Klask. oznámení!

NÁVOD

KU VYUČOVÁNÍ

MĚŘICKÉMU TVAROZNALSTVÍ

VE

ŠKOLE OBECNÉ.

SEPSALI

ŘEDITEL MĚŠŤ. ŠKOLY VÁCLAV FRANĚK a PROFESSOR MARTIN KUCHYNKA,

T. Č. ČLENOVÉ C. K. ZKUŠEBNÍ KOMMISSE PRO ŠKOLY OBECNÉ
A MĚŠŤANSKÉ V PRAZE.

DRUHÉ, PŘEPRACOVANÉ A ROZMNOŽENÉ VYDÁNÍ.

V PRAZE.
NÁKLADEM KNIHKUPECTVÍ FR. ŘIVNÁČE.
1889.

Předmluva k prvému vydání.

Aby kandidati učitelští seznamovali se s obecnými zásadami vychovávacího vyučování vůbec a s methodikou jednotlivých učebných předmětův obyčejné školy obecné a měšťanské zvláště, ustanovuje se v §. *18.* „*Organisačního statutu ústavů ku vzdělání učitelův a učitelek veřejných obecných škol v Rakousku*“ mimo jiné i toto: „Po celý rok školní hospitujtež žáci (*III.* ročn.) ve škole cvičné. — Hospitování počínej se v *nejnižší třídě.* — Žáci budtež naváděni k tomu, aby hospitujíce *vyučování pilně pozorovali* a pozorování svá sobě zaznamenávali.“ Kromě toho seznamují se žáci tito (ovšem teprve ve druhém pololetí) se způsobem, „*kterak učiti předmětům učebným třídy elementarné,* a pak s nejlepšími *prostředky a methodickými spisy* vyučování *elementarného*“. Pravidla didaktická, která si hospitanti snímají s názorů na způsoby učitele cvičného, mají býti ve shodě s pravidly vykládanými v methodice specialné; v pokusech řídí praxi kandidatův učitel cvičný, kdežto ve výstupech účastní se také učitel hlavní. V témž paragrafě se dále v příčině *IV.* ročn. nařizuje, aby školní praxis přidružila se nejprve k methodice elementarné třídy, hledíc k jednotlivým učebným předmětům.

Učitelům na *školách cvičných* a učitelům na *ústavech učitelských,* jakožto *členům* sic *různých částí* ústavu, ale přece *údům jednoho* složitého *celku,* jest tedy působiti dle dosavadního modu, na ústavech učitelských v příčině chovancův učitelských panujícího, sic *různým způsobem,* ale k *témuž* cíli, totiž, „aby žáci dospěli k náležité samostatnosti u vyučování, jakož i u vedení školního úřadu“, a to buď při hospitování, nebo při učení specialné methodice a při pokusech a výstupech praktických.

Stýká se tedy působení učitele cvičného s působením učitele hlavního i v theorii i v praktických cvičeních kandidatův učitelských, k čemuž ovšem třeba jest vzájemného dohodnutí se obou jednak o učebné methodě a rozsahu toho kterého předmětu, jednak o názvosloví a jiných a jiných věcech. Radíce se za tou příčinou o prázdninách roku *1878.* o vyučování měřictví na školách obecných, shledali jsme, že „Osnova učební" právě v tomto předmětě ponechává učitelům obsáhlé volnosti, neboť učivo buď docela zamlčuje — jako při dolním stupni — nebo je příliš stručně naznačuje, a to zase někdy toliko dle stupňův a nikoli dle tříd, z čehož ovšem musí plynouti různosť i co do rozsahu i co do rozdělení měřického učiva na různých školách. I usnesli jsme se nejen v zájmu vlastním, nýbrž i hledíce k obecné jednotě učení toho, „Osnovu" řečenou vysvětliti, aniž bychom vybíhali z mezí jí ustanovených, a tak sestrojiti dílko jakožto příruční knihu hlavně těm, kdož nově v praktický život vstupují, a snad i jakožto vodítko těm školám, jimž na jednotě učení vůbec a předmětu tohoto zvláště záleží.

Avšak umínili jsme si před vydáním spisku toho napřed v praxi zkusiti a prodělati, co a jak v něm navrhujeme; kterémužto předsevzetí od roku *1878.* jsme vyhovovali.

Že *nyní* již odhodlali jsme se spisek vydati, k tomu přiměla nás okresní porada učitelstva Pražského odbývaná v prosinci r. *1879.*, při které jedním členem poukazováno k tomu, že i v Praze veliká různosť panuje při vyučování měřictví. Pročež, aby docílilo se v tomto předmětě náležité jednoty, sestoupilo se *15* členů jmenované porady ve zvláštní komité k vypracování rozvrhu učiva měřického, kteréhož komitétu býti členy i my sobě za česť jsme pokládali.

K usnadnění i urychlení práce jeho uvolili jsme se k jednotlivým zasedáním příslušné návrhy učiniti, kteréž i ochotně za základ dalšího jednání přijaty byly, takže ihned s rokováním započato.

Že všecky návrhy naše po pilném uvažování a horlivém rokování takměř beze změny — až na nepatrné části k podstatě věci skoro nepatřící — přijaty byly, toť *druhou* příčinou jest, proč již nyní spisek tiskem vydáváme a proč návrhy své nezměněné v něm ukládáme.

Nebudiž nám na zlou stránku vykládáno, že methodice měřického tvaroznalství předeslali jsme kratinký nástin prvopočátečného učení ve třídě elementarné. Staloť se tak jednak proto, abychom objasnili stanovisko své na dolním stupni a tím učinili přístupnějším a snazším způsob vyučování námi navrhovaného; dále též proto, abychom méně zkušeným učitelům ukázali, jak *zvláště v této třídě jedno učení ke druhému se váže,* jedno z druhého vyplývá, jedno druhé podporuje; jak učitel k učňům se sklání a chápavosti jejich pomáhá.

Konečně přiměla nás k tomu i několikaletá zkušenosť, nabytá *při praktických pokusech kandidatů vůbec, zvláště ale externistův.* Shledaliť jsme totiž, že měli nejméně jasna a obratnosti zejména při vyučování v této třídě. Pročež domnívali jsme se, že takovým začátečníkům dobře posloužíme, postavíme-li v čelo vlastního pojednání o měřickém učení obrázek toho, jak by asi před se jíti mělo prvopočáteční učení ve třídě prvé, k čemu tu předem přihlížeti, jak půdu sobě rovnati k dalšímu učení: abychom hlavně a především naznačili jim, jak myslíme si *ve třídě elementarné připojiti učení měřictví k učení ostatnímu*, a konečně abychom těm, kdož již v prvých hodinách vyučovacích bez čítanky a tabulky obejíti se nemohou, ukázali, čeho asi žákům věděti neb uměti třeba, než učení samo se začne. Vždyť teprve pak setkává se učení s náležitým výsledkem, teprve pak před se hladce jde, když učitel si napřed půdu upraví a vše přichystá, aby nemusil počínati s vedlejšími výklady až při vlastním učení.

Nelze nám též nepřipomenouti, že zdělávajíce dílko toto pamětlivi jsme byli podobenství o cestě do Říma, neboť daleci jsme domněnky, že by byl spisek tento ve všem všůdy dokonalým, a že by nebylo jiných cest, jimiž možno bráti se k cíli kýženému. Bylot přáním naším hned od prvopočátku hlavně těm přispěti, kdož nemají ještě důstatek rozhledu na roli školské.

Přátelské nás upozornění na nedostatky a vady jakéhokoli druhu bude nám rovněž tak vítaným jako milým to přesvědčení, že aspoň částečně neminuli jsme se cíle svého.

V Praze, dne 15. listopadu 1880.

Spisovatelé.

Předmluva k druhému vydání.

Vypravujíce první vydání tohoto spisu do života, nenadáli jsme se, že za dobu nepříliš dlouhou — ne celých sedmi let — vysýlati je budeme na novou pouť. Jest nám zajisté milým vědomí, že celý náklad, čítající 2000 výtisků, úplně jest vyprodán, a bylo nám též účinnou pohnutkou k tomu, bychom dílo to v nové vydali úpravě.

Od prvého vydání naší methodiky změnily se valně mnohé poměry, za nichž sepsán byl spis tento. Tak roku 1885. vydány byly nové osnovy učebné, jimiž přiřaděno jest měřické tvaroznalství k počtům; v době té vyšla také Fraňkova methodika přípravného učení a rozebráno bylo Močníkovo „Geometrické tvarosloví“. Tyto a jiné ještě okolnosti přiměly nás k tomu, bychom prvý díl spisu původního „Prvopočátečné učení ve třídě elementarné“ vypustili a měřickou část pro střední a horní stupeň podrobněji než prve rozvedli. Mnohé zkušenosti pak vedly nás *k pozměnám* a *opravě* návodu pro dolní a střední stupeň. Na kolik se nám podařilo novým osnovám učebným i ostatním okolnostem vyhověti, račiž posouditi, nestranný čtenáři, sám. My jenom tolik připomínáme, že vedla nás opět vůle nejlepší prospěti věci dobré v míře ještě hojnější, než stalo se vydáním prvým. Kéž dostane se spisu tomuto v nové jeho úpravě téhož vlídného přijetí od milých kollegů, jakého dostalo se mu poprvé!

Na konec připomínáme, že bližší poučení čerpali jsme z některých časopisů, pak z českých spisů od Močníka, Krčka a Janouška, z německých od Kehra, Gräfe a Ohlera; ve příčině methodické byly nám mocnou oporou spisy Komenského.

V Praze, v březnu r. 1889.

Spisovatelé.

Úvod.

A. O měřickém vyučování ve škole obecné vůbec.

Není tomu dávno, co objevuje se měřictví mezi učebnými předměty školy obecné. Pokud přestávalo se ve školách obecných na pouhém čtení, psaní a mechanickém cvičení paměti, dotud ovšem nemohly tam míti přístupu takové předměty, jimiž duch lidský se bystří a všestranně vzdělává. Avšak nový zákon školní, vyměřiv obecné škole úkolem povšechné vzdělání žactva, zjednal i měřictví příslušné místo mezi ostatními učebnými předměty.

Zdali měřictví patří do školy obecné, o tom nemůže býti více sporu. Otázku tuto rozluštil náš arciučitel Komenský řka: „*Mládež má býti ve škole vyučována . . ., aby uměle vyměřovala rozličné rozměry, délku, šířku, vzdálenosť atd.*“ Ve svém „*Informatorium školy mateřské*“ dí: „*Základy měřictví mají býti položeny již ve škole mateřské. Geometrie chápati začnou asi v druhém roce, porozumíváním totiž, co velké a co malé slove, a zatím potom, čemu se krátké neb dlouhé, široké neb úzké říká; v čtvrtém roce prospějí, budou-li některých figur rozdíly znáti, co totiž kolo slove, co lína, neb čára, co kříž atd.*; *naposledy jména měr vůbec známějších . . . a ony samy měřiti, přirovnávati jedno k druhému, pokoušeti se začnou.*“

Nuže, proč tedy tak dlouho neujímalo se učení to ve školách obecných a proč konečně neneslo tu náležitého ovoce, když již zavedeno bylo? Příčinu toho hledati jest především v methodě. Pokud učilo se geometrii jako v quadriviích středověkých na základě učení Euklidova způsobem, který předpokládá muže mathematikou vzdělané, rozumu a vtipu dospělého a souzením protříbeného, dotud ovšem nemohlo se mu dařiti u dítek k duševnímu životu teprv se probouzejících.

Celým svým obsahem ovšem nenáleží měřictví do školy obecné. Dlužno z něho jenom tolik vybrati, vybrané pak spořádati, aby bylo chápavosti žactva přístupným, jejich duším záživným, úpravou svou lahodným a pro praktický život potřebným. Vyučování měřictví ve škole obecné omeziti se má

1. na nauku o *nejdůležitějších* vlastnostech čar přímých, úhlů, rovnoběžek, kružnic, trojúhelníků, čtyřúhelníků, mnohoúhelníků a kruhu;

2. nejdůležitější poučky o podobnosti a shodnosti měřických útvarů;

3. obyčejnější případy vyměřování a vypočítávání přímočarých tvarů;

4. vyměřování a vypočítávání kruhu a přirovnávání plošného obsahu kruhu k obsahu pravidelných tvarů přímočarých;

5. nejdůležitější případy z tělesoměrství, vyměřování a vypočítávání povrchu a obsahu;

6. praktické cviky, založené na těchto vědomostech, jimiž vštěpujeme žákům měřické dovednosti, v obecném životě potřebné.

Vyučování měřické kladeno bývalo na horní stupeň, náleží však rozhodně již na střední i na dolní, kde podávati se mají cestou konkretního názoru takové základní pojmy a poučky, bez kterých by se nejen ostatnímu učení měřickému, nýbrž také kreslení nedařilo dobře, jako nevede se valně stromu bez kořene, byť i v nejlepší půdu zasazenému.

My pak vybírajíce z měřictví pro školu obecnou jen to, čeho nezbytně třeba jako přípravy ku kreslení i psaní; majíce je za veledůležitou *část* tak zvaného *názorného učení*, zvláště pokud při něm běží o pojímání podoby věcí; vybírajíce jen to, čeho žactvo pro život praktický nevyhnutelně potřebuje, a vyhýbajíce se vší vědeckosti předmětu toho, zvláště učeným důkazům a abstraktním poučkám: právem nazýváme je, zejména na dolních stupních, *měřickým tvaroznalstvím* a neštítíme se položiti počátek učení toho již do třídy elementarné.

Za *základ* tohoto spisu zvolili jsme „*Učebnou osnovu obecných škol* **osmitřídních**“, uveřejněnou nařízením c. k. zemské školní rady ze dne 18. července 1885., č. 21.032. Poznavše, že je nemožno dopodrobna spracovati měřické učivo současně pro *všecky* druhy obecných škol, vybrali jsme ten druh, kde lze obor učiva toho nejpatrněji i v podrobnostech jeho vyložiti. Najde tedy učitel kterékoli školy obecné — nechť chlapecké, nechť dívčí*) — látku, své škole vyměřenou, v této knize úplně obsaženu; i bude mu jenom z učiva, v tomto spise dle jednotlivých tříd anebo (což zde totožné) dle školních roků spořádaného, to si vybrati, co má dle učebné osnovy toho druhu škol, k němuž jeho škola náleží, v jednotlivých školních rocích (odděleních) probírati. —

Učebnou osnovou z r. 1885. přestalo měřictví býti předmětem *samostatným*, jímž až do tohoto roku bylo, a to od 5. do 8. třídy. Nyní jest sloučeno *s počty*, alespoň dle *jména*, neboť čteme v řečené osnově mezi učebnými předměty „počty a nauka o tvarech měřických“. Avšak v učivu tohoto kombinovaného předmětu činí se zmínka o měřictví poprvé až v odstávce pro 6. třídu, ve kteréž se této třídě vytýká jako úkol: „*Měření a vypočítávání ploch*“. Tento úkol se v 7. a 8. třídě rozšiřuje také na *měření a vypočítávání těles.*

Z toho mohlo by se uzavírati *dvojí:*

1. že nauka o měřických tvarech má začíti teprve až v 6. třídě,
2. že z této nauky jen to má se probírati, co směřuje přímo a výhradně jen ku měření a vypočítávání ploch a těles.

Ale tomu není tak. V dolních pěti třídách vyučování *kreslení* zakládá se výhradně jen na měřických tvarech, a ty tedy musí dříve býti žákům vysvětlovány. V těchto prvých pěti třídách patří tedy měřictví převahou do kreslení. Z toho zároveň vyplývá, že v *1.—5.* třídě má se vyučování měřictví zanášeti hlavně jenom výklady těch pojmův a tvarů, jejichž známosť jest ku kreslení v těchto třídách *nezbytna.* Jenom na „*dolním stupni*“, a to zejména v *první* třídě, mají na výběr látky tohoto učení také ještě *jiné* věci vliv, totiž ohled na *psaní* a na *věcné učení.* **)

*) Protože školy pro dívky — jak známo — nemají žádných zvláštních *osnov*, musí v příčině měřictví v *celku* dosáhnouti týchž cílů, jež jsou chlapcům vytčeny; jelikož ale mají k tomu v rozvrzích hodin méně času vyměřeno nežli školy chlapecké, musí všecko méně důležité vypustiti, aby jim zbyl čas na nezbytné.

**) O vlivech *jiného* druhu, jevících se ve 3—5. třídě, promluvíme při těchto třídách, a to poprvé, až když přijde na řadu vypočítávání obsahu obdélníka.

V *šesté* třídě začíná vyučování měřictví kráčeti svou vlastní cestou. Žactvo nabylo v předcházejících pěti třídách takové znalosti měřických základů kreslení, že až na malé výjimky pro kreslení v následujících třídách úplně dostačí. Odtud počínajíc až do poslední třídy měřictví neomezuje se tedy — jako to až dosud převahou bylo — na pouhou předpravu ku kreslení.

Béře-li se ohled na okolnosti, jimiž *rozsah* měřického učiva se řídí, lze tedy rozeznávati *dva* stupně, a to podle toho, je-li vyučování měřické hlavně jen přípravou ku kreslení (*1.*—*5.* třída) anebo ne (*6.*—*8.* třída).

Béře-li se však ohled na *methodu* tohoto vyučování, zejména na *charakteristické* její znaky, lze se krátce vysloviti takto: Ve všech třídách děje se měřické učení jen *názorem.* Z toho důvodu omezuje se měřické vyučování v *1.*—*5.* třídě hlavně jen na *poznávání* měřických tvarův a těch jejich vlastností, jež jsou názoru přístupny; proto sluje zde toto vyučování důvodně **měřickým tvaroznalstvím.** Od 6. třídy počínajíc měřické vyučování tohoto rázu z velké části pozbývá, anoť hlavním jeho úkolem jest *měřiti a vypočítávati plochy a tělesa.* Lze je tedy na tomto stupni nazvati **měřickým počítáním.** —

Jelikož v *1.*—*5.* třídě je měřictví *přípravou* ku kreslení, třeba ty tvary anebo jejich vlastnosti, na kterých se příští cvičení v kreslení mají zakládati, žákům vysvětliti *dříve* než až při samém kreslení, a to — třeba-li — na *prázdné* (netečkované) tabuli, při čemž žáci jen dávají pozor, nic nekreslíce. Při tom zavolá učitel některého žáka k tabuli a vyzve ho, aby na nějakém úkolu na tabuli ukázal, že tomu, co bylo vykládáno, dobře porozuměl; ostatní žáci jeho výkon kontrolují, po případě opravují, tedy všickni se zaměstnávají. A když při těchto cvičeních shledá, že všichni žáci k úplnému poznání měřického tvaru byli přivedeni, teprve potom může ho za základ kreslení užiti.

Z toho, co tu praveno, vyplývá, že učivo, v tomto spise sestavené, nepodává se žákům *nepřetržitým* proudem, nýbrž v patřičných *intervalech,* jejichž velikosť na různých okolnostech závislou každý učitel sám musí stanoviti; výjimku ovšem činí třída *prvá,* kde rozmluvy geometrické jsou společnou přípravou nejen ku kreslení a psaní, nýbrž i ku čtení, a proto nutno *předem* je odbyti. —

B. O účelu měřické učby ve školách obecných.

Učebná osnova kreslení a měřického tvaroznalství na obecných školách, vydaná vysokým nařízením c. k. ministeria kultu a vyučování ze dne 9. srpna r. 1873., čís. 6708., předpisuje oběma těmto předmětům za společný úkol: „Učiniti žáka způsobilým, aby měřické tvary správně pojímal, cvičiti jej v měření od oka i ve způsobilosti zobrazovati předměty, hledíc zvláště k jednoduchým předmětům, jak se v životě vyskytují.“ Má se tedy učbou měřickou žactvo nejen duševně vzdělávati, nýbrž i k praktickému životu připravovati; jest tedy účel předmětu toho dvojí: *formalný* a *realný*.

Formalné účinky správného vyučování měřického jsou mnohonásobné, neboť vedle toho, že vzdělává smysl pro tvary a jich vlastnosti, bystří ducha pro soulad a souměr, vede žáky k samočinnosti a jest vedle kreslení nejúčinnějším prostředkem ku pěstování oka.

Také *užitek praktický*, odtud plynoucí, jest veliký a jeví se již ve škole samé. Řádná učba měřická, podporujíc pozorování a vnímání, přispívá k osvojení jasné názorlivosti a tím ku vzniku jasných představ a pojmů; učí charakteristické známky předmětů nazíraných postihovati, čímž platně podporuje názorné vyučování vůbec. Zejména pak pro život praktický jest předmět tento velmi důležit, a při požadavcích doby naší nemělo by se vůbec nikomu nedostávati aspoň základů měřických. Řemeslník, rolník, ba i ten obyčejný nádenník přečasto setkávají se při svém zaměstnání s takovými okolnostmi, ve kterých jest jim čerpati z vědění měřického, ač nepociťují-li bolestně nedostatek těch nejjednodušších znalostí měřických. Řemeslné práce zakládají se po většině na pravdách neb poučkách geometrických. Má-li na př. zedník vypočítati obsah zdi a z toho mnohosť staviva, má-li truhlář učiniti rozpočet na výlohy spojené s kladením parket, nebo malíř na vymalování jistého pokoje; chce-li tesař otesati kmen stromu ve trám určitých rozměrů; chce-li bednář vyrobiti nádobu pro určitou míru tekutin, každý z nich sáhnouti musí k dovednostem, plynoucím z učení toho, ač nemá-li potkati se se škodou nebo jednati jako loutka, která jen to a tak dělá, co a jak jiný chce, nemajíc při tom samostatnosti pražádné. Podobně i v jiných stavech: Rolník, chtěje zahradu svou zdí neb plotem ohraditi, vypočítává na základě měřických zkušeností, jakého as nákladu k tomu třeba, a může-li v takové vydání se uvázati; pouhým okem odhaduje velikosť pozemku a soudí, jaký as užitek může mu přinésti; zvláště odhaduje-li obilí na stojatě, obchází pole, kroky vypočítává jeho výměru a soudí na výnos. Kupec neb soukromník najímaje byt neb krám, kroky měří jeho velikosť a soudí, co a kam možno bude umístiti. A kolik jiných případů dalo by se uvésti ze života o tom svědčících, kterak mstí se sama naprostá neznalosť základních pravd měřických. Kolik látky, kolik času zmaří ten, kdo nemá vypěstovaný cit pro správnou míru a pro souměrnosť! Co jest tu přistřihování, přiřezávání u jedněch, co nalepování, nastavování u jiných, a na konec přece jen vyjde z rukou jejich věc buď příliš těsná nebo příliš volná, kratší nebo delší než jak býti měla. Ohlédněme se kamkoli, všude, ve všech vrstvách člověčenstva najdeme toho potřebu, aby každý jednotlivec měl vypěstovaný smysl pro tvary, soulad i souměrnosť, aby měl jasné představy o měrách, smysl pro přesnosť v měření, jakož i vycvičené oko ku posuzování prostorných veličin.

C. O methodě měřického učení ve škole obecné.

Aby vyučování měřickému tvaroznalství potkalo se s kýženým výsledkem, aby žactvo s chutí a zálibou k učbě té se mělo, dlužno zosnovati je na zásadách a pravidlech takových, jež jí lahody a vnady dodávají, formalný i realný účel předmětu toho vystihujíce.

Nuže, kam sáhnouti pro pravidla didaktická pro učbu tu, bychom brali se bezpečně ku předu? Kamž jinam než opět do bezedné studnice didaktické moudrosti arciučitele Komenského, v níž rozevřel prameny, ze kterých prýští nám zákony přirozenosti, vnady, jistoty i bezpečnosti. Marně bychom rozhlíželi se, hledajíce jinde něco lepšího neb dokonce nového, neboť těžko jest v životě vychovatelském i vyučovatelském hledati věc, aby nemohla býti Komenským doložena. Spíše želeti jest toho, že nedovedli jsme dosud všech jeho naučení vždy a všude zrealisovati. Pro naučení svá a pro své zásady vyučovatelské bral Komenský příklady i doklady z přírody. Odtud také pochodí jedno z nejpřednějších jeho pravidel:

I. „**Ve všem přirozený postup zachovávej**“, neboť v přirození samém základ všeho, čeho se při vyučování dítek šetřiti má.

a) I při učbě měřické říditi se jest předně touto zásadou a podávati učivo tak, jak toho přirozený duševní vývoj dítek žádá, by mu snadno porozumívaly a porozuměvše trvale v duši své podržely. Nečiní-li methoda měřického učení dosti zákonům lidské přirozenosti a dětského ducha a nevyhovuje-li povaze tohoto předmětu učebného, jest nevhodnou, nepraktickou.

Jelikož dle Komenského pouze *smyslové* jsou *prvotní a stálí vědy vůdcové*, jest na jevě, že učba měřická, má-li býti přirozenou, vycházeti musí od *konkretního názoru.*

b) Předním cílem vyučování měřického jest vypěstovati smysl pro tvary a jich vlastnosti. Abych cíle toho došel cestou přirozenou, dám žákům nazírati na skutečná i strojená tělesa, toliko na tělesích vykládám rozličné způsoby ploch, hran i úhlů, zde se objevujících. Potom teprve pokračuji od věci k jejímu znamení, od bodu k tečce, od hrany k čáře dle zásady: *„Nejprve celek, potom části jednu po druhé.“* Nejprve poznají, co jsou tělesa, potom plochy, hrany, vrcholy atd.

c) Základem celého vyučování měřického jest tedy nazírání těles. Těleso budiž dosti veliké a na takové místo postaveno, by je všickni žáci jasně nazírati mohli. Potom veďiž učitel žáky přiměřenými otázkami k tomu, aby věc, o kterou běží, bedlivě pozorovali a to, co shledali, určitě a jasně proslovili. Tím zaučují se bedlivému všímání a rozumnému nazírání.

Jako jisto jest, že vidění věci také času vyžaduje, aby oko netoliko mimochodem o věc zavadilo, než pevně do ní se zakoukalo: tak jisto jest, že i k srozumění věci třeba jest času, totiž aby každá věc před smysly potrvala tak dlouho, až by rozeznatelně byla pochopena, pročež i tu *„při jednom setrvej dokud třeba“*.

d) Přirozený způsob počátečného vyučování měřického vylučuje i vědeckou soustavu i všeliké vědecké důkazy. Není také třeba širokého rozboru, tím méně rozvláčného pojednávání učeného, jelikož to, co podáváme, podati se dá názorným, popularním způsobem. I správnosť pouček a rozřešení úkolů měřických možno vyložiti názorně a popularně, neboť vlastním, očitým spatřením přesvědčí se žáci na př. o tom, že dvě strany trojúhelníku spolu větší jsou než třetí, lépe než učenými vývody; rovně také o shodnosti tvarů nabudou výstřižky papírovými neb lepenkovými pevnějšího a jasnějšího přesvědčení než vědeckými důkazy. *„Očité spatření nad důkazy,“* dí Komenský.

e) Suchoparná abstrakce umořuje ducha dětského, a vědění, abstraktně v duši dítek vecpané, prchá z duše jako plyn z chatrné nádržky. S takovým účinkem setkal bys se, chtěje pravdy a poučky měřické podávati žactvu jako věci hotové, chtěje napájeti mysl jejich kratšími či delšími pravidly nebo definicemi. Přirozený, pročež i praktický pochod jest ten, vyvíjíš-li před zrakoma žáků nejprve věc a pravidlo potom přidáš. Převráceně vede sobě, kdo začíná na př. takto: Plocha trojúhelníku se vypočte, násobíme-li základnou polovicí výšky, a nedá-li pravidlu tomu před očima žákův vzniknouti tak, aby je papírovým výstřižkem poučil, že trojúhelník jest polovice rovnoběžníku téže základny a výšky, z čehož potom pravidlo ono samo sebou se vyrozumívá. Pročež: *Neuč slovům bez věci.*

f) Jestliže tedy cestou smyslného názoru vštěpujeme dítkám veškery pravdy i poučky měřické, jest nezbytně třeba toho, bychom dle Komenského *„všeliké prostředky po ruce měli“*. Slouží-li papírový rovnoběžník směrem úhlopříčny rozříznutý k vývoji způsobu, vypočítávání plochy trojúhelníku, nebo dokazuje-li se dřevěnými tyčinkami, že třemi stranami jest velikosť i podoba trojúhelníku určena; jestliže dále vyvozujeme pravidlo o vypočítání plochy lichoběžníku názorně, tož jest samozřejmo, že musíme míti případné papírové neb lepenkové výstřižky, tyčinky a p. modely po ruce a tudíž že si je dříve opatřiti musíme. Z toho také pochodí, že geometrická tělesa: krychle, hranol, jehlan, válec, kužel, koule nejsou jedinými znázorňovacími prostředky učby měřické, anobrž že dovedný, čiperný učitel zhotoví sobě jiných, jednoduchých sic, ale vhodných pomůcek tolik, kolik za dobré uzná pro výklad svůj. My v této stati zmíniti jsme se chtěli o tom, že pro každou poučku měřickou nalézti lze prostředky znázorňovací, a jmenujeme zde toliko nejpotřebnější:

1. geometrická tělesa: krychle, hranol čtyřboký, hranol šestiboký, pravidelný čtyřstěn, čtyřboký jehlanec, komolý jehlan, válec, kužel, komolý kužel a koule;

2. olovnice, úhelnice, krokvice, kruhové kotouče, model úhlu s hybnými rameny, dřevěné tyčinky, z papíru neb lepenky vystřihané měřické tvary: čtverce, trojúhelníky atd., motouz, niť a p.;

3. úhloměr, kružidlo, pravítko metrové, tyč metrovou a dvoumetrovou; hůlky: metrovou, půlmetrovou a decimetrovou, jakož i desítimetrové měřítko buď z plechových proužků neb navinovací;

4. míry plošné: čtvercový metr z lepenky, rozdělený na čtvercové decimetry; čtvercový decimetr, rozdělený na čtvercové centimetry;

5. k znázornění měr krychlových a dutých: krychlový metr z tyček vyrobený, rozkládací krychlový decimetr, krychlový centimetr, dutý krychlový decimetr z plechu, nádobu litrovou a aspoň vyobrazený hektolitr v přirozené velikosti. (Nemá-li učitel po ruce skutečný hektolitr, může sobě sám zhotoviti jeho obraz v přirozené velikosti dle těchto rozměrů: průměr 44 cm. a výška 66 cm.)

II. „**Uč pro život**", jest druhé hlavní pravidlo Komenského, na němž osnujeme tuto svou methodiku měřického tvaroznalství.

S poznáváním zásad měřických všude buď hned spojováno praktické jich užívání, čímž dodáme učení svému zajímavosti a lahody. Jest známo ze zkušenosti, kterak žáky nejvíce těší ono učení, jehož cenu a upotřebení v životě praktickém znají. Nestačí tedy, aby žáci pouze věděli, co jest úhel, čtverec, kruh, jehlan, kužel atd., poměry praktického života požadují více, pročež „*Všemu uč pro užitek, planému myšlení nedávej místa*".

Měřické tvaroznalství ve škole obecné nemá za účel připravovati žáky k pozdějšímu vědeckému studiu, nýbrž opatřovati je těmi vědomostmi, jichž pro život praktický nezbytně potřebují. Úkolem tímto vymíněn jest netoliko výběr učiva měřického pro obecnou školu, ale i směr této učby.

Pojednávajíce o účelu tohoto předmětu naznačili jsme obecně, jaký užitek mohou míti žáci z řádné učby měřické; jest se nám ještě zmíniti o tom,

a) kterak učbou měřickou vedeme žáky k samočinnosti a

b) kterak jest měřickou učbou pěstovati oko.

a) O pěstování samočinnosti žákův učbou měřickou.

Spořádaným učením měřickým vedeme žáky nejen k tomu, by o prostorových veličinách samostatně myslili, nýbrž poskytujeme jim také vzdělavatelná zaměstnání, která se na vyučování to nevyhnutelně váží. Vedle měřického vědění chceme učbou tou vštípiti žákům také jisté měřické umění, kteréž zejména v tom záleží, aby dovedli sami správně měřiti, velikosť ploch a těles odhadovati, vzdálenosti aspoň přibližně určovati, jasně pochopené tvary kresbou znázorňovati, nákresy dle určitého měřítka hotoviti.

„*Co děláno býti má, děláním se učí*, ale *jedním neb dvojím děláním zručnosti nenabudeš*", pročež neprováděj měřické výkony sám, nýbrž hojnou měrou zaměstnávej jimi žáky.

Zaměstnání ta záležejí

a) ve skutečném měření,

b) v kreslení,

c) ve vypočítávání měřických úkolů,

d) ve vystřihování a lepení měřických těles na základě nakreslených sítí,

e) v hotovení modelů různých druhů.

Aby se cviky ty dály systematicky a potkávaly se s náležitým úspěchem, jeví se potřeba toho, aby učitel připravil sobě:

a) methodicky spořádané úkoly kresebné. — Kreslení budiž vůbec s měřictvím spojováno a motivy ku kreslení čerpány buďtež z měřictví;

b) methodicky upravené měřické úkoly početní;

c) postupné práce výtvarné: hotovení těles a modelů z papíru, lepenky, dřeva, hlíny, drátu nebo z dřevěných tyčinek. Jak často a rády zaměstnávají se dítky podobnými pracemi (lepením, vystřihováním, vyřezáváním), ale práce ty jsou bezúčelné, jelikož nahodilé, jak jim je jejich fantasie našeptala;

d) konečně geometrické úkoly praktické, aby na př. vzdálenost jistých předmětů odměřovaly kroky, později by tyto výsledky na metry převáděly (2 dětské kroky = 1 metru), aby motouzem obvod jistého stromu změřily a z toho na jeho průměr soudily; délku a šířku pole tam u kapličky kroky svými změřily a plošný obsah příbližně určily a p.

Kde jen poněkud poměry to dovolují, nechť měří skutečně, na př. délku a šířku domácí světnice, kuchyně, dvora, stodoly, zahrady, návsí atd. Práce jejich kontrolujme, bychom čím dále, tím více měli je ku přesnému měření. Tak nejlépe povedeme je k samočinnosti a vypěstujeme v nich měřický cit i svědomí. — „*Při každém umění budiž praxí větší než theorie.*"

β) O cvičení oka.

Ačkoliv každý z patera smyslů člověka jest nenahraditelný, přec není váha každého pro duševní rozvoj rovně důležita. Největší podíl mají v této příčině *zrak* a *sluch*, z obou pak na místě prvém *zrak*.

Jestliže tedy zrak jest nejdůležitějším smyslem pro duševní vývoj člověka, potom zasluhuje ovšem, aby veškerá výchova, domácí i školní, všestranně jej pěstovala. Jsou lidé, již mají vycvičené oko pro barvy, ale tupé ku pojímání podoby těles a jich vlastností, a naopak.

Stalo se zvykem vycvičený zrak v tom, aby vzdálenosti, rozměry a pod. prostorové veličiny pojímal, nazývati *dobrým okem,* proto i my mluvíce v úvaze této o pěstování oka, míníme tím cviky ve směru právě řečeném.

Žádný jiný předmět nemůže oko tak pěstovati jako měřictví a kreslení. Aby se však docílilo patřičné obratnosti, musíme je cvičiti po celou dobu školního života, a cvičba ta konati se musí systematicky, neboť žádají toho i zájem vychovatelský i praktický, jakož napověděno již v kapitolách předchozích. Že pak ještě zhusta pěstování oka se zanedbává, nebo že děje se pouze způsobem sporým a nahodile neb jednostranně — ponejvíce jenom na posuzování délek — máme proto ještě mnoho lidí oka, abychom řekli, tupého, již nečiní rozdílu na př. mezi délkou 5 a 10 metrů, nebo nerozeznávají, je-li co svislé či poněkud nakloněno, atd.

Má-li žactvo odcházeti ze školy s okem vycvičeným, musí se cvik jeho konati nejen systematicky, nýbrž i důrazně a všestranně.

My cvičení ta rozdělujeme asi takto:

a) ve cvičení oka pro délky, } hlavně na dolním a středním stupni,
b) ve cvičení oka pro úhly,
c) ve cvičení oka pro velikosť ploch, } hlavně na horním stupni.
d) ve cvičení oka pro velikosť těles.

Cvičením oka pro délky dosáhnouti chceme:

1. aby nabyli žáci jasných představ o délkových měrách, v životě nejčastěji užívaných;

2. aby rozeznávali, co kratší, co delší atd.;

3. aby dovedli různé délky přirovnávati jednu ke druhé, na př. co jest dvakrát, třikrát tak dlouhé, široké a pod. jako ta neb ona věc.;

4. aby dovedli nakresliti čáru určité délky;

5. aby dovedli čáry děliti;

6. aby dovedli odhadovati vzdálenosti věcí podle kroků a metrů.

Cvik oka ku posuzování úhlů důležit jest netoliko pro život praktický, ale i pro vyučování školní. Řemeslník nemůže měřiti úhly vždy a všude úhloměrem; při mnohých pracích jest se mu spoléhati pouze na oko. Dále pak veškeré kreslení zakládá se na dvou věcech: na správném posuzování *délek* a *úhlů*. Nepostačuje, aby bylo oko cvičeno v posuzování úhlů pouze při kreslení, k němuž vlastně má se již jistá obratnosť v tom jako příprava přinésti, nýbrž cvičba ta konati se má od počátku vyučování školního, zejména při vyučování měřickém, a to tímto směrem:

1. aby dovedli žáci srovnávati úhly ostré a tupé vespolek;
2. velikosť úhlů odhadovati ne sice dle počtu stupňů, ale u přirovnání k úhlu pravému, na př. jest as půl, třetina atd. pravého úhlu;
3. nakresliti úhel aspoň příbližně určité velikosti;
4. úhly děliti.

Dalšími cviky oka dodělati se chceme, aby žáci:

1. přímé od křivého, svislé od šikmého a pod. *přesně* rozeznávali;
2. aby uměli posuzovati naklonění čar, ploch i těles;
3. podobu ploch a těles rozeznávali;
4. aby dovedli velikosť ploch a těles posuzovati;
5. rovné, podobné, shodné i souměrné tvary vyhledávati.

Jak často jest rolníku odhadovati, kolikrát bude mu vůz naložiti, než odveze tu neb onu hromadu písku, hlíny, mrvy a pod. Jakou důležitosť má pro praktický život obratnosť v posuzování ploch, bylo již výše naznačeno, připomínáme ještě, že obratnosti té třeba jest již ve škole samé, na př. při zeměpise, kde jest žactvu určovati velikosť zemí přirovnáváním.

Ku výcviku oka v posuzování velikosti prostorových veličin přispívají vedle skutečného měření zvláštní cviky v odhadování, kteréž dějí se tímto postupem:

1. *Odhady na základě názoru míry.* Žáci nazírajíce na míru i na věc zároveň, posuzují, kolikrát by se dala míra ta po délce věcí položiti. Odhady nejdříve přihlásivších se žáků píše učitel na tabuli; potom skutečným měřením zjistí se, zdali bylo dobře odhadnuto čili nic. Pro povzbuzení srovnává učitel odhad jednotlivých žáků s výsledkem měření, aby určil, kdo soudil dobře, kdo skoro dobře, kdo špatně. V úsudku nebudiž se ukvapováno, nýbrž

zřetel brán na okolnosti. Žáci stranou neb daleko sedící podléhají vlivu optického klamu, a tudíž odhady jejich mohou při vší bedlivosti dopadnouti chybně. K těm nechť učitel se přiblíží a sám z místa toho soudí na délku, kterou právě jest odhadnouti, nechť pak srovná odhad svůj s odhadem žáka, načež bude mu možno učiniti spravedlivý soud o odhadu jeho. Jest potřebí, aby oko i se vzhledem na tento optický klam bylo vycvičeno, což lze jen mnohonásobnou zkušeností, ku kteréž má škola položiti prvé základy.

2. *Odhady na základě představy o míře.* Když nabyli žáci jasných představ o měrách a jisté zručnosti v odhadování na základě názoru míry, přistoupíme k druhému stupni těchto cviků: v posuzování délek na základě představy míry. Pochod jest týž jako při cvičbě předchozí.

3. Ve školním domě, na dvoře, v obci neb za osadou vyhledáme určité vzdálenosti: 10, 100, 1000 *m*, uložíme žákům na ně nazírati, kroky je odměřovati, potom dle nich vzdálenosti v jiných směrech odhadovati. Kříž na rozcestí, kaplička, topol, pláň, nádraží, myslivna a pod. předměty jsou těmi dohledníky, o něž cviky ty opíráme. Co žáci takto jako za úkol samostatně provedli, kontrolujeme pak ve škole.

I odhadování úhlů, ploch a těles děje se postupem výše naznačeným.

III. Neuč ničemu, čeho by odnaučovati bylo třeba.

1. Vyučování budiž i na nižších stupních *vědecky správné*, ovšem zároveň *elementarné.* Vědecká správnost a elementarnost nejsou žádné protivy. Na vědecké správnosti musíme státi proto, aby se žáci nemusili buď v měšťanské nebo střední škole mnohému odučovati, čemu se byli v obecné škole na dolním a středním stupni naučili. Mnozí učitelé dopouštějí se poklesků proti vědecké správnosti zejména proto, že mylně za to mají, že se tím stávají popularnějšími. Tak na př. vysvětlují někteří učitele pojem *tečky* tím, že ukážou „věc tečce podobnou, na př. hrách, potom hrášek, mák a konečně řeknou: Nyní si jej nakreslíme. (Udělá se tečka.) Tu je! Je to hrášku podobné?“ atd. Žáci pojímají na základě toho tečku jako obraz malé, kulaté věci, což je naprosto nesprávné. Jiní zase vysvětlují na př. rozdíl mezi „tečkou“ a „bodem“ takto: *Dotknu-li* se tabule křídou, povstane *tečka*, *bodnu-li* do tabule křídou nebo tužkou, povstane *bod.*“ Sem náleží také ztotožňování

nebo matení pojmů: *svislý* a *kolmý*, *kruh* a *kružnice*. Jiný příklad: Čtverec se vysvětluje jako *obrazec, mající 4 rovné strany* a *4 pravé úhly*. Protože slovo „*obrazec*" má význam velmi mlhovitý, neurčitý (užívá se ho v přerozmanitých případech, nejčastěji ale jako zástěry, jíž se má zakryti nedostatek pravého pojmu), chopí se žáci jen zmíněných *4* rovných stran a pravých úhlů, čímž se stává, že mají za čtverec *čáru čtyřikráte lomenou*, jež je však jen *obvodem* čtverce. Máme za to, že by výklad čtverce nebyl méně popularním, ale za to správnějším, kdyby se čtverec nevykládal jako *obrazec*, nýbrž jako *rovina*, omezená čtyřmi rovnými přímkami, jež tvoří pravé úhly. — K vědecké správnosti náleží také rozeznávání *věci* (*tvaru*) a jejího *obrazu*, na př. hrany a čáry, bodu a tečky, neboť věci *různé* mají se také *různě* pojmenovati. Toto rozeznávání zdá se býti mnohým učitelům pro první třídu (neboť zde již musí nastati) těžkým; po našem náhledu není těžkým, když se děje hned s počátku, kde je duch dítěte v té příčině „bílým listem", a ne teprv až když věc byla důkladně popletena. Ostatně je takové rozeznávání také při jiných pojmech nutné, na př. při pojmech: *hláska* a *písmeno, číslo* a *číslice*. Činiti rozdíl mezi slyšitelnou hláskou a viditelným písmenem je těžší, nežli mezi tvarem a jeho obrazem, kde se názor a jméno spojují, a přece, jak známo, musí žáci prvému rozdílu přivyknouti. Nikomu nenapadne, aby na žácích žádal, aby rozdíl mezi tvarem a jeho obrazem definicemi dovedli vysloviti; *jen když dovedou pravého jména na pravém místě užiti*. To platí o *definicích* vůbec. Nelze a není třeba na žácích žádati, aby dovedli říci na př., co jest *těleso*, co jest *úhel* atd.; jen když dovedou těleso neb úhel *poznati*. —

2. *Názvosloví geometrické budiž jednotné a správné.* Ono budiž rovněž daleko názvosloví již zastaralého, jakož i názvosloví co den se měnícího, jímž se snad experimentuje na některé vysoké škole. Obecná škola užívej názvosloví, tou dobou na středních školách nejvíce rozšířeného; proto ho důsledně v následujících kapitolách tohoto spisu užíváme. Neříkáme tedy na př. *trojec* místo *trojúhelník, obměr* kruhu m. *obvod* kruhu, *kolečko* m. *kroužek* (malý kruh), *kraje* čtverce m. *strany* čtverce; *netaháme* přímou čáru, nýbrž ji *kreslíme* (děje-li se to volnou rukou) anebo ji *rýsujeme* (děje-li se to pomocí pravítka). — Mluvíce o rovné délce několika přímých čar, říkejme: „Tyto přímé čáry jsou *rovné*", nikoli „*stejné*", neboť aby byly „stejné", musily by také ve všech ostatních věcech se

shodovati, na př. v tloušťce. Ovšem se tu zase předpokládá, že učitel nebéře slova *„rovná“* a *„přímá“* za stejnoznačná. — Neříkáme: „Čtverec má *4* a krychle *8* *„rohů“*, nýbrž *„4* a *8* *vrcholů“*, ponechávajíce slovo *„roh“* obyčejnému životu, kdež ve řčeních: *„roh* domu, *roh* ulice“ neznačí však totéž, co se jím v měřictví druhdy naznačovalo; neníť radno užívati *jednoho* slova k vyznačení *dvou různých* pojmů, třeba by to slovo bylo žákům ze života známější. — Dále neříkáme: „Krychle má *6 stran*“, nýbrž *„6 stěn“*, užívajíce slova *„strana“* jen k vyznačení omezujících přímek mnohoúhelníků, čímž se vyhneme na př. následující nesmyslné větě: „Každá *strana* krychle má *4 strany*“. — Slova *„obrazec“* užíváme jen v tom smyslu, když na př. pravíme: *„V obrazci 5.* je zobrazena šesticípová hvězda“, ale nikoli: „Čtverec je *obrazec* atd.“, neboť *obrazec* je tolik jako *obraz*, a čtverec (na př. na krychli) není přece žádným obrazem. Tím se vyhneme nesmyslným frásím, ku kterým důsledně vede nesprávné užívání slova *„obrazec“*, jako na př. frási: „Ku kterým *obrazcům* náleží *obrazec* v *obrazci 10.?“* atd., atd.

Takové přesné mluvy geometrické užívej učitel nejen při výkladech měřických, nýbrž i při kreslení a počtech napořád; žáci tím mluvě takové znenáhla přivyknou a osvojí si ji tou měrou, že se stane jejich majetkem neztratitelným, i dovedou potom sami o podobných věcech správně mluviti. Zároveň tím, že učitel k vyznačení každého pojmu užije *pravého* slova, stane se jeho mluva *stručnou*, a *tou* má býti, nikoli *rozvláčnou, rozvodněnou*, jakouž je, když učitel z kterékoli příčiny neužívá pravých výrazů, nýbrž vše *opisuje*.

D. Kdy a kterak jest počíti s učením měřickým ve třídě elementarné.

Slovo *„elementarný“* znamená tolik jako začáteční, základní. Prvá třída obecné školy zhusta bývá nazývána třídou elementarnou, a učení v ní učením elementarným a to proto, že ve třídě té učí se prvým počátkům věd vůbec, totiž čtení, psaní a počítání.

Avšak nejen pro tuto příčinu, nýbrž ve všem všudy má třída tato býti elementarnou, neboť tu klásti se má základ vůbec všeho, co zákonem uloženo jest za účel školám obecným: „Aby totiž dítky v mravnosti a nábožnosti vychovávaly, ducha jejich vyvíjely, známosti a zběhlosti, jichž mají k dalšímu vzdělání v životě zapotřebí, jim poskytovaly a byly základem, by se z nich stali hodní lidé a občané.“ Má tedy učitel této třídy vedle literního učení naváděti žáčky ku školním disciplinám a pěstovati navykání těm společenským ctnostem, které rovněž tak jsou ozdobou mládeže, jako základem zdravé vzdělanosti obecné, bez kterých by se další dílo jeho nedařilo, bez kterých by se nedošlo onoho kýženého cíle zákonem vytknutého, a tudíž nevyhovělo by se požadavkům ani rodičův, ani obce, ani církve, ani státu.

Tak jako stavitel, dříve než počne stavěti budovu, koná rozsáhlé přípravy, musí i učitel třídy elementarné, prve než počne se psaním, čtením a počítáním napřed vše si urovnati, vše tak připraviti, aby pak tím bezpečněji, tím jistěji ve zmíněných předmětech ku předu se bral. I nesluší tudíž hned na počátku, hned v prvých momentech, kdy dítky počínají choditi do školy, aby učení počalo se čítankou, tabulkou atd. Proto nepočnu s dětmi učiti se čísti ani psáti, pokud předně nenaučil jsem jich rozeznávati jednotlivá slova v průpovědech k nim pronešených, rozeznávati slabiky ve slovích těch a hlásky v slabikách jejich, a pokud za druhé neoblomil jsem aspoň poněkud těch útlých prstíčků, jimiž mají péro, pisátko, tužku držeti, a nenavedl jich k tomu, jak píšíce mají seděti, jak ruku držeti a písanku si položiti, jak péro namáčeti, atd. atd.

Než k učení potřebí jest též jistého klidu, pozornosti a vytrvalosti se strany žákův, a k tomu musíme je předem naváděti; neboť dosud neznali vážného zaměstnání, nýbrž hopkování, skákání, smích, zpěv, veselá hra, jásání z plna srdce, toť bylo dosud jejich heslem. Přicházejíce z domova po prvé do školy, stávají se členy větší společnosti, vstupují v nový život, setkávají se s novými poměry, spatřují předměty — osoby a věci — dosud jim neznámé. Tu bude jim obcovati s novými lidmi (učitelem, spolužáky), zacházeti s novými věcmi. Pokud doma byli, měli jisté povinnosti k rodičům, k bratřím a sestrám a snad také ke služebným. Nyní však poznávati a zachovávati jim bude discipliny nové, a to pravidla o chování se:

1. k učiteli a katechetovi,
2. ku spolužákům,
3. k řediteli,
4. k sobě samým jakožto žákům,

5. i ku věcem kolem nich se nalézajícím atd., a k tomu ke všemu musíme je hned z počátku zaučovati.

Aby si učitel upravil půdu k dalšímu učení, musí hned z prvopočátku učiti je seděti, na zavolání vstávati, hlasitě odpovídati, naváděti je, aby odpovídali celou větou, atd. atd. A toť zajisté práce nesnadná, práce, která vyžaduje náležité přípravy učitelovy, jisté routiny, řádného rozdělení, a která díti se má v přiměřeném postupu.

Přípravu nesoucí se k tomu, bychom žáky učinili způsobilými k učení a vychování školnímu vůbec, nazýváme přípravou *obecnou*, kdežto cviky, jimiž žáky připravujeme na snadnější pojímání jistého předmětu, nazýváme přípravou *zvláštní*.

Obecnou přípravou chceme dodělati se:

1. aby žáci poznali nejnutnější pravidla o chování se ve škole před učením, při učení atd.;

2. naučili se po delší dobu, než jak dosud uvyklými byli, klidně seděti;

3. učili se klidně na věci nazírati;

4. dovedli pozornosť svou aspoň půlhodiny k jednomu předmětu obraceti;

5. naváděni byli něco určitého si pamatovati, jelikož až dosud jen nahodilé věci mimovolně v paměti drželi;

6. k daným otázkám učili se určitě odpovídati; aby odpovídali celou větou a nahlas;

7. naučili se rozhlížeti po svém okolí.

Ačkoliv měřické tvaroznalství samo jest přípravou na čtení, psaní i kreslení, přec i tomuto předmětu předcházeti musí jisté cviky průpravné, jimiž upravujeme půdu vlastní učbě měřické. Dříve než počneme s výklady z tvaroznalství, jest velikou výhodou, aby žactvo

1. dovedlo se orientovati v pravo, v levo, napřed, v zadu, nahoře, dole;

2. naučilo se rozeznávati, co krátké, co dlouhé, široké, úzké, vysoké, nízké, tlusté, tenké slove;

3. poznalo, co jest měřiti, míra, metr;

4. naučilo se orientovati se ve světnici, v domě, na dvoře;

5. obeznámilo se s náčiním učebným;

Na ukázku podáme několik hovorů z přípravného učení, sem směřujících.

Rozmluva o těle lidském.

„Jsem *člověk*; ty jsi též člověk, ty též. Co jsi, *N?* My všickni jsme *lidé.* Co jsme my všickni? Mám *tělo.* Každý člověk má tělo. Co má každý člověk? (Nyní zavolejme některého žáčka, postavme jej na stupeň a ukazujíce na celé tělo, řekněme:) To jest tělo. Co jest to? (Na hlavu ukazujíce:) To jest *hlava.* Co jest to? Každý z nás má hlavu. Ukaž, *R.*, takto na svou hlavu! (Na trup ukazujíce po celé pravé i levé straně:) Tomu se říká *trup.* Jak se tomu říká? Každý z vás má trup. Ukažte všickni takto každý na svůj trup! (Zavolejme jiného žáčka a na upaženou celou jeho paži ukazujme:) Toto se nazývá *paže.* Jak se toto nazývá? (Na obě zároveň:) To jsou paže. My též máme paže. Vstaňte a pozvedněte takto paže své! Tak! Dost! Sedněte! — To jest *noha,* toto též. To jsou nohy. Co jest toto (ukazuje na pravou)? Co jest toto (ukazuje na levou)? Co jest toto (ukazuje na obě)?“ (Pošleme žáka na místo.)

„Hlava jest nahoře, nohy jsou dole. Kde jest hlava? Kde jsou nohy?“

(Od žákův odvrácen jsa, upaží učitel pravou paži a zvolá:) „Toto jest *paže pravá!* Pozvedněte takto paži pravou! Dost! (Levou upaží:) Toto jest *paže levá.* Vy všickni takto pozvedněte paže levé! Dost! Ukaž pravou paži, *A!* Ukaž levou paži, *B!* (Jeden ze žáčků postaví se, ku přední stěně obrácen jsa, na stupeň a na něm ukazuje se:) Toto jest *noha pravá!* Toto jest *noha levá!* Pozvedněte takto pravou nohu! Levou nohu! Pravou paži, levou paži!“ (Na jiném žáčku ukazuje se pravá, levá, přední, zadní strana těla.)

„Za to, že jste pěkně odpovídali, budu vám vypravovati o hodném žáčku Mojmírovi.“

Rozmluva o školní světnici.

„Jsme ve školní světnici. Kde jsme? Dříve již jmenovali jsme si věci, které se zde nalézají. Jmenujte je ještě jednou! Věcem těm dohromady říkáme *školní nářadí.* Jak říkáme věcem těm dohromady? Jmenuj školní nářadí. Hleďte (ukazuje pořadem na všecky čtyři stěny), to jest stěna, to jest také stěna, to také, to též. To jsou *stěny.* Co jest to? Co jest to? atd. Co jsou to? To jest *strop.* Co jest to? To jest *podlaha.* Co jest to? Ukaž na stěnu a řekni, co jest to! Na strop, na podlahu! Stěny, strop a podlaha jsou v každé světnici. Světnice skládá se tedy ze stěn, stropu a podlahy. Z čeho se skládá světnice? To jsou *části světnice.* Co jest stěna? Co jest strop? Co podlaha? Tato stěna jest před vámi. To jest *přední stěna.* Ukažte na přední stěnu! Za vámi jest *stěna zadní.* Jak se jmenuje stěna za vámi? Tam v pravo jest *stěna pravá,* tu v levo jest *stěna levá.* Kde jest stěna pravá? Kde levá? Ukažte všickni na stěnu pravou, levou! Obraťte se k zadní stěně; k pravé stěně; k levé stěně. *Nahoře* nad námi jest strop. Kde je strop? *Dole* pod námi jest podlaha. Kde jest podlaha; kde strop; kde přední stěna, kde zadní, kde pravá, kde levá? V levé stěně jsou *okna.* Co jest v levé stěně? Ve které stěně jsou okna? V pravé stěně jsou *dvéře.* Co jest v pravé stěně? Ve které stěně jsou dvéře? Jmenujte, co stojí u přední stěny, co u pravé, co u levé atd.? Co vidíte na přední stěně, co na pravé atd.? Co stojí na podlaze? Okna mají *křídla*; (ukazuje) to jest křídlo; to též. To jest *rám,* to *tabule.* Okny přichází sem do světnice světlo. Dvéře mají též křídla. Dveřmi vcházíme do světnice. Kudy vcházíme do světnice? Kolik křídel mají dvéře? Jak máme dvéře otvírati a zavírati? Dveřmi bouchati jest nezpůsobné. Po světnici máme choditi zvolna a tiše. Žáček nesmí po školní světnici bez dovolení ani z místa na místo choditi, ani nesmí ve školní světnici křičeti. Těším se, že vy všickni budete se ve školní světnici tak chovati, jak jsem řekl. Pak budete všickni hodnými žáčky."

Rozmluva: „*Dlouhé, krátké. Metr. Měřiti, míra.*"

Při rozmluvě té mějmež po ruce několik delších i kratších i rovně dlouhých proutků, nití a podobných věcí.

Držíce jeden z prutů před žáky tak, aby byl s tabulí rovnoběžný, rozmlouvejme s nimi takto:

„Mám prut. Prut ten nedosahuje až k oknu. Prut tuto přestává. Zde jest jeho *kraj.* Tuto nedosahuje až ke dveřím. Tuto také prut přestává. Tu jest také jeho kraj. Kolik krajů má prut? Držím-li takto prut, jest toto jeho pravý kraj, toto jeho levý kraj. Držím-li takto (svisle) prut, jest jeden kraj nahoře, druhý dole. Kraj nahoře můžeme nazvati horním krajem, kraj dole dolním krajem. Jak můžeme nazvati kraj nahoře? Kraj dole? Držím-li takto prut, jest jeden kraj napřed, druhý v zadu. Jak můžeme nazvati kraj napřed? Jak kraj v zadu? O prutu pravíme, že jest *dlouhý.* Co pravíme o prutu? Od tohoto kraje k tomuto kraji jest jeho *délka.* Prut má délku. Co má prut? I jiné věci mají délku. Od toho kraje k tomu kraji jest délka tabule. Co má tedy také délku? Od toho kraje k tomu kraji jest délka lavice. Co ještě zde ve škole má délku?" (Stůl, stupeň, stěna, strop, podlaha.)

„Hle, tu mám ještě jeden prut. Kolik krajů má tento prut? Co také má tento prut? Co o něm pravíme, protože má délku? Postavím oba na stůl vedle sebe; dolní i horní jejich kraje se dotýkají. Tyto pruty jsou *rovně dlouhé*, mají *rovnou délku*. Lavice mají také rovnou délku; lavice jsou rovně dlouhé. Které stěny mají rovnou délku? Pravá stěna jest tak dlouhá jako levá. Která stěna jest tak dlouhá jako přední stěna? Co jest tak dlouhé jako strop?"

Porovnávejme dva nerovné pruty! „Zdali pak jsou tyto dva pruty rovně dlouhé? Mají ty pruty rovnou délku? Tento má větší délku než onen. Ten jest *delší* onoho."

Porovnávejme tři pruty! „Kolik prutů mám nyní? Mají rovnou délku? Ukaž, který z nich má největší délku? Který nejmenší? Tento jest *dlouhý*, ten *delší*, ten *nejdelší*. (Na jiném.) Tento prut má malou délku. Co má malou délku, o tom pravíme, že jest *krátké*. Jaký jest tento prut?" (Podobně na jiných předmětech.)

Porovnávám: „Tabule jest dlouhá, stůl jest *kratší*. Tabule jest dlouhá, co jest delší? Lavice jest dlouhá, co jest delší? Co je kratší než lavice? Pravítko jest dlouhé, co jest delší? Co je kratší než pravítko? Jmenujte, co ještě bývá dlouhé, co krátké?"

„Tuto jest tyčka (metr dlouhá). Ta tyčka má délku. Takové délce, jako má tato tyčka, říkáme *metr*. Jak říkáme takovéto délce? Co jest tak dlouhé, jako tato tyčka, to jest *metr dlouhé*. Co má větší délku než tato tyčka? Co jest tedy delší než metr? Co má kratší délku než tato tyčka? Co je tedy kratší než metr? Takto zkoumám (ukáže se, jak měříme), co jest tak dlouhé, neb co jest delší neb kratší než metr. Takto *měřím*. Čím měřím? K čemu je metr? — Metrem měříme. Metr je míra. Co je metr?" —

(V jiném hovoru a jindy vyloží se podobným způsobem, co je centimetr, nehledíc prozatím k jeho poměru k metru.)

Rozmluva o náčiní učebném.

„Proč chodíte, dítky, sem do školy? Mnohému jste se již počaly učiti. Již počítáte, zpíváte, učíte se tělocviku. Pan katecheta učí vás náboženství. Jinému se teprv učiti budete. K učení potřebují žáci rozličných věcí, a o těch budu vám nyní vypravovati.

Hleďte, zde mám nějakou věc; jest to *kniha*. Jak se jmenuje tato věc? Kniha má desky, listy a hřbet (vše nejprve ukažme a pak se na jednotlivé části doptávejme). V takové knize, jako vám ukazuji, učí se žáci čísti; i říkáme jí *čítanka*. Jak se říká této knize? K čemu je *čítanka?* Také každý z vás bude míti takovou čítanku. Tuto na stěně visí *tabule*. Tabule jest černá. Jaká jest tabule? Na tabuli se píše. Napíši na tabuli své jméno. Psal jsem na tabuli *křídou*. Čím jsem psal na tabuli? Křída jest bílá. Jaká jest křída? Co jsem na tabuli napsal, mohu zase smazati. Smaži to *houbou*. Tuto mám houbu. Pojď, *K.*, napsat své jméno! Ty toho ještě nedovedeš. Psáti se teprv učiti budete. Žáci učí se psáti na *tabulce* nebo na *papíře*. Zde mám tabulku, zde papír. Tabulka jest černá, papír bílý. Jaká je tabulka, jaký papír? Na tabulce píše se *písátkem* (kaménkem), na papíře *tužkou* nebo *pérem*. (Věci ty se ukazují.) Čím píšeme na tabulce? Čím se píše na papíře? Abych mohl pérem na papíře psáti, musím je namočiti do *inkoustu*. Hleďte, tuto mám inkoust. Inkoust je černý. Jaký je inkoust? — Zde mám knížku; knížka ta *sešita* jest z papíru, proto jí říkáme *sešit*. Jak říkáme této knížce? V sešitě se také píše nebo kreslí. K čemu jest sešit? Z čeho jest sešit? Kamének, tužku a péro mívají žáci v *pouzdru*, aby věcí těch neztratili. Toto jest pouzdro. Co se uchovává v pouzdru? Jmenujte, o kterých věcech jsme nyní hovořili? Čítanku, tabulku, kamének, péro, tužku, sešit, pouzdro nosívají žáci s sebou do školy. Tabule, křída, houba, inkoust ve škole bývají. Kterých věcí budeme k učení potřebovati?"

Dolní stupeň.

(I. a II. třída.)

Učebnou látkou tohoto stupně jsou dle „*Osnovy*“ pro *kreslení „přípravná cvičení i kreslení i psaní společná, jimiž docíliti se má jisté míry zručnosti. Po kterýchžto cvičeních následujž napodobování snadných předmětů vzatých z učení věcného.* Ale v čem ta přípravná cvičení záležejí, jakým se mají bráti pořádkem atd., o tom „*Osnova*“ mlčí, ponechávajíc tudíž učiteli u věci té úplnou volnosť.

Má-li však učení měřickému tvaroznalství dobře se dařiti, musí jíti jistým směrem, musí začínati jistými představami a k jistým představám dospívati, pročež třeba jest, abychom si sami, jelikož „*Osnova*“ toho nečiní, pro tento stupeň látku vybrali, vybranou látku slušně omezili, omezenou na jisté doby rozvrhli, a to tak, aby části ku části hezky se hodila.

Na jakém základě jsme my toto vymezování měřického učiva konali a kterými zásadami jsme se při tom řídili, o tom v „*Úvodu*“ byla učiněna zmínka. Ostatní naznačeno jest v *rozmluvách*, každé třídě zvlášť vyměřených. Připomínáme toliko, že pro jednotlivá půlhodinová cvičení musí sobě učitel vybrati z jednotlivých našich hovorů tolik, kolik za tamních poměrů jest přiměřeno, aby nebylo žactvu přetížením.

V *prvé* třídě, dříve než počneme kresliti a psáti, učme žáky ve zvláštních cvičeních:

1. nástroj kreslicí neb psací náležitě držeti;
2. rukou volně pohybovati čili vládnouti;
3. nákresnu náležitě na lavici před sebe klásti a před ní náležitě seděti;
4. znáti úpravu nákresny té.

Prvá třída.

1. Těleso.

Na příhodném místě přichystány buďtež pomůcky: krychle, hranol, jehlan, válec, kužel, koule, cihla, kámen.

„Zde ve škole nalézají se mnohé věci; jmenujte některé! Jmenujte věci doma se nalézající! Které věci ještě znáte? Tuto jsou též některé věci (ukažme na pomůcky). Věcem takovým, jaké jste jmenovali, také říkáme *tělesa*. Tabule jest *těleso*, stůl jest *těleso*. Co jest kniha? Co jest pravítko? Co jest cihla? Co jest kámen?“

2. Plocha.

Na stůl neb na stojan postavivše krychli jednou stěnou k žákům obrácenou, ukazujme: „Hle, tuto jest také těleso! (Plochou rukou ukazuje se po celé hořejší stěně): Toto těleso nedosahuje zde až ku stropu? Těleso tuto přestává; tu jest jeho *stěna*. Nač tedy ukazuji? Zde nedosahuje toto těleso až k oknu? I tu těleso přestává, i tu jest jeho stěna. Nač tedy zase ukazuji? Zde nedosahuje těleso to až k vám; zde též přestává, zde jest také jeho stěna. Zde jest stěna, zde jest stěna, zde též, atd. Pojď, *K.*, ukázat stěny na tomto tělese (hranolu)! *L.*, na tomto (na př. jehlanu)! *F.*, ukaž stěnu na tabuli! Na skříni! (Znovu na krychli se ukazuje): Tato stěna jest nahoře, to jest *horní stěna* toho tělesa. Tato stěna jest na pravo, to jest *pravá stěna* toho tělesa. Ukaž *levou stěnu*, *přední*, *zadní*, *dolní stěnu*. B, ukaž přední stěnu tabule! — Stěnám také jinak říkáme *plochy*. Jak také stěnám říkame? Na tělese rozeznáváme *stěny* čili *plochy*. Co rozeznáváme na tělese? (Ukazujíce na plochy různých těles, tažme se): Co jest toto? Co toto? atd.“

3. Rovná a křivá plocha.

Postavme krychli a válec na stůl a přirovnávejme přední plochu krychle k oblině válce.

„Všimněte si této plochy zde a této zde. Jsou-li ty plochy stejny? Takovýmto plochám (na krychli) říkáme *plochy rovné*, a takovýmto (na válci) *plochy křivé.* Jaké plochy jsou na tomto tělese (krychli)? Jaká jest tato plocha (oblina na válci)? Jaké plochy pozorujete na tabuli? (Postavme na stůl kužel, kouli.) Ukaž na některém z těchto těles plochu křivou! Ukaž, na kterém tělese pozoruješ jenom plochy rovné! Na kterém rovné i křivé! Je-li na stole těleso, které nemá žádné rovné plochy? Ukaž je! Jaké plochy bývají na sklenici, na hrnci, na umyvadle atd.? Co pozorujeme na tělesích? Jaké plochy rozeznáváme?"

4. Hrana.

K rozmluvě této připravena mějme tatáž tělesa, jako k rozmluvě prvé. Po náležitém opakování předešlého učiva počněme takto:

„Přední plocha na tomto tělese (krychli) nedosahuje tuto na levo až k oknu, ani zde na pravo až ke dveřím; přední plocha přestává na levo zde, na pravo zde, nahoře zde, dole zde. (Při tom pošinujme koncem ukazováčku po jednotlivých hranách.) Horní plocha nedosahuje až k vám: horní plocha zde přestává. Dosahuje-li až ke dveřím, k oknu, k tabuli? Pojď ukázat, kde horní plocha napřed přestává! Kde přestává v zadu, kde na levo, kde na pravo? Kde plocha přestává, tam jest *hrana.* Toto jsou hrany přední plochy (ukazují se). Ukaž hrany horní plochy! Ukaž hrany pravé, levé, zadní, dolní plochy! Ukaž hrany na tomto tělese (hranolu), na onom (jehlanu)! Ukažte hrany na tabuli, na lavici, na stole! (Zase na krychli): Kolik hran vidíte napřed? Která z nich jest nahoře, dole, v pravo, v levo? B, ukaž přední pravou, přední levou hranu na tomto tělese atd.! R, ukaž horní hranu pravou, horní hranu přední, horní hranu zadní, horní hranu levou!"

5. Přímá a křivá hrana.

Přirovnávejme hranu na krychli ku hraně na válci. „Všimněte si této hrany zde a této zde (pošinujme koncem prstu po obou těchto hranách)! Jest tato hrana taková jako ona? Jsou ty hrany stejny? Takovéto hrany (na krychli) slovou *přímé,* takovéto (na válci) *křivé.* Jak slovou takové hrany? Jak takovéto? Jaké hrany pozorujete na tomto tělese (hranolu)? Jakou hranu pozorujete na onom tělese (kuželi)? Ukažte, na kterém z těchto těles pozorujete přímé hrany! Na kterém pozorujete křivé hrany?"

„Na tělesích pozorujeme plochy a hrany. Co pozorujeme na tělesích? Jaké bývají plochy? Jaké bývají hrany? Pamatujte si: Přímým hranám říkáme krátce *přímky*; křivým hranám *křivky*. Jak též říkáme přímým hranám? Jak jinak říkáme hranám křivým?"

6. Krátká a dlouhá, kratší nebo delší hrana.

Změřím, jak dlouhá jest horní hrana tohoto tělesa (krychle). Hle, nenaměřil jsem ani půl metru. Horní hrana toho tělesa je *krátká*. Změřím horní hranu tabule. Ta měří dva metry ($1\frac{1}{2}$ *m*). Horní hrana tabule je *dlouhá*. Horní hrana tabule je *delší* než horní hrana tohoto tělesa. Horní krana tohoto tělesa není tak dlouhá jako horní hrana tabule. Je *kratší*. Jaká jest tato hrana skříně, dveří atd.? Ukažte na lavici hranu dlouhou! Ukažte na lavici hranu krátkou! Která hrana skříně jest dlouhá, která je kratší? Která hrana tohoto pravítka jest krátká, která je delší atd.?

7. Vrchol. Bod.

Opakování předešlého.

Ukazujíce na hranu krychle, jež jest jednou plochou k žákům obrácena, promlouvejme: „Horní tato hrana nedosahuje až k oknu; hrana ta tuto na levo přestává; nedosahuje na pravo až ke dveřům; i zde hrana přestává. Kde hrana přestává, tam jest *vrchol*. Nač ukazuji? Co jest, kde hrana přestává? Na tělesích pozorujeme také vrcholy. Co také na tělesích pozorujeme? Ukaž, kde přestává přední pravá hrana! Kde přestává horní levá hrana atd.? Ukaž vrcholy na tomto tělese (hranolu)! Na onom (jehlanu)! Ukaž vrcholy na tabuli, na stole, na lavici! Na čem ve školní světnici také pozorujete vrcholy? — Vrcholu říká se jinak *bod*. Jak se říká vrcholu jinak? Ukaž body na tomto tělese, na onom atd.! Které body (na krychli) jsou napřed, na pravo, na levo, nahoře, v zadu, dole? Ukažte, který z předních bodů jest nahoře na pravo, nahoře na levo, dole na pravo, dole na levo! Který z horních bodů jest nahoře na pravo, nahoře na levo, nahoře vzadu atd.?"
Podobně ukazovati a jmenovati body na tabuli, na stole a na jiných věcech.

„Na tělesích rozeznáváme *plochy*, *hrany*, *body*. Co rozeznáváme na tělesích? Jaké bývají plochy? Jaké bývají hrany?“

8. Tečka.

„Hleďte, žáci, držím v ruce těleso (krychli). Co pozorujete na tom tělese? Jmenujte některá tělesa zde ve škole! Ukaž, A., horní plochu stolu! Ukaž, B., přední plochu tabule! Ukaž, C., některé hrany skříně! Ukaž na tomto tělese některé body! K. ukáže pouze přední levý bod nahoře. Bod, který ukázal K., naznačím čili nakreslím na tabuli. Udělám takovéto znaménko (tečku). Znaménku takovému říkati budeme *tečka*. Jak budeme říkati takovémuto znaménku (ukazuje na tečku)? Co jsem naznačil touto tečkou? — Ukaž, F., přední horní bod na pravo! Také ten bod naznačím na tabuli tečkou. Od této prvé udělám v pravo ještě jednu. Který bod jsem nyní naznačil? Čím jsem naznačil horní bod v pravo? Každý bod naznačujeme čili kreslíme tečkou. Čím naznačujeme čili kreslíme bod?“

9. Malá a velká tečka.

„Vykreslím dvě tečky (malou a velkou). Kolik teček jsem vykreslil? Ty tečky nejsou stejny. Jedna jest *malá*, druhá *velká*. Pamatujte si: Tečka může býti malá nebo velká. Jaká může býti tečka? Vykreslím řadu teček v levo na tabuli a řadu v pravo na tabuli. Pozorujte, kde jsem vykreslil tečky velké a kde malé! Opět vykreslím řadu teček nahoře na tabuli a řadu teček dole na tabuli. Kde jsem nakreslil velké a kde malé tečky? Co kreslíme tečkou? Jaká může býti tečka?“

10. Čára.

„Předešle poznali jsme, čemu se říká tečka. Co kreslíme tečkou? Jaká může býti tečka? Pozorujme zase toto těleso (ukazuje na krychli). Pojď sem, F., ukaž na něm přední hranu nahoře! M. ukáže přední hranu na levo, na pravo, dole! Ukažte hrany na tabuli, na stole atd.! Tuto horní hranu naznačím na tabuli. Hranu naznačujeme čili kreslíme takovýmto znamením (vykreslí čáru tak dlouhou, jako je horní hrana krychle). Znamení to jmenuje se *čára*. Jak se jmenuje toto znamení? Co naznačujeme čili kreslíme čarou?

Mohu i ostatní hrany toho tělesa nakresliti (vykreslí pravou hranu). Kterou hranu jsem nakreslil? Čím jsem nakreslil tu hranu? Co naznačuje tato čára? „*Čarami naznačujeme čili kreslíme hrany.*"

11. Čára přímá a křivá.

Ukazujíce na přímou hranu krychle, otažme se: „Jest tato hrana přímá či křivá? Na všech tělesích nejsou hrany přímé. Jaká jest tato hrana (ukazuje na křivou hranu válce)? Nakreslím nejprve tuto hranu přímou. Čím jsem nakreslil tu hranu? Nakreslím i hranu křivou. To, co vzniklo, jest také čára. Všimněte si obou těch čar! Ty čáry nejsou stejny. Jakou hranu jsem nakreslil touto čarou první? Jakou hranu jsem nakreslil touto čarou druhou? Tato čára jmenuje se *přímá*, tato *křivá*. Jakou čarou kreslíme hranu přímou? Jakou čarou kreslíme hranu křivou? Jaké čáry tedy rozeznáváme?"

12. Čára tenká a tlustá.

„Vykreslím dvě rovně dlouhé přímé čáry. Tuto jest i od zadní stěny dobře viděti. To jest čára *tlustá*; této nelze ze zadu tak dobře viděti; to jest čára *tenká*. Vykreslím několik čar (přímých i křivých) v pravo na tabuli a několik v levo. Kde jsem nakreslil čáry tlusté, kde tenké? Kolik přímých čar tenkých, kolik tlustých, kolik křivých čar tenkých, kolik tlustých jsem vykreslil?"

„Na čáře pozorujeme, je-li přímá neb křivá, je-li tlustá nebo tenká. Co pozorujeme na čáře? Co kreslíme čarou? Co kreslíme tečkou? Jaká může býti tečka? Jakou čarou kreslíme hranu přímou? Jakou čarou kreslíme hranu křivou?"

13. Čára dlouhá a krátká; kratší a delší čára.

„Vykreslím dvě přímé čáry, jednu na levo, druhou na pravo. Čáry ty nejsou rovně dlouhy. Která čára jest krátká? Jaká je čára na pravo? Vykreslím opět dvě čáry, jednu nahoře, druhou dole. Která z nich je delší? Která je kratší? Uprostřed tabule vykreslím několik čar. Ukaž, D., které z nich jsou dlouhé, které jsou krátké! H. ukáže jednu dlouhou a jednu kratší čáru. L. ukáže jednu krátkou a některou delší čáru". — Opakování předešlého.

14. Oblouk. Kružnice (kroužek).

Zopakujíce náležitě předešlé učení, nakresleme na tabuli oblouk a kružnici a uvažujme pak se žáky as takto rozdíl obou těch čar:

„Nakreslil jsem dvě čáry. Jsou-li přímé čili křivé? Hle, na této pozoruji, kde se začíná a kde se končí! Jedu-li prstem jednou po této druhé čáře, nevím, kde přestati, nebo nepozoruji, kde se začíná a kde se končí; na této čáře není viděti počátku ani konce. Tato křivá čára jest *uzavřena*, ona jest *otevřena*. Takovéto otevřené křivé čáře říkáme *oblouk*. Jak říkáme takovéto otevřené křivé čáře? Takové uzavřené křivé čáře říkáme *kružnice*. Jak říkáme takovéto uzavřené křivé čáře?“ (Majíce po ruce tenkou pružnou rákosku, ohýbejme ji střídavě v oblouk a v kružnici a ptejme se žáků, kdy je ohnuta v oblouk a kdy v kružnici. Pak kresleme střídavě oblouky a kružnice, doptávajíce se, co jsme vykreslili, aby žáci navykli sobě rychle rozeznávati, co je oblouk a co kružnice.) „Vykreslím *malou kružnici*. Malé kružnici budeme říkati *kroužek*.*) Jak budeme říkati malé kružnici?“

15. Pozorování oblouků v příčině jejich vypuklosti.

K následující úvaze vykresleme si nejprve oblouk třebas na pravo otevřený a pozorujme se žáky, kam jest vypuklý.

„Na kterou stranu jest tento oblouk otevřen? O oblouku *na pravo otevřeném* pravíme, že jest *na levo vypuklý*. Tento oblouk jest tedy *na levo* vypuklý. Kam jest tento oblouk vypuklý? Nakreslím oblouk *na levo otevřený*. Kam jest tento oblouk otevřen? Kam jest tedy vypuklý? Nyní jsem nakreslil *nahoru otevřený oblouk*. Kam jest vypuklý? Nakreslím *dolů otevřený oblouk*. Kam jest vypuklý?“

„Na obloucích rozeznávati budeme, kam jsou vypuklé. Co budeme na obloucích rozeznávati? Kam může býti oblouk vypuklý?“

„Nakreslím dva na pravo vypuklé oblouky. První oblouk je *málo vypuklý*, druhý jest *mnoho vypuklý*. Oblouk tedy může býti málo nebo mnoho vypuklý. Jak může býti oblouk vypuklý? Na

---

*) 1. Jest sice *kroužek* malý kruh, avšak při psaní, ano i v obecném životě vyrozumívá se jménem *kroužek* kruhová čára a nikoli kruhová plocha.

2. Činíme zde zmínku o kroužku zvlášť k vůli psaní, kde neužíváme názvu kružnice, nýbrž kroužek.

oblouku budeme rozeznávati *kam jest vypuklý* a *jak mnoho jest vypuklý*. Co budeme na oblouku rozeznávati?"

16. Přímky svislé, vodorovné a šikmé.

„Hleďte, žáci, držím zde niť, na které visí závaží. Protože na té niti něco *visí*, říkáme o ní, že jest *svislá*. Jaká jest tato niť, protože na ní něco *visí*? Přiložím nyní tu niť k přední pravé hraně tabule (ač je-li tabule svisle pověšena, jak nařízeno; v případu opačném vyhledejme si svislou hranu jiného předmětu, na př. skříně, okna atd.). Pozorujte, svislá niť tato všude přiléhá k té hraně, pročež i o hraně této pravíme, že jest *svislá*. Jaká jest také tato hrana? Pozorujme na jiných hranách, zdali jsou svislé! Hle, i k levé přední hraně tabule přiléhá niť svislá. Jaká jest i tato hrana levá? Ukažte jiné hrany svislé (ku př. hrany na krychli, stole, skříni atd.)!"

„Nakreslím přímou čáru. K čáře té přiložím svislou niť. Hleďte, svislá niť všude k té čáře přiléhá, pročež i o té přímé čáře pravíme, že jest svislá. Jaká jest tato přímá čára? Pozorujte, svislá čára tato jde shora dolů jako levá a pravá hrana tabule. *Svislé čáry přímé kreslí se vždy shora dolů, podle levé nebo pravé hrany tabule.*

2. „Zde v nádobě (umývadle) mám vodu. Položím tuto dřevěnou tyčinku na vodu. Tyčinka *na vodě* plove. Když tyčinka na vodě plove, říkáme o ní, že leží *vodorovně*, čili že jest *vodorovná*. Vodorovná ta tyčinka neklоní se při žádném kraji dolů, *oba její kraje leží tedy rovně vysoko.*"

„Pozvednu tu tyčinku; nyní neplove více, přece však *oba kraje její jsou opět rovně vysoko*; i nyní pravíme o tyčince, že je *vodorovná.*"

„Pozorujme tuto hranu krychle (přední horní), oba kraje její leží *rovně vysoko* tak jako kraje vodorovné tyčinky, proto i o takové hraně pravíme, že jest *vodorovná*. Jaká jest tato přední horní hrana? Které hrany na tomto tělese jsou také vodorovné? Pojď ukázat některou vodorovnou hranu stolu atd. atd.!"

„Všimněme si nyní předních hran tabule; které z nich jsou svislé? Jaká jest horní, jaká dolní hrana? Vykreslím podle horní hrany tabule přímou čáru od levé hrany k pravé (po celé délce tabule blízko při horní hraně). Pozorujte, *oba kraje této čáry také* *leží rovně vysoko*, proto pravíme i o takovéto čáře, že jest *vodorovná*. Jaká jest tato čára, protože oba kraje její leží rovně vysoko? Jakou čáru jsem to tedy vykreslil? *Vodorovné přímé čáry kresliti budeme podle horní nebo dolní hrany tabule vždy od levé strany ku pravé.*"

3. Na jehlanu nebo na nakloněném hranolu ukazujíce na hranu šikmou, počněme rozmlouvati: „Hleďte, tato hrana zde *není svislá, není ale také vodorovná*; o takové hraně pravíme, že jest *šikmá*. Jaká jest tato hrana? Ukažte na tomto tělese ostatní hrany šikmé! Ukažte šikmé hrany na onom tělese!"

„Nakreslím přímou čáru (svislou). Jaká jest to čára? Nakreslím jinou (vodorovnou). Jakou přímou čáru jsem nakreslil? Opět jinou přímou čáru vykreslím (šikmou). Je-li svislá? Je-li vodorovná? Tato přímá čára tedy není ani svislá ani vodorovná. Přímá čára, která není ani svislá ani vodorovná, jmenuje se *šikmá*. Jaká jest tato třetí přímá čára? Jak říkáme přímé čáře, která není ani svislá ani vodorovná?" Kresleme střídavě přímé čáry svislé, vodorovné i šikmé a dejme je žákům rozeznávati.

17. Naklonění šikmých přímek.

a) Držíce při dolním kraji dřevěnou tyčinku, postavme ji svisle na stůl a otažme se: „Jak stojí tato tyčinka? Pozorujte její horní kraj (kloním tyčinku na pravo)! Horní kraj ten pohybuje se na pravo a blíží se k ploše stolu. Je-li ještě nyní tyčinka svislá? Jak stojí nyní? Na kterou stranu jsem ji naklonil? Protože jsem ji na pravo naklonil, pravíme, že jest *na pravo nakloněna*. Kam jest šikmá ta tyčinka nakloněna? — Postavím ji opět svisle! Pozorujte zase její horní kraj (kloním ji na levo)! Na kterou stranu se pohyboval horní kraj té tyčinky? Kam jsem ji tedy naklonil? Protože jsem ji na levo naklonil, kam jest nakloněna? — Vykreslím šikmou čáru (na pravo nakloněnou). Čára ta nakloněna jest na pravo. Kam jest nakloněna tato šikmá čára? Nakreslím jinou (na levo nakloněnou). Tato šikmá přímá čára kloní se na levo, jest tedy na levo nakloněna. Kam jest tato přímá čára nakloněna?

b) Opět postavme tyčinku svisle na stůl, držíce ji při dolním kraji.

„Jak stojí zase tato tyčinka? (Nakloním ji málo na pravo.) Hleďte, co jsem učinil! Stojí ještě svisle? Jak nyní stojí? Kam jest nakloněna? (Nakloním ji ještě více na pravo.) Kam jest nyní nakloněna? Horní kraj ještě více přiblížil se ke stolu. Nyní jest *více* než prve na pravo nakloněna. Dříve tak mnoho nakloněna nebyla, dříve byla jenom *málo* na pravo nakloněna. — Nakloním tyčinku na levo. Kam jsem tyčinku naklonil? Kam jest nakloněna? (Nakloním ji ještě více.) Kam jest nyní tyčinka nakloněna? Jest právě tak mnoho na levo nakloněna jako prve? Nyní jest *více* na levo nakloněna než prve; dříve byla *málo* na levo nakloněna "

„Nakreslím přímou čáru (málo na pravo nakloněnou). Jakou přímou čáru jsem nakreslil? Kam jest nakloněna? Nakreslím jinou šikmou čáru (mnoho na pravo nakloněnou). Kam jest tato šikmá čára nakloněna? Ano, i tato přímá čára jest nakloněna na pravo, avšak tato jest *mnoho* nakloněna, ona *málo* nakloněna. Pamatujte si: *Šikmá přímá čára může býti málo neb mnoho nakloněna.*"

Je-li šikmá čára málo nakloněna tak, že se blíží čáře svislé, kreslí se jako svislá shora dolů; blíží-li se šikmá čára vodorovné, kreslí se jako tato od levé strany ku pravé. Při ostatních je lhostejno, kreslíme-li je jako svislé či jako vodorovné.

Připomenutí 1.

Po našem soudu jest to, co v předcházejících rozmluvách uvedeno, nezbytnou *věcnou* přípravou ku kreslení a tudíž i ku psaní a čtení, ač má-li vyučování těmto předmětům konati se na půdě dobře připravené. Tím jest také *vyčerpáno* měřické učení prvého školního roku. Aby žáci nezapomněli, čemu se v prvých 6—8 týdnech naučili, opakuje se příležitostně během roku, zvláště při kreslení. Průběhem kreslení vyloží se dodatečně pojem čáry *lomené* a *vlnité* (hadité).

Poněvadž nemluví se v této třídě o *směru* přímek, nemožno vykládati pojem čáry lomené způsobem na vyšším stupni obvyklým, čemuž ostatně vyhnouti se lze tak, že ukážeme žákům prut, jejž před nimi dva- neb třikrát nalomíme a klikatě složíme; pak nakreslíme podle něho čáru; na to upozorníme je, že čára ta má podobu onoho zlomeného prutu, a proto že říkati budeme čáře takové *čára lomená*.

Při kreslení oblouků a tvarů z nich složených naskýtá se učiteli příležitosť, aby se zmínil o čáře *vlnité* (hadité), což stane se zase způsobem etymologickým.

Vše, co až dosud bylo vykládáno, kreslil učitel sám na prázdné školní tabuli; žáci nekreslili, nýbrž jenom nazírali na tabuli, zaměstnáváni jsouce zároveň stálým a stálým dotazováním se učitele po tom, o čem právě hovořil. Z rozprav hořejších zajisté lze seznati, že nemíníme, aby byli žáci pouhými pozorovateli výkonů učitelových, nýbrž že hledíme je i při tomto učení co možná nejvíce zaměstnávati.

Prve, než přistoupíme k vlastnímu cvičení žáků v kreslení, bude třeba seznámiti je s nákresnou jejich vlastní i školní a jejich úpravou. Při tom možno vésti sobě asi takto:

18. O nákresně učitelově a žákově.

„Dosud, žáci, kreslil jsem jen já sám; nyní ale budete také vy se mnou kresliti. Co kresliti budete, to vám já vždy nejprve na této tabuli vykreslím; vy kresliti budete na tabulkách. Zde na tabuli vidíte mnoho teček. Tečky ty jsou v řadách. Tyto řady teček jsou svislé, tyto vodorovné. Tyto (svislé) řady jdou podle levé hrany tabule shora dolů. Tyto (vodorovné) řady jdou podle horní hrany od levé strany na pravou. Všem těm tečkám dohromady říkáme *síť*. Také vy na svých tabulkách máte síť. Vyndejte si své tabulky a držte je levou rukou před sebou tak, aby byly postaveny jako tabule. Všimněte si těch řad teček, které jdou shora dolů. Řady ty jsou svislé. Ukazujte prstem pravé ruky po těch svislých řadách shora dolů. Všimněte si nyní těch řad, které jdou od levé strany na pravou podle horní hrany tabulky. Řady ty jsou vodorovné. Pohybujte prstem po těchto řadách od levé strany na pravou! I síť na vašich tabulkách skládá se tedy z řad svislých a vodorovných. Z čeho se skládá síť na vašich tabulkách? Všimněte si ještě jednou první svislé řady při levé hraně tabulky! Hleďte, tečky v této řadě mají od sebe *rovnou* vzdálenost. Této vzdálenosti říkáme *dílek*.*) V této svislé řadě jsou tedy dílky *rovné*. Zrovna tak je to i v ostatních svislých řadách teček. Také ve vodorovných řadách jsou všecky dílky rovné. *Jsou tedy v celé síti rovné dílky.*"

*) Až poznají žáci decimetr a centimetr, upozorní je učitel na to, že dílek na tabuli má délku jednoho decimetru a dílek na tabulce (v sešitě) délku jednoho centimetru. Odtud počínajíc nebudeme více při kreslení udávati délku přímých čar svislých a vodorovných dle dílků, nýbrž v metrické míře, aby žáci stále na určité délky nazírajíce, oko své v měření délek cvičili.

„Žáci, vy máte nyní tabulky své postaveny, avšak při kreslení tak jich držeti nebudete, protože by se vám to velmi nepohodlně kreslilo. Vy při kreslení budete míti tabulky své takto na lavicích položeny (ukáže, jak).“

Připomenutí 2.

Po této přípravě počnou žáci cvičiti se v kreslení:

a) teček v rozličné vzájemné jejich poloze (účelem těchto cvičení jest, aby žáci dovedli se orientovati na nákresně);

b) přímých čar jednodílných;

c) krátkých oblouků.

Po několika takovýchto cvičeních jde pak kreslení a psaní svou vlastní cestou, t. j. učení těmto předmětům děje se v čase každému z nich *zvlášť* vyměřeném, při čemž hledíme převahou ke zvláštním zájmům jejich; při kreslení zvláště také ke cvičení oka půlením přímých čar a cvičením v měření.

Jelikož vytkli jsme sobě za úkol vykládati methodiku pouze měřického tvaroznalství, přestáváme na pouhém připomenutí oněch cviků, jež jsou přípravou *mechanickou* kreslení i psaní zároveň.

Druhá třída.

A. Opakování a doplňování měřického učiva ze třídy prvé.

1. Zopakujíce učivo o tělesích, jež žáci v I. třídě poznali, seznammež je nyní také s tím, že má *těleso tři rozměry*, a to asi tímto způsobem:

„Zde mám těleso (krychli). Co pozorujete na tom tělese? Ukaž, *M.*, horní body napřed! Ukaž, *F.*, pouze levý horní bod napřed. Změřím těleso od tohoto horního bodu levého k onomu hornímu pravému. Měřil jsem těleso od *leva na pravo* (učitel napíše to na tabuli) a naměřil jsem 3 *dm.* Jak jsem měřil toto těleso? — Ukaž, *K.*, horní levý bod v zadu! Změřím těleso od předního levého k zadnímu levému. Měřil jsem nyní těleso od *předu na zad* a naměřil jsem 3 *dm.* Jak jsem nyní měřil těleso? Jak po prvé? *F.*

ukáže na tom tělese přední bod levý dole! Od horního levého změřím těleso k dolnímu levému bodu. Měřil jsem těleso *shora dolů* a naměřil jsem zase 3 *dm*. Jak jsem měřil toto těleso po třetí? Opakuj, *M.*, jak jsem měřil toto těleso po prvé, po druhé, po třetí (při tom ukazuje učitel na to, co napsal na tabuli)? Měřil jsem tedy toto těleso ve *třech směrech*. Opakuj, jak? Toto těleso má *tři rozměry*. Kolik rozměrů má toto těleso?" — Podobně měříme skříň, cihlu atd. Konečně upozorníme dítky na to, že *každé těleso má tři rozměry*: *délku*, *šířku a výšku*.

2. Žákům bude často slýchati i užívati slov: *hranatý*, *oblý*, *kulatý*. Aby o významu jejich nabyli pravého pojmu, vyložme jim po opakování učení o tělesích, co nazýváme hranatým, co oblým, co kulatým. K účelu tomu mějmež opět připraveny tytéž pomůcky, kterých jsme při rozmluvách geometrických v I. třídě užívali.

„Hleďte, žáci, postavil jsem na stůl rozličná tělesa. Povězte, co na tělesích rozeznávate! Všimněte si, zdali na všech tělesích, zde na stole stojících, jsou hrany! Hle, některá tělesa *mají hrany*, některé *hran nemají*."

„Sem na stojan postavím toto těleso (krychli). Pozorujte, zdali má hrany! Jaké plochy jsou na něm? Lidé říkají tělesům, na nichž jsou *hrany* a jenom *rovné plochy*, tělesa *hranatá*. Toto těleso jest *hranaté*. Jaké jest toto těleso? Ukažte, na kterých tělesích zde pozorujete hrany a jenom rovné plochy! Jaké jest toto těleso (hranol, jehlan, cihla)? Jaká jest tabule? Co jest také hranaté?"

Odstraňme krychli a dejme na stojan válec. „Jaké plochy pozorujete na tomto tělese? Všimněme si zvlášť jeho křivé plochy (pohybujeme rozevřenou rukou po celé oblině válce)! Na tomto tělese jsou tedy *rovné* plochy a *křivá* plocha. O tomto tělese pravíme: To jest těleso *oblé*. Jaké jest toto těleso? Všem tělesům, která mají podobu tohoto, říkáme tělesa *oblá*." Za pomoci naší nechť žáci jmenují tělesa oblá, jako: sklenici, hrnec, škopek, hůl, váleček, peň atd.

Na kouli pak se žáky nazírajíce, upozorněme je: „Na tomto tělese *hrany nejsou*. Kolik ploch na něm pozorujete? Jaká jest ta plocha? O tomto tělese pravíme, že jest *kulaté*. Všem tělesům tomuto zde podobným říkáme *tělesa kulatá*. Jmenujme věci, o kterých pravíme, že jsou kulatá!"

Po těchto cvičeních hleďme, aby žáci i *dle jména* poznali *krychli, válec, kouli.*

2. Dospěvše k opakování *o tečce*, vysvětleme ještě jakožto dodavek následující pojmy: *Tečka počáteční* a *koncová tečka*, *tečky krajní — tečka rozpolovací, dělicí tečky* vůbec.

Již v prvé třídě naváděli jsme žáky při kreslení čar k tomu, aby napřed vytkli sobě, odkud až kam čáru budou kresliti, čili aby napřed tečkami naznačili si kraje čáry, kterou kresliti mají. Nyní se jim poví, že tečka, kde počínáme čáru kresliti, jmenuje se tečka *počáteční;* tečka, kde se čára končí, jmenuie se tečka *koncová;* oběma spolu říkáme *krajní tečky* *).

Při cvičení v půlení čar nazveme tečku, kterou se čára půlí, *tečkou rozpolovací.*

Na základě půlení budeme ve druhé třídě přímé čáry též čtvrtiti čili děliti na čtyři rovné díly; i nazveme tečky, kterými jsme čáru na několik dílů dělili, *tečkami dělicími.*

3. Opakování *o přímce.*

a) Při této příležitosti jest se nám zmíniti o tom, že „Učebná osnova“ kreslení a měřického tvaroznalství ukládá vyučování tomu vedle jiných též cvičení žáků v *měření od oka.* Cvičení to díti se má po našem soudu ve všech třídách, a to tak, že mu učitel vedle ostatního měřického učiva věnuje ob čas zvláštní pozornosť.

V *prvé třídě* poznaly dítky metr a centimetr i učily se porovnáním rozeznávati, co je delší neb kratší jednoho metru a centimetru; mimo to kreslily čáry určitých délek (jedno- a několikadílné) a přímé čáry půlily.

Abychom náležitě hověli účelu vyučování měřickému předepsanému, neopomíjejme *také ve druhé třídě* praktickým oněm cvičením potřebné pozornosti věnovati. Při tom žáci užívají vedle měr, jež v I. třídě poznali, také decimetru, s nímž jsme je v II. třídě hned na počátku školního roku seznámili.

Dobrou příležitosť k tomu cvičení podává nákresna v metrické míře upravená, neboť nazírají žáci stále na délku jednoho a několika centimentrů (na školní tabuli decimetrů).

---

*) Dosud jest zvykem jmenovati obě tyto tečky tečkami koncovými, čemuž my vyhnuli se již proto, že mluvíváme u žákův o *počátku* a *konci* čáry, ale nikoli o *dvou* koncích.

Vedle skutečného měření bude zajisté výborným prostředkem k dosažení nahoře vytknutého cíle navádění žáků k *odhadování délky přímek daných*, jakož i *kreslení přímých čar o dané délce.* Nejprv odhadují a kreslí čáry krátké, potom delší, nejprv vodorovné, potom svislé, naposledy šikmé jako v té příčině nejnesnadnější.

b) Jakožto doplnění nauky o přímce vyložme pojem o *rovnoběžnosti* přímek.

Majíce na stojanu krychli jednou plochou k žákům obrácenu, pohybujme prstem shora dolů po levé přední hraně její a promluvme takto k žákům: „Tato hrana běží shora dolů. (Na pravou hranu ukazujíce:) Tato také běží shora dolů. Obě tedy *běží rovně.* O hranách těch pravíme, protože spolu *rovně běží*, že jsou *rovnoběžné.* Jaké jsou tyto hrany, protože spolu rovně běží?“ Měříce vzájemnou vzdálenosť obou těch hran, podotkněme: „obě tyto hrany jsou *všude rovně daleko od sebe.*“

„Pozorujme horní hrany, levou a pravou; horní hrana pravá běží ze předu do zadu. Levá právě tak běží ze předu do zadu; obě tedy také *běží rovně*; proto také o nich pravíme, že jsou rovnoběžné. Hleďte, protože jsou rovnoběžné, jsou všude rovně daleko od sebe vzdáleny. Pozorujeme dále, které ještě hrany na tomto tělese spolu *rovně běží!* Jaké jsou tedy ty hrany? Ukažte rovnoběžné hrany na tabuli, na skříni atd.“

„Vykreslím svislou čáru. Čára ta běží jako levá hrana tabule shora dolů. Vedle ní vykreslím ještě jednu svislou čáru. Tato též běží shora dolů jako levá hrana tabule. Obě čáry běží tedy *rovně*; proto o těchto dvou čarách pravíme také, že jsou *rovnoběžné.* Svislé čáry jsou vždy rovnoběžné. Rovnoběžné tyto čáry jsou též všude od sebe rovně daleko.“

„Podle horní hrany tabule vykreslím čáru vodorovnou; ještě jednu níže, tak aby obě byly všude rovně daleko od sebe. Obě čáry běží tak jako horní hrana tabule; obě běží tedy rovně, čili obě jsou *rovnoběžné.*“

„Vykreslím dvě šikmé čáry rovně mnoho na pravo nakloněné. I tyto čáry jsou všude rovně daleko od sebe. O těchto šikmých čarách rovněž pravíme, že jsou rovnoběžné.“

„Poznali jsme, že rovnoběžné čáry jsou všude rovně daleko od sebe, i budeme si pamatovati, že *čáry, které jsou všude rovně daleko od sebe, jsou rovnoběžné.*“

B. Nové učivo.

1. Pravý úhel.

a) Při výkladu o pravém úhlu, jenž se koná na tělesích, zejména na krychli, neběží o to, aby žáci dovedli definovati, co jest úhel vůbec a pravý úhel zvlášť, nýbrž jen o to, *aby dovedli poznati pravý úhel a jej nakresliti.*

Na krychli pozorujme se žáky přední horní a přední levou hranu. Levá jest svislá, horní vodorovná. Upozorněme je, že obě ty hrany scházejí se v jednom bodě. *Scházejí-li se svislá hrana s vodorovnou v jednom bodě, pravíme o nich, že tvoří pravý úhel.*

Za pomoci naší, ať dále všímají si, které svislé a které vodorovné hrany krychle, hranolu, tabule atd. také v jednom bodě se scházejí, čili které tvoří pravý úhel (přední horní a pravá, přední levá a dolní, přední pravá a dolní atd.).

Při výkladech těchto prospěšno jest *míti po ruce model úhlu s hybnými rameny,* jejž může sobě každý učitel snadno sám zhotoviti ze dvou dřevěných tyčinek, které při jednom kraji nýtkem těsně spojí tak, aby se nedaly příliš snadno rozvírati. Pomocí modelu toho možno pak žákům lehce vysvětliti, že někdy i také dvě vodorovné anebo dvě šikmé přímky, které v jednom bodě se sbíhají, svírají pravý úhel, a to způsobem následujícím:

Držím v ruce model pravého úhlu za vrchol tak, aby bylo jedno rameno svislé a jedno vodorovné. Pak učiním obě ramena vodorovnými a upozorním žáky na to, že obě tyčinky jsou nyní sice vodorovné, ale že nepřestaly tvořiti pravý úhel, neboť, jakmile učiním jednu svislou, jest druhá vodorovná.

Horní hrany krychle jsou všecky vodorovné. Levá a přední sbíhají se v jednom bodě. Jakmile postavím krychli tak, aby horní plocha přišla do předu, stane se ona levá hrana svislou, přední zůstane vodorovnou. Hrany ty tedy také tvoří pravý úhel.

Vodorovné přímky tvoří pravý úhel tehda, když, postavím-li jednu svisle, jest druhá vodorovná.

Podobně ukázati můžeme, ovšem později, že někdy i dvě šikmé přímky, které v jednom bodě se scházejí, tvoří pravý úhel. Držím opět v ruce model pravého úhlu za vrchol tak, aby bylo jedno rameno svislé. Volným nakloněním stanou se obě tyčinky šikmými. Tyčinky nepřestaly tvořiti pravý úhel, neboť, jakmile učiním zase jednu svislou, jest druhá vodorovná; proto *šikmé přímky tvoří pravý úhel tehda, když, stane-li se jedna svislou, jest druhá vodorovná.*

b) Když žáci naučili se dokonale poznávavati pravý úhel, přistoupíme ku *kreslení* jeho, jakož i k *rozeznávání částí úhlu.*

Ku ploše tabule přiložme model pravého úhlu tak, aby jedno rameno jeho bylo svislé, a podle ramen vykreslíme pak pravý úhel. Odstranivše model, upozorněme žáky na to, že jsme *vykreslili pravý úhel.* Potom blíže uvažujme o něm: „*Dvě přímé čáry — jedna svislá, druhá vodorovná — jež sbíhají se v jednom místě, tvoří pravý úhel.* Přímé čáry, jež pravý úhel tvoří, jmenují se *ramena úhlu*; místo, ve kterém se ramena sbíhají, jmenuje se *vrchol* úhlu."

V dalších cvičeních vykreslíme podobným způsobem pravý úhel, jehož ramena jsou šikmá. Modelem na tabuli ukážeme, že, stane-li se jedno rameno svislým, jest druhé vodorovné.

Při kreslení pravého úhlu ukážeme též žákům, že úhel ten zůstává pravým, *nechť ramena jeho jakkoli prodloužíme.*

Pro stručnosť a jasnosť řeči při kreslení je třeba, aby žáci poznali, že pravý úhel, jehož jedno rameno je svislé, *otvírá se buď na levo nahoru nebo dolů, buď na pravo nahoru nebo dolů*; jsou-li ramena šikmá, *otvírá se pravý úhel buď nahoru nebo dolů, buď na pravo nebo na levo.*

Také jest zmíniti se tu o *úhelnici* a seznámiti žáky s tím, k čemu slouží.

2. Kolmosť přímek.

Mají-li žáci jasně rozeznávati svislosť od kolmosti, jest třeba, aby učitel sám při svých výkladech co nejpřísněji dbal rozdílu mezi oběma těmito pojmy a nezaměňoval jeden za druhý, jako zhusta se stává.

Dejmež žákům jmenovati a ukazovati na různých předmětech, které přímky tvoří pravý úhel, a pak jim řekněme: „*O dvou přímkách, které tvoří pravý úhel, pravíme, že na sobě stojí kolmo.*" Potom nechť žáci ukáží na př. na krychli, na kterých hranách stojí kolmo přední levá hrana, přední pravá hrana atd.

3. Čtverec.

a) Žáci nabudou jasné představy o čtverci, dáme-li jim nazírati na plochu krychle, s kteréž pak abstrahujeme jednotlivé znaky čtverce; ty pak píšeme na tabuli v témž pořádku, jak byly vývojem nalezeny. Postup jest asi tento:

„Pozorujme přední plochu krychle! Jaká jest to plocha? Poznamenám na tabuli: 1. *rovina.* Kolika hranami jest omezena? Jak jinak říkáme přímým hranám? Přední plocha krychle jest tedy rovina 2. *omezená čtyřmi přímkami* (napíšeme na tabuli): Porovnejme délku těch přímek! (Učitel je měří.) Hle, přímky ty jsou rovně dlouhé, jsou si tedy *rovny.* Jakými přímkami jest omezena přední plocha krychle? (Co L. pověděl, napiši zase na tabuli): 3. *rovnými.* Pozorujme stále, jaké úhly svírají tyto přímky! Horní jest vodorovná, levá jest svislá. Horní přímka s levou svírá jaký úhel? (Podobně dále.) Jaké úhly svírají tyto čtyry přímky? (Co jsme vyšetřili, opět napíši na tabuli): 4. *svírají pravé úhly.* Nuže, pozorovali jsme *rovinu omezenou čtyřmi přímkami rovnými, jež svírají pravé úhly.* Takové rovině říká se *čtverec.* Jaká plocha jest čtverec? Kolika přímkami jest omezen čtverec? Jakými přímkami jest omezen čtverec? Jaké úhly svírají ty přímky? Co jest tedy čtverec?“ (Žák odpovídaje k této otázce, čte znaky na tabuli napsané.) — Cvičení: ukazovati a dle polohy jmenovati jednotlivé čtverce na krychli — horní čtverec, přední čtverec atd.

„Pozorujme plochy na tomto tělese (hranolu o čtvercové půdici) a povězme, která z nich jest čtverec!“

„Přímky, které čtverec omezují, jmenují se *strany čtverce.* Jak se jmenují přímky, které čtverec omezují? Co nazýváme stranami čtverce? Ukažte strany čtverce tohoto!“

„Pravili jsme, že na čtverci pozorujeme čtyři pravé úhly. Kolik tedy *vrcholů* má čtverec? Ukažte vrcholy tohoto čtverce! Povězte, co na čtverci pozorujeme!“

„Všimněme si, které strany čtverce sbíhají se v jednom bodu! Které strany nesbíhají se v jednom bodu? Těm, které sbíhají se v jednom bodu, říkáme *strany sousední*; oněm, které v jednom bodu se nesbíhají, říkáme *strany protější,* protože leží naproti sobě. *Sousední strany* čtverce tvoří spolu pravý úhel, proto pravíme o nich, že *stojí na sobě kolmo. Protější strany* jsou všude rovně daleko od sebe, proto *jsou rovnoběžné.*“

Rovněž ukáže se žákům, které úhly a které vrcholy nazývány bývají protějšími.

b) Po těchto výkladech vykresleme na tabuli čtverec a veďme pak žáky otázkami k tomu, aby všímali si jeho jednotlivých znakův a je vyjmenovali tak, jak se to při pozorování čtverce na krychli dálo.

Při této příležitosti vyložíme též žákům, co nazýváme *úhlopříčnami*, co *středem* a co *středními čarami čtverce*.

Úhlopříčny jsou přímé čáry, které spojují vrcholy protějších úhlů. Tečka, ve které se úhlopříčny protínají, jest ode všech stran a ode všech vrcholů čtverce rovně vzdálena, jest tedy právě uprostřed, proto tečka ta naznačuje *střed* čtverce.

Spojíme-li půlící tečky protějších stran přímou čarou, jde čára tato právě středem čtverce, proto se nazývá *čarou střední*. Střední čára jest s ostatníma dvěma stranama rovnoběžná a od obou rovně vzdálena. Ve čtverci možno nakresliti *dvě* úhlopříčny a dvě čáry střední.

c) Konečně naučme ještě žáky rozeznávati *obě hlavní polohy* čtverce, totiž:

α) *kde je položen na straně*;

β) *kde je postaven na vrcholu.*

Při výkladu tom dobře poslouží model čtverce, z papíru nebo z lepenky zhotovený. Při čtverci na vrcholu postaveném upozorníme žáky na to, že jest jedna úhlopříčna svislá, druhá vodorovná; neboť budou později na základě toho čtverec takto položený kresliti.

4. Obdélník.

Při výkladu o obdélníku vedeme sobě právě tak jako při čtverci. I *rozsah* učiva jest týž. Poznávání obdélníka děje se především nazíráním na poboční stěnu hranolu, potom na jiné obdélníkové plochy, kterých jest ve školní světnici hojnost, na př. plocha tabule, stěny, světnice, plocha dveří, plocha tabulí v oknech atd.

Střední stupeň.

(III. a IV. třída.)

V „*Učebné osnově*“ pro *kreslení* praví se ohledem na tento stupeň:

„*Žáci cvičí se v kreslení rozličných tvarů, zakládajících se na* **přímce, úhlu, trojúhelníku** *a* **čtyřúhelníku.** *Těchto tvarů užívejž se ku kreslení obrazců co nejjednodušších.*“

Pro tento stupeň jest tedy učivo měřické u srovnání se stupněm dolním alespoň *naznačeno*, ovšem způsobem co nejstručnějším.

Je dobře položiti učení o trojúhelníku *za* učení o čtyřúhelnících, a to proto, *1.* že trojúhelník je tvarem řídčeji se vyskytujícím nežli čtyřúhelník a proto tedy méně důležitým nežli tento; *2.* že žáci již poznali *dva* druhy čtyřúhelníků, k nimž tedy nauku o čtyřúhelnících třeba jenom připojiti. Učení měřictví na tomto stupni jest tedy v *první* své části (o přímce, úhlu a čtyřúhelníku) jenom *rozšiřováním* učiva na dolním stupni předeslaného, a koná se při *opakování* tohoto učiva; teprve v *druhé* části (o trojúhelníku) poskytuje něco zcela nového.

„Osnova“ zůstavuje učiteli na vůli rozvrhnouti sobě měřické učivo, *společně pro celý střední stupeň vytčené*, do obou jednotlivých tříd, tento stupeň tvořících. Užívajíce této svobody, dali jsme nahoře zmíněnou část *první* do *třetí* třídy, *druhou* však část do *čtvrté* třídy. Pro přidělení trojúhelníka až do čtvrté třídy*) máme mimo důvody nahoře již vytčené ještě tento: Měřických tvarů

*) Jak se samo sebou rozumí, nemíní se tím, že se ve výkresích předcházejících tříd nesmí trojúhelník objeviti; objevilť se zajisté již velmi často, jen že se o něm nemluvilo. Totéž platí také o ostatních měřických tvarech.

žákům vysvětlených má se *hned* ku kreslení užiti, tedy také *pravidelného* trojúhelníku, jejž žáci při nauce o trojúhelnících musí poznati. Při kreslení užívá se nyní téměř všude sítě stigmografické a to obyčejně (ve smyslu ministerského „*Návodu*“ pro vyučování kreslení z r. 1874.) ve třetí třídě tečkované sítě dvoucentimetrové, v prvním pololetí čtvrté třídy sítě čtyřcentimetrové, načež se v druhém pololetí začíná kresliti na papíře prázdném. Jelikož však pravidelného trojúhelníku nelze s prospěchem kresliti do sítě čtvercové (neboť jsou zde stigmy nejen bez užitku, alebrž spíše na škodu), je dobře odložiti jej až na dobu *volného* kreslení, jež nastává ve třídě *čtvrté*. Nejlépe je tedy v prvním běhu čtvrté třídy probírati a kresliti trojúhelníky nepravidelné; v druhém běhu trojúhelník pravidelný a tvary z něho odvozené.

Rozsah učebné látky měřické, jež se v obou těchto třídách spracuje, jest stanoven tou okolností, že tyto výklady z měřictví mají býti jenom *přípravou* ku kreslení na tomto stupni, jak již v „*Úvodu*“ bylo vyloženo. Vše, čeho toto kreslení nepotřebuje, musí odpadnouti. K lepšímu porozumění vytkneme jen několik takových věcí. Při rozšiřování učiva o přímkách bylo by zcela zbytečné mluviti o přímkách mimoběžných; při nauce o úhlech o stupňové míře úhlů, taktéž o úhlech vzniklých mezi dvěma rovnoběžkama, jež jsou protaty třetí přímkou; při čtyř- a trojúhelnících o součtu jejich vnitřních úhlů, o vnějších úhlech atd.

Na rozsah toho učiva má však také vliv ještě jedna věc, která nesouvisí s *kreslením*, nýbrž s *počty*, v nichž se zjednává kus *měřického* učiva, jímž látka ku početním příkladům valně se rozšiřuje.

Ačkoli vypočítávání ploch a těles jako *celek* patří až do posledních tří školních roků, tož přece již ve 3. a 4. třídě jest nezbytno položiti k tomu základy.

Žáci *třetí* třídy seznámí se *s měrou čtverečnou* a jejím *užíváním ku stanovení velikosti nějaké roviny*, na př. *obdélníka*, a to tak, že se počítá, kolikrát lze čtverečnou jednotku na daný obdélník *položiti*. To jest *měření* nějaké roviny; jest to *prvotní* způsob, kterým velikosť rovin se určuje. Proto je na místě, když *poprvé* tento úkol přichází na řadu. Potom se v početních příkladech čtverečné míry co *pojmenování* užívá, na př.: „Zač je stavební místo, čítající 247 m^2, je-li 1 m^2 za 4 zl.?“ Teprve ve *čtvrté* třídě nechť přijde na řadu *vypočítávání* ploch, neboť vypočítávání ploch koná se dle umělých pravidel, jež spekulativní cestou se vyvozují;

jest tedy vyšším (druhým) stupněm určování velikosti ploch. Úkoly o vypočítávání ploch omeztež se ve 4. třídě na vypočítávání obsahu čtverce z jeho strany, obsahu obdélníka z délky a šířky, konečně jednoho rozměru obdélníka, je-li dán jeho obsah a druhý rozměr. — Podobně to navrhujeme ohledně vypočítávání *krychlového* obsahu. Žáci *čtvrté* třídy seznámí se s *měrou krychlovou* a jejím *upotřebením*. Míry té se potom také v příkladech užívá, a to tak, jako prve čtverečné míry; však *vypočítávání* obsahu pravoúhlého rovnoběžnostěnu ze tří daných rozměrů (délky, šířky a výšky) budiž vyloženo a cvičeno teprve na horním stupni.

Třetí třída.

I. O přímce.

Nejdříve *opakování* učiva dolního stupně o přímce, při čemž se na patřičném místě vědomosti již nabyté *rozšiřují*, a to jak následuje:

1. Žáci seznámí se ještě blíže než ve 2. třídě s pojmem „*směr*“ ovšem ne *definicí* směru, nýbrž patřičným a stálým tohoto slova *užíváním*, na př.: „V *první* třídě řeklo se o niti olovnice, že je *svislá*; nyní budeme to však říkati takto: Niť má **směr** *svislý*.“

2. Při opakování o přímce *svislé* upozorní se žáci na to, že přímé čáry, jež, kreslíce ve svých sešitech, *svislými* nazývají, nejsou vlastně svislými, že by se však takovými hned staly, kdyby se sešity svisle postavily.

3. Při opakování o *měření* přímek (délek) poznají žáci ostatní jim ještě neznámé jednotky délkové. Všecky délkové jednotky žáci nechť poznávají názorně. Délka kilometru udá se žákům vzdáleností dvou předmětů, jim známých, z nejbližšího okolí školy, na př. v Praze vzdáleností Panské ulice (kde ústí na Příkop) od Národního divadla. Učitel musí si ovšem tyto délkové jednotky napřed sám vyměřiti. Kilometr určí buď dle toho, že jej vojenským krokem lze ujíti za 14 minut, anebo že měří přibližně 1350 vojenských kroků. Na základě této úplné známosti délkových měr přivedou se žáci k poznání *desetinného jich rozdělení.**) Následuje *užití těchto měr* (pokud lze) ku měření délek ve školní světnici, což se děje — ku cvičení oka — napřed *odhadnutím* každé délky, potom *skutečným měřením* této délky.

4. Žáci již vědí, které přímky slují *rovnoběžné.* Nyní přivedou se k poznání následujících pouček: „Všecky svislé přímky jsou rovnoběžny.**) Vodorovné přímky *mohou,* avšak *nemusí* býti rovnoběžny. Totéž platí o šikmých přímkách. Jmenujte (ukažte) na některých předmětech vodorovné hrany, jež jsou rovnoběžny; potom takové, jež nejsou rovnoběžny! Ukažte na těchto tělesích (na nakloněném hranolu, na jehlanu) šikmé hrany rovnoběžné a takové, jež nejsou rovnoběžny. — Je-li z několika rovnoběžných přímek jedna přímka svislou (vodorovnou, šikmou), který směr mají všecky ostatní přímky?"

5. Ku pojmu rovnoběžnosti přímek připojí se pojem jejich *různoběžnosti.* Různoběžnými slují ty přímky, které se po jedné straně stále k sobě přibližují, až se, byvše po případě dostatečně prodlouženy, setkají čili protnou. Kde se protnou, tam je jejich *průsečík.*

II. O úhlu.

Nejdříve *opakování o úhlu pravém* a *o kolmosti přímek.* Při tom se ukáže na *rozdíl mezi kolmostí a svislostí,* kteréžto pojmy se posud i v některých učebných knihách pletou. O svislosti lze mluviti již při *jedné* přímce, má-li totiž směr šňůry u olovnice; o kolmosti jen tehdy, máme-li před sebou přímky *dvě,* jež svírají pravý úhel; kolmosť je tedy vztah *dvou* přímek. Pravíme-li tudíž o nějaké přímce, že je kolma, musíme hned dodati, *ku (na) které přímce je kolma.* Ze všeho toho plyne, že přímka může býti kolmou, aniž je svislou.

---

*) Samo sebou se rozumí, že žáci současně s jednotkami těch kterých měr také poznávají úřadně nařízená písemná *znaménka* pro tyto jednotky.

**) Přesně by měla tato věta zníti ovšem takto: „Přímky svislé, jež nejsou jedna od druhé příliš mnoho vzdáleny, lze považovati za rovnoběžné." Na *tomto* stupni vyučování třeba se však spokojiti *horním* zněním této věty.

Jako *nové* učivo přistoupí:

1. Ostrý úhel.

Učitel drží před žáky známý již model úhlu tak rozevřený, aby znázorňoval úhel pravý, při čemž je jedno rameno svislé a druhé vodorovné. Potom přiblíží jedno rameno, na př. svislé, otáčením kolem vrcholu úhlu k pevnému rameni a praví: „Ramena svírají jako prve tak i nyní úhel, avšak ne úhel pravý, nýbrž úhel menší nežli pravý úhel, protože se jedno rameno ke druhému *přiblížilo.* Úhel, jenž je menší nežli pravý, sluje *ostrý.* Jakým úhlem jest tedy tento úhel? Proč jest tento úhel ostrým úhlem? — Jedno rameno tohoto úhlu je vodorovné. Nezměníme-li vzdálenosť jednoho ramene tohoto úhlu od druhého ramene, avšak dáme-li úhlu vždy jinou a jinou polohu, nemění při tom své velikosti a zůstává tedy pořád ostrým úhlem. Ramena úhlu ostrého mohou míti tedy *jakýkoli směr.* — Model úhlu položí se na školní tabuli a vedením křídy podle jeho ramen vykreslí se přímé čáry, čímž je velikosť ostrého úhlu za účelem následujícího porovnávání názoru zachována. Potom se model úhlu více než prve rozevře, avšak aby ramena jeho tvořila ještě ostrý úhel. Protože se jedno rameno od druhého *vzdálilo,* tvoří obě ramena nyní *větší* úhel než prve; úhel ten je však přece ještě menší než pravý úhel a tedy zase ostrý. Úhel tento se podobně jako první úhel na tabuli vykreslí. Jsou tedy na tabuli *dva* ostré úhly vykresleny; o druhém bylo shledáno, že je *větší* než první. Z toho plyne, že *všecky ostré úhly nemají rovné velikosti.* Potom se ukáže, že *velikosť úhlu je na délce ramen nezávislá.* Následuje *vyhledávání ostrých úhlů na modelech hranatých těles měřických* (na jehlanech, na osmistěnu a j., protože na předmětech ve školní světnici se ostré úhly zřídka objevují).

K tomuto výkladu připojuje se přirozeně *cvičení v posuzování velikosti ostrých úhlů od oka.* V naší *„Osnově“* pro vyučování kreslení (vydané 9. srpna 1873.) uvádí se mezi cíli tohoto učení také to, *„aby žák cvičil své oko v měření“.* Tento úkol bývá pojímán příliš ouzce, neboť se obyčejně omezuje na měření *délek* od oka. Rovněž důležito je však posuzování velikosti *úhlův* od oka. Cvičení tohoto druhu, jimiž se *oko* vzdělává, jsou zvláště *zde,* totiž na středním stupni, důležita, protože jimi přispívá se k tomu, aby přechod z kreslení vázaného ku kreslení volnému, jenž je úkolem tohoto stupně, nalezl oko žáků připravené.

Cvičení v posuzování velikosti ostrých úhlův od oka.

Zmíněná cvičení počnětež se *porovnáváním ostrých úhlů* vespolek. Za tím účelem vyrýsuje učitel na (prázdné) školní tabuli (zprvu jen) *dva* ostré úhly, z nichž jeden je patrně větší než druhý, a označí je, aby se o nich mohlo krátce mluviti, na př. číslicemi 1, 2, jež napíše mezi jejich ramena blíže vrcholu. I mluví se potom o úhlu *prvním* a o úhlu *druhém*, nebo o úhlu *jedna* a o úhlu *dvě*. Učitel vyzve žáky, aby udali, *který úhel je větší*. Při tom žáci nic nekreslí, jsou však nicméně všickni zaměstnáni. Když byli žáci k otázce té odpověděli, přesvědčí je učitel buď o správnosti anebo nesprávnosti jejich odpovědi tím, že zmíněný model úhlu rozevře tak, aby jeho tyčinky kryly ramena většího úhlu na tabuli, a položí potom model takto rozevřený na menší úhel tak, aby vrcholy a jedno rameno se kryly. Žáci tu názorem se přesvědčují, který z daných dvou úhlů je větší.

Učitel vyrýsuje na tabuli *tři*, později *čtyři* ostré, vespolek nerovné úhly, označí je jako prve číslicemi a vyzve žáky, aby na základě odhadu odpovídali k těmto otázkám: Jakým úhlem jest každý z těchto tří (čtyř) úhlů? (Ostrým.) „Který z nich je nejmenší? Který z nich je největší? Který z těchto tří úhlů jest co do velikosti prostřední? Jmenuj tyto čtyři úhly v takovém pořádku, aby číslo největšího úhlu bylo prvním a každý následující úhel byl menším než předešlý úhel!“ Aby odhadování žáků vymáhalo *celou* jejich pozornosť, vyrýsuje učitel řečené úhly tak, aby nenásledovaly za sebou v postupu jejich velikosti.

Tato cvičení stupňují se během času tím, že úhly, jež při prvých cvičeních byly vyrýsovány *značně* rozdílné, vyrýsují se později *málo* rozdílné. — Při dosavadních cvičeních předpokládáno, že úhly, jež žáci srovnávají, jsou *všecky* otevřeny na *touž* stranu. Novým stupněm těchto cvičení jest tedy úkol, kde jeden úhel je otevřen dolů, druhý nahoru, třetí na levo a pod.

Dalším stupněm cvičení v posuzování velikosti úhlů pouhým okem jest vyšetřování, *kolikrát je jeden úhel tak veliký jako druhý*. Za tím účelem vyrýsuje učitel *před* školním vyučováním na tabuli *dva* ostré úhly, z nichž jeden je zrovna dvakrát tak veliký jako druhý, i vyzve žáky, když při vyučování k tomu dojde, aby posoudili, kolikrát by se menší úhel dal do většího úhlu položiti. Vyslechnuv jejich odpovědi, změří známým modelem menší úhel a ukáže, že se model úhlu, takto otevřený, dá do většího úhlu dvakráte vměstnati.

Podobných cvičení lze vykonati ještě více; přemýšlejícímu učiteli dostačí jako pokynutí tato cvičení zde uvedená.

K těmto cvičením druží se — na nich se zakládajíc — *půlení ostrého úhlu* od oka. Učitel vykreslí na (prázdné) tabuli ostrý úhel a vyzve některého žáka, aby vrcholem úhlu položil tenoučkou tyčinku mezi ramena úhlu tak, aby oba díly úhlu tím vzniklé byly rovně velké, t. j. aby úhel rozpůlil. Ostatní žáci, nic nekreslíce, pozorují výkon žáka na tabuli a udávají, zdali tyčinku dobře položil a po případě, ku které straně by ji měl trochu pošinouti. Větší vzdálenosť, kterou od tabule mají, činí jim toto posuzování snadnějším nežli žáku u tabule. Učitel potom vyznačí tečkou, kde leží druhý krajní bod tyčinky (první je ve vrcholu úhlu), načež se tyčinka odstraní a od tečky k vrcholu se vykreslí přímá čára. Dle potřeby kontroluje učitel udání žáků pomocí modelu úhlu způsobem nahoře již popsaným. Někteři učitelé, chtějíce tato cvičení žákům usnadniti, nanesou na ramena úhlu od vrcholu rovné úsečky, spojí jejich krajní body přímou čarou, rozpůlí tuto a spojí půlicí příčku s vrcholem přímkou. Anebo užijí podobným způsobem oblouku mezi rameny, jehož středem je vrchol úhlu. Tímto způsobem necvičí se však oko v posuzování *úhlů*, nýbrž v posuzování *délek* tu přímých čar, tu oblouků. —Při všech těchto, jakož i následujících počátečných cvičeních v měření úhlův od oka spokoj se učitel v odhadech žáků pouhou *přibližností*, neboť *přesnosť* může se dostaviti až později.

2. Tupý úhel.

Tupy úhel vyloží se způsobem podobným jako úhel ostrý. Vyhledávání tupých úhlů na modelech hranatých těles měřických. Porovnávání několika tupých úhlů v příčině velikosti jako prve při ostrých úhlech. Posuzování od oka, kolikrát je tupý úhel na tabuli vykreslený tak velký jako ostrý úhel taktéž na tabuli vykreslený. Půlení tupého úhlu.

Ostré a tupé úhly slují společně *kosé* úhly.

III. O čtyřúhelnících.

Nejdříve *opakování o čtverci a obdélníku,* při čemž se učivo *rozšiřuje.*

1. O čtverci.

a) Ve druhé třídě jsme pojem čtverce *abstrahovali* s krychle. Zde (při opakování) je dobře užiti *jiného* způsobu, a to z téhož důvodu, ze kterého se tentýž početní příklad řešívá *několikerými* způsoby. Chceme zde užiti methody *genetické,* kteréž později užiti musíme při kosočtverci, kosodélníku a různoběžníku, protože s předmětů nás obklopujících, jakož i s geometrických těles obyčejně užívaných pojem *těchto* čtyřúhelníkův abstrahovati nelze, jelikož se na nich nenaskytují. Seznamujíce žáky s novým způsobem výkladu při tvarech jim *známých* (při čtverci a obdélníku), vyhneme se obtížím, s kterými se setkáváme, vykládáme-li *novým* způsobem věci rovněž *nové.*

Učitel (stoje před netečkovanou školní tabulí) počne: „Myslím si jistou určitou *část* přední plochy tabule. Nikdo z vás neví, jak *velkou* část té rovné plochy (roviny) si myslím, jakou má *podobu* a kde je *položena* (jakou má *polohu*). Abyste to poznali, vykreslím přímé čáry, které tu část roviny budou *omezovati.* (Vykresleme téměř uprostřed tabule svislou čáru přímou, zdélí asi $^1/_2 m.$) Víte již, po které *straně* přímky zde naznačené se zmíněná část roviny rozkládá, jak je *velká* a jakou má *podobu?* Nikoli, neboť ještě není ta část roviny omezena. Budu ji tedy dále omezovati. (Vykreslí se horním krajem svislé přímé čáry vodorovná a rovně dlouhá čára přímá na pravo). Přímky zde naznačené jsou rovné a tvoří pravý úhel čili stojí na sobě kolmo. Ani jimi není však zmíněná část roviny omezena. Mohla by se rozkládati různě daleko na pravo dolů (nebo na levo nahoru) a míti různou podobu. Omezím tu část roviny ještě dále. (Pravým krajem vodorovné přímé čáry vykreslí se rovně dlouhá svislá čára dolů.) Jsou zde naznačeny tři rovné přímky, z nichž dvě po sobě jdoucí jsou na sobě kolmy; avšak ani jimi není část roviny omezena, neboť směrem dolů je neomezena. (Dolní kraje obou svislých čar spojí se přímou čarou.) Nyní je ta část přední roviny tabule, kterou jsem si myslil, úplně omezena, a to čtyřmi rovnými přímkami, jež tvoří čtyři pravé úhly. Takovou část roviny nazýváme — jak vám známo — *čtverec.*"

Výklad tento má tu výhodu, že z něho co nejdůrazněji vysvítá, že čtverec je *část roviny*, neboť v něm mluvíme pořád „o části roviny"; dále že zmíněné čtyři přímky slouží jenom k *omezení* této části roviny.

O stranách a vrcholech čtverce, o rovnoběžnosti protějších stran atd. opakováno budiž učivo ze druhé třídy.

b) *Opakování o úhlopříčnách a středu* čtverce. *Nové učivo:* Každou úhlopříčnou je čtverec rozdělen na dva rovné díly — poloviny; oběma úhlopříčnami na čtyři rovné díly — čtvrtiny. — Obě úhlopříčny jsou rovné a tvoří pravé úhly, čili stojí na sobě kolmo. Úhlopříčny se vzájemně rozpolují; také rozpolují úhly, jejichž vrcholy spojují.

c) *Opakování o středních čarách* čtverce. *Nové učivo*: Střední čáry jsou rovné a mají tutéž délku jako strany; se stranami jsou rovnoběžny, stojí na sobě kolmo (tvoří *kříž*) a dělí čtverec na čtyři rovné čtverce.

Úhlopříčny a střední čáry dohromady dělí čtverec na osm rovných dílů, jež se stýkají ve středu čtverce.

d) Ukáže se, *čím je čtverec určen,* t. j. *která přímá čára ve čtverci musí nám býti dána (známa), abychom mohli čtverec vykresliti.* Čtverec určuje se *stranou,* když má býti položen na straně, a *úhlopříčnou,* když má býti postaven na vrcholu. Ukáže se, kterak se čtverec v posledním případě kreslí.

e) *Výklad o čtverečné míře a jejím užívání ku stanovení velikosti nějaké roviny.*

Chceme-li *velikost* čili *délku* nějaké přímky určiti, vyšetřujeme, kolikrát je tak velká čili dlouhá jako nějaká délka, kterou známe. Tuto nám známou délku zoveme *měrou,* a protože se jí určují *délky* přímek, zove se měrou *délkovou.* Míru *klademe* na přímku, jejíž délku určiti máme, tolikrát jednu vedle druhé, kolikrát to lze. Říkáme, že tím přímku *měříme.* Číslo, které udává, kolikrát lze míru na přímku položiti, čili kolikrát je míra v přímce obsažena, zove se *měrné číslo* té přímky. Povězte, co znamená, že měrné číslo délky školní světnice je 9 *m*, šířky téže světnice 7 *m* a její výšky 4 *m*, dále délky lavice 18 *dm,* konečně délka tužky 15 *cm.*

Chceme-li *velikosť* nějaké *plochy* určiti, vyšetřujeme podobně, jako prve u přímek, kolikrát je tak velká jako nějaká jiná plocha, jejíž velikosť dobře známe. Tuto nám známou plochu zoveme jako při určování délek *měrou*, avšak protože se jí velikosť *ploch* určuje, měrou *plošnou*. Plošnou měrou jest tedy zase plocha. Plošnou míru *klademe* na plochu, jejíž velikosť určiti máme, tolikrát jednu vedle druhé, kolikrát to učiniti lze. Tím plochu *měříme*. Číslo, které udává, kolikrát lze plošnou míru na jistou plochu položiti, zove se *měrné číslo* té plochy. Toto číslo udává, kolikrát je plošná míra v té ploše *obsažena*, udává tedy *obsah* té plochy. Určiti obsah nějaké plochy jest tedy tolik jako určiti její velikosť.

Za plošnou míru byl všeobecně přijat *čtverec*. Podobně jako malé přímky měříme malými délkovými měrami, velké přímky však velkými měrami, měříme také malé plochy malým čtvercem, velké plochy velkým čtvercem. Jsou tedy *různě velké* plošné míry. Základem všech délkových měr je metr, základem všech plošných měr je čtverec, jehož strana měří metr, t. j. *čtverečný metr* (m^2).

Učitel znázorní čtverečný metr výkresem na tabuli *) a dá žákům jmenovati plochy ve školní světnici, jež jsou dle jich odhadu větší než m^2 (strop, podlaha, přední a zadní stěna, dvéře, školní tabule, okno a j.), a které jsou menší než m^2 (tabule v okně, sešit, kniha a j.).

Na strop naší školní světnice daly by se položiti 63 m^2; **) pravíme, že obsah tohoto stropu rovná se 63 m^2. — Obsah školní zahrádky jest 400 m^2; povězte, co to znamená? atd.

Následují *početní příklady*, ve kterých se čtverečného metru jako *jména* čísel užívá. V úvodu ke střednímu stupni jest jeden takový příklad uveden. Připojujeme k němu na ukázku ještě tyto: Jistá střecha obsahuje 32 m^2, na pokrytí 1 m^2 střechy je třeba 25 tašek; kolik tašek třeba na celou střechu? — Poboční stěny a strop světnice měří dohromady 112 m^2, za vybílení 1 m^2 zaplatily se 2 kr; co bylo zaplaceno za vybílení celé světnice? — Jisté pole, měřící 720 m^2, bylo pronajato. Nájemné za 1 m^2 činí 11 kr.; jak velké

---

*) Je dobře znázorniti m^2 trvalejším způsobem než křídou na tabuli, na př. vystřihnouti z barevného slepovaného papíru a upevniti na příhodném místě školní světnice, aby byl názor stálý.

**) Učitel nechť zde užije měrného čísla, které skutečně má školní světnice, v níž vyučuje.

je nájemné celého pole? — Jistá chodba, měřící 18 m^2, má se vydlážditi. Na 1 m^2 třeba 36 dlaždiček, 1 dlaždička je za 15 kr., za dlaždičskou práci počítá se jedna desetina ceny dlaždiček. Vypočítejte, zač přijde vydláždění té chodby.

Délky kratší než metr měří se díly metru, kterými? Plochy menší než m^2 měří se díly čtverečného metru. Následuje názorný výklad na tabuli o rozdělení čtverečného metru na čtverečné decimetry (dm^2) a centimetry (cm^2).

Který čtverec jmenuje se čtverečný decimetr, který čtverec jmenuje se čtverečný centimetr? (Žáci nechť si doma z tuhého papíru vystřihnou dm^2 a vykreslí na něm rozdělení na 100 cm^2.)

Jmenujte (ukažte) nějakou plochu, která je menší než m^2, ale větší než dm^2; jmenujte (ukažte) nějakou plochu, která je menší než dm^2, ale větší než cm^2. (Při tomto a podobných cvičeních lze s prospěchem užiti názoru na stěny různých hranolů.)

Se čtverečným decimetrem porovnáváme velikosť jednotlivých tabulí u oken, obrazů, sešitův a pod. věcí. Čtverečným centimetrem měříme velmi malé plochy, jako na př. plochy na sirkové krabičce a pod. věcech.

Na tabuli (před vyučováním) vyrýsuje se obdélník o rozměrech na př. 6 *dm* a 4 *dm*, a potom ukáže se na něm žákům, kterak se *měření* ploch *kladením* plošné míry (zde 1 dm^2 z lepenky) skutečně koná, při čemž se každá nová poloha plošné míry křídou naznačí. Žáci počítají, že se dá 1 dm^2 24krát položiti, že tedy obsah obdélníku je 24 dm^2. Poznají, že je to práce zdlouhavá a budou tedy za rok snadno moci oceniti výhodu *početního* pravidla pro stanovení obsahu obdélníka.

Početní příklady: V oknu je 8 tabulí, jedna tabule obsahuje 24 dm^2, 1 dm^2 skla je za půldruhého krejcaru, zač je sklo do celého okna? — Jedna dlaždice obsahuje 4 dm^2, kolika dlaždic je třeba na vydláždění plochy 8 m^2 velké? — Mramorová deska stolní měří $1\frac{1}{5}$ m^2, za 1 dm^2 desky platí se 15 kr., zač je celá deska? — Na přední desce nádherně vázané knihy je pozlaceno 150 cm^2 plochy, na zadní desce 70 cm^2 plochy. Platí-li se za zlato a práci na 1 dm^2 plochy 80 kr., kolik úhrnem?

Velké plochy, jako pole, zahrady, lesy, rybníky a stavební místa měří se čtvercem, jehož strana obsahuje 10 *m*. Jeho plocha obsahuje tedy 100 m^2. Tento čtverec jmenuje se *ar* (*a*). Učitel nechť žákům ar znázorní tím, že kdesi před školním stavením vyměří čtverec 10 *m* dlouhý a 10 *m* široký; v jeho vrcholech zarazí kolíky a uvázav na nich šňůru, ovine jí celý čtverec. Pro praktickou potřebu poslouží dobře toto pravidlo: Ar jest čtverec, jehož každá strana měří 13 až 14 velkých (vojenských) kroků. Dobře jest, vyměřiti mimo školní dobu strop učebny, chodbu, školní dvůr a zahradu a vyjádřiti jejich obsah příbližně v arech buď celých nebo v pohodlných zlomcích aru, aby žáci při těchto jim známých plochách byli naváděni k posuzování velikosti ploch na základě této velké míry.

100 arů dohromady činí plochu, jež se zove *hektar* (*ha*). Sestaví-li se do 10ti řad po 10 arech, tvoří čtverec, jehož každá strana měří 10 $\times$ 10 *m*, t. j. 100 *m* (příbližně 130 až 140 vojenských kroků). Je dobře, podobně jako prve ar, také hektar znázorniti na místě, žákům snadno přístupném, ovšem ne šňůrou, nýbrž pouze vytčením všech 4 vrcholů jakýmkoli způsobem, jen aby byly dobře viditelny.

Nezbytno jest, aby učitel několik pozemků žákům známých, (na př. náměstí, blízkou louku a pod.) vyměřil a vypočítal, načež žákům jich obsah v hektarech udá. Při tom úplně stačí, když rozměry pozemku, z nichž jeho obsah se dá vypočítati, měří svými kroky, počítaje 4 kroky za 3 *m*. Na př. v Praze možno žákům říci, že Václavské náměstí (od Můstku až k novému Museu) měří příbližně $5^1/_4$ *ha*, Karlovo náměstí příbližně 9 *ha*. — Následují *početní příklady* o arech a hektarech, podobné oněm napřed uvedeným; máme za to, že nebude učiteli těžko, aby si je sám sestavil. —

Protože dle „Osnovy“ ve 3. třídě počíná vlastní učení zeměpisné (výkladem o nejdůležitějších základních pojmech zeměpisných), jest nutno žáky této třídy seznámiti také se čtverečným kilometrem (*km*^{2}), asi takto: Je to čtverec, jehož každá strana 1000 *m* měří; velkých kroků mezi 13ti až 14ti sty. Abychom jej obešli, musili bychom jíti asi hodinu. Kde toho poměry dovolují, je dobře na volném prostranství vyhledati plochu zhruba 1 *km*^{2} velkou, jejíž hlavní body jsou nějakými předměty snadno viditelnými vyznačeny, a ji žákům ukázati, aby tito, slyšíce v pozdějších letech v zeměpisném učení o *km*^{2}, měli o jeho velikosti představu, *z názoru* čerpanou.

Rozumí se samo sebou, že tyto *výklady o čtverečné míře* a jejím *užití ku stanovení velikosti ploch* nekonají se nepřetržitým proudem, nýbrž po časových mezerách, jejichž délku dle okolností každý učitel sám určiti musí.

2. O obdélníku.

a) Genetický výklad obdélníka jako u čtverce. Přímky, obdélník omezující — jeho *strany* — nejsou všecky rovny, nýbrž jen po dvou *protějších*. Strany *sousední* — *šířka* a *výška* — jsou nerovny. *Vrcholy* obdélníka. *Rovnoběžnosť protějších stran.*

Srovnání obdélníka se čtvercem v příčině stran a úhlů; v čem se shodují a v čem se liší?

b) *Opakování o úhlopříčnách a středu* obdélníka.

Nové učivo: Obdélník jest úhlopříčnou rozpůlen. Obě úhlopříčny dělí jej na čtyři díly (jež jsou sobě rovny, čehož ale *názorem* poznati nelze, leda při dvou a dvou protilehlých dílech). Obě úhlopříčny jsou sobě rovny, rozpolují se, nestojí na sobě kolmo a nepůlí úhlů, jejichž vrcholy spojují.

Srovnání obdélníka se čtvercem v těchto příčinách.

c) *O středních čarách* obdélníka týmž postupem jako u čtverce.

Úhlopříčnama a středníma čarama dohromady je obdélník rozdělen na osm rovných dílů, ve středu se stýkajících.

d) *Obdélník je určen dvěma sousedníma stranama* — *šířkou a výškou.* Velikosť jeho řídí se tedy *délkou* těchto stran, t. j. jsou-li tyto strany delší, dá se na obdélník položiti více čtverečných jednotek, jedna vedle druhé, nežli v případu, když jsou zmíněné strany kratší.

3. O kosočtverci a kosodélníku.

a) Učitel omezuje postupně, čině k tomu podobný výklad jako u čtverce, část přední roviny tabule, a to dvěma vodorovnými a dvěma šikmými, vespolek rovnoběžnými přímými čarami; v prvním výkresu (na levé části tabule) učiní *všecky* čáry rovné, v druhém výkresu (na pravé části tabule) jen *protější* čáry rovné.

V obou případech je rovina omezena čtyřmi přímkami — *stranami*, z nichž oboje protější jsou rovnoběžny — vše jako u čtverce a obdélníka. U posledních jsou všecky úhly pravé, zde jsou ale v obou případech dva ostré a dva tupé úhly, tedy všecky úhly *kosé*. V prvním případu (na levo) jsou všecky strany rovné jako u čtverce; v druhém (na pravo) jsou jen oboje protější strany rovné, sousední strany však nerovné jako u obdélníka. Proto nazýváme rovinu podobně omezenou jako v prvním případu: *kosočtverec*; rovinu omezenou druhým způsobem: *kosodélník*.

Znaky kosočtverce (kosodélníka) jsou tedy:

α) Rovnoběžnosť obou párů protějších stran.

β) Kosé úhly.

γ) Rovnosť všech stran (při kosodélníku: Nerovnosť sousedních stran).

Z *dalšího pozorování* těchto tvarů plyne: Ku každé straně přiléhá jeden ostrý a jeden tupý úhel. Úhly protější jsou sobě rovny.

Kreslení kosočtverců a kosodélníků *různé podoby a různé polohy*.

b) *O úhlopříčnách*. V kosočtverci a kosodélníku lze vykresliti *dvě* úhlopříčny, jež jsou *nerovné*; delší je ta, jež spojuje vrcholy ostrých úhlů. V obou případech se úhlopříčny rozpolují. U kosočtverce jsou úhlopříčny na sobě kolmy a rozpolují úhly, jejichž vrcholy spojují; u kosodélníka nikoli. Každá úhlopříčna rozpoluje jak kosočtverec, tak i kosodélník. Oběma úhlopříčnama jest kosočtverec i kosodélník rozdělen na čtyři díly, jež u kosočtverce jsou sobě rovny (též u kosodélníka, což ale není *patrno*). U kosočtverce sluje průsečík obou úhlopříčen *středem* kosočtverce.

c) Ohledem na kreslení je důležito ukázati, že *kosočtverec je určen oběma úhlopříčnama*. Při tom je obyčejně jedna úhlopříčna svislá, druhá vodorovná. Ukáže se, kterak se kosočtverec z těchto určovacích částek vykreslí.

4. O lichoběžníku.

Genetický výklad jako u předešlých tvarů. Rovina je omezena čtyřmi (přímými) stranami, z nichž jedny protější jsou rovnoběžny druhé protější však různoběžny. To jsou podstatné *znaky* lichoběžníka.

Z dalšího pozorování lichoběžníků (co do podoby různých) plyne:

a) Lichoběžník má buď dva úhly ostré a dva tupé anebo dva úhly pravé, jeden ostrý a jeden tupý úhel. Dva a dva úhly mohou, avšak nemusí býti sobě rovny. Protější úhly nejsou sobě rovny.

b) Rovnoběžné strany jsou nerovny. Různoběžné strany mohou, avšak nemusí býti rovny. Lichoběžník může míti až tři strany rovné.

c) Lichoběžník připouští dvě úhlopříčny, jež mohou, avšak nemusí býti rovny, a jež nikdy vzájemně se nerozpolují.

5. O různoběžníku.

Genetický výklad. *Znak* různoběžníka: Rovina je omezena čtyřmi (přímými) stranami, z nichž oboje protější jsou různoběžny.

Na různoběžnících různé podoby poznají žáci, že při tomto tvaru je veliká rozmanitosť, jak v příčině délky stran a velikosti úhlů, tak i v příčině délky obou úhlopříčen a velikosti úhlu jimi tvořeného.

6. Pojem čtyřúhelníka.

(Na školní tabuli jsou vykresleny čtyřúhelníky všech druhů. Učitel dá si jmenovati každý z těchto tvarů jeho příslušným jménem a táže se při každém, kolik stran a kolik úhlů má, načež shrne to sám asi takto:) Při čtverci a obdélníku, kosočtverci a kosodélníku, lichoběžníku a různoběžníku poznali jsme, že, je-li rovina *čtyřmi* stranami omezena, obsahuje taktéž *čtyři úhly*. Proto nazývá se rovina čtyřmi stranami omezená *čtyřúhelníkem*. Čtverec a obdélník, kosočtverec a kosodélník, lichoběžník a různoběžník jsou tudíž čtyřúhelníky. Známe tedy **6** druhů čtyřúhelníků.

Každý čtyřúhelník má 4 strany, 4 úhly, 4 vrcholy a 2 úhlopříčny, které jej dělí na 4 díly.

Čtvrtá třída.

I. O přímce.

Učení *o přímce* doplní se *měřením dělek kroky.* Tento způsob měření je pro praktický život, zejména venkovský, důležitý a v příčině přesnosti postačitelný. U nás se počítají 4 velké kroky dospělého člověka (vojenské kroky) na 3 metry, tedy 1 krok = $^3/_4$ *m* = 75 *cm*. Učitel stanov průměrnou délku velkých kroků svých žáků a vyslov ji podobnou rovnicí, jako je rovnice: 4 kroky = 3 *m*. Potom dej změřiti, kolik kroků měří školní světnice co do délky i co do šířky, a přepočítati na metry, a srovnej výsledek s měrnými čísly těchto rozměrů metrickým měřítkem přesně změřených. Dobrým cvičením jest uložiti žákům, aby v čas mimoškolní změřili kroky délku té které ulice, délku a šířku náměstí (návsí), délku mostu a j. pod. předmětů. Ve škole vypočte se potom z udajů několika žáků o témž rozměru *průměrná* jeho délka, vyjádřená kroky, načež se *tato* délka přepočte na metry a pro budoucí potřebu někam zaznamená. Tímto způsobem lze ponenáhlu vyměřiti (ovšem jen příbližně) celý domov a jeho nejbližší okolí.

Převod kroků na metry nechť se v případech, když číslo kroků k tomu se hodí, koná *z paměti*. Na př.: *Panská ulice* v Praze měří 300 kroků, kolik *m* jest to? (4 kroky = 3 *m*). Jsou to tolikrát 3 *m*, kolikrát jsou 4 kroky ve 300 krocích obsaženy, tedy 75krát 3 *m* = 225 *m*. — *Karlův most* v Praze měří 640 kroků, ulice „*Příkop*" tamtéž měří 560 kroků; přepočítejte to na metry, berouce 4 kroky = 3 *m*.

V těchto příkladech jsme kroky přepočítávali na metry. Obráceného úkolu bylo v předešlých výkladech již užito, když se *km*, potom strana *aru* a *hektaru* udávala kroky. Žáci nechť nyní sami délky tyto na kroky přepočtou, berouce 4 kr. = 3 *m*.

Při opakování o *délkových měrách* seznámí se žáci s *mílí*, o kteréž dosud často se slýchá. Míle = $7^1/_2$ *km*.

Příležitostně (až když toho kreslení žádá) *vyloží se dělení přímé čáry na tři, šest* atd. dílů. Dělením tohoto druhu (jež je nesnadnější než půlení, čtvrcení atd.) není radno počíti *dříve*, t. j. v předcházejících třídách; avšak nemá se také odkládati na později, neboť při výkresích, které se ve čtvrté třídě kreslí, nelze se mu vyhnouti, nechť se kreslí volně nebo stigmograficky. Je-li to kreslení stigmografické, děje se totiž obyčejně v síti čtyřcentimetrové, již si žáci musí někdy vložením *dvou* nových teček mezi dvě tištěné tečky doplniti.

Pokládáme za místné promluviti zde několik slov o *dělení délek na rovné díly* vůbec.

Cvičení tohoto druhu má dvojí účel: 1. Výcvik oka. 2. Přípravu k volnému kreslení, kde jest stále děliti délky na rovné díly. O důležitosti výcviku oka tímto směrem bylo v této knize již na jiném místě mluveno; zbývá tedy promluviti jen o důležitosti těchto cvičení pro kreslení.

Každému učiteli jest známo, že žáci, kteří žádného návodu ku dělení délek na rovné díly neobdrželi, počínají si při tom *zkusmo.* Na př. majíce čáru půliti, udělají bez dlouhého uvažování kdesi mezi krajními tečkami čáry na zdař Bůh krátkou příčku, načež teprv pozorují, zdali je uprostřed. Shledají-li, že ne, tedy honem udělají nedaleko od ní jinou, po případě ještě jinou, až konečně padnou na střed. Ještě hůře to dopadá, má-li se čára děliti na 3 nebo 5 dílů. V těchto případech se z pravidla ani *nedělí*, nýbrž úsečka, o níž žák má za to, že by to mohla býti třetina (pětina) dané čáry, od jednoho kraje jejího *nanáší* se na pravo dvakrát (čtyřikrát), načež se pozoruje, zdali zbývající třetí (pátá) část je tak velká, jako úsečky prve nanešené, což bývá ovšem jen zřídka. I nezbývá než začíti touž práci poznovu a poznovu, až to dobře vyjde. Takové si počínání dlužno odsouditi ze dvou příčin: 1. že jest *nerozvážné,* jelikož při něm žáka vede pouze *náhoda*, 2. že čára je neplatnými příčkami přeplněna a tudíž *nečista.* Učitel musí žáky naváděti k tomu, aby dělili *s rozvahou na jisto,* což se děje, když se dělicí příčky nevykreslí dříve, dokud není jistoty, že vzniklé díly budou stejné, kdežto při způsobu prve popsaném dělají se dělicí příčky napřed, a teprve potom se vzniklé tím úsečky porovnávají.

Již při *půlení,* kteréž přichází ovšem dříve než ve čtvrté třídě na řadu, je poprve příležitosť dáti žákům první návod ku správnému dělení čar. Hrot křídy (tužky) drží se v místě, o němž na první pohled máme za to, že jest asi středem čáry, *blízko* při tabuli (papíru), načež se pozoruje, zdali vzniklé díly jsou sobě rovny. Nejsou-li, pošinujeme hrot ve vzduchu, avšak pořád blízko při nákresně tak dlouho po čáře, až díly uznáme rovnými. *Teprve* potom přitiskneme hrot k nákresně, aby vznikla půlicí tečka (příčka).

Při dělení na *tři* rovné díly třeba rozeznati *dva* případy: 1. Je-li čára, jež se děliti má, *krátká*, jako to bývá na papíře zejména z počátku, hledáme hrotem tužky, držíce jej při tom, jako prve popsáno bylo, místo na čáře tak položené, aby polovina většího dílu rovnala se menšímu z obou dílů. Při tom větší díl nepůlíme *skutečně*, nýbrž půlicí příčku na něm si jen *myslíme*. Potom teprve hrot tužky k papíru přitiskneme a větší díl skutečně rozpůlíme. 2. Je-li čára *dlouhá*, tu hledáme koncem malíčku levé ruky a hrotem křídy (tužky), již držíme v pravé ruce, na čáře ta dvě místa, jimiž na ní vznikají tři rovné díly. Teprve, když jsme jisti, že díly jsou rovny, přitiskneme řečený hrot k nákresně a poznačíme jím také místo, kde jsme dosud drželi konec malíčku. (Malíček levé ruky může při tom býti nahrazen druhou tužkou nebo jakýmkoli zahroceným předmětem.)

Za příčinou úplnosti budiž zde dán pokyn také ku dělení čáry na *pět* rovných dílů, kteréž jak známo dělá kreslířům začátečníkům velké obtíže a přichází na řadu až v 5. nebo 6. třídě. Protože jest při tom děliti čáry z pravidla dosti velké, lze pracovati podobně jako při třecení dlouhých čar. Koncem malíčku levé ruky a hrotem křídy (tužky), kterou držíme v pravé ruce, hledáme na čáře ta dvě místa, jimiž na ní vzniknou dva sobě rovné větší díly a jeden menší díl, jenž se rovná polovině jednoho z oněch větších dílů. Při tom větší díl nepůlíme ještě skutečně, nýbrž půlicí příčku na něm si jen myslíme. Teprve potom přitiskneme řečený hrot k nákresně a poznačíme jím také místo, kde jsme dosud drželi konec malíčku. Konečně rozpůlíme příčkami oba zmíněné větší díly.

Z toho vidno, že při takovémto dělení čar mimo skutečně platné příčky žádná jiná, neplatná příčka na čáře nebude, tudíž že ničeho vymazávati netřeba.

Učitel tyto návody ku dělení čar ovšem na školní tabuli podává, načež, aby se přesvědčil, že žáci to pochopili, a aby zároveň jejich oko v posuzování délek cvičil, dá jim na *tabuli* čáry děliti na rovné díly 2, 4, 3, 6, 5, při čemž postupuje od kratších čar k delším, od vodorovných čar ku svislým a konečně ku šikmým. Při tom žáci nic do sešitů nekreslí.

II. O úhlu.

Učení o *úhlu* doplní se následujícími cvičeními oka (jež se konají na školní tabuli, a při nichž žáci nic nekreslí):

1. *Dělení úhlu ostrého, pravého a tupého na* **tři** *rovné díly.* Děje se (jak při *půlení* úhlu bylo pověděno) pouze od oka, tedy beze všech pomocných přímek neb oblouků.

Žák k tabuli zavolaný vezme do *každé* ruky tenkou tyčinku a položí je na tabuli mezi ramena vykresleného úhlu jeho vrcholem tak, aby všecky 3 díly úhlu tím vzniklé byly rovny. Učitel dvěma tečkami poznamená druhé krajní body tyčinek v této poloze (jedny krajní body jsou ve vrcholu úhlu), načež se tyčinky odstraní a tečky s vrcholem spojí dvěma přímými čarami. Při dalších cvičeních tohoto druhu dostane žák *jen jednu* tyčinku, kterouž daný úhel rozdělí na dva nestejné úhly tak, aby menší z nich byl polovinou většího. Poloha tyčinky se poznamená tečkou, jež se po odstranění tyčinky s vrcholem úhlu spojí přímou čarou; potom se větší z obou úhlových dílů rozpůlí.

2. *Měření úhlů,* při čemž je pravý úhel *měrou.* Zde se tedy nehledá, kolik (úhlových) stupňů ten který úhel obsahuje, tedy neužívá se úhloměru, nýbrž pozoruje se (od oka), kterak se jeho velikosť má k velikosti úhlu pravého, t. j. rovná-li se daný úhel na př. polovině nebo dvěma třetinám nebo třem polovinám pravého úhlu. — Přístup ke cvičením tohoto druhu může se díti takto: Úhly ostré mají, jak známo, různou velikosť; totéž se shledalo také při tupých úhlech. Nestačí tedy o nějakém úhlu říci, že jest ostrý nebo tupý; třeba jeho velikosť udati *určitě.* Podobně jako udáváme velikosť přímek délkovou měrou, velikosť rovin čtverečnou měrou, musíme velikosť úhlu také nějakou měrou udati. Úhel dá se měřiti však zase jen úhlem. Za míru úhlů hodí se pouze takový úhel jehož velikosť je známa. To je úhel *pravý,* který všude kolem sebe vidíme a který je vždy a všude rovně veliký.

a) Měření *ostrých* úhlů.

α) Případy, kde ostrý úhel se rovná *několikátému dílu* pravého úhlu, a to buď jedné polovině, třetině nebo čtvrtině.*) Žáci *odhadnou* napřed poměr mezi ostrým a pravým úhlem, načež se patřičným rozdělením pravého úhlu o pravdě anebo nepravdě svého soudu *přesvědčí.* Při těchto cvičeních stačí zase jenom přibližnosť.

---

*) Omezení toto vyplývá z předchozích přípravných cvičení v dělení úhlů, jež se omezila na půlení, třecení a čtvrcení úhlů. V tomto omezení na jednoduché, snadné případy lze spatřiti obdobu toho, kterak se *obyčejným zlomkům* na obecné škole vyučuje.

β) Případy, kde ostrý úhel se rovná *několikanásobku nějakého dílu* pravého úhlu, a to buď dvěma třetinám anebo třem čtvrtinám. Žáci poznali od oka, že daný ostrý úhel je větší než polovina pravého. Uč.: „Na kolik rovných dílů třeba rozděliti pravý úhel, aby několik těch dílů dohromady dalo velikosť tohoto ostrého úhlu?“ Žáci napřed odhadují, potom se zase dělením ostrého i pravého úhlu na příslušné množství rovných dílů o pravosti odhadu přesvědčují.

b) Měření *tupých* úhlů. Pravý úhel jako míru úhlu myslíme si na tupý úhel tak položený, aby vrcholy a jedno rameno obou úhlů se sjednotily, t. j. vrcholem tupého úhlu myslíme si mezi jeho rameny vykreslenu kolmici na jedno jeho rameno; ostrý úhel, z tupého úhlu zbývající, porovnáme s pravým úhlem (jako v předcházejícím odstavci *a*), z čehož potom najdeme, *kolika pravým úhlům* se daný tupý úhel rovná. Methodický postup jako prve. Tato cvičení omeztež se jenom na případy, kde tupý úhel se rovná $1\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{3}$, $1\frac{2}{3}$, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{3}{4}$ pravého úhlu.

III. O čtyřúhelnících.

K opakování učiva o čtyřúhelnících ze třetí třídy připojí se *nové* učivo, jak následuje:

1. Pojem rovnoběžníka. Roztřídění čtyřúhelníků.

Všecky druhy čtyřúhelníků — v celku 6 — jež byli žáci poznali, předvedou se *současně* na školní tabuli před oči žáků. Nejlépe jest vystřihnouti z tuhého papíru od každého ze šesti druhů čtyřúhelníků alespoň dva exempláře, jež se od sebe různí i co do velikosti i co do podoby (poslední jen při čtvercích, je nemožné). Těchto 12 až 18 modelů připne se napínacími hřebíčky na tabuli (každý jedním uprostřed), a to v dolní její polovině, kromě pořádku, t. j. aby nebyly všecky čtyřúhelníky *téhož* druhu vedle sebe, nýbrž nepravidelně se střídaly. Zprvu se opakuje. Učitel ukazuje na jeden čtyřúhelník po druhém, a žáci každý jménem mu vlastním pojmenují. Potom dá si učitel různými žáky mezi modely vyhledati a ukázati všecky čtverce, lichoběžníky, kosodélníky atd. Po tomto opakování vedou se žáci k tomu, aby pozorovali, ve kterých čtyřúhelnících jsou *protější strany rovnoběžny*. Shledají, že při čtyřech druzích (při čtverci, obdélníku, kosočtverci a kosodélníku) jsou *oboje* protější strany, při jednom druhu (při lichoběžníku) jen *jedny* protější strany, a konečně taktéž při jednom druhu (při různoběžníku) *žádné* protější strany rovnoběžny.

Učitel vezme napřed z modelů na dolní polovici tabule připevněných ty, kde oboje protější strany jsou rovnoběžny, a připíchne je na horní polovině tabule co možná nejvýše v řadě. Pod nimi zase do řady připevní potom modely, při nichž jen jedny protější strany jsou rovnoběžny, a konečně do třetí řady ty modely, při nichž žádné protější strany nejsou rovnoběžny. Učiniv to, praví: Čtyřúhelníky, při kterých *oboje* protější strany jsou rovnoběžny, slují *rovnoběžníky*. V které řadě jsou tedy rovnoběžníky? Čtyřúhelníky v druhé a třetí řadě jsou nám již známy. Kterak se jmenují? Lze tedy čtyřúhelníky v příčině vzájemné polohy protějších stran rozděliti na *tři* druhy: *a*) *rovnoběžníky*, *b*) *lichoběžníky*, *c*) *různoběžníky*.

Dodavkem poznají žáci některé *zvláštní druhy lichoběžníka* a *různoběžníka*, jež se hlavně při kreslení objevují. Jsou to: *a*) *rovnoramenný* lichoběžník, t. j. lichoběžník, jehož různoběžné strany jsou rovné; *b*) lichoběžník *o dvou pravých úhlech*; *c*) různoběžník, jenž *má dvě a dvě sousední strany rovné* [a to v obou zde možných odrůdách, t. j. *α*) kde jsou všecky vnitřní úhly *duté*, *β*) kde je jeden úhel *vypuklý*, při čemž se ovšem o *dutých* a *vypuklých* úhlech zmínky nečiní.

2. Názorné porovnávání rovnoběžníků vespolek v příčině jejich stran a úhlů.

Podkladem pozorování buďtež obrazy rovnoběžníků dokonale (užitím rýsovacích přístrojů) na tabuli sestrojené, neboť má-li názor nahraditi vědecký důkaz, má-li názor míti do sebe přesvědčivou moc, musí býti jeho podklad, zde obraz na tabuli, bezvadný.

Uvádíme zde jen *výsledky* tohoto pozorování, a to v postupu, v kterém by se měly vyvozovati:

a) V každém rovnoběžníku jsou oboje protější strany rovny. Ve dvou rovnoběžnících — ve čtverci a v kosočtverci — jsou také i *sousední* strany, tedy *všecky* strany rovny — *rovnostranné rovnoběžníky*.

b) V každém rovnoběžníku jsou protější úhly rovny. Ve dvou z nich — ve čtverci a v obdélníku — jsou *oboje* protější úhly vespolek rovny, tudíž *všecky* úhly rovny; jelikož tyto úhly jsou zároveň *pravé,* slují tyto rovnoběžníky *pravoúhlými rovnoběžníky*. Naproti tomu slují kosočtverec a kosodélník *kosoúhlými rovnoběžníky*.

Cvičení. „Který rovnoběžník je rovnostranný pravoúhlý (kosoúhlý)? Udej, v čem se čtverec a kosočtverec (obdélník a kosodélník) shodují, a v čem se liší! V čem se shodují a liší čtverec a obdélník, kosočtverec a kosodélník?“

3. O úhlopříčnách v rovnoběžnících.

Z pozorování správně vykreslených obrazů rovnoběžníků plyne:

a) Ve všech rovnoběžnících se obě úhlopříčny rozpolují.

b) Ve čtverci a v obdélníku (v pravoúhlých rovnoběžnících) jsou obě úhlopříčny rovny; v kosočtverci a v kosodélníku (v kosoúhlých rovnoběžnících) je úhlopříčna, spojující vrcholy tupých úhlů, kratší.

c) Ve čtverci a v kosočtverci (v rovnostranných rovnoběžnících) jsou úhlopříčny na sobě kolmo, v obdélníku a v kosodélníku nikoli.

d) Ve čtverci a v kosočtverci jsou úhly úhlopříčnami rozpůleny, nikoli však v obdélníku a v kosodélníku.

4. Obvod čtyřúhelníků.

Všecky čtyři strany čtyřúhelníka dohromady čili součet jejich jmenuje se *obvod* (obměr) čtyřúhelníka.

Příklady (ku řešení z paměti). *A*) 1. Strana čtverce (kosočtverce) měří 4 *cm*; jak velký je jeho obvod? 2. Dvě sousední strany obdélníka (kosodélníka) měří 8 *cm* a 3 *cm*; jak velký je jeho obvod? 3. Jedna strana obdélníkového pole měří 224 kroky, sousední strana je o 48 kroků kratší. Kolik metrů měří obvod tohoto pole? (4 kroky = 3 *m*). 4. V rovnoramenném lichoběžníku měří delší z obou rovnoběžných stran 24 *cm*, protější strana rovná se třem čtvrtinám předešlé strany, a každá různoběžná strana rovná se jedné polovině téže strany; jak velký je obvod lichoběžníka? — *B*) 1. Obvod čtverce (kosočtverce) měří 72 *cm*; jak dlouhá je jeho strana? 2. Ze dvou sousedních stran obdélníka (kosodélníka) je jedna dvakrát tak dlouhá jako druhá, obvod měří 54 *cm*; jak dlouhá je každá jeho strana? 3. Obvod obdélníka měří 144 kroky, jedna jeho strana je o 8 kroků delší nežli sousední strana; vypočítejte délky těchto dvou stran v metrech, berouce 4 kroky = 3 *m*.

5. Kterak vypočítati obsah čtverce a obdélníka.*)

Ve třetí třídě bylo žákům na obdélníku na tabuli vykresleném (v rozměrech 6 *dm* a 4 *dm*) ukázáno, kterak se *měření* ploch pokládáním čtverečné míry koná, i poznali z toho, že to práce zdlouhavá. „Zrovna tak mohli bychom to dělati při tomto *čtverci*, který jsem dnes na tabuli vykreslil. Ačkoli tento čtverec není velký, trvalo by pokládání čtverečné míry hodně dlouho; čím větší je čtverec, tím déle to trvá. Kdyby k tomu ještě ten čtverec byl na zemi, musili bychom se při tom stále shýbati; měření by tedy bylo nejen *zdlouhavé*, ale také velmi *nepohodlné*. Někdy však je to měření dokonce *nemožné*, ku př. když by se jednalo o to, kterak stanoviti obsah čtverečného pole, na němž roste obilí, protože by nám nebylo dovoleno po něm choditi a čtverečnou míru pokládati. Na tomto čtverci na tabuli poznáte, kterak lze obsah čtverce jinak určiti, nežli jak jste se tomu dosud učili."

„Odhadněte délku strany toho čtverce! Změř ji, *N!* (6 *dm.*) Která čtverečná míra hodí se ku měření obsahu tohoto čtverce? (dm^2.) Mám zde 1 dm^2 (z lepenky); položím jej na čtverec *dle jeho dolní strany*, kolikrát jest to možno, a naznačím křidou každou jeho polohu. Vizte, kolikrát se vešel do čtverce podlé jeho dolní strany? (6krát.) Proč? Protože strana tato měří 6 *dm.* Podlé této strany leží tedy kolik dm^2? (6 dm^2.) Těchto 6 dm^2 tvoří dohromady *pás* zdélí 6 *dm* a zvýší 1 *dm.* Jak vysoký je celý čtverec? (6 *dm.*) Kolik takových pásů zvýší 1 *dm* vejde se ještě do čtverce? (5.) Naznačím ty pásy. Kolik pásů tedy v celku? (6.) Kolik dm^2 obsahuje jeden pás? (6 dm^2.) Celý čtverec obsahuje tedy kolikrát

---

*) Není třeba říkati: „*plošný*" obsah, protože žádný jiný obsah míněn býti nemůže. Podobně je zbytečno říkati: „*krychlový*" obsah těles, protože tělesa jiného obsahu nežli krychlového nemají. Úhrnnou velikosť stěn nějakého tělesa naznačujeme slovem „*povrch*".

6 dm^2? (6krát 6 dm^2.) *Obsah čtverce je tedy* $6 \times 6\ dm^2 = 36\ dm^2$. 36 dm^2 je tedy měrné číslo obsahu tohoto čtverce. Abychom číslo toto obdrželi, *nekladli* jsme 1 dm^2 36kráte na čtverec, nýbrž násobili jsme měrné číslo jedné strany (6) měrným číslem druhé strany (6). Obsah čtverce jsme tedy *vypočetli*. Protože měrná čísla stran (u čtverce) jsou sobě rovna, lze říci kratčeji: *Obsah čtverce se vypočte, když se měrné číslo jeho strany samým sebou násobí.* Co musíme tedy znáti, chtějíce podle tohoto pravidla vypočítati obsah čtverce?"

Následují *příklady o vypočítávání obsahu* čtverce.

Protože na tomto místě poprvé o příkladech vypočítávání ploch se mluví, je na čase, dotknouti se často pozorované methodické chyby. Mnozí učitelé, vyvodivše pravidlo pro vypočtení té které plochy, hned — ku procvičení tohoto pravidla — dávají příklady buď *z početnice* nebo *z hlavy*. Oboje není ještě na místě. Zprvu mají se žákům předkládati ty *plochy samy*, jejichž obsah mají vypočítati, buď že se nalézají na předmětech ve školní světnici, nebo na přivěšených modelech měřických těles, nebo je učitel vystřihne z velkého archu kreslicího papíru nebo konečně je na tabuli vyrýsuje. Z počátku, zejména poslední dva případy jsou na místě, protože si tu může učitel plochy tak připraviti, jak je potřebuje. Při tom *dvojího* docílíme: 1. Žactvo musí ukázati, že ví, které rozměry plochy třeba měřiti, aby se z nich potom obsah její mohl vypočítati, a také je skutečně samo měří. 2. Žactvo, vypočetši obsah plochy, zase se na ni podívá, a spojujíc takto číslo obsahu s názorem na plochu, cvičí své oko v posuzování ploch různé podoby a velikosti. Obou těchto výhod zbavuje se žactvo, když hned z počátku, řešíc učitelem diktované příklady, vypočítává jisté pouze myšlené plochy z čísel k tomu hotově daných. Tím ovšem nechceme říci, že řešení takovýchto příkladů šmahem odsuzujeme, nýbrž že jim v řadě cvičení přisuzujeme teprve *druhé* místo. Také zde nechceme uváděti příklady tohoto druhu, protože každá početnice pro vyšší třídy jich obsahuje hojnosť. Radíme jen, aby tyto příklady měly *praktický ráz*, a aby se pokud možno řešily *z paměti.*

Co tuto o příkladech ku vypočítávání *ploch* praveno bylo, platí — alespoň v celku — také o vypočítávání obsahu *těles*, kteréž ovšem později přichází na řadu.

Pravidlo pro *vypočtení obsahu obdélníka* vyvodí se podobně jako při čtverci. Učitel vyrýsuje na tabuli obdélník o délce

= 7 *dm* a výšce = 5 *dm*; dá rozměry tyto žákům odhadnouti a potom změřiti. Týmž postupem jako u čtverce shledá se, že obdélník obsahuje 5 pásů, z nichž každý obsahuje 7 dm^2. Obsah obdélníka je tedy 5krát 7 dm^2, t. j. 35 dm^2. — Je-li tedy délka a výška obdélníka změřena touž měrou (zde decimetrem), lze z měrných čísel těchto dvou rozměrův *obsah obdélníka vypočítati, když měrná čísla jeho délky a šířky spolu znásobíme.* Kratčeji se toto pravidlo vyslovuje takto: *Obsah obdélníka rovná se součinu jeho délky a výšky.*

Dobré cvičení sem spadající koná se na základě obrazu čtverečného metru, na 100 dm^2 rozděleného, o němž již dříve byla řeč. Učitel připíše k hornímu levému vrcholu čtverečného metru nulu, a označí dělicí body na jeho levé a jeho horní straně číslicemi 1, 2, ... 10. Potom pošinuje konec ukazováčku od 0 po levé straně až k bodu 7, odtud po vodorovné přímce tímto bodem jdoucí až ku svislé přímce, jdoucí bodem 6 nahoře, potom po této svislé až k tomuto bodu 6, a konečně od toho na levo až zase k bodu 0. Aby žáci nezapomněli, který obdélník takto byl vyznačen, stačí, aby učitel potom konec ukazováčku položil na průsečík vodorovné přímky 7 a svislé přímky 6. Žáci udávají, kolik *dm* měří délka a výška tohoto obdélníka, kolik dm^2 jeho obsah. Tímto způsobem lze ve m^2 žákům předvésti pohodlně mnoho obdélníků, jejichž obsah rychle vypočtou, a na nichž připravují své oko k pozdějšímu odhadování velikosti ploch.

K vypočítávání obsahu obdélníka z obou jeho rozměrů připojí se *opačný* úkol: *Je-li dán obsah obdélníka a jeden jeho rozměr, vypočítati druhý rozměr.* Aby žáci poznali praktickou důležitosť tohoto úkolu, lze k němu přistoupiti podobným příkladem jako je následující: Jistý pán objedná si u truhláře stůl pro květináče, který chce postaviti k oknu tak, aby byla jím vyplněna šířka okna, rovná 12 *dm*. Květináčů je tolik, že pro pohodlné jich sestavení je třeba, aby stolní deska obsahovala 72 dm^2. Jak velký třeba udělati druhý rozměr stolní desky?

Nemají-li žáci pracovati mechanicky, nesmí se tento úkol řešiti na základě početního pravidla: „Rozdělíme-li součin dvou činitelů jedním z nich, obdržíme druhého činitele“, nýbrž žáci musí dospěti k hledanému pravidlu zase bezprostředným názorem, při čemž lze si vésti takto:

Učitel znázorní na školní tabuli řečenou stolní desku, jakoby již byla hotova, obdélníkem, jehož vodorovná strana měří 12 *dm*; svislou stranu udělá tak dlouhou, aby obsah obdélníka byl 72 dm^2, jak určeno (totiž 6 *dm*, což ovšem žákům se neřekne). Délky svislé strany lze se dosouditi dvojím způsobem. *a*) Kolik dm^2 lze položiti podlé dolní strany, 12 *dm* dlouhé? (12 dm^2). Takto vzniklý pás je jak vysoký? (1 *dm*). Kolik takových pásů, z nichž každý 12 dm^2 obsahuje, vejde se do obdélníka, jenž má obsahovati 72 dm^2? (Tolik, kolikrát je 12 dm^2 v 72 dm^2 obsaženo, tedy 6.) Protože jeden pás má výšku 1 *dm*, má 6 pásů jak velkou výšku? (6 *dm*.) Jak vysoký musí býti tedy tento obdélník, aby obsahoval 72 dm^2? (6 *dm*.) Měrné číslo neznámé strany 6 jsme obdrželi, když jsme měrné číslo obsahu 72 dělili měrným číslem známé strany 12. *b*) Rozdělíme dolní stranu, měřící 12 *dm*, na 12 rovných dílů. Jak dlouhý je každý z nich? Dělicími tečkami vykresleme v obdélníku svislé přímky až k horní straně. Na kolik pásů je obdélník rozdělen? (Na 12.) Jaké jsou vespolek? Každý z nich je tedy kolikátým dílem celého obdélníka? (12tým.) Tedy dvanáctým dílem kolika dm^2? (72 dm^2.) Každý pás měří tedy kolik dm^2? (6 dm^2.) Protože každý pás je dole 1 *dm* široký, kolik *dm* měří do výšky, je-li v něm 6 dm^2 nad sebou srovnáno? (6 *dm*.) Protože výška pásu je zároveň výškou celého obdélníka, jak vysoký je celý obdélník? (6 *dm*.) Rozdělíme-li tedy měrné číslo obsahu 72 na tolik rovných dílů, kolik obnáší měrné číslo dané strany, zde tedy na 12 rovných dílů, obdržíme měrné číslo neznámé strany 6. Při způsobu *a*) užito soudů při *měření* platných, při způsobu *b*) však soudů při *rozdělování* (dělení ve vlastním slova smyslu) platných.

Cvičení (na zmíněném obrazu čtverečného metru): Ukaž obdélník, měřící 24 dm^2, jehož vodorovná (svislá) strana měří 6 *dm*! Ukaž obdélník, měřící 45 dm^2, jehož vodorovná (svislá) strana měří 9 *dm*! atd.

K těmto cvičením lze připojiti ještě jiný druh cvičení: Ukaž (na obrazu m^2) obdélník měřící 18 dm^2! Učitel vede žáky k poznání toho, že v případě tomto je sice *velikost*, ale ne *podoba* obdélníka ustanovena, že tedy tomuto úkolu vyhovují obdélníky o rozměrech 1. 3 *dm* a 6 *dm*, 2. 2 *dm* a 9 *dm*, a že každý z těchto dvou obdélníků různé podoby objevuje se v obrazu m^2 dvakráte, totiž vždy v jiné *poloze*. Čtenář zajisté již se dovtípil, že toto cvičení opírá se o dokonalou znalost *násobenky*, neboť daná čísla obsahu jsou součinovými čísly z násobenky, a žákům jest tato čísla rozložiti ve dva jednociferné činitele. Při těchto cvičeních žáci pořád na plochy známého obsahu nazírají, a tím k odhadování velikosti ploch se připravují.

6. Odhadování ploch.

Cvičení tohoto druhu, jehož důležitosť jak pro vývoj oka tak pro praktickou potřebu již výše byla vyložena, bylo mnohými předchozími cviky již připravováno. Ve 4. a 5. třídě nechť se omezí na odhadování čtvercův a obdélníkův, a to nejen proto, že při těchto tvarech odhadování je nejsnadnější, nýbrž také proto, že žáci těchto dvou tříd umějí jen při těchto tvarech obsah vypočítávati; jest zde totiž *vypočítávání* obsahu prostředkem, jímž žáci po vykonaném odhadu se přesvědčují, zdali dobře odhadovali, neboť v tomto případě není tak snadno toto přesvědčení *skutečným měřením* si získati, jako při předcházejícím odhadování délek a úhlů.

Cvičení v odhadování ploch nechť počne při *malých* čtvercích a obdélnících, jež učitel na tabuli buď vykreslí nebo z tuhého papíru vystřižené hřebíčky připevní. Měrou jest dm^2, jenž těsně vedle plochy, k odhadu předložené, současně názoru se předvede. Později se tato cvičení konají na obdélnících, jež se nalézají na předmětech ve školní světnici (tabule, okno, dvéře, strop), z nichž největší se odhadují ve čtverečných metrech. Žáci musí při tom m^2 míti před očima. Ještě později (zejména v 5. třídě) pokročí se k odhadování čtverečných a obdélníkových pozemků v nejbližším okolí školy, jejichž obsah udávají žáci v m^2, v *a* a *ha*. Zkouška odhadů koná se zase vypočtením obsahu těchto ploch, za kterýmž účelem se jejich rozměry měří kroky, v čemž žactvo již dříve bylo cvičeno.

7. Rovnosť, podobnosť a shodnosť čtyřúhelníků.

Nemá-li mluva učitelova, zejména při kreslení, býti jalová, rozvláčná, nemůže učitel déle otáleti s výkladem zmíněných tří pojmů. Jeť určitého pojmu na př. *o podobnosti* ve čtvrté třídě již proto potřebí, že do této třídy spadá cvičení ve *zvětšování a zmenšování* výkresů, vytčené pod písmenem *b*) v minist. nařízení ze dne 6. května 1874., vydaném v příčině kreslení na obecných školách. Žákům nebude pochopení těchto nových pojmů dělati obtíží, neboť se zde nejedná o *znaky* shodnosti a podobnosti, *poučkami vyslovené*, nýbrž o to, aby cestou názoru k určitému povědomí žáků bylo přivedeno, čehož podstatu již znají, avšak jen mlhovitě, nejasně.

Na základě předchozího učení o obsahu obdélníka pochopí žáci velmi snadno, že dva obdélníky mohou míti rovný obsah, byť i měly různou podobu. Na obrazu čtverečného metru, na 100 dm^2 rozděleného, několikráte již zmíněného, ukážou se dva obdélníky, jejichž obsah se rovná 24 dm^2; při jednom měří strany 4 *dm* a 6 *dm*, při druhém 3 *dm* a 8 *dm*. Tyto dva obdélníky mají rovný obsah, ale různou podobu. O takových obdélnících praví se, že jsou *rovny* (lépe než „stejny"). Na témž čtverečném metru ukáže se čtverec = 36 dm^2 a obdélník téhož obsahu; strana čtverce = 6 *dm*, strany obdélníka = 4 *dm* a 9 *dm*. Ač tyto dva čtyřúhelníky mají různou podobu, jsou přece sobě rovnými, protože mají rovný obsah. Čtyřúhelníky jsou tedy rovny, když mají rovný obsah. Mohou býti tedy dvě pole rovna, třeba mělo jedno podobu lichoběžníka a druhé podobu kosodélníka.

Dva čtverce se sobě vždy podobají, nechť jsou co do velikosti jakkoli rozdílny. Obdélník o rozměrech 1 *dm* a 2 *dm* je menší než obdélník o rozměrech 2 *dm* a 4 *dm*, a tento zase menší než obdélník o rozměrech 3 *dm* a 6 *dm* (při tom se všecky vykreslí na tabuli); mají tedy různou velikost, ale stejnou podobu, což na první pohled poznáváme. Rovněž také dva neb více kosočtverců, lichoběžníků atd. mohou míti tutéž podobu, nechť je jejich obsah jakkoli rozličný. Čtyřúhelníky, které mají tutéž *podobu*, ale různou velikost, slují *podobnými*. Čtverce jsou *vždy* sobě podobny.

Protože kresby žáků mají, ač jsou-li dobře kresleny, tutéž podobu jako výkres učitelův na tabuli, zároveň však mají jinou (menší) velikost, pravíme o nich, jako prve o některých čtyřúhelnících, že jsou výkresu na tabuli *podobny*.

Mají-li dva obdélníky rovnou velikost a tutéž podobu, t. j. *shodují-li* se i velikostí i podobou, pravíme, že jsou *shodny*. Položíme-li shodné obdélníky patřičně jeden na druhý, *kryjí* se úplně. (To se ukáže tím, že se list papíru dle jednoho ze dvou na tabuli vykreslených obdélníků přistřihne a na druhý obdélník položí.) Proto naopak, chtějíce zvěděti, zdali dva obdélníky jsou shodny, jeden na druhý patřičně klademe, hledíce, zdali jeden druhý zúplna pokrývá. Přeložíme-li arch papíru ve dvé — na půlarchy, jsou oba půlarchy, protože se zúplna kryjí, shodny. Tabule okna, obě křídla dveří, strop a podlaha, přední a zadní stěna světnice a j. bývají shodnými obdélníky.

Jako obdélníky mohou i jiné čtyřúhelníky býti shodny. Všecky stěny krychle jsou shodné čtverce. Čtverce jsou již shodny, mají-li *jednu* stranu na vzájem rovnou; u kosočtverců to nestačí. — O výkresích žáků jsme prve pravili, že se musí výkresu učitele na tabuli *podobati*; výkresy jednotlivých žáků vespolek musí (mají) však býti *shodnými*.

Dodavek.

O souměrnosti (v rovině).

V minist. nařízení ze dne 6. května 1874., nahoře již zmíněném, praví se na místě, kde je řeč o přechodu z kreslení vázaného ku kreslení volnému (kterýžto přechod do *čtvrté* třídy spadá) pod písmenem *a*): „Učitel nakreslí na školní tabuli jenom jednu část jednoduchého *souměrného* obrazce, a dá dle toho ostatní části od žáků doplniti.“

Cvičení tomuto, jež je jedním z nejmocnějších prostředků ku pěstování samočinnosti žáků při kreslení, musí však předcházeti *výklad o souměrnosti*. Výklad tento připojujeme zde (jako *dodavek*) ku pojednání o *čtyřúhelnících*, protože v některých čtyřúhelnících, na př. ve čtverci, obdélníku a kosočtverci, objevují se *osy souměrnosti*, jakož i proto, že *první* cvičení v užívání souměrnosti konají se na základě *čtyřúhelníků*, zejména ve *čtverci*.

1. Souměrnost jednoosá. Učitel připevní na školní tabuli (dvěma napínacími hřebíčky) čistý arch psacího papíru, jehož přímý, svislý ohyb uprostřed učiní inkoustovou čarou znalejším. Na levo od této přímé čáry vykreslí na papíru štětcem, do inkoustu nebo černé barvy namočeným, tlustě nějakou čáru — obyčejně lomenou, ze dvou přímých částí se skládající čáru. Pokud je čára tato ještě vlhká, odepne učitel levou polovinu archu od tabule a přehne ji kolem zmíněného svislého ohybu, až se položí na půlarch pravý. Potom otočí levý půlarch zpět a připevní jej na tabuli jako původně. Žáci vidí, že se čára s levé strany na pravou stranu otiskla. Jsou tedy na papíru čáry dvě, jedna původní, druhá odvozená; mezi nimi uprostřed je přímá čára svislá.

Učitel, ponechav papír s výkresem na původním místě, vykreslí na školní tabuli vedle papíru zase přímou čáru svislou a na levo od ní stejnou čáru jako prve na papíře. „Chci nyní týmž způsobem jako prve z této dané čáry odvoditi novou čáru, jež se má rozkládati na pravo od svislé čáry. Levou část školní tabule nemohu však — jako prve papír — kolem svislé čáry otočiti a na pravou část tabule položiti. Musíme pravou čáru tedy jiným způsobem obdržeti.“ [Ukáže se na výkresu na papíře, že každá tečka pravé čáry leží s jednou tečkou levé čáry na přímé čáře vodorovné, tedy na přímé čáře *kolmé ku prostřední čáře* (svislé), *od níž obě tečky mají rovnou vzdálenosť* (*zákon souměrnosti.*)] „Dle toho stanoví se důležité tečky pravé čáry ve výkresu na tabuli tím, že důležitými tečkami levé čáry vykreslíme pomocné přímé čáry, kolmé na prostřední čáru; na těchto pomocných čarách vytkneme potom na pravo od prostřední čáry tečky, jež jsou od této čáry rovně vzdáleny jako příslušné tečky levé čáry. Získané tečky spojí se přímými čarami jako na levo. Tímto způsobem budeme si *vždy* při kreslení pravé čáry počínati, neboť *překládání* nákresny jest obyčejně — jako na př. zde — nemožné.“

„Obě čáry rozkládají se *stejnou měrou* čili *souměrně* po obou stranách prostřední přímé čáry, a jmenují se proto čáry *souměrné*; celý výkres sluje výkresem *souměrným.* Prostřední přímá čára sluje *osou souměrnosti.*“

„Máme-li tedy kresliti výkres souměrný, jest nám třeba znáti jenom jeho osu a jeho jednu *polovinu.* Obyčejně je dána polovina *levá,* z níž se *pravá* (dle zákona souměrnosti) vyvodí.“

V tomto případu byla osa souměrnosti svislá; může býti však také vodorovná neb šikmá.

Osy souměrnosti ve čtyřúhelnících. Ve čtverci a kosočtverci jest každá úhlopříčna osou souměrnosti; v různoběžníku nahoře zmíněném, jehož dvě a dvě sousední strany jsou rovny, jest jedna úhlopříčna osou souměrnosti. Osami souměrnosti jsou také střední čáry ve čtverci a v obdélníku; v rovnoramenném lichoběžníku je osou souměrnosti přímá čára, spojující středy rovnoběžných stran.

P ř í k l a d y ku cvičení v souměrnosti o jedné ose (svislé neb vodorovné). *Příklady* tyto provádějí se na *prázdné* (netečkované) tabuli za pomoci žáků tak dlouho, až tomu všickni úplně porozumějí. — Potom následují podobné příklady na tabuli *tečkované*, kde kreslení pomocných čar, kolmých k ose souměrnosti, odpadá; zde žáci jenom vytýkají z teček síti ony, jež jsou na pravo (dole) od osy souměrně k určitým tečkám levým (horním) položeny. Při všech těchto výkladných cvičeních není *nutno*, ba ani *radno*, aby žáci v lavicích kreslili; nicméně jsou pořád *všickni* zaměstnáni, an se jich učitel stále dotazuje.

2. Souměrnosť dvojosá. Arch papíru, jenž je ohybem svislým a vodorovným na čtyři rovné díly rozdělen, rozestře a připevní se způsobem nahoře zmíněným na školní tabuli, oba ohyby učiní se černými čarami znalejšími, a do horní levé čtvrtiny archu vykreslí se buď jedna přímá čára nebo dvě přímé čáry, v lomenou čáru spojené. Potom se výkres otiskne do horní pravé čtvrti archu, načež obě čáry (jež, třeba-li, znovu inkoustem neb černí se navlhčí) kolem vodorovného ohybu se přeloží a otisknou na dolní polovinu archu. Tím se postupně z dané *čtvrtiny* výkresu utvoří *celý* výkres. Ve vedlejším výkresu na tabuli ukáže se, kterak se daná čtvrtina výkresu *bez překládání* nákresny na celek doplňuje. Žáci poznají, že se zde koná totéž dvakráte, co se při souměrnosti o jedné ose dělalo jen jednou; neobsahuje tedy tento úkol nic podstatně nového. Jsou-li dány *dvě* (k sobě kolmé) osy souměrnosti, je tedy třeba znáti jenom *čtvrtinu* výkresu; obyčejně se dává *levá horní* čtvrtina.

Příklady ku cvičení v souměrnosti o dvou osách (svislé a vodorovné), a to týmž způsobem a postupem jako při souměrnosti jednoosé.

Mluviti o souměrnosti více než dvojosé — to (po našem náhledu) není ve čtvrté třídě ještě na čase.

IV. O trojúhelnících.

1. Pojem trojúhelníka.

Jehlanec postaví se před žáky půdicí na stůl tak, aby jedna pobočná jeho stěna byla k žákům obrácena. „Těleso toto, jež se podobá střeše nějaké věže, je po stranách omezeno rovnými stěnami — rovinami. Všimněme si jedné z nich — přední. Ona je omezena *třemi* přímými hranami čili přímkami. Dvě a dvě z nich svírají úhel. Nalézají se tedy v přední rovině *tři úhly*. Proto se nazývá rovina této podoby *trojúhelník. Trojúhelník jest tedy rovina třemi přímkami omezená.* Přímky tyto slují *strany* trojúhelníka. Vrcholy úhlů v trojúhelníku slují krátce *vrcholy trojúhelníka.* Trojúhelník má tedy *tři strany, tři úhly a tři vrcholy.*" Učitel vykreslí trojúhelník na tabuli a ukáže v tomto obraze strany, úhly a vrcholy. Dále ukáže ostatní trojúhelníky na jehlanu před žáky postaveném, jakož i na jiných měřických tělesích, jež obecná škola za příčinou měřického vyučování v následujících třídách míti má, na př. na trojbokém hranolu a na pravidelném čtyřstěnu. Konečně se žáci upozorní na to, že se trojúhelníky objevují také na střechách domů o samotě stojících, dále jako štíty (lomenice) domův a j.

Co jest *obvod* trojúhelníka? — Měřením stran různých trojúhelníkův a následujícím sečítáním vždy dvou z těchto stran přesvědčí se žáci, *„že v každém trojúhelníku je součet kterýchkoli dvou stran větší než třetí strana"*. (Mezi dvěma místy je *přímá* cesta nejkratší.)

2. Roztřídění trojúhelníků.

Jelikož se na obyčejných měřických tělesích neobjevují *všecky* druhy trojúhelníků, je nejlépe roztřídění trojúhelníků vykonati na základě pozorování trojúhelníků (na školní tabuli) *vykreslených*, což se může díti, aniž je se báti, že vznikne nějaký falešný pojem, jelikož pojem trojúhelníka byl v předešlé úvaze *s tělesa sňat.*

a) Roztřídění trojúhelníků **dle stran.** Učitel vykreslí na školní tabuli (před vyučováním pomocí pravítka a kružidla, aby to bylo správné) od každého z následujících tří druhů trojúhelníků dva nebo tři trojúhelníky, lišící se (pokud možno) podobou, velikostí i polohou, a to v sestavení schválně zcela libovolném, načež vede žáky k *porovnávání délky stran* každého z těchto trojúhelníků (napřed odhadnutím, potom měřením). Žáci shledají, že v některých trojúhelnících jsou *všecky* strany rovny, v jiných jen *dvě* strany rovny a ještě v jiných *všecky strany nerovny.* Proto slují ty trojúhelníky (po řadě) *rovnostranné, rovnoramenné* (jelikož obě rovné strany slují *ramena*) a *nerovnostranné.*

Cvičení (ku řešení z paměti). 1. Obvod rovnostranného trojúhelníka obnáší 69 *cm*; jak dlouhá je každá strana? 2. V jistém rovnoramenném trojúhelníku je (každé) rameno dvakráte tak dlouhé jako nerovná strana, obvod trojúhelníka obnáší 125 *cm*; jak dlouhá je každá strana? 3. Obvod rovnoramenného trojúhelníka = 320 *m*, každé rameno je o 40 *m* delší než nerovná strana; kolik *m* měří každá strana tohoto trojúhelníka? 4. Obvod nerovnostranného trojúhelníka = 480 *m*; jedna kratší strana rovná se třem pětinám a druhá kratší strana čtyřem pětinám nejdelší strany. Kolik *m* měří každá strana? 5. Strany trojúhelníka měří 240, 360 a 400 kroků; kolik *m* čítá jeho obvod? (4 kroky = 3 *m*.)

b) Roztřídění trojúhelníků **dle úhlů**. Příprava na tabuli jako při předešlé úvaze. Žáci shledají, že v některých trojúhelnících jsou *všecky úhly ostré*, v jiných *jeden úhel pravý* a ostatní dva ostré a ještě v jiných *jeden úhel tupý* a ostatní dva ostré. Trojúhelníky roztřiďují se tedy dle úhlů na *ostroúhlé*, *pravoúhlé* a *tupoúhlé*, čemuž se však nesmí rozuměti tak, že v pravoúhlých a tupoúhlých trojúhelnících jsou *všecky* úhly pravé nebo tupé. — Ostrý a tupý úhel slují, jak známo, společně *kosé* úhly; proto se říká ostro- a tupoúhlým trojúhelníkům společně: *kosoúhlé* trojúhelníky.

Při těchto dvou výkladech cvičili jsme žáky v *určování a jmenování* trojúhelníků buď *jen dle stran* anebo *jen dle úhlů*. Nyní obojí spojíme: Žáci určují a jmenují trojúhelníky na tabuli vykreslené *dle stran a úhlů* **zároveň**. Na př.: „Tento trojúhelník je rovnoramenný tupoúhlý, tento však nerovnostranný pravoúhlý“ atd. — „Vyhledejte z trojúhelníků na tabuli vykreslených trojúhelník rovnoramenný pravoúhlý!“ atd. — „*N.*, pojď k tabuli a vykresli trojúhelník nerovnostranný ostroúhlý!“ atd.

3. Bližší pozorování některých, při kreslení zvlášť důležitých trojúhelníků.

a) Trojúhelník rovnostranný má všecky úhly ostré. Úhly tyto jsou vespolek *rovny* (žáci to napřed odhadnou, potom modelem čili šablonou úhlu změří). Trojúhelník rovnostranný jest tedy zároveň rovnoúhlý. — *Všecky* rovnostranné trojúhelníky jsou si *podobny*, liší se tedy jen velikostí a polohou (jako čtverce).

Připomenutí. Rovnostranný trojúhelník není radno kresliti do síti stigmografické. Užívá-li učitel při kreslení síti stigmografické a neučinil-li tou dobou, když o rovnostranném trojúhelníku počne vykládati, již přechod z kreslení vázaného ku kreslení volnému (na prázdném papíru), nemá tedy při kreslení tohoto trojúhelníka hned užívati, nýbrž odloží toto užívání na dobu *pozdější* (nejdéle ku konci čtvrté třídy), když již počne kresliti na prázdném papíru.

b) Trojúhelník rovnoramenný může býti ostro-, pravo- nebo tupoúhlý. Ve všech těchto případech shledají žáci (odhadnutím i měřením), že *oba úhly při straně nerovné jsou rovny.*

c) Trojúhelník pravoúhlý. Z několika případů poznají žáci, že strana, jež leží naproti úhlu pravému, jest *vždy* větší než každá z obou ostatních stran. Z toho soudí, že trojúhelník pravoúhlý nemůže býti nikdy rovnostranným, nýbrž buď rovnoramenným anebo nerovnostranným. — Všecky pravoúhlé rovnoramenné trojúhelníky jsou si podobny.

4. O trojúhelnících, jež vzniknou ve čtyřúhelnících úhlopříčnami.

Každý čtyřúhelník rozdělí se jednou úhlopříčnou na *dva*, oběma úhlopříčnama na *čtyři* trojúhelníky.

a) Pozorování trojúhelníků vzniklých **jednou** *úhlopříčnou.* Úhlopříčna dělí čtverec na dva pravoúhlé rovnoramenné trojúhelníky. Přeložíme-li jeden z nich kolem této úhlopříčny (ukáže se na čtvercovém listu papíru) na druhý trojúhelník, shledáme, že se úplně kryjí. Proto pravíme o nich — jako svého času o čtyřúhelnících — že jsou *shodny.* Úhlopříčna dělí tedy čtverec na dva shodné, rovnoramenné trojúhelníky pravoúhlé. Týmž způsobem se to ukáže u kosočtverce; obdržíme dva shodné, rovnoramenné trojúhelníky ostro- nebo tupoúhlé. Též v obdélníku a kosodélníku vzniknou úhlopříčnou dva shodné trojúhelníky; abychom však žáky o shodnosti přesvědčili, musíme jeden trojúhelník (z papíru) odstřihnouti a na druhý patřičně položiti. Z toho plyne: *Rovnoběžník rozdělí se každou úhlopříčnou na dva shodné trojúhelníky.* Totéž platí pro jednu úhlopříčnu o různoběžníku, jehož dvě a dvě sousední strany jsou rovny.

b) Pozorování trojúhelníků vzniklých **oběma** *úhlopříčnama zároveň.* Při tom lze se omeziti jen na rovnoběžníky; žáci porovnávají trojúhelníky vespolek napřed od oka, načež kladouce z papíru vystřižené modely jednotlivých trojúhelníků jeden na druhý, o pravosti svého soudu se přesvědčují. — Oběma úhlopříčnama vzniknou ve čtverci a v kosočtverci čtyři shodné trojúhelníky; každý z nich je pravoúhlý a ve čtverci rovnoramenný, v kosočtverci však nerovnostranný. V obdélníku a v kosodélníku vzniknou oběma úhlopříčnama dva páry shodných trojúhelníků kosoúhlých, jež leží při protějších stranách; v obdélníku jsou to trojúhelníky rovnoramenné, v kosodélníku nikoli.

5. O výšce trojúhelníků.

Kreslení trojúhelníka rovnostranného a rovnoramenného — jiných se při kreslení zřídka užívá, proto se zde omezíme jen na zmíněné dva trojúhelníky — děje se pomocí *výšky;* proto zde o ní mluviti nutno.

Vykreslíme-li s některého vrcholu trojúhelníka přímou čáru kolmou na stranu, tomuto vrcholu protilehlou, stanoví část této čáry mezi vrcholem a zmíněnou stranou *výšku* trojúhelníka. Tato strana zove se potom *půdicí* trojúhelníka. Za půdicí může býti zvolena kterákoli strana trojúhelníka. Je-li jedna strana vodorovna (svisla), volí se obyčejně *tato* strana za půdici. Výška trojúhelníka je v tom případu svisla (vodorovna). Při trojúhelníku rovnoramenném volívá se za půdici strana nerovná.

Výškou rozdělí se půdice trojúhelníka rovnostranného a rovnoramenného na dva rovné díly; též i úhel, jehož vrcholem byla výška vykreslena; trojúhelník sám rozdělí se na dva shodné pravoúhlé trojúhelníky.

Protože lze za půdici trojúhelníka zvoliti kteroukoli jeho stranu, jsou tedy v trojúhelníku možny *tři* výšky. Pozorujme v následujícím ty výšky pouze při trojúhelníku rovnostranném. Každá výška rozpoluje stranu, na níž je kolma, a úhel, s jehož vrcholu je kreslena. Všecky tři výšky sekou se v tečce *jediné.* Tato tečka jest ode všech vrcholů trojúhelníka *rovně* vzdálena, též ode všech stran; leží tedy *uprostřed* trojúhelníka a sluje proto *střed* rovnostranného trojúhelníka. Spojíme-li střed rovnostranného trojúhelníka s jeho vrcholy přímými čarami, rozdělí se tím rovnostranný trojúhelník na tři shodné rovnoramenné trojúhelníky.

6. Čím je trojúhelník určen a kterak se na základě určovacích částek kreslí?

Zde se omezíme jen na trojúhelník *pravoúhlý*, trojúhelník *rovnoramenný* a trojúhelník *rovnostranný*, což ohledem na užití při kreslení úplně dostačí.

Pravoúhlý trojúhelník rovnoramenný je určen jednou z obou stran, jež tvoří pravý úhel. Pravoúhlý trojúhelník nerovnostranný je určen oběma stranama, jež tvoří pravý úhel. Žáci kreslí několik příkladů na tabuli; délky stran trojúhelníkův udá jim při tom učitel v míře metrické, oni však je ve výkresu na tabuli stanoví od oka. Podobně se to koná při cvičeních následujících.

Rovnoramenný trojúhelník (kosoúhlý) je určen jednou stranou (půdicí) a příslušnou k ní (t. j. na ní kolmou) výškou. Danou stranu (půdici) rozpůlíme, půlicí tečkou vykreslíme přímou čáru kolmou ku dané straně, a na tuto kolmici naneseme, od strany počínajíce, známou délku výšky trojúhelníka. Získanou tím tečku spojíme s oběma krajními tečkami dané strany přímými čarami (ramena).

Rovnostranný trojúhelník jest určen jednou stranou. Kreslení jeho děje se taktéž pomocí výšky. Danou stranu rozpůlíme, půlicí tečkou vykreslíme kolmici na tuto stranu, načež na této kolmici hledáme tečku, jejíž vzdálenosť od každého kraje dané strany rovná se této straně samé. To se děje od oka, beze všech pomůcek. Vyhledavše zmíněnou tečku, spojíme ji přímými čarami s krajními tečkami dané strany.

Jiný způsob kresliti (od ruky) rovnostranný trojúhelník zakládá se na tom, že se má v něm výška ku straně přibližně jako 7 : 8; způsobu toho nelze však doporučiti, protože se při něm *podstatného* znaku tohoto trojúhelníka (rovnosti stran) nijak neužívá.

Dodavek.

O krychlových měrách a k čemu se jich užívá.

Výklad o *krychlové míře* je v tomto spisku položen až na *konci* učiva, pro čtvrtou třídu určeného; z toho však nemá se souditi, že se musí tento výklad činiti též až na *konci* školního roku. Položili jsme jej proto na konec, protože s předcházejícím měřickým učivem nijak nesouvisí, tvoře k němu jen jakýsi přídavek.

Opakování: Chceme-li velikosť nějaké přímky (plochy) určiti, vyšetřujeme, kolikrát je tak velká jako jiná přímka (plocha), jejíž velikosť známe. Tuto přímku (plochu) zoveme *měrou* (*délkovou, plošnou*). Míru kladli jsme na přímku (plochu) tolikráte jednu vedle druhé, kolikrát to bylo možno. Číslo udávající, kolikráte to bylo, nazvali jsme *měrným* číslem *délky* oné přímky (*obsahu* oné *plochy*).

K následujícímu výkladu připraví si učitel pravoúhlý rovnoběžnostěn o vhodných rozměrech, na př. $2 \times 2 \times 3\ dm = 12\ dm^3$, a krychlový decimetr. Žáci krychli dle jména již znají.

Přinesl jsem vám zde těleso, které již znáte. Kterak se jmenuje? (Krychle.) Krychle tato má *určitou velikosť*. Dobře se na krychli podívejte, abyste si její velikosť zapamatovali. Její velikosť tedy znáte. Vizte jiné těleso. (Řečený rovnoběžnostěn.) Toto těleso má *jinou* velikosť než krychle. Jakou? (Větší.)

Chceme-li velikosť tohoto tělesa určiti, jest nám vyšetřiti, kolikrát je tak velké jako jiné těleso, jehož velikosť známe. Velikosť kterého tělesa jste před chvílí poznali? Toto druhé těleso, tedy ta krychle, jest *měrou* většího tělesa čili *tělesnou měrou*. Vyšetříme-li, kolikrát by se tělesná míra do tohoto velkého tělesa dala vměstknati, t. j. kolikrát v něm *obsažena* jest, pravíme, že jsme určili *měrné číslo obsahu* tohoto tělesa.

Měrné číslo obsahu nějakého tělesa určiti jest tedy určiti, kolikrát v něm tělesná míra je obsažena.

Vím, kolikrát by se tato krychle dala do většího tělesa vměstknati; zrovna 12krát. Obsah tohoto tělesa rovná se tedy 12 krychlím, jako je tato. Každá hrana této krychle měří 1 *dm*, proto se ta krychle jmenuje *krychlový decimetr*. Obsah většího tělesa rovná se tedy 12 krychlovým decimetrům.

Délku *krátkých* přímek určujeme kratší měrou než decimetrem, kterou? Velikosť *malých* ploch určujeme menší měrou než čtverečným decimetrem, kterou? Podobně také velikosť *malých* těles určujeme menší měrou než krychlovým decimetrem. (Učitel ukáže *krychlový centimetr* a vyloží, proč se tak jmenuje. Potom opakuje rozdělení decimetru na centimetry a čtverečného decimetru na čtverečné centimetry, načež na *rozkladacím krychlovém decimetru**) vyloží, že 1 $dm^3 = 1000\ cm^3$, a to asi způsobem, jak následuje:)

Zde vidíte krychlový decimetr ze dřeva, jehož svislé hrany jsou rozděleny na centimetry. Dělicí tečky jsou spojeny přímými čarami vodorovnými. Podle těchto čar mohli bychom pilkou krychli rozřezati na 10 *desek* (*vrstev*); zde jest skutečně odříznuta jen jedna, ta vrchní. Každá deska má výšku 1 *cm*. Tato odříznutá deska je přímými čarami rozdělena na 10 *sloupků*, z nichž jeden je od desky skutečně odříznut. Z celého krychlového decimetru dalo by se tedy nadělati 10×10, t. j. 100 sloupků.

Tento odříznutý sloupek je čarami na 10 *krychliček* rozdělen, z nichž jedna je skutečně odříznuta; znáte ji. Je to *krychlový centimetr*. Protože z 1 sloupku lze udělati 10 krychlových centimetrů, a krychlový decimetr těch sloupků obsahuje 100, bylo by tedy lze z krychlového decimetru udělati $100 \times 10\ cm^3$, t. j. 1000 cm^3. 1 dm^3 tedy obsahuje 1000 cm^3.

Zbývá ukázati žákům *krychlový metr* a vyložiti jeho rozdělení na 1000 dm^3. Jest nezbytno, aby žáci m^3 *viděli*, neboť kdo ho neviděl, představuje si jej z pravidla mnohem menší než skutečně je. Pohodlný a laciný model m^3 lze si poříditi ze 12 tyčí (čtverečného průřezu asi 4 cm^2) zdélí 1 *m*, jež jsou na krajích dílem čepy, dílem otvory opatřeny, aby se z nich v čas potřeby m^3 dal sestaviti a zase rozebrati. — V příčině rozdělení na 1000 dm^3 stačí se odvolati na obdobu při dm^3.

Teď je na čase položiti základ *ku posuzování velikosti těles* tím, že učitel obrátí pozornost žáků ku některým tělesům, na něž mohou nazírati, a vyzve je, aby — současně na případnou krychlovou míru nazírajíce — *odhadli* obsah tělesa. Přesvědčení o správnosti nebo nesprávnosti odhadu sami si zjednati ovšem ještě nemohou (až v 5. třídě), i bude jim se spokojiti s tím číslem, které učitel po ukončeném odhadování — na základě výpočtu, v čas mimoškolní vykonaného — jako měrné číslo obsahu udá. Avšak je radno těmito cviky začíti již teď, nejen z ohledu na vycvičení

---

*) Varujeme před výkladem, jenž se děje — bez modelu — jen na základě perspektivného výkresu tohoto modelu, protože se tu v obrazci sejde veliké množství čar, čímž se výkres stane naprosto nezřetelným; mimo to žáci nedovedou si ještě z perspektivného výkresu (v němž i neviditelných částí třeba vyznačiti) učiniti správné o věci představy.

oka, ale také proto, aby žactvo poznaných krychlových měr hned k určování velikosti těles ve svém nejbližším okolí užívalo.

Vizte *cihlu*, jakých se u nás užívá. Vedle ní jsem postavil *dm*³; posuďte, kolik asi *dm*³ cihla obsahuje! (Stačí, řekne-li se: Něco více než 3 *dm*³.) — Srovnejte podobně velikost *školní skříně* a *kamen* s *m*³! *Školní světnice* je velká; udám sám její obsah. (Učiní tak v krychlových metrech.) Též obsah *školní chodby* a *tělocvičny* učitel udá a dá srovnávati s obsahem školní světnice. — *Dříví v lese* prodává se ve hranicích, které sice nemají podobu krychle, ale obsahují zrovna 1 *m*³.

Po těchto výkladech následuje *užívání* krychlové míry, a to podobným způsobem, jako bylo čtvercové míry ve třetí třídě užito, totiž jako pouhého *pojmenování* čísel v početních úkolech, na př.:

1. Jistý úřad lesnický prodá

450 *m*³	jedlového dříví	za	1575 zl.,
636 *m*³	bukového	„ „	2544 „
412 *m*³	dubového	„ „	2266 „

a) kolik *m*³ dříví bylo prodáno, *b*) kolik zlatých bylo za ně strženo?

2. Jistá školní světnice obsahuje 228 *m*³; kolika žákům jest tato velikost přiměřena, má-li pro jednoho každého žáka býti prostora 3·8 *m*³?

3. Na cestu má se navézti 121·6 *m*³ písku; kolik vozů písku jest k tomu potřeba, naloží-li se na vůz 1·6 *m*³ písku?

Horní stupeň.

(V. až VIII. třída.)

Pátá třída.

Měřické učivo pro tuto třídu třeba hledati v odstávce (Osnovy z r. 1885.), vytýkající učivo pro *kreslení*;*) v učivu „počtů a *nauky o tvarech měřických*“ o měřictví žádné zmínky se nečiní. Z toho plyne, že ještě i v této třídě — jako v předešlých čtyřech třídách —

---

*) Tato odstávka zní: „*Počnouce krychlí, nazírají žáci na nejjednodušší tělesa hranatá* **i oblá**, *z čehož poznávají rozličné plochy, úhly a čáry*. Kreslení snadných ornamentův. Kreslení podle nápovědi a z paměti.“ Po našem soudu dostala se slova „*i oblá*“ do této odstávky jen nedopatřením. Vyplývá to jak z odstávky osnovy pro kreslení v 6.—8. třídě, tak i ze srovnání s německým textem téže osnovy. Klademe sem obojí.

Český text odstávky osnovy pro kreslení v 6.—8. třídě vytýká měřické učivo těmito slovy: „*Pokračováno budiž o tom, čemu z nauky o měřických útvarech v 5. třídě bylo učeno, a žáci nazírejtež na tělesa* **oblá** *týmž postupem vyučovacím.*“

Německý text příslušných odstávek osnovy (pokud ho tuto třeba) jest tento:

V. třída: „Vom Würfel ausgehend, werden die einfachsten *eckigen* Körper betrachtet“ etc.

VI.—VIII. třída: „Fortsetzung des aus der geometrischen Formenlehre in der 5. Klasse Behandelten und Betrachtung der *runden* Körper nach demselben Lehrgange“ etc.

Pozornému čtenáři zajisté neušlo, že v českých textech zde zmíněných odstávek osnovy jsou *kulatá* tělesa docela vypuštěna. Po našem mínění má v řečené odstávce pro VI.—VIII. třídu státi: „. . . žáci nazírejtež na tělesa *oblá i kulatá* týmž postupem vyučovacím“. Tím by byla z těchto odstávek osnovy odstraněna alespoň patrná nesrovnalosť; avšak netajíme se tím, že by řečené odstávky osnovy ani po této opravě nevyhovovaly našemu přání, čehož odůvodňovati je zde nemístno.

těžiště měřického vyučování jest v *přípravě pro kreslení.* Ale jako ve 3. a ve 4. třídě neomezuje se měřické vyučování na pouhou přípravu ku kreslení, tak přibírají se také v 5. třídě některé stati, jež s kreslením nesouvisí.

Výběr těchto statí konali jsme, berouce ohled

a) *na kontinuitu u vyučování* — aby v tom, čemu se žáci učili v předcházející třídě, nenastala roční nebo několikaletá přestávka;

b) *na potřebu zeměpisného učení v 5. třídě*, zejména aby učení „o zeměkouli a jejím povrchu“ opíralo se o předchozí měřické učení o kouli;

c) *na požadavky praktického života*, do něhož nezřídka žáci již z 5. třídy vstupují.

V příčině vyučovacího času máme za nutné, aby nejen v této, nýbrž i v každé následující třídě — (podobně jako ve 3. a 4.) — ty měřické výklady, které vedou k měřickým *výpočtům*, konaly se v hodinách, jež jsou v rozvrhu hodin pro *počty* určeny, tedy nikoli v hodinách, pro kreslení stanovených, nebo těch jest málo, a odpadne z nich již valná část, když se měřické výklady, v nich konané, omezí jen na ty věci, jež jsou jako *příprava pro následující kreslení* nezbytny.

Následující učivo sestavili jsme takovým *pořádkem*, aby se nemohlo přihoditi, že by při obyčejném postupu vyučování kreslení a zeměpisu žáci v předchozích měřických výkladech pro tyto dva předměty nebyli připraveni.

Při *způsobu*, kterak učivo žákům předváděti, vedla nás snaha, vyvíjeti je vždy na základě *nazírání těles.* *Močník* praví: „Ohledem na rozdělení látky učebné dají se všecky vyučovací způsoby při tomto předmětu roztříditi do následujících *dvou* skupin. Základem *jedné* jest rozdělení geometrie v planimetrii (plochoměrství, měřictví v rovině) a stereometrii (tělesoměrství, měřictví v prostoru). Zde se zprvu s geometrických i se skutečných těles odvozují základné představy tělesa, plochy, čáry a bodu, a potom se probírají přirozeným postupem i názorně zprvu rovinné, potom tělesné tvary prostorové ohledem ke svým rozmanitým vlastnostem a vzájemným vztahům. Co věcně k sobě patří, zůstane zde i ve vyučování pohromadě.“ Kdož by po tomto vylíčení nezvolal: „Tím způsobem jsem se také *já* učil počátkům geometrie!“ Způsobem tímto jsou spracovány české učebné knihy geometrie pro nejnižší třídy středních škol. — „Při postupu *druhém* kupí se veškeré učivo kolem těles geometrických, která v přiměřeném výboru jedno po druhém názoru se předvádějí. Na každém tělesu berou se po sobě v úvahu *stěny*, *hrany*, *vrcholy*, *úhly a mnohoúhelníky*, hledíc k jejich množství, směru, podobě i velikosti. Rozšíří-li se tato úvaha také na vlastnosti jednotlivých těchto tvarů, vyberou se jenom ty vlastnosti, jež s nazíraným tělesem úzce souvisí.“ Způsob *prvý* je zcela na místě při vlastním vyučování geometrii, zakládajícím se na dostatečné zásobě geometrických představ, nikoli však na obecné škole, kde se teprv o zjednání této zásoby jedná. Náhled tento ujal se nyní také u nás. Pravíme-li, *„ujal se u nás“*, máme tím na mysli hlavně jen *osnovu* — v té jest *nařízen* (jak z výše uvedených odstávek osnovy pro 5.—8. třídu vysvítá), avšak v některých našich školách dosud pohříchu nezdomácněl.

Základem vyučování měřictví budiž jako v předešlých třídách také ještě i v posledních čtyřech třídách *nazírání těles*. Při *výboru* měřických těles, jež pozorována býti mají, třeba hleděti k tomu, aby *vybraná tělesa poskytovala látky co nejvíce a co nejrozmanitější*. Při nazírání na tělesa jest úkolem učitele případnými otázkami vésti pozornosť žáků tak, aby po tělese netěkala, nýbrž určitou, pevně vytčenou drahou se brala. Jakmile všecky vlastnosti některého předmětu nazírání, na př. nějaké hrany nebo nějakého mnohoúhelníka, jsou vyhledány, seberou se v jedno. Teprve potom se předmět nazírání svým jménem pojmenuje, ač jestli následkem svých zvláštních vlastností nějaké zvláštní jméno nese. Porovnávajíce stejnorodé tvary, přicházíme k názornému poznání zákonitosti, ač je-li mezi nimi nějaká. Potom se tvary, které se pozorováním tělesa poznaly, (od ruky) kreslí; učitel je kreslí na školní tabuli, žáci tužkou do sešitu (nikoli však do sešitu ku kreslení).

Představy, jichž žáci nazíráním nějakého tělesa nabyli, *doplňují se* potom, pokud toho potřebí jest, rovně, prostě a názorně. Doplňování toho jest třeba z důvodů, jež vyslovuje *Močník* takto: „Názorný rozbor geometrických těles sebe četnějších a sebe důmyslněji volených způsobuje vždy jen představy jistých druhů tvarů prostorových, jiné však tvary geometrické, vyskytující se na předmětech nás obklopujících, a patřící tedy rovným právem do vyučování, zůstávají stranou. Nad to nacházíme na tvarech prostorných vlastnosti, kteréž nevyplývají přímo z nazírání geometrických těles, jejichž známosť však ke cvičení v kreslení a k soudnému vypočítávání ploch a těles nevyhnutelně jest potřebna. Má li tedy geometrické tvaroznalství zadost činiti oprávněným požadavkům praktického života, bude potřebí, abychom ku výsledkům, kterých jsme se dodělali přímým nazíráním geometrických těles, přidali takové rozšíření látky učebné, kterým by se naznačené mezery daly vyplniti. Při tom ovšem míry šetřiti a všeho zbytečného se varovati třeba."

Prvním cílem měřické učby v 5. třídě zajisté jest, by poskytla kreslení v této třídě bezpečné základy. Za tím účelem jest nutno stanoviti měřické tvary, o které kreslení v této třídě má se opírati. Tyto tvary nejsou však v osnově vytčeny.

Vymezujeť se tam úkol při vyučování kreslení v páté třídě těmito málo slovy: „*Kreslení snadných ornamentů. Kreslení podle nápovědi a z paměti.*" Není zde tedy ani vytčeno, *jaké* ornamenty se míní, zdali *geometrické* neb již *volné (rostlinné).* Víme ze zkušenosti, že mnozí učitelé pěstují již v páté třídě ornament rostlinný, na který má přijíti řada až později. Podle *našeho* náhledu má se pěstovati v páté třídě jen ornament *geometrický,* neboť jej *osnova* ještě pro *šestou* třídu předpisuje. A tu ovšem nastává otázka: „Na kterých měřických tvarech má se zakládati? Zdali se má omeziti na tvary, v předchozích čtyřech třídách probrané, anebo mají-li se přibrati některé nové tvary, jež žáci teprve v páté třídě při vyučování měřictví poznají?" Po *našem* náhledu je dobře přibrati *pravidelný osmi- a šestiúhelník a kruh.* Ostatní pravidelné mnohoúhelníky a ellipsa přijdou v kreslení na řadu až v šesté třídě.

Ohledem na všecky tuto vytčené okolnosti lze měřické učivo pro 5. třídu rozvrhnouti na *sedm* statí.

I. Opakování o čtyřúhelnících.

II. Opakování o trojúhelnících.

Tyto tvary jsou zajisté výhradně základem počátečných cvičení v kreslení v 5. třídě, a proto je v první řadě třeba učivo o nich z předcházejících tříd zopakovati. Opakování toto konej se — pokud možno — *jen* na tělesech (hranolech a jehlanech); pouze v případě, že ve školní sbírce nejsou taková tělesa, na nichž se ty které čtyř- nebo trojúhelníky objevují (ku př. různoběžníky), jest nezbytno užiti výstřižků z papíru nebo výkresu na tabuli.

Při tomto opakování o čtyř- a trojúhelnících jest příležitosť zopakovati také dosud poznané učivo o *přímce* a *úhlu* (pravém, ostrém a tupém).

Opakování o trojúhelníku nechť zakončí se poznáním *krokvice*. Za účelem srovnání opakuje se o obou již dříve poznaných přístrojích řemeslnických, totiž o olovnici a úhelnici.

III. O mnohoúhelnících.

Podkladem tohoto zcela *nového* učiva budiž *názorný rozbor a) kolmého hranolu, jehož základnou je pravidelný šeštiúhelník, b) kolmého jehlance o čtvercové půdici.*

a) Hranol postaví se před žáky tak, aby jeho základny byly vodorovny, a jedna pobočná stěna byla k nim obrácena. Podáváme zde *ukázku* postupu při rozboru nějakého tělesa, vytýkajíce však jen jeho *výsledky* ve stručných větách, ponechávajíce učiteli podrobné methodické provedení.

1. Stěny.

Toto těleso jest omezeno *osmi* stěnami. Všecky stěny jsou rovné plochy čili roviny. Dle polohy rozeznáváme: dolní a horní stěnu, přední a zadní stěnu, dvě levé a dvě pravé stěny. Posledně jmenovaných šest stěn má stejnou podobu a velikosť, proto jsou shodny. Z téhož důvodu jsou shodny také horní a dolní stěna. Tyto dvě shodné stěny jmenují se *základny* (*půdice*) tělesa; ostatních šest stěn slují *pobočné stěny* čili *boky* tělesa. Těleso je tedy podle všech stěn dohromady *osmistěnné*, dle boků jen *šestiboké.*

2. Hrany.

Všecky hrany jsou přímé — přímky. Každá základna je několika hranami omezena — *základné hrany* čili *hrany při základnách* (6 + 6). Ostatní hrany jsou mezi dvěma sousedními boky — *pobočné hrany* (6). Všecky základné hrany jsou rovně dlouhé, rovněž pobočné hrany. Při tomto tělese jsou pobočné hrany delší než základné hrany. Pobočné hrany jsou rovnoběžné.

3. Vrcholy.

Vrcholů má to těleso šest nahoře, šest dole. V každém vrcholu se scházejí tři hrany: dvě základné a jedna pobočná.

4. Úhly.

Každý bok obsahuje čtyři úhly, je tedy *čtyřúhelníkem.* Každá základna obsahuje šest úhlů, jest tedy podle toho *šestiúhelníkem.* Úhly boků jsou pravé, úhly základen jsou tupé a vesměs rovné.

5. Podoba stěn.

Dle podoby jsou všecky boky *rovnoběžníky*, a to *obdélníky.* Obvod každého toho obdélníka skládá se ze dvou pobočných a ze dvou základných hran. Základny jsou šestúhelníky *rovnoúhlé* i *rovnostranné.*

6. Povrch.

Všecky stěny dohromady slují *povrch* tělesa. Všecky boky dohromady zovou se *plášť* tělesa. Povrch tohoto tělesa skládá se tedy z pláště a ze dvou základen.

7. Jméno tělesa.

Toto těleso je omezeno dvěma shodnými základnami a tolika rovnoběžníky jakožto boky, kolik stran má jedna jeho základna. Tělesa takto omezená slují *hranoly.* Je to tedy *hranol*, a to *šestiboký*, čili *hranol o šestiúhelných základnách.*

Učivo o hranolu tuto vyložené zopakuje se na (kolmém) hranolu *trojbokém* a *čtyřbokém* o pravidelných půdicích. Žáci jmenují předměty ve školní světnici a mimo ni, jež mají podobu hranolů.

b) Týmž postupem a způsobem koná se *názorný rozbor kolmého jehlanu o čtvercové půdici.* Žáci poznají, že toto těleso má jen jednu základnu a čtyři shodné boky; že má čtyři základné hrany rovně dlouhé a rovněž čtyři pobočné hrany rovně dlouhé. Pobočné hrany jsou různoběžné; vrchol, v němž se scházejí, liší se od ostatních vrcholů tělesa i jménem — zove se *temeno.* Všecky čtyři úhly základny jsou pravé, úhly na pobočných stěnách jsou ostré, a po dvou na každém boku stejné. Základna je čtverec, boky jsou rovnoramenné trojúhelníky vespolek shodné. Všecky čtyři boky dohromady tvoří plášť tělesa; plášť a základna dohromady jsou jeho povrch. Toto těleso je omezeno jednou základnou a tolika trojúhelníky jakožto boky, kolik stran má základna. Tělesa takto omezená slují *jehlany*. Je to tedy *jehlan*, a to *čtyřboký* čili *jehlan o čtyřúhelné základně*.

Učivo o jehlanu tuto vyložené zopakuje se na jehlanech jiné podoby nežli má jehlan právě pozorovaný; mimo tento jehlan směl by býti ve školní sbírce alespoň ještě tak zvaný *pravidelný čtyřstěn*. Konečně se žáci upozorní na předměty, jež mají podobu jehlanů (střecha věže). Těch je ovšem mnohem méně než předmětů podoby hranolové. Proto má v praktickém životě jehlan také menší důležitosť než hranol.

Potom lze přistoupiti k *doplnění učiva o úhelnících*, dosud z těles abstrahovaného. Podáváme stručnou *ukázku*, kterak se koná. Připravena jsou *obě* tělesa, jejichž názorný rozbor předeslán.

Stěny těchto těles jsou roviny. Každý bok jehlanu je rovina, omezená třemi přímkami; má také tři úhly — je *trojúhelník*. Každý bok hranolu je rovina, omezená čtyřmi přímkami; má také čtyři úhly — je *čtyřúhelník*. Každá základna tohoto hranolu (šestibokého) je rovina omezená šesti přímkami; má také šest úhlů — je *šestiúhelník*. Omezím nyní (křídou) čásť přední roviny tabule pěti přímkami; rovina takto omezená má pět úhlů — je tedy *pětiúhelník* atd. Přímky, které rovinu po všech stranách omezují, jmenují se její *strany*. Každá omezená rovina má tolik úhlů, kolik stran. Roviny, které jsou omezeny více než čtyřmi stranami a mají tudíž více než čtyři úhly, jmenují se společně *mnohoúhelníky*. Kolik vrcholů má troj-, čtyř- a jakýkoli mnohoúhelník?

Následující výklad koná se na dostatečném množství různých mnohoúhelníků, na školní tabuli dokonale vyrýsovaných.

Troj-, čtyř- a mnohoúhelník o rovných stranách sluje *rovnostranný*; má-li všecky úhly rovné, je *rovnoúhlý*. Má-li všecky strany a zároveň všecky úhly rovné, tedy je-li rovnostranný a rovnoúhlý zároveň, jmenuje se *pravidelný*.

Kterak se zove pravidelný čtyřúhelník jiným jménem? (Čtverec.) Kosočtverec je jen rovnostranný, proč ne pravidelný čtyřúhelník? Obdélník je jen rovnoúhlý, proč ne pravidelný čtyřúhelník? Rovnostranný trojúhelník je zároveň rovnoúhlým, tudíž pravidelným trojúhelníkem.

Ohledem na *kreslení* jest důležito upozorniti žáky na to, že každý pravidelný mnohoúhelník jest zároveň *souměrným* (vykreslí se v nich ony souměrnosti). Souměrnými mohou však býti také nepravidelné mnohoúhelníky (vykreslí se několik případů); při kreslení se často s nimi setkáváme.

Potom se vyloží, co jest *úhlopříčna* mnohoúhelníka a který bod zove se středem pravidelného mnohoúhelníka. Přímky, které spojují střed s vrcholy, svírají rovné úhly. Tyto úhly zovou se na rozdíl od úhlů při obvodu, tedy od úhlů *obvodových*, úhly *středovými*.

Pravidelné mnohoúhelníky o rovném množství stran jsou si *podobny*.

IV. O vypočítávání povrchu a obsahu kolmého hranolu o základně obdélníkové nebo čtvercové.

a) Vypočítávání povrchu.

Úkolu tomuto předešle se opakování o čtverečné míře a o vypočtení obsahu čtverce a obdélníka z měrných čísel jejich stran. Tento úkol neobsahuje ničeho, co by vyžadovalo zde nějakého pokynu. Přestáváme tedy na tom, upozorniti učitele, aby dal především vypočítávati povrchy těch strojených i skutečných hranolů (krychlí), které jsou ve školní světnici.

b) Vypočítávání obsahu.

Úkolu tomuto předešle se opakování o krychlové míře. K následujícímu výkladu je třeba, aby měl učitel 24 až 27 dm^3, nejlépe ze dřeva, jež mu udělá každý truhlář, když si napřed udělá fošnu zdélí asi 3 *m* o čtverečném průřezu, rovném 1 dm^2, z níž pak nařeže zmíněné množství krychlových decimetrů.

Zde mám mnoho krychlových decimetrů. Pozorujte, kterak je na stole sestavím. Dal jsem do řady tři, jeden těsně vedle druhého. Za tuto řadu a těsně k ní dám ještě jednu řadu tří takových krychlí. Ty dvě řady činí dohromady vrstvu. Vrstva ta je zdélí 3 *dm*, zšíří 2 *dm*, zvýší 1 *dm*. Obsahuje 2×3 dm^3. Na tuto vrstvu dám ještě jednu, potom ještě jednu, konečně ještě jednu takovou vrstvu; v celku jsou tedy 4 vrstvy. V jedné vrstvě obsaženy jsou 2×3 dm^3; ve čtyřech vrstvách tedy $4 \times 2 \times 3$ dm^3. Z krychlí sestaven čtyřboký hranol; součin $4 \times 2 \times 3$ dm^3 udává jeho obsah. Činitelé součinu jsou měrná čísla délky, šířky a výšky hranolu.

Obsah takového hranolu se tedy vypočte, když se měrná čísla jeho délky, šířky a výšky vespolek znásobí. Protože součin měrných čísel délky a šířky dá měrné číslo základny hranolu, lze toto pravidlo vysloviti také takto: *Obsah hranolu se vypočte, když se měrné číslo jeho základny násobí měrným číslem jeho výšky.*

Pravidlo pro vypočítání *obsahu krychle* lze vyvoditi *dvojím* způsobem:

1. *Z pravidla pro vypočítání obsahu hranolu vůbec:* Krychle je čtyřboký hranol, při němž měrná čísla délky, šířky a výšky se sobě rovnají. Obsah její se tedy vypočte, když se *měrné číslo jedné hrany třikrát jako činitel položí.*

2. *Bezprostředně:* Z krychlových decimetrů vystaví se krychle, obsahující 3 vrstvy po 3 řadách, z nichž každá 3 *dm*³ obsahuje. Obsah krychle rovná se tedy $3 \times 3 \times 3$ *dm*³, z kteréhož součinu se hořejší pravidlo vyvodí.

První cvičení u vypočítávání obsahu čtyřbokého hranolu vůbec a krychle zvláště nechť se konají na tělesích ve školní světnici buď strojených nebo skutečných, 1. aby žáci sami mohli si změřiti, čeho ku vypočítání obsahu třeba, 2. aby žáci měli současný názor jak vypočteného čísla obsahu tak i tělesa samého, čímž se stávají způsobilejšími ku číselnému odhadování velikosti těles.

Odhadování obsahu těles spojuje se, odtud počínajíc, pokud se týká čtyřbokého hranolu vůbec a krychle zvlášť, s vypočítáním jejich obsahu; toto vypočítání jest kontrolou předcházejícího odhadu, jež by se jinak (totiž skutečným měřením) vykonati nedala.

c) Vypočítati výšku kolmého čtyřbokého hranolu, jsou-li dány ostatní dva rozměry a obsah jeho.

Klempíř má udělati plechovou vaničku podoby čtyřbokého hranolu, jejíž obsah má býti 360 *cm*³; dno má míti rozměry 9 *cm* a 10 *cm*. Jak vysokou ji třeba udělati?

Dno té vaničky jest základnou čtyřbokého hranolu; měří 9×10, t. j. 90 *cm*². Na základnu dalo by se tedy srovnati těsně vedle sebe 90 *cm*³. Ty by činily vrstvu 1 *cm* vysokou. Vanička má obsahovati 360 *cm*³; vešlo by se tedy do ní tolik vrstev po 90 *cm*³, kolikrát je 90 *cm*³ ve 360 *cm*³ obsaženo, tedy 4 vrstvy. Každá vrstva je 1 *cm* vysoká, tedy celá vanička musí býti 4 *cm* vysoká. *Číslo výšky jsme obdrželi, když jsme známé číslo obsahu dělili součinem měrných čísel obou daných rozměrů.*

d) Vypočítati základnu kolmého čtyřbokého hranolu, je-li dán jeho obsah a jeho výška.

Týž klempíř měl udělati jinou hranolovou vaničku téhož obsahu (360 cm^3), jejíž výška byla zákazníkem ustanovena 6 *cm*; jak veliké bylo udělati dno té vaničky?

Mysleme si výšku té vaničky rozdělenu na 6 rovných dílů; každý měří 1 *cm*. Dělicími body mysleme si položeny roviny vodorovné. Tím rozdělí se obsah vaničky na 6 rovných vrstev. Každá tedy obsahuje šestý díl 360 cm^3, t. j. 60 cm^2. Protože je každá zvýší 1 *cm*, musí její základna, aby se na ní dalo srovnati 60 cm^3, měřiti 60 cm^2. Dno té vaničky měří tedy 60 cm^2. Toto číslo jsme obdrželi, když jsme číslo obsahu (360) dělili číslem výšky (6). *Základna čtyřbokého hranolu se tedy vypočte, když se číslo jeho obsahu dělí číslem jeho výšky.*

V. O souvislosti krychlových měr, dutých měr a vah.

Ve školní sbírce budiž dutý, plechový decimetr krychlový, nahoře otevřený. Učitel naplní jej před žáky vodou a přeleje ji potom do litrové nádoby, čímž žáci poznají, že *litr má obsah rovný 1* dm^3. V případě, že učitel nemá krychlový decimetr z plechu, nýbrž jen z lepenky, užije se při zmíněném pokusu místo vody písku. Potom se vypočte, že 1 $m^3 = 10\ hl$, tedy 1 $hl = \frac{1}{10}\ m^3$. Při tom nazírají žáci současně na model krychlového metru, jinde popsaný, a na hektolitr alespoň v obraze.

Na to se zvážením zmíněného krychlového decimetru z plechu, zprvu prázdného, potom vodou naplněného, na obyčejných vahách ukáže, že *kilogr. jest váha 1* dm^3 *vody,* a tudíž *gram váha 1* cm^3 *vody.*

VI. O kružnici a kruhu.

Podkladem této stati jest *názorný rozbor kolmého, kruhového válce i kužele.* Při tom jest se v 5. třídě omeziti na abstrakci pouze toho učiva s řečených těles, jež pro *kreslení* v této třídě jsou nezbytny; ostatní ponechá se až do vyšších tříd, neboť zejména těmto třídám jest v osnově rozbor oblých těles přikázán.

Názorný rozbor *válce* a *kužele* koná se dle vzoru, který jsme podali při rozboru hranolu a jehlanu.

Hlavně zde běží o to, aby žáci poznali, že *rovinné* části povrchu těchto těles jsou omezeny křivou hranou (křivkou) uzavřenou, jejíž každý bod jest od určitého, uvnitř roviny této křivky položeného bodu rovně vzdálen. Křivka taková sluje *kružnice*, rovina jí omezená zove se *kruh*. Zmíněný bod uvnitř kružnice je její *střed*.

Jako po rozboru hranolu a jehlanu bylo učivo o úhelnících, s těchto těles sňaté, výkladem na školní tabuli konaným rovnáno a doplňováno, podobně i po rozboru válce a kužele učivo o kružnici a kruhu, s nich abstrahované, se na základě výkresů na tabuli *doplňuje*.

Podáváme zde *stručně* učivo, jež se při tom žákům předvádí: Vznik kružnice pohybem bodu (motouzem, kružidlem). Kružnice jest obvodem kruhu. Poloměr, průměr. Poloměry (průměry) jsou sobě rovny. Čím jest velikosť, čím velikosť i poloha kružnice stanovena? Všecky kruhy jsou si podobny. Kdy jsou shodny? Časť kružnice sluje oblouk. Jedním průměrem se kružnice (kruh) půlí, dvěma průměry na sobě kolmými se čtvrtí; polokružnice, polokruh; čtverník, čtvrťkruh. Tětiva; nejdelší tětiva je průměr. Tětivy stejných oblouků jsou sobě rovny. Tečna, tečný bod. Výseč a úseč kruhu. Soustředné kružnice, mezikruží.

Ohledem na zeměpisné učení jest nutno, seznámiti žáky se stupňovou měrou oblouků. Oblouk kružnice lze měřiti jiným obloukem téže kružnice. Za míru oblouku nějaké kružnice přijat 360. díl téže kružnice, jenž se zove obloukový stupeň a dělí se na 60 obloukových minut, oblouková minuta na 60 obloukových sekund ($1^0 = 60'$, $1' = 60''$). Ku vycvičení se ve stupňové míře obloukové počítejtež se (pokud možno z paměti) příklady tohoto druhu: Kolik obloukových stupňů obsahuje polokružnice, čtverník? Kolik 8., 3., 6., 12., 5. a 10. díl kružnice? Délka kružnice $= 7 \cdot 2$ *m*, jak dlouhý je 1^0 této kružnice? Délka kružnice $= 108$ *m*, jak dlouhý je oblouk 15^0 této kružnice? Jak dlouhá je kružnice, jejíž $1^0 = 1/_2$ *cm*? na níž $20^0 = 8$ *cm*? Kde oblouk 38^0 je o 44 *cm* delší než oblouk 27^0? Kde oblouk $59^0\ 43'$ je o 9·4 *cm* kratší než oblouk $73^0\ 18'\ 26''$? atd.

Tato zeměpisná příprava doplní se nyní *názorným rozborem koule*, jenž se omezí jen na to, čeho ku poučení o zeměkouli v této třídě je nutně třeba. Tento rozbor je zde na místě, neboť se tu pojí ku rozboru oblých těles a k učení o kružnici, jehož se při rozboru koule hojnou měrou užije.

Zejména důležito jest pozorovati kružnice různé polohy a velikosti na povrchu koule — poledníky a rovnoběžky. Za tím účelem jest ovšem nutno míti dosti velkou kouli, na níž ty kružnice se vykreslí. Protože kružnice, jejichž roviny jdou středem koule, jsou ze všech kružnic, jež lze na kouli vykresliti, největší, jsou stupně těchto kružnic také delší než stupně ostatních kružnic. Proto jsou stupně na polednících a na rovníku delší než na rovnoběžkách, a na těchto jsou stupně tím kratší, čím bližší jsou rovnoběžky k točnám. 1^0 na polednících a na rovníku = 111 *km*, 1^0 na rovnoběžce Pražské rovná se asi 72 *km*.

VII. Vypočítávání obvodu kruhu.

a) Po ruce buďtež nejméně 2 kruhové kotouče z tenkých prkének vyříznuté, o průměru = 1 *dm* a 2 *dm*, a měřický pásek (krejčovský).

Učitel dá páskem přesně změřiti průměry obou kotoučů, potom obvody jejich (tím, že pásek se ovine kol kotoučů), při čemž se všecka čtyři měrná čísla na tabuli napíšou. Obvod menšího kotouče shledá se přibližně rovný 3 *dm* 1 *cm* 4 *mm*, čili 3·14 *dm*, z čehož se soudí, že obvod *tohoto* kruhu jest asi 3·14krát tak dlouhý jako jeho průměr. Dělením měrného čísla obvodu většího kotouče (6·28 *dm*) měrným číslem jeho průměru (2 *dm*) obdrží se totéž číslo 3·14, což znamená, že i při *tomto* kruhu je obvod 3·14krát tak dlouhý jako jeho průměr. Z toho se soudí, že obvod *každého* kruhu je 3·14krát tak dlouhý jako jeho průměr. *Obvod kruhu se tedy vypočte, když se měrné číslo jeho průměru násobí číslem 3·14 (číslem Ludolfovým).*

Místo 3·14 může se vzíti $3\frac{1}{7}$ čili $\frac{22}{7}$; poslední číslo jest přesnější a zejména při počítání z paměti výhodnější než 3·14.

Žáci nechť vypočítávají obvody základen válců a kuželů, dále délky kružnic na tabuli vyrýsovaných. Napřed jest jim průměr měřiti, a ten si najdou dle věty, že průměr je nejdelší tětivou. Před vypočtením délky kružnice nechť se vždy pokusí o odhadnutí její.

b) Truhlář má udělati kruhový stůl pro šest osob. Počítá-li se pro 1 osobu 70 *cm* stolního obvodu, jak velký průměr bude mu dáti stolní desce?

Obvod stolu $= 6 \times 70$ *cm* $= 420$ *cm* $=$ součinu Ludolfova čísla a neznámého čísla průměru. Je-li dán součin dvou činitelů a jeden z nich, najdeme neznámého činitele, když součin daným činitelem rozdělíme. Průměr je tedy $= 420 : 3^1/_7 = 420 \times {}^7/_{22} = 133{\cdot}6$ *cm*, t. j. asi 1·34 *m*.

Průměr kruhu se tedy vypočte, když se měrné číslo obvodu kruhu dělí Ludolfovým číslem.

Chci míti na tabuli tři kružnice zdélí $^1/_2$ *m*, 1 *m* a 2 *m*; vypočtěte jejich *poloměry*, a potom je někdo z vás kružidlem na tabuli vyrýsuje.

c) *Vypočítávání oblouků.* α) Poloměr kruhu $= 40$ *cm*, jak dlouhý jest oblouk 56^0 na obvodu tohoto kruhu?

$$\text{Obvod} = 360^0 = 2 \times 40 \times 3^1/_7 \ cm$$

$$\text{Oblouk } 1^0 = \frac{2 \times 40 \times 3^1/_7}{360} \ cm$$

$$\text{Oblouk } 56^0 = \frac{2 \times 40 \times 3^1/_7 \times 56}{360} \ cm = 39{\cdot}1 \ cm$$

β) Oblouk $133^0 = 5$ *m*, jak velký je průměr?

$$\text{Oblouk } 1^0 = \frac{5}{133} \ m$$

$$\text{Oblouk } 360^0 = \text{Obvod kruhu} = \frac{5 \times 360}{133} \ m$$

$$\text{Průměr} = \frac{5 \times 360}{133} : 3{\cdot}14 = \frac{5 \times 360}{133 \times 3{\cdot}14} \ m = 4{\cdot}31 \ m$$

γ) Poloměr kruhu $= 17$ *cm*; kolik stupňů obsahuje oblouk na jeho obvodu, měří-li tento oblouk 48 *cm*?

$$\text{Obvod kruhu} = 360^0 = 2 \times 17 \times 3{\cdot}14 \ cm$$

$$\text{Oblouk } 1^0 = \frac{2 \times 17 \times 3{\cdot}14}{360} \ cm$$

Oblouk zdélí 48 *cm* obsahuje tolik stupňů, kolikrát je délka obsažena v 48 *cm*.

Hledané číslo stupňů rovná se tedy

$$48 : \frac{2 \times 17 \times 3{\cdot}14}{360} = \frac{48 \times 360}{2 \times 17 \times 3{\cdot}14} = 161{\cdot}86^0 = 161^0 51' 30''.$$

Šestá třída.

Měřické učivo pro tuto třídu jest v osnově vytčeno na *dvou* místech:

a) V učivu pro *kreslení*, a to slovy, jež zde již při 5. třídě (v připomenutí „pod čarou“) byla uvedena,

b) v učivu *počtářském* slovy: „Měření a vypočítávání ploch“, čímž naznačeno, v čem sluší hledati *těžiště* měřického počítání v této třídě.

Při výběru a sestavování následujícího měřického učiva vedly nás mimo slova osnovy také ještě tytéž ohledy, které jsme na počátku oddílu této knihy, pro 5. třídu určeného, uvedli.

Měřické učivo v této třídě rozdělili jsme na *šest* statí, z nichž jen první dvě mají účel, býti přípravou ku kreslení v této třídě.

I. O měření úhlů.

Žáci až dosud úhel měřili úhlem pravým, udávajíce, zdali se daný úhel rovná polovině, dvěma třetinám, pěti čtvrtinám atd. pravého úhlu. Na základě rozdělení kružnice na stupně, jež poznali v 5. třídě, mohou nyní býti seznámeni se *stupňovým* měřením úhlů.

Rozdělíme-li kružnici na 360 obl. stupňů, a spojíme-li dělicí tečky se středem přímými čarami, vznikne kol středu 360 rovných úhlů, jež se zovou *úhlové stupně* (^{0}). 1^0 se dělí na 60 *úhlových minut* ($'$), $1'$ na 60 *úhlových sekund* ($''$).

Všecky úhly kolem nějakého bodu činí dohromady 360 úhlových stupňů. Pravý úhel jich obsahuje 90, polovina pravého úhlu 45 atd. Každý ostrý úhel má jich méně než 90, tupý úhel více než 90, ale méně než 180.

Majíce nějaký úhel měřiti, měli bychom vyšetřovati, kolikrát je v něm 1 úhlový stupeň obsažen. Ale to by bylo velice pracné a nedalo by se přesně provésti; proto se měří úhel pomocí *oblouku kružnice*, jenž jest mezi rameny úhlu a má svůj střed ve vrcholu úhlu. Úhel obsahuje totiž tolik úhlových stupňů, minut a sekund, kolik obloukových stupňů, minut a sekund obsahuje řečený oblouk. Číslo úhlových stupňů se shoduje s číslem obloukových stupňů. Zbývá tedy měřiti jen zmíněný oblouk, jehož poloměr může býti jakýkoli. Následuje výklad o zařízení *úhloměru* a jeho užití ku měření úhlů daných, jakož i ku rýsování úhlů, jejichž velikost je číslem stupňů dána. Žáci nechť si dle návodu učitelova úhloměr z tuhého papíru sami zhotoví.

V několika trojúhelnících, dokonale vyrýsovaných změří se vnitřní úhly úhloměrem, a měrná čísla jejich se sečtou. Tím poznají žáci, *že součet úhlů v trojúhelníku rovná se 180°*. Rozdělením čtyřúhelníku na 2 trojúhelníky poučí se, *že součet úhlů ve čtyřúhelníku rovná se 360°*.

Dále poznají žáci, kterak lze úhloměru užiti ku kreslení pravidelných mnohoúhelníků, na př. pětiúhelníku. Kol zvoleného středu jeho vykreslí se úhloměrem 5 úhlů po 72°, jeden vedle druhého; jejich ramena učiní se rovně dlouhými, načež se koncové body sousedních ramen spojí přímými čarami.

II. O ellipse.

Kruhový kotouč podrží se před žáky tak, aby jeho rovina byla rovnoběžna s rovinou školní tabule. Žáci tu vidí kružnici, která jej omezuje, v její pravé podobě. Potom jej učitel okolo jeho svislé osy trochu otočí, a upozorní žáky na to, že obvod kotouče již nejeví se jim jako kružnice. Na to vykreslí na tabuli křivku, jež znázorňuje, jak se obvod kotouče některému žáku objevuje.

Taková křivka jmenuje se *ellipsa*. Jako ellipsy objevují se nám tedy kružnice na rozmanitých předmětech, jako talířích a sklenicích, když se na tyto kružnice díváme se strany. Ve válcové sklenici je hladina vody omezena kružnicí; nakloníme-li sklenici, je hladina vody omezena ellipsou. Vržený stín kruhového kotouče je omezen ellipsou. Vídáme tedy ellipsu velmi často. (Poloellipsové klenby, dna vaniček, záhony v zahradách, dráhy oběžnic.)

Stručný přehled učiva o ellipse.

Osy (velká, malá). Střed. Průměry. Ohniska — kterak se z obou os stanoví. Praktický způsob rýsování ellipsy užitím motouzu. Při tomto rýsování poznají žáci názorně, že součet vzdálenosti každého bodu ellipsy od obou ohnisek se rovná velké ose.

Srovnání ellipsy s kružnicí. Ellipsa přejde v kružnici, když malá osa vyrovná se velké ose. Jako kružnice zhusta se vykresluje do čtverce, jehož stran se dotýká, podobně ellipsa vkresluje se do obdélníka, jehož strany jsou udány délkami obou os ellipsy.

III. O vypočítávání nejdůležitějších rovinných tvarů.

Výbornou pomůckou jsou modely těchto tvarů z tuhého papíru, z nichž se někde část odstřihne, aby se zase jinde přidala, a tím tvar o jehož vypočtení se jedná, proměnil se v jiný tvar rovně velký, jehož obsah žáci již vypočítati dovedou.

1. Obsah čtverce a obdélníka (opakování).

2. Obsah kosoúhlého rovnoběžníka.

a) *Obsah kosodélníka.* Kosodélník promění se známým způsobem v obdélník jemu rovný o rovné základně a rovné výšce, z čehož plyne, že *obsah kosodélníka se vypočte* (jako obsah obdélníka), *když měrné číslo základny násobíme měrným číslem výšky.*

b) *Obsah kosočtverce* vypočte se jako obsah kosodélníka, ale také jinak, a to z úhlopříčen. Vrcholy kosočtverce vykreslí se přímky rovnoběžné s úhlopříčnami, čímž vznikne obdélník. Kosočtverec se rovná polovině tohoto obdélníka, z čehož se snadno vyvodí, že *obsah kosočtverce se vypočte, když se součin měrných čísel obou jeho úhlopříčen dělí dvěma.* Totéž pravidlo platí pro vypočtení *obsahu čtverce z jeho úhlopříčny.*

3. Obsah trojúhelníka.

Ukáže se (nejlépe zmíněnými výstřižky papírovými), že trojúhelník lze doplniti na rovnoběžník dvakrát tak velký jako trojúhelník o téže základně a výšce jako má trojúhelník. *Obsah trojúhelníka se tedy vypočte, když součin měrných čísel jeho základny a výšky dělíme dvěma.*

4. Obsah lichoběžníka.

Rozpůlíme-li jednu různoběžnou stranu lichoběžníka a spojíme-li půlicí tečku s jedním protějším vrcholem přímkou, rozdělí se lichoběžník v různoběžník a trojúhelník. Tento trojúhelník odřízne se a přidá se k různoběžníku tím způsobem, aby se tento doplnil na trojúhelník téže velikosti jako lichoběžník. Základna tohoto trojúhelníka rovná se součtu rovnoběžných stran lichoběžníka, výšku mají stejnou. Z toho plyne, že *obsah lichoběžníka se vypočte, když se součet obou rovnoběžných stran násobí jeho výškou a součin dělí dvěma.*

5. Obsah různoběžníka

rovná se součtu obsahů obou trojúhelníků, jednou úhlopříčnou vzniklých.

6. Obsah mnohoúhelníka.

a) Je-li mnohoúhelník *pravidelný*, lze jej přímkami, ze středu k vrcholům vedenými, rozděliti na tolik shodných trojúhelníků, kolik má mnohoúhelník stran. Obsah mnohoúhelníka rovná se součtu obsahů všech trojúhelníků. Za tím účelem jest každou stranu mnohoúhelníka násobiti vzdáleností středu od této strany, součin děliti dvěma a potom podíly sečísti. Z toho snadným způsobem (na příkladě) se vyvodí, že *obsah pravidelného mnohoúhelníka se vypočte, když se měrné číslo jeho obvodu násobí měrným číslem vzdálenosti jeho středu od kterékoli strany, a součin dělí dvěma.*

Vzdálenosť středu od strany závisí, jak známo, na délce strany, na př. při pravidelném šestiúhelníku je vzdálenosť ta rovna asi $^7/_8$ strany. Na to se nesmí při příkladech zapomenouti, aby neobsahovaly nemožnosti. Chtěl-li by učitel dávati příklady tohoto druhu (jak se říká) „z hlavy", musil by pro každý pravidelný mnohoúhelník znáti číselnou souvislosť mezi stranou a vzdáleností středu od strany. Toho není třeba, provádějí-li se příklady tohoto druhu tak, jak z důvodů, v tomto spise jinde již vytčených, prováděti se mají. Učitel vyrýsuje pravidelný mnohoúhelník dokonale na tabuli, a žáci sami si na něm změří, čeho k výpočtu obsahu třeba; při tom jest jim napřed vždy střed sestrojiti.

b) Je-li mnohoúhelník *nepravidelný*, rozloží se

α) buď úhlopříčnami na samé trojúhelníky, jejichž obsahy se sečtou, anebo

β) nejdelší úhlopříčnou a kolmicemi, s jeho vrcholů na ní sestrojenými, na pravoúhlé trojúhelníky a lichoběžníky, jejichž obsahy se sečtou.

7. Obsah kruhu.

Kruh lze považovati za pravidelný mnohoúhelník o nekonečně mnohých a malých stranách, a proto se *obsah kruhu vypočte, když se měrné číslo jeho obvodu násobí měrným číslem jeho poloměru a součin dělí dvěma.* Z tohoto pravidla snadno (na příkladě) se vyvodí druhé: *Obsah kruhu se vypočte, když se měrné číslo poloměru násobí samým sebou a tento součin násobí se číslem Ludolfovým.*

Obsah mezikruží najdeme, když vypočteme obsahy obou kruhů a menší obsah od většího obsahu odečteme.

8. Obsah roviny ellipsou omezené se vypočte, když se součin měrných čísel obou polouos násobí číslem Ludolfovým.

Toto pravidlo jest žákům podati hotové (t. j. bez vývoje).

Připomenutí.

Jsou-li tvary, jejichž obsah se vypočítati má, na tabuli vyrýsovány anebo jiným způsobem znázorněny, nechť žáci jejich obsah napřed odhadnou.

IV. Další pozorování měřických těles.

Tato stať nechť začne se *opakováním* učiva o těch tělesích, která žáci v 5. třídě poznali. Opakování toto nechť se koná *srovnavacím způsobem.* Žáci nechť srovnávají:

1. hranol s jehlanem,
2. hranol s válcem,
3. jehlan s kuželem,
4. válec s kuželem,
5. kouli s válcem a kuželem,

a to v příčině stěn, hran a vrcholů. Při tom žáci poznají, že válec (kužel) lze považovati za hranol (jehlan) o nekonečně mnohých a úzkých bocích; dále poznají, čím se liší od sebe křivé plochy na válci, kuželi a kouli (na prvých dvou lze rýsovati přímky, na třetí ne; na válcové ploše jsou ty přímky rovnoběžny, na kuželové ploše jsou různoběžny). K tomu se připojí výklad o rozdílu mezi rovnou a křivou plochou vůbec. Spojíme-li kterékoli dva body nějaké plochy přímkou, a je-li ta přímka vždy celá v ploše, je ta plocha *rovná*; neleží-li spojovací přímka nikdy v ploše, nechť jsou ty dva body na ploše kdekoli zvoleny (jako při kulové ploše), nebo leží-li spojovací přímka v ploše jen tehdy, když řečené dva body jsou na ploše zvláštním způsobem zvoleny (jako při válcové a kuželové ploše) — v obou těchto případech jest ta plocha *křivá*. Této vlastnosti ploch užívají truhláři, kameníci a j. řemeslníci, chtějí-li vyšetřiti, zdali plocha, o kteréž pracují, aby byla rovná, již je rovinou. Přikládají k ní dlouhou hranu přímého pravítka (dřevěného nebo železného) na různých místech a v různých směrech, a dívají se se strany (proti světlu), zdali přímá hrana pravítka všude úplně ku ploše přiléhá. Podobně se zkouší plocha válcová a kuželová, při nichž je nutno přímou hranu pravítka klásti směrem oblinových přímek.

Žáci vědí, kdy *přímka* je svislá, kdy vodorovná, kdy šikmá. Je na čase vyložiti, kdy *rovina* je svislá (vodorovná, šikmá). Výklad děje se na stěnách těles (modelů a předmětů ve školní světnici). Rovina je *svislá*, když lze v ní rýsovati svislou přímku, což se pozná, když se k rovině přiloží olovnice. Rovina je *vodorovná*, když každá na ní vyrýsovaná přímka je vodorovná, což se v praxi vyšetřuje krokvicí. Rovina, která není ani svislá, ani vodorovná, je *šikmá*.

Žáci vědí, kdy jsou přímky rovnoběžné a kdy různoběžné. Nyní poznají, kdy jsou dvě přímky *mimoběžné* (běží mimo sebe — na př.: přední levá hrana a zadní horní hrana krychle).

Není-li přímka v rovině, je s ní buď *rovnoběžna* nebo *různoběžna* (protíná ji — průsečík čili stopa). V posledním případě je přímka k rovině buď *kolma* nebo *nakloněna*. Máme za to, že nepatří do obecné školy, aby žáci poznali vědecké znaky, dle nichž se vyšetřuje, zdali je přímka k rovině kolma nebo nakloněna; po našem soudu stačí názor na několik příkladů přímek kolmých a přímek nakloněných, při čemž žáci mimo hrany těles pozorují tyčinky jako modely přímek.

Rovina je s rovinou buď *rovnoběžná* nebo *různoběžná* (protíná ji — průsečnice čili hrana). Různoběžné roviny jsou k sobě buď kolmy nebo nakloněny (stačí zase jen názor).

Tyto výklady o vzájemné poloze přímky a přímky, přímky a roviny, konečně roviny a roviny lze dobře uzavříti procvičením na hranách a stěnách školní světnice.

V. O sítích těles.

Kreslení sítí těles jest důležito nejen pro dokonalé poznání povrchu těles, ale i pro praktický život. Sítí užívají nejen lepenkáři a klempíři, na něž v této příčině bývá vždy ukazováno, nýbrž a hlavně krejčí, obuvníci, švadleny, vůbec všickni živnostníci, kteří si dělají *střihy*, neboť střihy jsou sítě.

Žáci mohou lehčí sítě doma vyváděti na lepence, vystřihovati, slepovati a takto sami sobě dělati modely těles, k čemuž jim učitel dá ve škole potřebný návod.

Jest otázka, *kterak* kresliti sítě? zdali pouze od ruky, nebo pravítkem a proužkem papíru, nebo konečně pravítkem a kružidlem? Jak známo, není užívání pravítka a kružidla se strany žáků obecné školy od r. 1883. naprosto vyloučeno. V nařízení ministra vyučování ze dne 8. června 1883, č. 10618, totiž se praví: „Na školách v oněch místech, kde výdělkové poměry obyvatelstva potřebu toho ukazují, je dovoleno pojati do učebné osnovy mimo kreslení (od ruky) také *rýsování.*“ Na těch školách, které tohoto dovolení požívají, mohou se tedy sítě těles rýsovati pravítkem a kružidlem. V ostatních školách nechť se k tomu užije pravítka a proužku papíru k odměřování, ač by provádění jich pouze od ruky a od oka při žácích *šesté* třídy neposkytovalo žádných nepřekonatelných obtíží. Nejtěžší jest ovšem síť kužele; nechť se proto kreslí naposled. Síť koule je zcela zbytečna.

VI. Vypočítávání povrchu těles.

Žáci nabyli předeslaným vypočítáváním obsahu rovinných tvarů a kreslením sítí tělesných takovou přípravu, že vypočítávání povrchu těles až na malou výjimku nic nového pro ně neobsahuje.

1. Povrch hranolu.

V 5. třídě počítali žáci povrch krychle a povrch (kolmého) hranolu o půdici obdélníkové nebo čtvercové. Zde se tedy tento úkol rozšíří na (kolmý) hranol o půdici jakékoli.

2. Povrch jehlanu.

Zde se může jednati jen o takové jehlany, jejichž základnou je buď obdélník nebo pravidelný troj-, čtyř- a mnohoúhelník, a při nichž boky jsou rovnoramennými trojúhelníky, z nichž v prvním případu dva a dva, v druhém případu všecky jsou shodny. Jiné jehlany v obyčejném životě se neobjevují. Žáci si na skutečném takovém jehlanu sami změří všecky délky, kterých ku vypočtení obsahu jednotlivých stěn třeba; další práce jest zřejma.

3. Povrch válce.

Žáci umějí vypočítati obvod i obsah kruhu; při kreslení sítí poznali, že oblina válce v rovinu rozvinutá jest obdélníkem, jehož délka se rovná obvodu základny válce, a jehož výška se rovná oblinové přímce (výšce válce). Budou tedy moci sami udati, kterak se povrch válce vypočte.

4. Povrch kužele.

Při kreslení sítí poznali žáci, že oblina kužele, v rovinu rozvinutá, jest výseč kruhu, jehož poloměr rovná se oblinové přímce kužele; oblouk výseče rovná se obvodu kruhové základny kužele. Jest tedy zde jen ukázati, kterak se vypočte *obsah kruhové výseče.* Tento úkol ponechali jsme si až k této příležitosti, aby žáci hned poznali, proč se učí vypočítávati obsah kruhové výseče, neboť mimo při výpočtu povrchu kužele nemá tento úkol žádného jiného užití praktického.

Rozdělme kruhovou výseč četnými poloměry na velké množství malých trojúhelníků, jejichž základny dohromady celý oblouk výseče dají, a jejichž výšky vesměs poloměru kruhové výseče se rovnají. Součet obsahů všech těch trojúhelníků najdeme, když součet jejich základen násobíme výškou kteréhokoli z nich a součin dvěma dělíme. *Obsah kruhové výseče se tedy vypočte, když se měrné číslo jejího oblouku násobí měrným číslem jejího poloměru a součin dvěma dělí.* (Přirovnati ku pravidlu, dle něhož se obsah trojúhelníka vypočte.) *Oblina kužele se tedy vypočte, když se měrné číslo obvodu základny násobí měrným číslem oblinové přímky a součin dvěma dělí.* Přičte-li se k obline základna kužele, jest jeho povrch vypočten.

5. Povrch koule.

Pravidlo pro vypočtení povrchu koule nelze v obecné škole vyvíjeti. Vývoj předpokládá geometrické vědomosti, které přesahují obor obecné školy. Pravidlo řekne se žákům hotové, nejlépe v tomto znění:

Povrch koule rovná se čtyřnásobnému největšímu kruhu v ní.

Povrch *polokoule* skládá se z poloviny povrchu koule a z jednoho největšího kruhu, tedy rovná se dohromady trojnásobnému největšímu kruhu.

Aby žáci mohli vypočítati povrch nějaké skutečně jim předložené koule, jest jim změřiti průměr koule. Učitel položí kouli na (vodorovnou) desku stolu a přiloží pravítko širokou plochou ke kouli nahoře tak, aby tato plocha byla rovnoběžna s rovinou stolu, načež některý žák změří vzdálenosť obou těchto rovin, a tím také průměr koule.

Sedmá třída.

Měřické učení v této třídě již jen skrovnou měrou slouží kreslení; převahou je rázu početního. V tomto ohledu je učivo v osnově pro „počty a nauku o tvarech měřických“ v odstávce pro 7. třídu vytčeno slovy: „*Pokračování v měření a vypočítávání ploch. Měření a vypočítávání těles.*“

Měřické učivo pro 7. třídu rozdělili jsme ve *pět* statí, z nichž jen *první* směřuje ku kreslení.

I. O zmenšeném měřítku.

Možná, že ohledem na zeměpisné učení již v předešlých třídách ukázala se potřeba vykládati něco o zmenšeném měřítku; snad již ve 3. třídě, když se na počátku zeměpisného učení kreslí půdorys školní světnice, anebo ve 4. třídě, když se žáci seznamují s mapou vlasti. *Kreslení* nevyžaduje tohoto výkladu dříve než až v 7. třídě;*) bylo-li z uvedených důvodů něco o zmenšeném měřítku již dříve vykládáno, tedy se to v 7. třídě pouze doplňuje, když se má při-

*) V osnově pro *některé* kategorie obecných škol je kreslení na základě zmenšeného měřítka výslovně uvedeno již v odstávce pro 5. třídu; na takových školách nechť učiní se tento výklad tedy již v 5. třídě. V 5. třídě *osmitřídní* školy není kreslení tohoto druhu nařízeno, a tu je lépe ponechati je až do 7. třídy, kde jsou žáci již tak dospělí, aby mohli poměr zmenšení *sami* vypočítati.

stoupiti ku cvičením v kreslení, jež jsou naznačena v odst. 9. „Návodu, kterak vyučovati kreslení na obecných školách“, vydaného ministerským nařízením ze dne 6. května 1874. Praví se tam: „Pro chlapce hodí se (na horním stupni t. j. v *posledních* ročnících) kreslení technických předmětů (dveří, oken, skříní, kamen), při čemž však se má každé perspektivné pojímání předmětu zameziti, a proto má takový předmět vždy jen v průčelí vyobrazen býti“. Je to krátce a správně řečeno — kreslení *nárysů* řečených předmětů a děje se, jak známo, na základě měřítka obyčejně zmenšeného.

Hlavní věcí při výkladu o zmenšeném měřítku jest, navésti žáky, kterak by si poměr zmenšení v každém případě *sami* mohli vypočítati. Tento poměr závisí na největším rozměru předmětu, jenž se má ve zmenšeném měřítku vykresliti, a na největším rozměru, který může obraz předmětu dle velikosti nákresny míti.

Dejme tomu, že chceme žáky s výpočtem zmenšeného měřítka seznámiti při zobrazení *dveří* školní světnice. Jejich největší rozměr, totiž výška, měří 2 *m*. Nákresnu žáků předpokládejme tak velkou, že obraz dveří může míti výšku nejvýše rovnou 30 *cm*. 2 *m* ve skutečnosti budou tedy v obraze míti délku 30 *cm*, čili 1 *m* ve skutečnosti = 12 *cm* v obraze, čili konečně 10 *cm* ve skutečnosti = $1^1/_2$ *cm* v obraze. Tím je stanoven *základ* zmenšeného měřítka. Avšak dříve, nežli se přikročí ku sestrojení zmenšeného měřítka, jest pro jistotu dobře vyšetřiti, zdali při tomto zmenšení také obraz druhého rozměru předmětu (zde šířky dveří) skutečně na nákresnu se vejde. Potom se sestrojí zmenšené měřítko takto: Při dolním okraji nákresny vykreslí se (pravítkem) přímá čára a na ní se od jejího středu na obě strany nanese několik dílů po $1^1/_2$ *cm*, jež znázorňují délky 10 *cm* ve skutečnosti. Díl nejdále na levo položený rozdělí se na 10 rovných dílů, z nichž každý znázorňuje 1 *cm* ve skutečnosti. Ku měřítku se potom napíší příslušná čísla, a poměr zmenšení se naznačí připsáním rovnice: 10 *cm* ve skut. = $1^1/_2$ *cm* v obraze, anebo $M = {}^{15}/_{100}$; v tomto zlomku znamená jmenovatel délku ve skutečnosti (100 *cm*) a čítatel příslušnou délku v obraze (15 *cm*).

Při cvičeních v kreslení tohoto druhu nechť užívají žáci pravítka a (ku přenášení rozměrů se zmenšeného měřítka do obrazu) alespoň proužku papíru (není-li na škole zavedeno kružidlo). —

Učitel kreslí na tabuli nárys předmětu ovšem v jiném měřítku nežli žáci na papíře.

Z toho, co tu o sestrojení zmenšeného měřítka bylo pověděno, plyne, že zde nemáme na mysli měřítko tak zvané *příčné.*

II. Řešení některých měřických úkolů na základě druhé odmocniny.

V sedmé třídě vykládá se dle osnovy hned na počátku roku o druhé mocnině a druhé odmocnině. Po výkladech těchto lze tedy řešiti následující měřické úkoly:

1. Z daného obsahu čtverce vypočítati jeho stranu.

2. Je-li dán povrch krychle, vypočítati její hranu.

3. Z daného obsahu kruhu vypočítati jeho poloměr.

Obsah je vyjádřen součinem dvou činitelů: dvojmoci poloměru a Ludolfova čísla. Dělíme-li součin dvou činitelů jedním z nich, obdržíme druhého činitele. Tedy dělíme-li obsah kruhu Ludolfovým číslem, obdržíme dvojmoc poloměru. Odmocníme-li ji dvěma, obdržíme poloměr.

4. Je-li dán povrch koule, vypočítati její poloměr.

Dělíme-li povrch koule čtyřmi, obdržíme obsah největšího kruhu v ní; z toho potom vypočte se — viz předešlý úkol — jeho poloměr, jenž je zároveň poloměrem koule.

III. Věta Pythagorova.

O větě této nechť se vykládá jen na těch obecných školách, jimž osnova pro počty přikazuje v posledních školních rocích výklad o druhé mocnině a druhé odmocnině.

Vývoj věty Pythagorovy konej se názorně, t. j. bez vědeckého důkazu. Žáci ji s několika případů abstrahují; jen tento způsob vývoje svědčí obecné škole.

a) Do prostřed čtverečné síti z přímých čar svislých a vodorovných vykreslí se pravoúhlý trojúhelník *rovnoramenný*, jehož odvěsny měří po dvou dílcích síťových. Při každé jeho straně vykreslí se čtverec. Čtverce při odvěsnách obsahují po čtyřech čtverečkách sítě; čtverec při přeponě obsahuje 4 celé čtverečky sítě a 8 polovin těchto čtverečků. Jeho obsah rovná se tedy součtu obsahů čtverců na odvěsnách.

b) Učitel vyrýsuje na tabuli pravouhlý trojúhelník *nerovnostranný*, jehož odvěsny měří 3 *dm* a 4 *dm*; žáci změří přeponu a shledají, že měří 5 *dm*. Při všech stranách vyrýsují se čtverce, a rozdělí se rovnoběžkami na čtverečné decimetry; čtverce na odvěsnách obsahují 9 dm^2 a 16 dm^2, čtverec na přeponě 25 dm^2. Tedy i při tomto trojúhelníku je obsah čtverce na přeponě roven součtu obsahů čtverců na obou odvěsnách. — Totéž se ukáže ještě při jednom pravoúhlém trojúhelníku nerovnostranném. Učitel narýsuje na tabuli trojúhelník, jehož odvěsny měří 5 *dm* a 12 *dm*. Žáci měřením sami se přesvědčí, že přepona obsahuje 13 *dm*. Teď již není třeba čtverce na stranách skutečně vyrýsovati; tabule by k tomu také nestačila. Žáci snadnými soudy se dodělají, že čtverce na odvěsnách obsahovaly by 25 dm^2 a 144 dm^2, čtverec na přeponě 169 dm^2. Tento čtverec se tedy zase rovná součtu čtverců na odvěsnách. Z toho plyne:

V každém pravoúhlém trojúhelníku rovná se čtverec na přeponě součtu čtverců na obou odvěsnách. (Věta Pythagorova.) Důsledkem této věty jest, že *čtverec na jedné odvěsně rovná se čtverci na přeponě, zmenšenému o čtverec na druhé odvěsně.*

Na základě těchto vět lze ze dvou daných stran pravoúhlého trojúhelníka vypočísti třetí stranu. Úkol může býti dvojí:

1. z obou daných odvěsen vypočítati přeponu;

2. z dané přepony a jedné odvěsny vypočítati druhou odvěsnu.

Početní příklady sem spadající mějtež ráz praktický.

IV. Pozorování nových měřických těles.

Předmětem názorného rozboru buďtež:

1. Komolý jehlan (kolmý), jehož základny jsou pravidelné trojúhelníky.

2. Komolý kužel (kolmý) o kruhových základnách.

Rozbor konej se postupem, který jsme podrobně při rozboru hranolu (v 5. třídě) naznačili. Na konci rozboru budiž pro opakování a zároveň další objasnění učiva o těchto tělesech, při rozboru abstrahovaného, každé z těchto těles porovnáno *a*) s jehlanem, po případě s kuželem (úplným), *b*) s hranolem, po případě s válcem, při čemž buďtež vytčeny shoda i rozdíl mezi nimi v příčině stěn, hran a vrcholů.

Srovnávajíce komoli s úplným tělesem, poznávají žáci, kterým řezem komole z úplného tělesa vzniká.

Žáci nechť dále poznají, kde se v praktickém životě tato dvě tělesa vyskytují. Podobu komolých jehlanů mívají jámy, do nichž se ukládají brambory nebo řípa; dále plechové nádobí a dřevěné truhlíky. Komolým čtyřbokým jehlanem děje se přechod s dolní, mohutnější části čtyřbokého sloupu k horní, štíhlejší části sloupu. (Znázorní se výkresem.) Podobu komolých kuželů mívají stoudve, lampová stinidla, plechová umyvadla, trychtýře, kmeny štromů, jichž svršek byl odříznut atd.

Potom se kreslí *síť* komolého jehlanu a komolého kužele, z nichž pouze poslední může působiti nějaké obtíže, kreslí-li se bez kružidla. Oblina kolmého kužele, rozvinutá do roviny, jest smíšenočarým čtyřúhelníkem, omezeným dvěma rovnoběžnými oblouky kružnic a dvěma různoběžnými přímkami, jež, byvše prodlouženy, protínají se ve společném středu zmíněných oblouků. Papírová stinidla na lampy slepují se z takových čtyřúhelníků.

V příčině *vypočítání povrchu komolého jehlanu* není již třeba žádného poučení; ale při *komolém kuželi* je takové poučení nezbytné. Je otázka, kterak vypočítati obsah *obliny*. Mysleme si výše zmíněný, smíšenočarý čtyřúhelník přímkami, které směřují do průsečíku jeho různoběžných stran, rozdělený na veliké množství velmi malých čtyřúhelníků. Obloučky mezi dvěma sousedními přímkami lze považovati za kratinké přímky. Protože tyto kratinké přímky jsou rovnoběžny, jsou řečené malinké čtyřúhelníky lichoběžníky. Rozvinutá oblina skládá se tedy ze samých lichoběžníčků. Obsah lichoběžníka se vypočte, když se součet jeho rovnoběžných stran násobí jeho výškou a součin dělí dvěma. Obsah *všech* těch lichoběžníků dohromady se tedy vypočte, když se součet rovnoběžných stran jich *všech* násobí výškou kteréhokoli z nich, a součin dělí dvěma. Součet rovnoběžných stran *všech* lichoběžníků rovná se součtu obou oblouků rozvinuté obliny; tyto oblouky však rovnají se obvodům kuželových základen. Výška každého lichoběžníčka rovná se oblinové přímce komole.

Oblina komolého kužele se tedy vypočte, když se součet měrných čísel obvodův obou jeho základen násobí měrným číslem jeho oblinové přímky, a součin dělí dvěma. Přičteme-li k oblině obě základny, obdržíme povrch komolého kužele.

V. Vypočítávání obsahu těles.

1. Obsah hranolu.*)

Žáci již v 5. třídě poznali, *že obsah hranolu o základně čtvercové nebo obdélníkové se vypočte, když se měrné číslo jeho základny násobí měrným číslem jeho výšky.* Nyní je učitel přesvědčí o tom, že toto pravidlo platí pro hranoly o *jakékoli* základně. Aby toho přesvědčení nabyli pouhým názorem, jest třeba míti po ruce některé modely, které si učitel dle následujících pokynů snadno může z lepenky udělati.

a) Zmíněné pravidlo platí pro hranol o půdici *kosočtvercové* nebo *kosodélníkové.* To se ukáže pomocí modelů dvou hranolův o téže výšce; jeden hranol má za základnu lichoběžník a druhý hranol pravoúhlý trojúhelník. Tyto dvě základny obdržíme, když uvnitř nějakého kosodélníka (kosočtverce) s jednoho jeho vrcholu spustíme kolmici (výšku) na protější stranu. Touto kolmicí rozdělí se kosodélník (kosočtverec) na řečené základny. Srazíme-li oba hranoly těsně, tvoří — podle toho, kterými hranami se stýkají — buď hranol o základně kosoúhelné nebo hranol o základně pravoúhelné. Oba hranoly mají rovný obsah a rovnou výšku; jejich základny mají sice různou podobu, ale jsou také sobě rovny. Obsah hranolu o pravoúhlé základně se — jak známo — vypočte, když se jeho základna násobí výškou. Součin tento udává také obsah druhého hranolu (o kosoúhlé základně), jenž se obsahem prvnímu hranolu rovná. Tento součin svou hodnotu nezmění, když do něho místo pravoúhlé základny položíme rovnou základnu kosoúhlou. *Obsah hranolu o kosoúhlé základně se tedy vypočte, když se tato jeho základna násobí výškou hranolu.* **)

b) Úhlopříčnou rozdělí se kosoúhlý čtyřúhelník na dva shodné trojúhelníky. Zvolme tyto dva trojúhelníky za základny dvou hranolův o téže výšce. Stýkají-li se tyto dva hranoly jednou stěnou, dají dohromady čtyřboký hranol o půdici kosoúhlé. Žáci právě poznali, kterak se obsah *tohoto* hranolu vypočte. Oba trojboké

---

*) Omezujeme se zde, jakož i všude jinde na *kolmý* hranol, protože *nakloněný* hranol je v praktickém životě a tudíž i v obecné škole bez důležitosti. Protože tedy o jiném hranolu nemluvíme než o kolmém, nevytýkáme při tomto zvláště, že jest kolmým. Totéž platí o jehlanu, válci a kuželi.

**) Jest zvykem — pro krátkost mluvy — říkati, že „základna násobí se výškou" místo: „*měrné číslo* základny násobí se *měrným číslem* výšky."

hranoly jsou patrně rovného obsahu. Každý z nich je tedy polovinou čtyřbokého hranolu. Obsah trojbokého hranolu tedy obdržíme, když součin základny čtyřbokého hranolu a jeho výšky dělíme dvěma, anebo, což jedno jest, když polovinu základny čtyřbokého hranolu násobíme jeho výškou. Polovina základny čtyřbokého hranolu však se rovná základně trojbokého hranolu; proto se *obsah trojbokého hranolu vypočte, když se jeho základna násobí výškou hranolu.*

c) V obou základnách šestibokého hranolu vykreslíme (křídou) vždy z téhož vrcholu úhlopříčny (v každé základně tedy tři). Dle těchto úhlopříčen dal by se šestiboký hranol rozříznouti na 4 trojboké hranoly o téže výšce, jež se rovná výšce původního hranolu. Obsah každého z těchto trojbokých hranolů rovná se součinu z jeho základny a jeho výšky. Součet jejich obsahů tedy obdržíme, když součet jejich základen násobíme společnou výškou. Všecky trojboké hranoly dohromady dají šestiboký hranol; jejich základny dohromady dají základnu původního hranolu. *Obsah šestibokého hranolu se tedy vypočte, když se jeho základna násobí jeho výškou.*

Obsah hranolu o **jakékoli** *základně se tedy vypočte, když se jeho základna násobí jeho výškou.*

2. Obsah válce.

V 6. třídě poznali žáci, že válec lze považovati za hranol o nekonečně mnoho velmi malých bocích. Z toho plyne, že obsah válce vypočte se jako obsah hranolu.

Obsah válce se tedy vypočte, když se jeho základna násobí jeho výškou.

3. Obsah jehlanu.

Svého času poznali žáci názorně, že trojúhelník jest polovinou rovnoběžníka, jenž má s ním stejnou základnu a výšku; z toho vyvodilo se pravidlo pro vypočtení obsahu trojúhelníka. Podobně počínáme si zde. Vyloživše, co jest *výška* (tělesná výška) jehlanu — dříve nebylo ještě třeba o ní mluviti — ukážeme názorně, že *jehlan je třetinou hranolu, jenž má s ním stejnou základnu a výšku.* Velmi srozumitelně a pro obecnou školu docela postačitelně ukáže se to pomocí modelů těchto těles z lepenky, jež jsou tak zhotoveny, aby jejich základny daly se jako víko nějaké truhlice odklopiti a zase přiklopiti. Přesypáním písku z jehlanu do hranolu přesvědčí učitel žáky, že hranol obsahuje v sobě tři takové jehlany.

Aby si učitel mohl snadno vykresliti sítě těchto dvou těles, udáváme zde rozměry k tomu potřebné.

Základnami obou těchto těles buďtež čtverce o stranách = 22·5 *cm*; výška hranolu = 15 *cm*; každá pobočná hrana jehlanu nechť měří 21·9 *cm*.

O rovnosti výšek obou těles přesvědčí se žáci, když jedno vedle druhého na stůl postaví a pravítko nahoře na ně položí; shledají, že je pravítko se stolní rovinou rovnoběžné. Při tom se žákům řekne, že pomocí pravítka takto drženého měří se výška jehlanu, jako již svého času při měření průměru koule bylo vyloženo.

Obsah hranolu jest roven součinu jeho základny a výšky; jehlan rovná se třetině hranolu o téže základně a výšce; proto *obsah jehlanu se vypočte, když se součin jeho základny a výšky dělí třemi.*

4. Obsah kužele.

V 6. třídě poznali žáci, že kužel lze považovati za jehlan o nekonečně mnoho velmi malých bocích. Z toho plyne, že obsah kužele vypočte se jako obsah jehlanu.

Obsah kužele se tedy vypočte, když se součin jeho základny a výšky dělí třemi.

4. Obsah koule.

Mysleme si povrch koule rozložený na nekonečně mnoho velmi malých ploch, na př. trojúhelníků, a vrcholy těchto trojúhelníků spojeny se středem koule. Tím rozdělí se obsah koule na nekonečně mnoho velmi malých jehlanů. Jejich základny dohromady činí povrch koule; jejich společné temeno je ve středu koule, výška každého jehlanu rovná se poloměru koule. Obsah každého z těchto jehlanů vypočteme, když součin z jeho základny a výšky, t. j. poloměru koule, dělíme třemi; součet *všech* jehlanů tedy obdržíme, když součet základen jich *všech*, t. j. povrch koule, násobíme poloměrem koule a součin dělíme třemi.

Obsah koule tedy vypočteme, když její povrch násobíme poloměrem a součin dělíme třemi.

Připomenutí.

Na konci stati o vypočítávání obsahu těles nemůžeme opominouti poznovu upozorniti na to, aby v první řadě počítány byly obsahy takových těles, na něž žáci skutečně nazírají; za tím účelem žáci potřebné k tomu rozměry sami měří. Každému tomuto výpočtu předcházej však odhadnutí obsahu; následující výpočet jest kontrolou odhadu.

Osmá třída.

Jako v 7. třídě tak i v 8. třídě měřické učení převahou je rázu početního, přihlížejíc ku kreslení měrou jen nepatrnou. V prvním směru je mu osnovou vytčen cíl následujícími slovy: „*Pokračování v měření a vypočítávání ploch a těles.*“

Měřické učivo pro 8. třídu rozdělili jsme na *pět* statí; z těchto jen první stať spadá do kreslení. V ostatních statích se měřické počty ponejvíce jen *doplňují*, a to hlavně *praktickými* věcmi; při opakování měřických výpočtů z předešlých tříd dávají se *složitější příklady* nežli v těchto třídách.

I. O měřických způsobech zobrazování těles.

Žáci, kteří osmitřídní obecnou školu pořádně vychodili, měli by po našem mínění býti tak pokročilými, aby jednoduchým výkresům řemeslnickým a stavitelským, jakož i prostým situačním plánům (katastralním mapám) alespoň *rozuměli*, byť je samostatně zdělávati nedovedli. Za tím účelem máme za to, že je v 8. třídě — odkud žáci přímo do praktického života vstupují — na místě, seznámiti žáky s nejobyčejnějšími způsoby měřického zobrazování těles.

1. Půdorys a nárys.

Spustíme-li s bodu (kusem křídy znázorněného), nad rovinou stolu položeného, na tuto rovinu kolmici, sluje její stopa na rovině stolu *půdorys* řečeného bodu; vodorovná rovina stolu sluje *půdorysna*. (Učitel postaví na stůl kolmý hranol o čtvercové základně.) Půdorys tohoto hranolu na rovině stolu jako půdorysně obdržíme tedy, když sestrojíme popsaným způsobem půdorysy všech jeho vrcholův a je potom přímými čarami spojíme, tak jako na hranolu hranami spojeny jsou. Půdorys tohoto hranolu je čtverec, rovný jeho základně. — Mysleme si z řečeného bodu vedenu kolmici na svislou stěnu, na níž visí tabule. Stopa kolmice na této stěně sluje *nárys* toho bodu; rovina, na níž se nárys nalézá, sluje *nárysna*. (Učitel zase postaví na stůl zmíněný hranol.) Nárys tohoto hranolu na přední stěně této světnice jako nárysně obdržíme tedy, když sestrojíme popsaným způsobem nárysy všech jeho vrcholův a potom přímými čarami spojíme, tak jako na hranolu hranami spojeny jsou. Nárys tohoto hranolu jest obdélník, rovný jedné pobočné stěně jeho.

Půdorys (nárys) hranolu lze považovati za zobrazení hranolu, jak se tento jeví oku, jež se nalézá ve velmi veliké vzdálenosti zrovna nad (před) hranolem.

Učitel vykreslí na školní tabuli půdorys a nárys hranolu, a to tak, jak se obyčejně kreslívají, totiž, aby půdorys a nárys téhož bodu byl vždy na pomocné (čárkované) čáře svislé.

Na to změní se postavení hranolu tak, aby byl k žákům obrácen nárožně. Půdorys hranolu je zase čtverec, ale v jiné poloze než prve. Nárys hranolu je zase obdélník, ale jiný než prve; uvnitř obdélníku objevuje se nárys přední a zadní hrany pobočné, čehož v prvním náryse nebylo. Nárys přední — viditelné — hrany vykreslí se *plně*; nárys zadní — zakryté neviditelné — hrany naznačí se *čárkovaně*.

Jako ve všem, tak i při výkladu o půdorysu a nárysu je počátek nejtěžší. Podali jsme zde tedy ukázku počátečného výkladu, z níž čtenář pozná, že lze o této věci vykládati také způsobem prostým a srozumitelným. Pokračování u věci této neposkytuje již žádných obtíží. Více nežli slova objasňují věc četné příklady. Za tím účelem zobrazují se půdorysem a nárysem poznaná měřická tělesa; žáci kreslí při tom „od ruky", a upozorní se na výhodu, kterou mají obrazy tohoto druhu před perspektivními obrazy těles: totiž, že na nich lze — je-li připojeno zmenšené měřítko — ustanoviti skutečné rozměry zobrazeného předmětu. Konečně se vyloží důležitost půdorysův a nárysů v řemeslnických výkresích.

2. Průřez.

Nejeví-li se vnitřek předmětu na venek, jako u mnohých dutých věcí, nelze z půdorysu a nárysu poznati vnitřní zařízení předmětu. Tu si myslíme předmět proříznutý rovinou buď vodorovnou nebo svislou (obyčejně uprostřed) a horní (přední) část předmětu odstraněnu; potom vykreslíme půdorys (nárys) zbývající části předmětu, při čemž *řez* vyčárkujeme. Výkres tohoto druhu sluje vodorovný (svislý) *průřez* předmětu. (Průřez pumpy, vývěvy a j. dutých fysik. přístrojů.)

3. Stavitelské plány.

Chce-li stavitel, jemuž je uloženo vystavěti dům, svého zákazníka seznámiti s tím, jak stavbu hodlá provésti, zhotoví (ve zmenšeném měřítku):

a) *Nárys* domu, z něhož je patrno, jak bude vypadati *průčelí* domu. Má-li dům míti několik průčelí (jako dům nárožní nebo osamělý), vykreslí se několik nárysů. Nárysna se při tom vždy volí rovnoběžnou s průčelím, které se má vykresliti.

b) *Půdorys* domu, z něhož je patrno, kterak bude dům ohledem na své nejbližší okolí umístěn.

c) *Průřezy* domu, z nichž je patrno vnitřní zařízení domu. *Vodorovné* průřezy jednotlivých pater ukazují uspořádání světnic, chodeb, schodiště a ostatních částí domu. Při tom si myslíme rovinu řezu v každém patře vedenu ve výšce asi 2 *m* nad podlahou tohoto patra. *Svislý* průřez domu ukazuje hlavně výšku vnitřních částí domu. Učitel vykreslí na tabuli alespoň vodorovný průřez školní světnice, za jakýmž účelem žáci sami vyměřují potřebné k tomu délky.

4. Situační plány.

Výklad tento počne opakováním toho, co žáci při výkladu o *domovu* v zeměpisném učení ve 3. třídě poznali. Zajisté, že tento výklad opíral se o *plán* domova, který má býti v každé škole; nyní jest na čase vyložiti o plánech tohoto druhu — o *situačních plánech* — něco více.

Situační plán jest *půdorys* nějaké části povrchu zemského se všemi na ní se vyskytujícími pozemky, budovami atd., vykreslený ve zmenšeném měřítku. Toto měřítko ustanoví se dle toho, k jakému účelu se plán zhotovuje. Při tak zvaných *katastrálních* plánech jednotlivých obcí s nejbližším okolím (dle nichž obsah pozemků za účelem vyměření daní se má vypočítati) znázorňuje 1 *cm* v plánu 25 *m* ve skutečnosti. V situačním plánu na př. nějakého velkého panství znázorňuje 1 *cm* na papíře 125 *m* nebo 250 *m* (i více) ve skutečnosti.

Mapy jsou situační plány celých okresův a zemí, provedené v měřítku *velice* zmenšeném, na němž 1 *cm* znamená až 1 *km* (i více) ve skutečnosti.

Aby mapy byly každému srozumitelny, zavedeny byly na nich k označování rozličných předmětů, na povrchu zemském se vyskytujících, rozličné značky i rozličné barvy, napodobující podobu i barvu oněch předmětů. V mapách celých zemí, jež nutno provésti v měřítku náramně zmenšeném, jsou vesnice, malá i velká města již jen pouhými kroužky, ovšem různě velkými naznačeny.

II. O praktickém měření délek a výšek pod širým nebem.

a) V příčině měření *délek* na poli stačí, co žáci svého času slyšeli o měření *kroky*. To se zde na příkladech zopakuje. K tomu se připojí o měření *šňůrou* 10 *m* dlouhou, na níž jednotlivé metry jsou uzlíky od sebe odděleny.

b) V příčině měření *výšek* předmětů, na př. stromu, stožáru, věže a pod., stačí jeden z následujících dvou způsobů:

α) Svislá tyč $1\frac{1}{2}$ *m* dlouhá vrhá stín 2 *m* dlouhý; strom vrhá stín 16 *m* dlouhý. Stín stromu je osmkrát tak dlouhý jako stín tyče, tudíž i strom je osmkrát tak vysoký jako zmíněná tyč, tedy $8 \times 1\frac{1}{2}$ *m*, t. j. 12 *m* vysoký. Obecně se soudí takto: Výška předmětu rovná se tolikanásobné výšce tyče, kolikrát je stín předmětu tak dlouhý jako stín tyče. Tento výpočet se snadno znázorní správně provedeným výkresem.

β) Tyč něco přes 2 *m* dlouhá zarazí se do země svisle, aby vyčnívající část měřila 2 *m*. Od tyče vzdálíme se tak daleko, až naše oko vidí přes horní kraj tyče přímo vrchol stromu. Dejme tomu, že jsme se od tyče vzdálili 1 *m*; od stromu 30 *m*. Je-li vzdálenost našeho oka od země rovna $1\frac{3}{4}$ *m*, je tyč o $\frac{1}{4}$ *m* delší než tato vzdálenost. Na správně kresleném výkresu ukáže se, že výšku stromu vypočteme, když rozdíl mezi délkou tyče a výškou oka ($\frac{1}{4}$ *m*) vezmeme tolikrát, kolikrát je vzdálenost pozorovatele od tyče (1 *m*) obsažena ve vzdálenosti pozorovatele od stromu

(30 *m*), zde tedy třicetkrát, a potom k tomuto součinu přičteme výšku oka ($1^3/_4$ *m*). Výška stromu je tedy:

$$30 \times {}^1/_4\, m + 1^3/_4\, m = \frac{30}{4}\, m + \frac{7}{4}\, m = \frac{37}{4}\, m = 9^1/_4\, m.$$

III. O měření a vypočítávání pozemků.

V obecné škole může se jednati jen o návod k *nejjednoduššímu* úkolu tohoto druhu, totiž ku stanovení velikosti nějakého *pole*, po němž je dovoleno choditi.

Je-li pole omezeno přímými mezemi, tedy se do jeho vrcholů zarazí dřevěné kolíky. Jsou-li některé jeho meze křivé, rozdělíme si je kolíky dle zakřivení na více nebo méně částí; kolíky si myslíme spojeny přímkami, čímž vznikne lomená čára, jež se blíží zmíněné křivé mezi. V obou případech má pole podobu *mnohoúhelníka*, jehož vrcholy jsou kolíky naznačeny. Na každém kolíku je napsána číslice, od 1 počínajíc, anebo písmeno v abecedním pořádku.

Do kapesních poznámek načrtneme si potom obraz pole od ruky a od oka; v obraze označíme zaražené kolíky týmiž číslicemi nebo písmeny, které mají na poli. Obraz tento sluje *příruční náčrtek*.

Na to rozdělíme pole na samé *trojúhelníky*, tím že v něm vedeme úhlopříčny, jež nemusí všecky z téhož vrcholu pole vycházeti. Tyto úhlopříčny se naznačí motouzy, od jednoho vrcholu (kolíku) ke druhému vrcholu (kolíku) nataženými. Každá úhlopříčna se vykreslí také v příručném náčrtku.

Obsah pole se vypočte, když se vypočtou obsahy všech trojúhelníků a potom sečtou. Za tím účelem jest třeba v každém trojúhelníku jednu jeho stranu zvoliti za jeho základnu (bývá to obyčejně jedna z řečených úhlopříčen, ač to není nutné), sestrojiti na tuto základnu z protějšího vrcholu trojúhelníka kolmici (výšku), a konečně základnu i výšku změřiti.

Kolmici na základnu lze sestrojiti dvojím způsobem:

a) Na kolík ve vrcholu (*a*), s něhož se má kolmice spustiti, uvážeme motouz a jdeme s ním přibližným směrem kolmice ku základně. Potom motouz natáhneme, a pozorujeme, zdali tvoří se základnou rovné úhly. Je-li tomu tak, zarazíme v průsečíku motouzu a základny kolík a ovážeme kolem něho zbývající část nataženého motouzu.

b) Motouz, uvázaný jako prve na kolíku (*a*), natáhneme, aby protínal základnu (s jiným motouzem vyznačenou) v *ostrém* úhlu. Průsečík označíme kolíkem (*r*). Potom popojdeme podél základny s motouzem, držíce jej v témž místě, kde jsme jej drželi, když jsme zaráželi kolík (*r*), až přijdeme k druhému bodu základny (*s*), jenž má od vrcholu (*a*) vzdálenost rovnou (*ar*). To poznáme tím, že motouz v bodě (*s*) jest zase natažen. Je tedy (*as*) = (*ar*); trojúhelník (*ars*) je tedy rovnoramenný. Rozpolme jeho základnu (*rs*), a spojme rozpolovací bod s vrcholem (*a*); spojovací přímka jest žádanou kolmicí (vyznačí se jako prve motouzem).

Výšky a základny trojúhelníků, na něž jsme pole rozdělili, se změří buď kroky nebo šňůrou. Abychom nabyli spolehlivých měrných čísel, potřebí — zejména při měření kroky — tutéž délku několikráte přeměřiti a z čísel takto určených průměrné číslo vypočítati. Všecka měrná čísla takto získaná napíšou se do příručného náčrtku k příslušným čarám.

Vše, co tu popsáno, dělo se pod širým nebem, t. j. na poli. Ostatní lze již doma vykonati. Z měrných čísel základen a výšek vypočtou se obsahy jednotlivých trojúhelníků, ty se sečtou, a obsah pole vyjádří se ary (hektary).

Mají-li se žáci tomu, co tu bylo vyloženo, naučiti, jest nezbytno, aby učitel to s nimi jednou provedl venku skutečně. Pozemek k tomu se hodící vždy najde. Aby při tom nepotřeboval příliš mnoho motouzu, nevyznačí jím všecky úhlopříčny zároveň, nýbrž jen jednu nebo — třeba-li — nejvýše dvě. Tím oddělí se od pole *jeden* trojúhelník, v něm se sestrojí popsaným způsobem výška, tato a základna se změří a měrná čísla do náčrtku se poznamenají. Potom již v tomto trojúhelníku užité motouzy se uvolní, a to zcela nebo částečně, a může se jich užiti k oddělení nového trojúhelníka a ku stanovení jeho výšky atd. Všecky práce při takovém cvičení ve *skutečném* měření a vypočítávání nějakého pozemku nechť žáci za vedení učitele *sami* vykonávají, byvše k tomu dříve ve škole řádně připraveni.

IV. Pokračování u vypočítávání těles.

1. Vypočítati povrch a obsah válcové trouby.

Úkol tento neobsahuje nic nového.

2. Vypočítati obsah komolého jehlanu a kužele.

V obecné škole může býti řeč jen o přibližném způsobu vypočítání obsahu těchto těles. Pro praktický život tento způsob výpočtu zcela dostačí.

Jako *analogie* předešle se, že lichoběžník má rovný obsah jako obdélník, jehož jedny dvě strany leží na rovnoběžkách lichoběžníka, a ostatní dvě strany procházejí rozpolovacími body různoběžných stran lichoběžníka. To se znázorní papírovými výstřižky nebo správným výkresem. Žáci měřením a počítáním poznají, že základna obdélníka rovná se polovičnímu součtu čili průměrnému číslu obou rovnoběžek lichoběžníka, kdežto výška obdélníka rovná se výšce lichoběžníka. Z toho plyne, že *obsah lichoběžníka obdržíme, když vypočteme obsah obdélníka, jehož základna je stanovena průměrným číslem rovnoběžných stran lichoběžníka a jehož výška rovná se výšce lichoběžníka.*

Podobně lze (ovšem jen přibližně) *obsah komolého jehlanu* určiti, *když vypočítáme obsah hranolu, jehož základna jest stanovena průměrným číslem obou základen komole a jehož výška rovná se výšce komole.*

Dle téhož pravidla vypočte se také *obsah komolého kužele.* Kmeny stromů mají po odříznutí svršku podobu komolých kuželů. Obsah kmene vypočteme tedy jako *obsah válce téže výšky (délky), jehož základna se rovná průměrnému číslu obou základen kmene.*

3. Vypočítati obsah sudu.

Sud liší se od válce tím, že průměr jeho pod špuntem větší jest, nežli při obou dnech. Obsah sudu lze přibližně vypočítati, když se vypočte obsah *válce, jehož výška rovná se délce sudu (vzdálenosti jednoho dna ode druhého dna), a jehož průměr rovná se třetině součtu dvojnásobného průměru sudu pod špuntem a prů-*

měru jednoho dna. Při tom jest ovšem třeba vzíti do počtu *vnitřní* rozměry sudu. Obsah sudu, vypočtený v krychlové míře, se konečně vyjádří měrou dutou.

V. Stanovení obsahu těles z jejich váhy a naopak.

a) Obsah tělesa můžeme stanoviti také vahou. To se hodí hlavně pro tělesa *nepravidelné* podoby.

Velikosť tlaku nějakého tělesa na podporu slove *prostá váha* jeho. Váha určité jednotky krychlové, na př. jednoho krychlového decimetru tělesa, jest *měrná váha* jeho. 1 dm^3 žuly váží 2·7 *kg*; jest tedy 2·7 *kg* měrná váha žuly. — 1 dm^3 vody váží 1 *kg*. Měrná váha některého tělesa ohledem na 1 dm^3 udává tedy také, kolikrát váha toho tělesa tak velká jest jako váha rovně velikého množství vody.

Měrné váhy některých těles:

1 dm^3	borového dřeva	váží	0·52	*kg*
„	dubového „	„	0·86	„
„	kamenného uhlí	„	1·30	„
„	korkového dřeva	„	0·24	„
„	křídy	„	2·60	„
„	mědi	„	8·80	„
„	mramoru	„	2·72	„
„	ocele	„	7·82	„
„	olova	„	11·35	„
„	pískovce	„	2·52	„
„	rtuti	„	13·60	„
„	stříbra	„	10·51	„
„	zlata	„	19·36	„
„	železa kovaného	„	7·79	„
„	„ litého	„	7·21	„
„	žuly	„	2·70	„

Obsah tělesa v krychlových decimetrech vypočteme, měříme-li jeho prostou váhu v kilogramech udanou jeho měrnou vahou.

Týmž způsobem můžeme také určiti *obsah nějaké nádoby* pomocí váhy. Zvážíme totiž nádobu prázdnou, potom ji naplníme vodou, zvážíme naplněnou nádobu a odečteme váhu prázdné nádoby od váhy naplněné nádoby. Kolik kilogramů (gramů) činí ten rozdíl, tolik krychlových decimetrů čili litrů (po případě krychlových centimetrů) obsahuje nádoba.

b) Prostou váhu nějakého tělesa v kilogramech vypočteme, násobíme-li měrnou jeho váhu, v kilogramech udanou, číslem udávajícím jeho obsah v krychlových decimetrech.

Početní příklady sem spadající jsou hojně v každé početnici pro poslední ročníky obecné školy obsaženy.

OBSAH.

Střední stupeň.

(III. a IV. třída.)

Horní stupeň.
(V.—VIII. třída.)

Pátá třída.

Šestá třída.

Sedmá třída.

Osmá třída.