny svislé (2) a vodorovné (2), po případě také strany opsaného čtverce, z nichž dvě jsou svisly, ostatní dvě vodorovny směru na levo — vše jako při čtverci v obr. 2. tab. IV. Pro kontrolu jsou důležity průměry, jejichž obrazy se musí protínati v jediném bodu. Horní a dolní úsečka na obrazu každé svislé úhlopříčny jsou sobě rovny. Kde jest společný úběžník vodorovných stran a úhlopříčen? Po které straně obou hlavních přímek musí se protínati prodloužené obrazy rovnoběžných stran šikmých?

Obr. 3. liší se od předešlého jen tím, že rovina osmiúhelníka jde na pravo a svírá s průmětnou úhel asi 60°.

Obr. 4. Rovina osmiúhelníka jest svisla, jde na levo a svírá s průmětnou úhel asi 65°. Osmiúhelník jest postaven na vrcholu. Žádná strana není ani svisla ani vodorovna, za to však vždy jeden průměr a obě s ním rovnoběžné úhlopříčny; tyto přímky jsou proto při zobrazování osmiúhelníka výhodnými pomocnými přímkami. Srovnejte délky obrazů dvou a dvou ve skutečnosti rovných úseček na každé z těchto přímek!

Obr. 5. H_1 je v $1/3$ výšky pole. Model, dle něhož se kreslí horní obraz, nalézá se v rovině vodorovné a jest k žákům obrácen vrcholem. Vždy jeden průměr a dvě úhlopříčny jsou průčelny, resp. na průmětnu kolmy. Hloubka dolního osmiúhelníka jest rovna $1/2$ výšky horního.

Nejdříve se vyobrazí oba zmíněné průměry. Obraz průčelného průměru jest rozpůlen. Potom se přikročí k zobrazení úhlopříčen ku průmětně kolmých. Jejich obrazy utínají na obrazu průčelného průměru v levo a v pravo úsečky na vzájem rovné. Konečně se vykreslí obrazy průčelných úhlopříčen, jež jsou rovněž rozpůleny. Kontrola. Obrazy ostatních dvou průměrů musí procházeti průsečíkem obrazů prvých dvou. Kde jsou úběžníky rovnoběžných stran?

Dolní osmiúhelník kreslí se jak známo.

Obr. 6. Osmiúhelník jest v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné. Dolní a horní strana, tedy také úhlopříčny s nimi rovnoběžné, jsou vodorovny a jdou na pravo. Osmiúhelník jest nakloněn do předu.

Mimo zmíněné úhlopříčny jsou důležitými pomocnými přímkami také úhlopříčny rovnoběžné s levou a pravou stranou. Kontrola se děje zase pomocí průměrů, dále pomocí úběžníků stran a úhlopříčen vodorovných, potom strany levé a pravé a úhlopříčen s nimi rovnoběžných atd.

Zobrazování kruhu.

Tab. XI.

Tab. XI. jest kreslena pro prostředního žáka při stolu prvním. Model jest postaven před žáky prostředními.

Nejdříve se zobrazuje kruh vepsaný do čtverce se středníma přímkama; je to snadnější, jelikož žáci pomocné přímky skutečně vidí. Teprv potom přistoupí se k úkolu druhému, napořád v praxi se naskytujícímu, kde není na modelu kruhu žádných pomocných přímek naznačeno.

K opakování slouží zase

Obr. 1., v němž se předpokládá model průčelným.

Model otáčí se potom zvolna kol své svislé přímky střední, při čemž žáci proměny zjevu pozorují. Kružnice jeví se nyní co ellipsa různé šířky, jež přejde konečně v přímku (kdy?).

Ellipsa ta dotýká se stran lichoběžníka, jakým se jeví opsaný čtverec. Pomocí tohoto lichoběžníka se také obraz kruhu kreslí.

Obr. 2. Rovina kruhu jest svisla, svírá s průmětnou úhel asi 45^0 a jde na pravo. Dvě strany čtverce jsou svisly.

Nejdříve se zobrazí opsaný čtverec a jeho střední přímky. Tím získán obraz středu nejen čtverce, nýbrž také i kruhu. Ellipsa dotýká se stran lichoběžníka tam, kde je obrazy středních přímek sekou. Střední přímka svislá dělí zjev kružnice na větší část přední a menší zadní. Zjev průměru vodorovného dělí zjev kružnice na části sice rovně velké, ale nesouměrné.*)

Přes všecky tyto pokyny stává se, že počátečníci při kreslení této ellipsy chybují. Obyčejným zdrojem chyb bývá jejich domněnka, že ellipsa, jež jest obrazem kružnice v rovině svislé se nalézající — kružnice „stojaté" — musí býti „stojatá", t. j. její velká osa svislá (při kružnici v rovině na př. vodorovné zase vodorovná).

Dříve nežli žáci ellipsu kresliti započnou, jest tedy nezbytno vésti je ku poznání toho, kde má zjev kružnice, t. j. ellipsa, na niž nazírají, velkou osu. Najdou ji dle těchto tří známek: 1. Velká osa ellipsy jest nejdelší přímkou v ní. 2. Ona dělí ellipsu na poloviny symetrické. 3. Spojuje ony dva body ellipsy, kde jest největší zakřivení. Při tom nechť se žáci na model dívají jen jedním okem a to přimhouřeným.

Položí-li učitel dlouhý drát v té poloze na model, jakou má velká (čárkovaně vytažená) osa ellipsy v obr. 2., naznačí tím velkou osu zjevu a to zcela přesně pro žáka prostředního při stolu prvním a *velmi* přibližně pro žáky ostatní. Žáci vidí, že velká osa a tedy i ellipsa jest na levo nakloněna a nikoli „stojatá". Úhel, jejž osa svírá se směrem svislým, jest ovšem pro rozličné žáky rozličný, ač nepatrně.

Žáci při tom dále pozorují, že drát, znázorňující velkou osu, nejde průsečíkem středních přímek, ovšem ale blízko něho, více ku předu. Pošine-li se drátem na pravo, při čemž zůstává rovnoběžný se svým předešlým směrem, až prochází tímto průsečíkem, vidí žáci jasně, že nedělí více zjev na symetrické části, nýbrž že pravá část jest menší. Tím se přesvědčí názorně, že další domněnka, k níž se, nevědouce proč, kloní a jež činí jejich nazírání předpojatým, totiž že v obrazu musí velká osa ellipsy procházeti obrazem středu kružnice, jest mylná.

Malá osa ellipsy jest, jak známo, kolma na velkou osu, již rozpoluje. Učitel ji ve zjevu znázorní zase drátem, který položí

*) Zjev vodorovného průměru kružnice jest jedním průměrem jejího elliptického zjevu; neboť tečny kružnice v krajních bodech této přímky vedené (levá a pravá strana opsaného čtverce) zůstávají, jsouce průčelnými, i ve zjevu rovnoběžnými. Přímka, jež spojuje tečné body dvou rovnoběžných tečen ellipsy, jest však, jak známo, průměrem ellipsy. Každý průměr dělí ellipsu na části rovné, pouze osy na části symetrické.

na model tak, jak je to viděti na malé (rovněž čárkovaně vytažené) ose ellipsy v obr. 2.; žák, pro nějž jest tato tabule kreslena, shledá, že drát dělí ellipsu i tentokráte na dokonale symetrické části. Malá osa jest zase šikma, ale na pravo nakloněna, a to pro žáky všecky; jenom úhel sklonu jest pro různé žáky různý, ač zase jen nepatrně.

Žáci pozorují dále, že (podobně jako při velké ose) drát, jenž znázorňuje osu malou, nejde průsečíkem středních přímek, ovšem ale blízko něho. Z toho, že obě osy ellipsy jdou mimo průsečík středních přímek — při čemž jest velká osa od tohoto bodu vždy ku předu pošinuta — uzavírají žáci, že střed ellipsy nesjednocuje se se středem kružnice, nýbrž že leží (ovšem nedaleko od tohoto) více ku předu.*) Kde vlastně leží, netřeba vykládati, neboť to, co o vzájemné poloze obou středů bylo právě vyloženo, stačí úplně k docílení toho, oč běželo, totiž zabrániti tomu, aby žáci, majíce za to, že se oba středy musí sjednotiti, nečinili zjevu při jeho zobrazování žádného násilí.

Po tomto upozornění na obě osy zjevu (kterých žáci ve svých výkresích ale *nekreslí*) počnou žáci ellipsu kresliti.

Obr. 3. Rovina kruhu jest jako prvé svisla, jde ale na levo a svírá s průmětnou úhel asi 60°. Dvě strany opsaného čtverce jsou zase svisly. Obrazem kružnice jest ellipsa nakloněná na pravo (viz její osy, jež jsou zase čárkovaně vytaženy).

Obr. 4. Model kruhu do čtverce vepsaného nalézá se v rovině vodorovné. Dvě strany čtverce jsou průčelny. H_1 je v $^1/_3$ výšky pole.

Do horní části pole zobrazí se model dle názoru, do dolní z domyslu. Hloubka dolního kruhu rovná se $^1/_2$ výšky horního.

V obou případech vykreslí se nejdříve zase opsaný čtverec a střední přímky v něm. Před kreslením ellips upozorní se žáci zase na to, že velká osa (obou ellips) jest vodorovna jen pro žáky prostřední — a to jen tehdy, když jako zde jejich hlavní rovina vertikalná prochází právě středem kruhu — kdežto ostatní žáci ji shledají šikmou a to při horní ellipse žáci $\left\{\begin{matrix}\text{leví}\\ \text{praví}\end{matrix}\right\}$ nakloněnou na $\left\{\begin{matrix}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{matrix}\right\}$, při dolní ellipse ale naopak, ač se v obou případech od směru vodorovného jen málo liší, a to zase při dolní ellipse méně než při horní.

Po této přípravě lze přistoupiti k případu, kde v kruhu nebo kol kruhu nejsou znázorněny pomocné přímky žádné. V případu tomto užívají kreslitelé často taktéž opsaného čtverce, ovšem jen

*) Střed ellipsy jest v rozpolovacím bodu zjevu vodorovné přímky střední, neboť tento jest, jak hořeji bylo dokázáno, průměrem zjevu kružnice.

myšleného. Jak z předešlého známo, zobrazuje se perspektivně nejsnadněji čtverec, jehož dvě strany jsou průčelny. Takový čtverec lze však opsati každému kruhu, nechť má polohu jakoukoli. Proto se tedy vždy, kdykoli se při zobrazování kruhu užije opsaného čtverce myšleného, volí čtverec o dvou stranách průčelných.*)

Na dolním stupni vyučování nelze však užiti tohoto způsobu. Neboť vykresliti perspektivný obraz neviditelného čtverce, jehož strany co tečny dané kružnice mají určitý směr, kterýž by žák jen svou fantasií musil stanoviti, patří — ohledem na žáky, o něž se tu jedná — k úkolům těžkým, třeba by se volily případy v této příčině dosti snadné, jako na př. v obr. 2.**)

Přes to vše podrží způsob zobrazení kružnice pomocí opsaného čtverce i pro ně svou důležitosť nadále, a to ohledem na kreslení z domyslu, kde kreslitel neřídí se zjevem, nýbrž má více méně ruku volnou. Má-li žák vykresliti z domyslu na př. mlýnský kámen, jehož kruhy jsou vodorovny, může to učiniti výhodně pomocí opsaných čtverců, jelikož nikdo nebude mu moci vytýkati, že na př. šířka anebo výška obrazu toho kterého kruhu nesrovnává se zcela se stejnojmenným rozměrem zjevu.

Je-li perspektivné zobrazení kruhu pomocí opsaného čtverce myšleného již při polohách kruhu, v té příčině výhodných, dosti těžkým, jest při jeho obecné poloze, totiž když se kruh nalézá v rovině šikmé, ku průmětně nakloněné, pro žáky tohoto stupně úlohou nepřemožitelnou, neboť ze zjevu prázdného kruhu lze jen velmi důvtipným a na důkladných vědomostech z deskriptivné geometrie založeným rozumováním vyčísti, který směr musí míti obrazy průčelných stran čtverce a kde se musí protínati prodloužené obrazy jeho stran neprůčelných. A tato obecná poloha kruhu není snad nedůležita. Vzpomeňme si na př. jen na skupinu, kde model mlýnského kamene jest šikmo opřen o nějaké jiné těleso.

Způsob zobrazení kruhu musí, má-li býti dobrý, vystačiti rovnou měrou pro případy všecky. Musí dále vyrůstati ze zjevu kruhu, a ne naopak, aby se činilo zjevu násilí, by se hodil do nějaké s větším neb menším štěstím zobrazené formy myšlené.

Jelikož se kružnice jeví co ellipsa a ellipsa je stanovena oběma osama, jest přirozeno užiti k jejímu vykreslení těchto os. Začátečník pozoruje (jedním okem) zjev kruhu, při čemž jeho velkou osu (vyhledav ji dle známek nahoře uvedených) buď ukazováčkem natažené pravé ruky ve vzduchu několikráte kreslí, aby

*) Vyjímaje případy, kde z některých důvodů snadněji lze zobraziti jiný čtverec opsaný, jako na př. v obr. 6. tab. XII.

**) Nejsnadněji lze tento čtverec zobraziti v případu tom, když je rovina kruhu rovnoběžna s některou hlavní rovinou, protože dvě jeho strany jsou buď vodorovny průčelny anebo svisly, a ostatní dvě ku průmětně kolmy (tedy poloha jejich úběžníka známa). Také ještě v případech, kde jsou na modelu nějaké pomůcky dány, z nichž možno určitě na směr obrazů stran opsaného čtverce souditi, na př. na modelu soustředných kružnic (viz obr. 2. a 5. tab. XII.), na němž jsou dva průměry vytčeny.

si její směr lépe pamatoval, anebo visovací tužkou vytkne. Rovněž tak lze vytknouti směr osy malé. Poměr jejich délek odhádne se buď od oka anebo zase pomocí visování. Na základě těchto určovacích částek lze potom ellipsu — jak známo — snadno kresliti.

Obr. 5. Model kružnice, všech pomocných přímek prostý, nalézá se v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné. Přední část kružnice je v obrazu vyznačena čárou tlustší.

Dle předešlého výkladu dovedli by žáci bez dalších pokynů obraz kružnice již vykresliti, kdyby nemusili bráti zároveň ohled na správnou jeho polohu ku H_1 a V_1. Tyto přímky nemají zde sice té důležitosti jako prvé — totiž při kontrole obrazu — a mohly by se tedy vypustiti, byly předce ale podrženy a to proto, aby žák cvičil se v tom, zobrazovati kružnici v určité poloze k jiným, mimo ni se nalézajícím tvarům, protože toho bude moci později dobře užiti, na př. při skupinách těles, kde kružnice nikdy sama o sobě se nevyskytuje, nýbrž vždy v určité poloze k jiným tvarům.

Žák vyhledá na modelu bod nejvyšší a nejnižší, potom bod nejvíce na levo a na pravo položený. Netroufá-li si to vykonati od oka, nechť si při tom pomůže visováním; návod k tomu obdržel již při obr. 4. tab. III. Nyní určí, který z těchto bodů bude míti svůj obraz na některém kraji pole; tento kraj bude tedy tečnou obrazu kružnice (zde je to kraj horní). Potom se lehce načrtnou ještě tečny jdoucí ostatními třemi body. Těmito čtyřmi tečnami — z nichž dvě jsou svisly a dvě vodorovny — jest určeno jak místo tak i velikosť ellipsy.

Nyní se vyhledá střed ellipsy. Leží uprostřed mezi horní a dolní tečnou, levou a pravou tečnou*), sjednocuje se tedy se středem pravoúhlého rovnoběžníka (pravoúhelníka), jimi omezeného, dle čehož se snadno vytkne. Jím prochází obraz velké osy zjevu, která se způsobem nahoře vyloženým vyšetří. Při tom se žáci upozorní na to, že velká osa obrazu nemusí se sjednotiti (a obyčejně také nesjednotí) s žádnou úhlopříčnou tečnového pravoúhelníka.**) Kolmo na ni vykreslí se malá osa, jež rovněž s žádnou úhlopříčnou tečnového pravoúhelníka sjednotiti se nemusí. Potom se v obrazu vytknou krajní body obou os. To lze ohledem na krajní body velké osy vykonati zde na př. tím, že pozorujeme, oč na zjevu levý krajní bod velké osy ustupuje od levé tečny (tužky) na pravo a pravý krajní bod od pravé tečny na levo.

Nyní lze ellipsu již kresliti. Musí procházeti všemi čtyřmi krajními body obou os a dotýkati se čtyř přímek. Mimo to musí

---

*) Protože dvě a dvě tyto tečny jsou rovnoběžny, dotýkají se ellipsy v krajních bodech vždy jednoho průměru. Protože ale střed ellipsy každý její průměr rozpoluje, musí se střed nalézati uprostřed kteréhokoli páru rovnoběžných tečen.

**) Má-li zjev kružnice rovnou šířku a výšku, t. j. je-li tečnový pravoúhelník čtvercem, má velká osa zjevu sklon 45° a sjednocuje se tedy s jednou úhlopříčnou tečnového pravoúhelníka (malá osa s druhou); ve všech ostatních případech ale ne.

býti k oběma osám symetrická. Je zde tedy ku správnému jejímu vykreslení pomůcek dosti.

Při srovnávání náčrtku celku se zjevem shledá se ovšem často, že se musí kreslitel leckde od pomocných přímek (obyčejně od tečen) trochu odchýliti, aby obraz shodoval se se zjevem, a byl ellipsou dokonalou, neboť nelze o žádné pomocné přímce, jež se byla od oka vytkla, tvrditi, že jest mathematicky přesna. Proto však nelze popříti, že tyto přímky byly kresliteli při pozvolném tvoření náčrtku k nemalému užitku.

Je-li obraz kruhu hotov, vymažou se všecky pomocné přímky, jelikož jich na modelu není.

Kresliteli již vycvičenějšímu stačí k načrtnutí ellipsy pouze tečnový pravoúhelník. Řídě se nakloněním velké a poměrnou délkou malé osy zjevu, kreslí ihned obraz kružnice (aniž by dříve jeho střed a osy vytkl) tak, aby se všech stran pravoúhelníka dotýkal.

Obr. 6. Model (prázdného) kruhu nalézá se zase v rovině šikmé a ku průmětně nakloněné, ale směru jiného než v obr. 5.; dále budiž model blízko ku hlávní horizontalné rovině žáků, aby se jeho obraz nahoře nestýkal s obr. 4. Zjev kružnice budiž užším než prvé.

Návod předešlý platí i zde.

Zobrazování soustředných kruhů.

Tab. XII.

Tab. XII. jest kreslena s místa žáka pravého při stolu prvém. Model jest postaven před žáky prostředními.

Obr. 1. Model jest průčelný. Oba průměry na něm znázorněné jsou v obrazci vytaženy tence. Šířka mezikruží rovná se $^1/_5$ průměru většího kruhu.

Obr. 2. Model nalézá se v rovině svislé, svírající s průmětnou úhel asi 45° a jdoucí na pravo. Jeden z obou znázorněných průměrů buď svislý.

Nejdříve se zobrazí kruh větší. Protože jsou v něm znázorněny dvě přímky, jichž lze při jeho zobrazení výborně co pomocných přímek užiti, není zde třeba pracovati pomocí tečnového pravoúhelníka. Počne se zobrazením kříže z průměrů (úkol z tab. III.). Potom se žáci upozorní na to, že tečny zjevu v krajních bodech vodorovného průměru (jež lze tyčinkou znázorniti) jsou svisly a velká osa (pro všecky žáky) nakloněna na levo. V obr. 2. jsou obě osy (pro předpokládaného žáka) zase vyznačeny a to čárkovaně, žáci jich ale nekreslí. Pomocí toho a řídíce se názorem mohou žáci obraz kružnice větší již kresliti.

Ku kreslení ellipsy menší, kteráž jest rovněž na levo nakloněna, vytkne se několik pomocných bodů takto: Horní a dolní úsečka na svislém průměru (šířka mezikruží) jeví se rovné, proč? ($^1/_5$ průměru). Obě ellipsy jsou v těchto místech tedy rovně vzdáleny. Úsečky na vodorovném průměru jeví se nerovné, zadní (na pravo) jest kratší. Vnitřní ellipsa tedy není uprostřed velké ellipsy, nýbrž jest pošinuta trochu na pravo, „do zadu“. Vytčením těchto čtyř úseček obdrží se čtyři důležité body vnitřní ellipsy. Její tečny v krajních bodech vodorovného průměru jsou taktéž svisly; na základě všeho toho lze ji již snadno kresliti.

Tento model mohl by se snadno zobraziti také pomocí opsaných čtverců (viz obr.), protože ze směru středních přímek čtverce, t. j. průměrů na modelu znázorněných, lze souditi na směr stran čtverce. Učitel znázorní tyto strany postupným přikládáním nějaké tyčinky ke kružnicím. Obraz horní strany sestupuje rychleji, obraz dolní strany volněji než obraz střední přímky vodorovné, a to k témuž úběžníku; kde se nalézá tento bod? Vrcholy vnitřního čtverce jsou na úhlopříčnách čtverce většího.

Obr. 3. liší se od předešlého jen tím, že rovina kruhu jde nyní na levo.

Obr. 4. Model jest v rovině vodorovné, hodně vysoko (jak ohledem na žáky při stolu prvém jen možno) nad hlavní horizontalnou rovinou žáků, aby zjev byl co možná jasný. Jeden z obou průměrů modelu buď průčelný, druhý tedy kolmý na průmětnu. — Aby přes to, že jest model vysoko postaven, mohl se obraz kružnic kresliti předce co možná veliký, volí se tentokráte H_1 na dolním kraji pole. Plocha mezi obrazem modelu a přímkou H_1 vyplní se vhodně novým obrazem týchž kružnic, kresleným z domyslu. Rovina jejich předpokládá se při tom uprostřed mezi rovinou horních kružnic a hlavní rovinou horizontalnou, zrovna jako v obr. 2. tab. VI., s kterým se tento obrazec i v příčině zobrazení čtverců, kružnicím opsaných, zcela shoduje. — Ohledem na velkou osu ellips viz text k obr. 4. tab. XI. — Pomocné body, důležité ku kreslení ellipsy vnitřní, vytknou se jako v obr. 2.

Obr. 5. Jeden průměr modelu jest vodorovný průčelný. Druhý jest rovnoběžný s hlavní vertikalnou rovinou žáků a směřuje nahoru.

Za základ kreslení, jež započne kruhem větším, lze zvoliti zase kříž průměry utvořený, jenž se tedy nejdříve zobrazí. Tečny zjevu v krajních bodech neprůčelného průměru jsou vodorovny a velká osa (viz v obr. delší čárkovanou přímku) pro postranní žáky šikma, pro $\left\{\begin{matrix}\text{pravého}\\ \text{levého}\end{matrix}\right\}$ nakloněna na $\left\{\begin{matrix}\text{pravo}\\ \text{levo}\end{matrix}\right\}$, svírajíc však v obou případech se směrem vodorovným úhel jen velmi malý. Prostřednímu žáku se jeví velká osa (za podmínkou jinde vyslovenou) vodorovnou.

Čtyři pomocné body pro kreslení ellipsy vnitřní (zde rovněž šikmo položené) vytknou se jako v obr. 2. Tečny v krajních bodech neprůčelného průměru jsou i při této ellipse vodorovny.

Zde by bylo rovněž možno užiti opsaných čtverců (viz obr.). Obrazy stran neprůčelných směřují k úběžníku průměru, s nimi rovnoběžného; leží na V_1 nahoře. —

Obrazci tomuto podobal by se obraz vodorovných kruhů, zobrazených v obr. 4., kdybychom si je myslili hluboko pod hlavní rovinu horizontalnou spuštěny. —

Z pozorování modelu soustředných kružnic ve všech těchto polohách, kde oba průměry měly směr pro kreslení nějak výhodný, lze abstrahovati tyto pravdy, platné pro všecky polohy modelu:

1. Vnitřní ellipsa není soustředna s ellipsou vnější,*) nýbrž jest pošinuta vždy k obrazu zadního bodu velké kružnice. Obraz zadní části mezikruží jest tedy užší nežli kdekoli jinde.

2. Vzájemné vzdálenosti obou ellips, měřené na obrazu průčelného průměru (jejž kružnice, nechť je její poloha jakákoli, vždy připouští), jsou rovny.

Na základě těchto pouček lze přistoupiti ku zobrazení modelu v poloze méně výhodné než dosud.

Obr. 6. Rovina kružnic jest šikma a ku průmětně nakloněna. Pravá horní část modelu jest napřed, což ostatně z tučnějšího vytažení obrazu této části vysvítá. Žádný z obou na modelu vytčených průměrů není průčelný. Jeden jest vodorovný a jde na levo, druhý jde na pravo dolů.

V takovémto případu nejsou průměry, na modelu vytčené, mnoho platny, leč tehdy, když kreslitel dovede zobraziti tečny kružnice v jejich krajních bodech — strany opsaného čtverce**) — což na základě známých pouček neposkytuje zvláštních obtíží. Zde musí horní a dolní tečna míti s vodorovným průměrem společný úběžník na *H*, na levo od *c*; levá a pravá tečna však s průměrem druhým, úběžník tento leží na pravo od *V* a pod *H* (proč?). — Dá se však očekávati, že žák, jehož oko stalo se poučováním, jež jsme tomuto obrazci předeslali, pro správné vnímání tohoto zjevu citlivým, dovede obraz modelu v této obecné poloze i bez těchto pomůcek (také ony dva průměry do toho čítaje) bezvadně vykresliti.

---

*) Pro svou theoretickou zajímavost budiž zde uvedena tato poznámka: Obě ellipsy mají různý střed i osy. Střed velké ellipsy je v obr. 2., 3. a 5. vyznačen. Mezi ním a obrazem průsečíku obou průměrů jest vždy střed malé ellipsy, tedy jeden velmi blízko druhého. Že velká osa ellipsy vnější není zároveň velkou osou ellipsy vnitřní, je jasně v těchto obrazcích viděti, neboť dělí menší ellipsu na části značně rozdílné.

**) Čtverec tento liší se od opsaných čtverců doposud užitých tím, že žádná jeho strana není průčelna. Zde bylo snadněji kresliti tento čtverec, protože směr jeho stran je stanoven průměry, na modelu viditelnými.

OBSAH.

Část třetí.

Základy zobrazování konstruktivně-názorného.

Kreslení pro školy národní. Sestavili Jos. *Balcar*, ředitel měšť. školy na Novém Městě Pražském, V. *Kryšpín*, učitel a redaktor na Smíchově, J. L. *Mašek*, říd. učitel na Smíchově, a Ant. *Svoboda*, říd. učitel u sv. Mikuláše v Praze.

Na skladě jsou ještě tyto sešity:
I. třídy seš. 1. (přímočarné) a seš. 3. (křivočarné).
II. a III. třídy seš. 1. a 2. (přímočarné) a 3. (křivočarné).
IV. třídy seš. 2. (přímočarné) a 3. (křivočarné).
Doplňkův seš. 1. (křivočarné) a 2. (přímočarné a křivočarné).
Výklad k tomuto Kreslení stojí 30 kr., váz. 50 kr.
Cena jednoho sešitu o 10 listech jest 30 kr., poštou 35 kr.

Malý kreslíř. Sbírka vzorků pro školy obecné *dle návodu stigmografického.* Sestavil Hugo T. *Kolisko*, učitel.
Díl I. o 12 lithogr. listech. Cena 40 kr.
Díl II. o 20 lith. listech. Cena 50 kr.

Omalovánky. Zábavné a poučné hry pro děti. Sešit I—III. po 40 kr.

Úvod do analytické geometrie v rovině a prostoru.
Část I. *Analytická geometrie v rovině.* Sepsal Gustav *Skřivan*, profesor mathematiky na kr. č. polytechnickém ústavě v Praze. S dvěma lith. tab. Cena 1 zl. 60 kr.
Část II. *Analytická geometrie v prostoru.* Sepsal Dr. Fr. J. Studnička, v. ř. profesor mathematiky na c. k. universitě v Praze. S lithogr. tabulkou. Cena 2 zl.

Technické tabulky a zápisky pro **hospodáře a průmyslníky**, jakož i pro žáky realných a měšťanských škol sepsal prof. Ed. *Stoklas.* Cena 60 kr., vázané 72 kr.

Užitečná a praktická tato kniha obsahuje mimo vzorce algebraické některé fysikálné atd., množství návodů pro všední potřebu v hospodářství a domácnosti; udává výhřevnosť rozličného paliva, svítivosť různých druhů svítiva, dávky rozličné píce atd., dále některé jednoduché a velmi důležité zkoušky lučebné, ku př. zkoušení plátna a bavlněných tkanin, zkoušení mléka, piva, mouky atd. a mnohé praktické zápisky, ku př. o čistění skvrn, o nátěrech, o prostředcích proti škodnému hmyzu atd. Jak užitečna by byla knížka taková v každé domácnosti, netřeba dovozovati jinak, než pouhým odkázáním k bohatému obsahu.

Praktické tabulky k proměňování měr a vah dříve užívaných v míru a váhu metrickou, jichž se u nás užívá dnem 1. ledna 1873. Sestavil Emil Fr. *Rybička*, prof. na real. gymn. v Příboře. Cena seš. 40 kr., ztuha váz. 50 kr.

Knihovna průmyslnická. Čtení pro lid a mladé průmyslníky zvlášť. Vydává Matice Komenského. Pořádá J. L. *Mašek.* — Díl prvý: *Len, bavlna, hedvábí a dřevo v průmyslu a dějiny nálezův v přádelnictví, tkalcovství a strojů šicích.* S četnými původními obrázky. Sešit 1. Se 34 pův. vyobrazeními. Cena 60 kr., seš. 2. za 30 kr. — Sešit třetí. *O provaznictví.* Sepsal řed. J. *Šimák.* S 30 pův. vyobrazeními. Cena 30 kr.

═ *Schválila konference Pražká pro školní knihovny.*

„Moravská Orlice“ píše v č. 180. dne 10. srpna 1875 takto:
„Knihovny průmyslnické vydán právě dílu I. sešit 1. s vyobrazeními *velmi krásnými v úpravě slušné.* Jest to *prvý systematický podnik* v oboru svém v literatuře naší, a jest přáti, aby odbytem tohoto 1. sešitu pojištěno bylo vydání *nákladného* a **důležitého** *tohoto* díla, jež jest *obohacením naší literatury. Znalci* oboru svého přispívají do něho, a nadějeme se, že nejen *veškeré knihovny školní, pro něž se* **velice hodí,** ale i *obecní* a *spolkové* opatří si dílo **tak užitečné.**“

Názorné tělosloví. Pro školy obecné a měšťanské, jakož i k soukromému poučení. Dle knihy Eckardtovy sepsal JAN HANUŠ, professor při vyšším realném gymnasiu v Plzni. **S výkladem.** Cena bohatě malovaného Atlasu s výkladem 5 zl. 60 kr.

„O Názorném tělosloví" píše slovutný c. k. okr. školní inspektor a spisovatel p. prof. Pavel Jehlička následovně:

„Panu nakladateli Fr. A. Urbánkovi, knihkupci pro literaturu paedag. a pomůcky učebné v Praze. Spis, který Jste vhodně pojmenovali „Názorné tělosloví", které pro školy obecné a měšťanské dle knihy Eckardtovy sepsal prof. Jan Hanuš, četl jsem v rukopise s rostoucí zálibou a shledal jsem, že český interpret Eckardtových anatomických obrazův a diagrammů pracoval **velmi obezřele**, všímaje si velmi bedlivě všeho, co o věcech těch v literatuře naší, zejmena pokud k nižšímu školství se táhne, bylo proneseno. V jisté míře bylo o ústrojnosti těla lidského posud pojednáno i v školních i v mnohých pomocných knihách učitelských vzhledem k potřebám školy nižší postačitelně, což však nikdy nevylučuje, aby na této úzce vyměřené dráze didaktické nesmělo býti učiněno pokroku a to přede vším takového, který by k jasnějšímu a hlubšímu poznání podivuhodné ústrojnosti těla našeho vedl ty, kteříž mají, vyučujíce, podávati mládeži ve vhodné době vhodným, snadno chápatelným spůsobem, což jí může býti k trvalému prospěchu vzhledem k šetření a zachování zdraví, poučky tyto důvody pochopitelnými a pochopenými dokládajíce. Z té příčiny mám „Tělosloví" p. prof. J. Hanuše za dílo **pokroku** v naší školské literatuře přírodopisné, kteréž uvádí u nás v obor vědění školského i subtilnější novější výzkumy anatomie člověka, o čemž, tuším, každý se přesvědčí, kdož části o svalech, o čidlech a jiné přečte a s tím, co dosud o tom, v školské literatuře naší psáno bylo, porovná. Pro tyto mnohé až do podrobna jdoucí popisy a pro obsáhlosť svou vůbec nemůže ovšem „Tělosloví" býti učebnou knihou obecného žactva, bude však, o čemž nepochybuji, **vítanou knihou pomocnou učitelům** a nebude, tuším, scházeti v žádné učitelské knihovně školské. Spis páně Hanušův není dle mého seznání práce všední a povrchní, nýbrž jest vzhledem k německému originálu v mnohém ohledu samostatná, v každém však případě **velmi pilná** a v oboru svém **důkadná**, která zajisté dojde mezi učitelstvem uznání, jehož zasluhuje. Konečně nemám ničeho proti tomu, abyste tohoto soukromého dobrozdání užil veřejně, pakli za to máte, že by to mohlo nějak posloužiti spisu o sobě již dobrému, totiž: „Názornému tělosloví" od prof. Jana Hanuše." V Plzni, dne 28. února 1879.

Prof. **Pavel Jehlička**, c. k. okresní školní inspektor.

Zpěvník pro školní mládež. Sv. I. Pro první školní rok. Oddíl I.: Pro školy chlapecké. Oddíl II.: Pro školy dívčí. Sestavili J. DRAHORAD a F. A. ZEMAN. *Veškery nápěvy jsou dvojhlasé. Veškery písně z nových čítanek jsou tu vhodnými nápěvy opatřeny.* **Vydání s nápěvy (40 str. úpravy II. řady „Nové knihovny pro mládež") po 15 kr., vkusně vázané 25 kr.; bez nápěvův po 5 kr.** Při zakázce více exemplářů, zvláště vydání pro mládež, poskytuji obvyklé výhody. Další svazky se buď již tisknou, nebo k tisku chystají.

Obsah oddílu I. pro chlapce: Modlitba dítek. (Em. Vašák.) — Po vyučování. (Zkauc.) — Ráno. (Dr. J. Hold.) — Večerní. (J. Drahorad.) — Zvonek. (J. Drahorad.) — Láska Boží. (V. J. Novotný.) — U koho nejradši. (J. Železný.) — Mladosť radosť. (J. Drahorad.) — Sirotek. (Ig. Janda.) — Čistota. (V. J. Novotný.) — Holoubek. (J. Drahorad.) — Kovář. (J. Drahorad.) — Pracuj a buď vesel (F. Kaván.) — Pokladnička. (J. Drahorad.) — Pořádný hošíček. (J. L. Zvonař.) — Nepořádný Vašíček. (J. Drahorad.) — Jeník hrdina. (V. J. Novotný.) — Měsíček. (J. Drahorad.) — Jarní. (J. Drahorad.) — V lese. (Fr. Kaván.) — Kytička. (J. Drahorad.) — Květinky v zimě. (F. M. Černý.) — Kohoutek. (V. Friml.) — Králíček. (?) — Dřevěný koníček. (J. Drahorad.) — Já mám koně. (Národní.) — Chovejte mne, má matičko. (Národní.) — Vojáček. (J. Drahorad.) — Hra na vojáky. (?) — Píseň o hodném dítku. (J. Drahorad.) — Vlaštovička. (J. Drahorad.) — Holubička. (?) — Píseň letní. (Národní.) — Kocour a myšky. (J. Drahorad.) — Kohoutova práce. (J. Drahorad.) — Moucha a komár. (J. Drahorad.) — Myslivec číhá na zajíce. (Národní.) — Bednář. (Národní.) — Řezání dříví. (J. Drahorad.)

PAEDAGOGIUM.

Měsíčník pro zájmy vychovatelské.

Vydavatel:

PhDr. **G. A. Lindner,**

c. k. školní rada a ředitel c. k. učit. ústavu v Kutné Hoře.

Přispěním prvých spisovatelův paedag. literatury naší.

Vychází dne 1. každého měsíce o 3 arších v obálce, a předplácí se čtvrtletně 1 zl. 20 kr., poštou 1 zl. 30 kr.; celoročně 4 zl. 80 kr., poštou 5 zl. 20 kr.

Z obsahu posud vydaných 6 sešitův uvádíme: Náš program. Rada Dr. Lindner. — O pěstování jazyka Prof. Dr. Jos. Durdík. — O vzdělání věcném a dobném. PhC. Em. Makovička, učitel. — Mathematika a filosofie ve školách. Fr. X. Procházka, vychovatel. — Zápas o školu. Rada Dr. Lindner. — O čítankách na reálce. Prof. B. V. Spiess. — Indukce a dedukce v přírodozpytě. V. Doubrava, mathematik. — Svoboda Jan — náš Fröbl. Řed. Št. Bačkora. — Komu náleží škola. (List z Poznaňska.) J. T. K., prusk. šk. inspektor. — O kráse slohu. Rada Dr. Lindner. — M. Tommasea některé myšlenky o vychovatelství. Řed. M. Václavek, c. k. okr. šk. inspektor. — Gymnasia a školy předcházející. Prof. A. Krecar. — K novému roku. Rada Dr. Lindner. — Hovory psychologické. Rada Dr. Lindner. I.—VII. — Které vědění má největší cenu. Řed. V. Petrů. — O methodě elem. vyučování fysice. Jos. Klika, učitel. — K otázce dívčího vzdělání. E. Musil-Daňkovský, učitel. — Rousseau a jeho zásady vychovatelské. Prof. A. Krecar. I. Nemluvně. II. Pacholetství. — Nová hypothesa paměti a obrazivosti. V. Cham. — O zkouškách dospělosti na ústavech ku vzdělání učitelův. Prof. Gilb. Blažek. — Ustanovení stálého platu officialům školním v Čáslavi r. 1564. Boh. a Kl. Čermákové. — O paměti saděděné. Podává Jan Mrazík, učitel. — Závěsné mapy náčrtné. Podává prof. Jos. Letošník.

V každém sešitě nacházíme úvahy z per věhlasných našich kritikův paedag. o dílech, květy a hlasy, časovou hlídku, volné listy a p.

„POSEL Z BUDČE“.

Týdenník vychovatelský

pro národní učitelstvo v Čechách, na Moravě, v Slezsku a na Slovensku.

Redaktor: **Josef Král,**

řídící učitel u sv. Petra v Praze.

Spolupůsobením vynikajících znalců školství obecného.

Ročník XI. (1880.)

Předplatné roku 1880 jest sníženo.

Předplatné:	čtvrtletně 1 zl. 10 kr.,	poštou	1 zl. 30 kr.
	půlletně 2 „ 10 „	„	2 „ 50 „
	celoročně 4 „ 20 „	„	5 „ — „

Pro rok 1880 dostati lze všechna vydaná čísla.

Prémie k ročníku 1880: **„Učitelský kalendář kapesní“** „BUDČE“ Pražské.

Hlavní **administrace** a **expedice** v paedag. knihkupectví **Fr. A. Urbánka** v Praze, na Ferdinandské třídě v č. 25. n.