NAVOD

K POČETNEMU

RISANJU IN OBLIKOSLOVJU.

METODIČNA RAZPRAVA ZA LJUDSKE ŠOLE.

NAPISAL

JOS. BEZLAJ.

IZDALO IN ZALOŽILO

„PEDAGOGIŠKO DRUŠTVO“ V KRŠKEM.

V LJUBLJANI.

NATISNIL J. R. MILIC.

1891.

Predgovor.

Potrebo takega spisa v domačem jeziku bode spoznal vsak, ki je skusil, kako težavno je po nemških knjigah učiti v slovenskih šolah, ali ki je imel priliko, opazovati slabe vspehe v risanji na naših kmetskih šolah. Ker je zaradi prevelikih stroškov pri nas skoraj nemogoče izdati izvirno risarsko zbirko, odločil sem se za najbolj razširjeno Grandauerjevo „Elementar-Zeichenschule“. Držal sem se tudi njegovega nemškega navoda „Anleitung zum Gebrauche der Elementar-Zeichenschule“, vender sem marsikaj izpremenil in dopolnil v smislu najnovejše risarske metodike in modérnih nazorov o risanji. — Konečno sem dodal še obširnejšo razpravo o perspektivi.

II. oddelek obsega izvirno razpravo o oblikoslovji, ki se v ljudski šoli sedaj poučuje deloma pri risanji, deloma pri računstvu. Pri risanji spoznavajo učenci razne oblike in telesa, pri računstvu se učé izračunati njih obseg (obod) in njih ploščino (vsebino), oziroma pri telesih — površino in telesnino

J. B.

Splošne opazke o risanji.

1. Vsak otrok ima sposobnost za risanje; razlika gledé nadarjenosti je taista, kakor pri drugih predmetih.

2. Sicer ne bo vsak imeniten slikar, kdor se uči risanja, kakor tudi ne postane vsak pesnik, kdor se uči slovnice, ali ne slavni računar, kdor se uči računstva. Toda risanje je neizogibno potrebno k splošni omiki, ker ono razvija estetični čut in izurja duševno opazovanje.

3. Z risanjem urimo roko, vadimo oko in bistrimo duh (ogledovanje, opazovanje, produciranje in lastno tvorjenje se razvija pri risanji), vzgojamo pa tudi spomin in estetični okus.

4. Risanje je tudi velike važnosti za obrt.

5. Posebno važen je osnovni pouk, in ta se najbolje doseže s pravilnim risanjem raznih oblik (ornamentalno risanje). Najprvo risamo preme, potem premočrtne like, krivulje, krivuljaste like, nadalje geometrijske in rastlinske ploskvene ornamente; kasneje šele geometrijske telesne like in plastične (telesne) ornamente (od gipsa). Kakor hitro mogoče, pričnimo tudi z risanjem brez stigem.

V 4. razredu naj učenci že risajo meandre, zvezdne, križne in vezane like na podlagi trikotnika in štirikotnika. Jako koristne so tudi vaje v didaktnem (narekovalnem) risanji. Učitelj naj na tej in na nižji stopinji vedno sam riše na tablo. Ako je to risanje tudi v zvezi s primernimi pojasnili, spoznavajo učenci natanko posamne dele narisane podobe in njih karakteristiko v obliki kakor tudi celi lik. Pouk mora biti vedno skupen s celim razredom.

V 8. razredu naj učitelj ne riše več na tablo, pač pa naj večkrat učencem pojasni na tabli razne posebnosti kakega lika ali pa občne napake, ki jih delajo učenci. Pri izbiri predlog naj se učitelj tudi nekoliko ozira na individualno nadarjenost posamnika. Ta se najbolje pokaže v 12. in 13. letu.

6. Pouk v risanji naj bode skupen. Vsi učenci naj rišejo jedno in isto podobo s table. Izjema je le pri risanji po predlogah (posebno barvanih) in pri risanji po modelih. V zadnjem letu torej odpade skupni pouk.

7. Pouk mora biti zmožnostim učencev primeren. Učni navod se mora počasi pomikati od lažjega k težjemu. Vsakatero risarsko vajo moramo opustiti, ako pospešuje le mehanično spretnost. Risarije na tabli mora učitelj vedno vpričo učencev in v veliki meri izvrševati. Učitelj mora učencem tudi vsekdar natanko razložiti, v kaki velikosti (meri) naj rišejo in na katerem prostoru (na svojem papirji). Marsikateri naris je treba zaradi lepšega risati v mali meri, zopet drugega v veliki meri.

8. Risati naj pričnó učenci vedno s svičnikom, pozneje šele smejo rabiti pero, mehko kredo in barve. Za prostoročno risanje so najboljši svinčniki Hardtmuthovi št. 2 po 5 kr., za navadno rabo so dobri tudi tisti po krajcarji v belem lesu. Za brisanje naj rabijo učenci le navadno gumij-elastiko, ne pa radirgumija. Brišejo naj pa prav redko. Vsa risarska priprava mora biti vedno v redu, papir ne zmečkan, svinčniki ostro obrezani itd. Za barvanje mora biti papir trd in dobro zliman, tak se dolgo sveti, ako ga zmočimo. Učenci naj rišejo najprvo v zvezke (v začetku v take s pikami) ali bloke, pozneje na papir prilepljen na risarsko desko. Navodila o rabi risarske priprave naj učitelj daje pred poukom in med poukom!

Predno rišejo učenci po polihromnih predlogah, naj jih učitelj poući nekoliko o barvah, njih lastnostih in harmoniji. Predloge za risanje morajo biti vedno vzorne in brez napak! Obrisek ali kontura mora biti vedno natančna, potem šele smejo učenci naris izdelati s peresom, z barvami ali s kredo. Star posušen tuš ni dokaj prida za zopetno rabo. Čopič za slikanje (barvanje) mora biti na konci tenak in ne predolg; prava širokost k dolžini je 1 : 3.

Monohromne (jednobarvne) ornamente učitelj tudi lahko riše na tablo. Pri risanji sence naj to učitelj prej pokaže na beli platneni tabli z ogljem.

9. Samostojnost jako podpirajo vaje iz spomina.

10. Gledé držanja telesa pri risanji veljajo taista pravila kakor pri pisanji. Pri risanji ne sme učenec nikdar obeh rok na klopi imeti. Život morajo učenci držati po konci, ne preblizu gledati in ne s prsmi se naslanjati na klop!

I. Prostoročno risanje.

A. **Splošni pouk.**

Grandauerjeva risarska zbirka obsega 120 listov v XII zvezkih. Prvi trije zvezki so namenjeni nižji stopinji. Tu se risa po pikah ali stigmah. Sicer pa ministerska naredba z dné 6. maja 1874. l., št. 5818, daje učitelju na prosto voljo, da poučuje risanje takoj v začetku brez stigem, kakor ga uči Tretau v svojem izvrstnem navodu „der kleine Zeichner“, cena 1 gld. Po Grandauerji se vrši prehod k prostemu risanju na srednji stopinji, ki obsega IV., V. in VI. zvezek. Drugi zvezki so odločeni za višjo stopinjo. Ako hočemo risarsko tvarino razdeliti na razrede in oddelke peterorazrednic, potem imamo nižjo stopinjo v drugem in tretjem šolskem letu (drugem in tretjem razredu), v prvem razredu je risanje le v zvezi s pisanjem zlasti z pisalnimi predvajami. Četrto in peto šolsko leto obsega večinoma srednjo stopinjo. V 6., 7. in 8. šolskem letu, t. j. v obeh oddelkih petega razreda naj se prestopi na višjo stopinjo. Na četverorazrednicah, trirazrednicah, dvorazrednicah in jednorazrednicah je treba tvarino primerno skrčiti ter previdno razdeliti na šolska leta. Kadar rišejo na jednorazrednici in dvorazrednici manjši učenci na spodnji stopinji priproste oblike v risanke št. 1 (z gostimi pikami), takrat naj starejši rišejo po svoji izurjenosti taiste oblike v risanke z vedno redkejšimi pikami, spretnejši učenci zadnjih šolskih let pa v risanke brez pik, kajti drugače izgubé učenci veselje do predmeta, in risanje postane le mehanično kopiranje brez vsake pedagogične in didaktične vrednosti. Učitelj pa mora vsekdar sproti risati na tablo ter razlagati črte in oblike ter njih napake zopet na tabli popravljati vpričo vseh otrok*).

*) V novejšem času rabijo v ljudskih šolah tudi stenske risarske table s prav dobrim vspehom. Učitelj obesi tako tablo (podobo) na steno, opiše in razloži učencem narisano obliko, potem pa prične risati na šolsko tablo, učenci pa rišejo za njim. Risarske stenske table, ki jih je izdal dunajski učitelj F. Steigl, prav toplo priporočamo.

Skupno popravljanje s celim razredom se vrši tako, da učitelj sam nariše napako na tablo ter jo popravi vpričo vseh otrok. Učenci pa morajo potem sami popraviti svoje napake. V ljudski šoli je risanje vedno skupni pouk. Risanje po taktu (na povelje) je najboljša metoda, ker učenci na ta način ne zaostajajo pri pouku.

Pri risanji je treba paziti, da učenci pravilno sedé, da risanke ravno pred-se položé, da ne pritiskajo na papir z ostro obrezanim, ne prekratkim in ne pretrdim svinčnikom (Hardmuth Nr. 1 v belem lesu po 1 kr.) in da ne krčijo prstov!*) Sedeti morajo ravno, levo roko naj položé na klop, desna se pritisne pri risanji vodoravnih črt k životu, pri navpičnih in poševnih črtah pa se položi predse na papir, ob jednem se leva roka pritisne k životu. Svetloba mora priti vedno od leve strani, nikdar pa od spredaj; ako so tam okna, moramo jih pokriti, da se ne blišči. Tabla mora stati navpično, da učenci natančno vidijo podobe, ako stoji preveč poševno, potem vidimo vsled perspektive narisani krog v daljavi kakor elipso. Ako je za tablo okno, moramo ga pokriti. Učenci ne smejo nikdar pri risanji preblizu gledati. Paziti je tudi, da ne zamažejo risank. Učenci naj pokladajo na risanko in pod risanko snažen papir. Taki, ki preveč mažejo, naj se v šoli toliko časa pridržé, da vse lepo osnažijo. Čednost je pri risanji glavna stvar, najpopolnejši naris izgubi vrednost, ako je zamazan. Zaradi tega naj se učencem tudi ne dovoljuje, da bi jemali risanke domov, marveč naj se shranjujejo v šolski omari, kjer se tudi ne zmečkajo.

V začetku je treba otrokom razložiti pojme „zgoraj, spodaj, desno, levo, desno vprek, levo vprek i. t. d. Potem jim razložimo, da bodo risali črte in oblike ravno tako na papir v risanko, kakor učitelj na tablo, le s tem razločkom, da bodo njih črte in oblike nekoliko manjše, vender bodo vlekli ravno tako od pike do pike, kakor učitelj na tabli, ki je razdeljena s pikami. Navpične črte vlečemo vedno od zgoraj navzdol, in te črte ne smejo biti spodaj zostrene (ošpičene).

*) Svinčnike naj učenci vselej obrežejo pred poukom, pri začetku pouka naj učitelj hitro pogleda šolske risanke in svinčnike.

Učenci naj se tudi privadijo, da vlečejo črte v jedni potezi, kajti posamni kosci se nikdar ne zlijejo popolnoma v jednega. S svinčnikom naj se odstavi le takrat, kadar se izprevidi, da je črta potegnena napačno. Ne sme se pa precej zbrisati in nova vleči, kajti druga je potem navadno tudi napačna in s tem se le spraska in strga papir. Predno izbrišemo napačno črto, popravimo jo!*) Napake najdemo najhitreje, ako obrnemo risanko. Učenci naj vedno črte prav rahlo potegujejo, da jih lahko potem zbrišejo, ako niso prave. Gumijelastika naj se posebno v začetku prav malo rabi, kajti drugače učenci še bolj mažejo ter trgajo papir. Dobro je tudi za poskušnjo po zraku s svinčnikom parkrat potegniti, predno vlečemo črto, da se roka privadi nameri. Učitelj naj vedno riše na tablo v veliki meri, da učenci natančno vidijo, kako nastanejo podobe. Tudi otroci naj ne rišejo premajhno, ker drugače premalo pazijo ter izdelujejo nenatančne narise.

Pri risanji sestavljenih oblik na višji stopinji je treba natančno vleči vse pomožne črte, kajti ako ni osnutek (mreža) prav narejen, bode tudi konečna podoba (lik) napačna. Učitelj naj riše na tablo s presledki ter naj vedno pazi na učence in na njih delo ter naj nikdar ne nadaljuje prej, dokler ni vsaj $^3/_4$ učencev pravilno izvršilo naloge. Posebno težke ornamente je treba razdeliti na več oddelkov ter pri vsakem oddelku čakaj, da delo natančno izvrši večina učencev. Risanja nevajeni učitelj pa naj si pred šolo obrisa podobo s tankimi črtami, da se potem pri pouku preveč ne moti. Vsak naris naj se konečno primerja z znanimi predmeti. Razmerje posamnih delov mora učitelj natanko razložiti ter opozoriti na glavne oblike, n. pr. na zvezdo, na križ, list i. t. d.

Na srednji stopinji pričnemo z narekovalnim risanjem, na višji pa z risanjem na pamet (iz spomina), kar daje dosti gradiva za domače naloge. Na višji stopinji moremo dati

*) Učiteljiščni profešor Pixis v Würzburgu je pa izdal risarski navod, v katerim prav toplo učiteljem priporoča, paziti na to, da učenci v začetku prav nič ne rabijo gumijelastike, ampak pusté črte, kakor so jih vlekli. Na ta način spoznavajo učenci bolje svoje napake ter se jih po učiteljevem navodu z večkratnim poskušanjem odvadijo. Gumijelastiko naj rabijo učenci še le pozneje pri sestavljenih likih.

spretnejšim učencem predloge, da rišejo po njih, vender naj učenci oblike vselej povečajo ali zmanjšajo, da se ne privadijo brezmiselnemu posnemanju (kopiranju). Tudi mora učitelj učencem prej razložiti take oblike. Boljši učenci petega razreda tudi lahko povlečejo črte z rudečo in višnjevo tinto ter posamne oblike izčrtkajo (šrafirajo) ali pa pobarvajo s čopičem. Napake se tu ne smejo zbrisati (radirati) z gumijelastiko, ampak se morajo zmivati s čistim, v vodo pomočenim čopičem in sušiti s papirjem sušilnikom.

B. **Podrobni navod.**

Nižja stopinja.

I. zvezek.

List 1. nam kaže navpične in vodoravne črte, vlečene po dveh, treh in štirih pikah, ki stojé 1 cm narazen. Učenci naj rišejo „na povelje“, t. j. po taktu. Učitelj pokaže v šolski sobi navpičen rob v stenskem kotu ter pozove učence, naj mu pokažejo še druge jednake robove na raznem šolskem orodji. Potem povè, da bode sedaj podobo takega roba narisal na šolsko tablo, ob jednem pa naj tudi učenci potegnejo jednako črto na svoji risanki od jedne do druge pike. Torej: „Svinčnike kvišku!“ (Učitelj naglo pregleda, če držé vsi učenci svinčnike v rokah). Dalje ukaže: „Nastavite!“ (Učenci položé svinčnike na gorenjo piko). Potem: „Vlecite do prve pike spodaj!“ Učitelj potegne ravno tako s kredo na tabli. Tako ponavljajo vsi do zadnjih pik v vrsti. Učitelj sedaj pravi: „Črte, ki smo jih vlekli, te so ravne in navpične; ravno črto imenujemo tudi premo. Kakšne preme so to?“ Odgovor: „Navpične preme“. Sedaj jim ukaže: „Popravite!“ Učenci popravljajo ter pokažejo učitelju. Na isti način narišejo dalje navpične preme po treh in štirih pikah. Ravno tako vodoravne. Potem vpraša učitelj: „Kolikokrat daljša je prema po treh in štirih pikah, kakor ona po dveh?“ Tako pridejo učenci do pojma: „Črta je sestavljena iz dveh, oziroma iz treh delov“.

Listi 2., 3., 4. in 5. kažejo razne zveze prejšnjih črt. Tu naj se učenci učé spoznati „pravi kot in kvadrat“, najprvo na predmetih, potem iz narisa. Navod pri tem je prejšnji.

Lista 6. in 7. nam predstavljata vezanje in uvrščevanje jednodelnih in večdelnih prem.

Listi 8., 9. in 10. Jednodelne, dvodelne in tridelne poševne (povprečne) preme, in sicer desno vprek in levo vprek v razni zvezi in dolgosti. Pravilo: „Ako prema ni navpična in ne vodoravna, imenujemo jo prečnico ali preko“. Tu opazimo tudi že peterokotnik ali peteroogelnik.

II. zvezek.

Listi 11. do 20. Zveza in skladba jednodelnih, dvodelnih in tridelnih prek v razni uvrstitvi. Tu opazimo romboid, ki naj se pojasni učencem na raznih vzgledih; oblika naj se izreže tudi iz papirja ter pokaže učencem. Primeroma naj se risanje prve podobe na 12. listu poučuje tako-le: „Od četrte pike v prvi vrsti vlecite po štirih pikah premo desno vprek, od tod do naslednje pike vodoravno, sedaj navpično do poslednje ter levo vprek jedno do bližnje pike, od tod navpično, potem vodoravno; sedaj zopet poševno desno vprek skozi štiri pike itd.

III. zvezek.

List 21. Risanje in razdelitev kvadrata (štirjaka) z navpičnimi in vodoravnimi črtami na dva, tri in štiri dele. Tu se opazuje jednakost in nejednakost posamnih delov.

List 22. do 30. Zveze navpičnih, vodoravnih in poševnih prem na kvadratni podlogi. Priproste oblike zvezd in križev. Vezanje in uvrščevanje teh oblik. Vštrične ali vsporedne preme, ki jih opazujemo na orodji v šolski sobi, potem pa jih pri risanji razno zvežemo in uvrstimo. Trakovne (zvezne) oblike.

Srednja stopinja.

Prehod k prostemu risanju.

IV. zvezek.

Tu so stigme 2 centimetra oddaljene.

K prostemu risanju prehajamo na sledeči način:

a) Učitelj nariše le jeden del priproste simetriške oblike na šolski tabli, druge dele pa nadaljujejo učenci sami;

b) s povečanjem ali pomanjšanjem v določenem razmerji; učitelj namreč natančno določi velikost narisa, katerega posnemajo učenci;

c) s posnemanjem predrisa v drugi določeni nameri;

d) s prerisanjem prostega narisa v pikčasto mrežo;

e) s posnemanjem (kopiranjem) zvezanega narisa s samostojno določitvijo pik; in naposled

f) s popolnim opuščanjem mreže.

Jednaki vspeh in na veliko ložji način dosežemo, ako pričnemo prosto risati prejšnje početne vaje.*)

List 31. Osemkrat razdeljena prema. Podloga likov je pet kvadratno postavljenih pičnih vrst. Štiri vmes ležeče pične vrste naj določijo učenci samostojno.

Delitev prostora med 2 pikama. Kvadrat razdelimo z navpičnicami in vodoravnicami v 4 in v 16 majhnih kvadratov. Zadnje kvadrate razdelimo s prekami (poševnicami) v trikotnike (triogelnike). Kvadratna delitev v triogelnike in štiriogelnike. **Pouk se vrši, kakor prej pri pod. 12.**

Učitelj pa naj se v začetku pismeno pripravlja na pouk.

List 32. Pošev postavljeni kvadrat. Dijagonale in razdelilne preme. Razdeljevanje kvadrata s pomočjo samostojno določenih pik (toček)**).

*) Glej Tretau: Der kleine Zeichner. — Kakor hitro so se navadili učenci dobro risati razne preme po razno oddaljenih (s kraja gostih, potem redkih) pikah, pričnejo taiste risati prosto na papir brez pik, potem ložje oblike v kvadratu, pozneje pa razne ornamente. Početne prostoročne vaje so narisane na posebni prilogi „kakoršno je prinesel tudi „Učit. Tovariš“ v 19. št. 30. letnika.

**) Na nižji stopinji je bolj primeren izraz „pika“, na višji naj se rabi znanstveni izraz „točka“.

List 33. Razni liki, katerim je podloga pet kvadratno postavljenih pičnih vrst. Fig. 13. in 14. so priproste oblike.

Fig. 16., 17. Taiste podobe z vrisanimi liki.

Fig. 18. je četrti del črtnega okrasja, ki se nahaja na 39. listu.

List 34. Fig. 19. Razdelitev kvadrata.

Fig. 20., 21., 23. in 24. Razne križne oblike in njihove zveze.

Pri risanji se rabijo zlasti samostojno določene pike.

List 35. Fig. 26. do 30. Posamni deli črtnih okrasij, katerih dopolnila sledé na listih 37., 38. in 40.

Fig. 25. predstavlja razdelitev kvadrata za sledeče like, razen 29., katere podloga je le 7 kvadratno postavljenih pičnih vrst.

List 36. Zvezdni liki, ploskvena in črtna okrasja. Fig. 31. Razdelitev kvadrata, prvotna oblika.

Fig. 32., 33., 34., 35. in 36. Vrisanje črt in likov v taisto prvotno obliko za okras kvadratne ploskve.

List 37. Fig. 37. in 38. Črtni okrasi, dopolnilo fig. 26. in 27., list 35.

List 38. Fig. 39. in 40. Dopolnilo fig. 28. in 29., list 35.

List 39. Fig. 41. in 42. Dopolnilo fig. 15. in 18., list 33.

List 40. Dopolnilo in nadaljevanje fig. 30. na listu 35. in fig. 33. in 36., list 36.

Pri vseh teh narisih je treba mrežo in pomožne črte prav tanko risati, da bolje spoznamo konečno podobo. Risanje naj prične učitelj vedno na podlogi prvotnih oblik, katere učenci narišejo najprej. Dobro je tudi, ako učitelj narise primerja s predmeti, kajti učence oblike vse bolj zanimajo, ako se jim reče, to je podoba tablice, ogledala, križa i. t. d.

V. zvezek.

Učenci imajo sedaj v risankah pike 4 centimetre narazen.

List 41. Fig. 1. do 6. Razni liki, katerim je podloga 6 kvadratno urejenih pičnih vrst (5 praznih prostorov vmes), vštevši določene medpike.

Pri fig. 3., kakor pri fig. 6., izvršimo zvezdne like s pomočjo drugih določilnih medpik.

Pri fig. 4. in 5. postopamo na jednaki način.

List 42., fig. 7. in 8., kakor na listu 43. fig. 9. in 10. so ploskvena okrasja, izrisana z uvrščenjem in dopolnilom fig. 1., 2., 3., lista 41. v kvadratni obliki.

List 44., fig. 11. in 12. Ponavljanje in dopolnilo fig. 32. in 34., list 36., zvezek IV. Od teh likov naj bi risali le četrti del in učenci naj pri posnemanji in dopolnilu oblik razdelé prostor med pikama trikrat z medpikami.

(Učenci zamenjujejo v začetku pogostoma delilne točke od delov; opozoriti jih je torej treba n pr., da tri delilne točke napravijo 4 dele).

List 45., fig. 17. in 18. Zvezdni liki, katere rišemo z drugimi prekami, kakor do sedaj, in s pomočjo samostojno določenih bolj narazen stoječih pik.

Fig. 13., 14., 15., 16. so v pojasnilo.

List 46., fig. 19. do 24. Razni zvezdni liki s kvadratno podlogo. Trikotniki, kvadrati in rombi sestavljajo simetriški osmerokotnik (osmeroogelnik).

List 47. Fig. 25. in 26. Ponavljanje in vezanje likov na listu 46.

List 48., fig. 27. do 32. Trakovno zavite oblike.

Fig. 27., 29., 30. in 32. Vaje za učence v posnemanji na tablo narisanih likov v drugi leži in velikosti.

Fig. 28. in 31. sta vzgleda, kako naj učenci izvršujejo podobe s pridržkom danih pičnih vrst.

List 49., fig. 35. Križna oblika vrisana v poševno stoječi kvadrat.

Fig. 37. Izpremenjena postava križa s porabo prejšnje kvadratne razdelitve (fig. 33.), vender z drugim številom pičnih vrst in v drugi velikosti.

List 50., fig. 40., 41., 43. in 44. Križni in zvezdni liki s porabo do sedaj rabljenih navpičnih, vodoravnih in prečnih pomožnih prem.

VI. zvezek.

List 51., fig. 1. in 2. za prosto risanje po narekovanji. Risanje po narekovanji se vrši brez učiteljevega sodelovanja (risanja) na tabli. Dobro je vender, ako ima učitelj na drugi strani table že zgotovljeno podobo, katero učencem pokaže, kadar so zgotovili svoj naris, da ga potem lahko popravijo. Najprvo določijo učenci po učiteljevem ustnem pojasnilu potrebne pike, potem pa vlečejo črto od jedne do druge pike, ki je s črko zaznamovana, kakor jim narekujemo. V začetku se to vrši na pikčastih risankah, pozneje na golem papirji. Pripravljanje k risanju se vrši tako, kakor v začetku, namreč na povelje: „Svinčnike kvišku“, potem pa učitelj nadaljuje:

Fig. 1. „V sredi papirja določite piko ter jo zaznamujte s črko *A*. Med piko *A* in med gornjim papirnim robom ravno nad piko v sredi prostora zaznamujte piko (točko) *B*.

Med točko *A* in med spodnjim papirnem robom v sredi prostora ravno pod *A* zaznamujte točko *C*.

Točke *B*, *A* in *C* zvežite s premo, ki mora biti navpična, in točki *B* in *C* morate biti jednako daleč od *A*.

1 cm na levo od točke *B* zaznamujte točko *d*.

1 cm na levo od točke *C* v tisti vrsti zaznamujte točko *e*.

Na levo od točke *e* v isti daljavi kakor ste točki *e* od *d*, zaznamujte točko *f*.

Navpik točke *f* v jednaki višavi s točko *d* zarišite novo točko ter jo zaznamujte z *g*.

Sedaj preglejte, ali so (določene) točke *e* in *d*, *f* in *g*, potem *e* in *f* ter *d* in *g* jednako daleč narazen.

Dalje preglejte, ali ste točki *e* in *d*, *f* in *g* v navpični leži in točki *d*, *g* in *e*, *f* v vodoravni vrsti.

Med točkama *d* in *e* in sicer na levo od točke *A* 1 cm daleč zaznamujte točko *h*.

V sredi med točkama *e*, *f* zaznamujte točko *l*. Ravno tako zaznamujte *k* v sredi med točkama *f*, *g* ter zarišite točko *i* v sredo med *g* in *d*.

Sedaj preglejte, ali so točke *d* od *h*, *h* od *e*, *e* od *l*, *l* od *f*, *f* od *k*, *k* od *g*, *g* od *i*, *i* od *d* jednako daleč narazen.

Dalje vlecite preme od točke *d* k točki *h*, od *h* k *e*, od *e* k *l* in od točke *l* k točki *f*.

Ravno tako se s premami zvežejo točke *f* s *k*, *k* z *g*, *g* z *i* in *i* z *d*. Tako risan lik je kvadrat.

Konečno zvežemo še sledeče točke s premami: *i* s *h*, *h* z *l*, *i* s *k* in *k* z *l*.

Drugi lik je na ogel postavljen in v prejšnjem vrisani kvadrat.

Sedaj pokažemo učencem podobo, ki je na drugi strani table zrisana, da po njej popravijo svojo.

Lahko tudi ukažemo učencem, da narekovanje samo napišejo in nalogo izdelajo doma.

Način narekovanja je taisti, kakor pri početnem risanji „po taktu". Omenjeno nalogo torej lahko porabimo v začetku, ko učitelj še sam riše na šolsko tablo. Zrisano podobo pa tudi lahko učenci ustno opisujejo na vprašanja, ki se jim stavljajo.

S tem se jako oživi pouk, ki je drugače suhoparen.

II. vzgled, fig. 2.

Učitelj narekuje učencem:

Določite 1 cm na desno od *B* točko *e*.

Določite 1 cm na desno od *C* točko *f*.

Določite v isti daljavi, kakor je *e* od *f*, na desno od *f* točko *g*.

Nad točko *g* v jednaki visokosti s točko *e* zarišite točko *h*.

Preglejte, ali so točke *f*, *e* in *g*, *h* v napični legi in točki *e*, *h* in *f*, *g* v vodoravni vrsti.

Nadalje preglejte, ali so vse točke jednako daleč narazen.

Določite točko med točkama *e* in *f*, in sicer tako, da bode od obeh toček jednako daleč, zaznamujte to točko z *i*.

Ravno tako določite v sredi med točkama *e* in *h* točko *k*. Določite v sredi med točkama *g* in *h* novo točko *l*. Isto tako določite med točkama *g*, *f* točko *m*.

Določite med točkama *e* in *i* od obeh jednako daleč stoječo točko, zaznamovano z *n*. Med *i* in *f* postavite v sredo točko *o*, med *e* in *k* točko *p*, med *k* in *h* novo točko *r*, med *h* in *l* v sredo točko *s*, med *l* in *g* točko *t*, med *g* in *m* točko *u*, in naposled postavite v sredo med točko *m* in *f* novo točko *v*.

Vlecite sedaj po vrsti preme od točke *p* k *n*, od *n* k *u*, od *p* k *t*, od *t* k *u*, od *r* k *s*, od *s* k *v*, od *r* k *o* in od *o* k *v*. Preglejte, ali so vse potegnene preme popolnoma ravne! Ako je naris prav izgotovljen, potem so vsi koti pravikoti in štirikotniki so pravilni, t. j. kvadrati. Koliko kvadratov je? So li ti kvadrati jednaki?

Opazke prejšnje naloge se uporabijo lahko tudi tukaj. Kakor prejšnja vzgleda izvajamo tudi like na listih 52., 53. in 54. pri risanji po narekovanji.

List 55. Fig. 13. in 14. Črtna okrasja. Pri obeh likih vlečemo navpičnice *0,7* in *0,11* v določeni daljavi od papirnega roba ter na njih zaznamujemo določeno število delov in v oddaljenost jednega dela razpostavimo stigme po celem listu.

List 56. Fig. 15. in 16. V pomožni navpičnici, potegneni skozi sredo obeh likov, ki sta jednaka polovični višini papirja, določena je njihova velikost in razdelitev.

List 57. Fig. 17. in 18. predstavljate trakove ali vezi. Navpičnice s številkami kažejo velikost obeh narisov.

List 58. Fig. 19. in 20. Ponavljanje in dopolnilo oblik iz V. zvezka, list 49.

List 59. Fig. 21. in 22. Vezalne oblike. Najprvo potegnemo navpičnico po sredi papirja, njena dolgost določi visokost fig. 22. Fig. 21. daje daljni navod. Točke *d*, *h*, *g*, *i*, *e* so 1 cm od srednje preme *BC* oddaljene. Točke s črkami se morajo najprej določiti. Širjava oblike je $^5/_4$ višine.

List 60. Fig. 24. Kakor pri listu 59., določimo tudi tukaj z navpičnico *BC* višino in razdelitev narisa.

Višja stopinja.

Prosto risanje.

VII. zvezek.

Fig. 61. do 65. Uporaba različne razpostave pik za razdelitev prostora na papirji, ki je za naris določen. Določijo se n. pr. na listu 61. najprvo skrajne meje narisov v štirih kotih papirja s štirimi točkami v omejeni oddaljenosti od papirnega roba, potem določimo višino narisa z medpikami, ležečimi med levimi točkami v kotih (oglih).

Uporaba vaj pri delitvi danih daljin in kotov. (Učitelj naj zopet učence opozori, da (dve) delilni točki napravite tri dele).

Jednakostranični trikotnik, izpeljava pravilnega šesterokotnika iz njega.

Jednakokraki trikotnik.

Kvadrat; izpeljava pravilnega osmerokotnika iz kvadrata kot podloga drugih likov, ki so narisani na listih 66., 67., 68., 69. in 70., in katero izdelamo z delitvijo stranic glavnega lika, z delilnicami (delilnimi premami), z dijagonalnimi in drugimi pomožnimi premami.

Pri likih, razvitih iz jednostraničnega trikotnika (kakor n. pr. list 66.) moramo vedno najprej risati trikotnik z vodoravno podstavo; pri likih iz kvadrata izpeljanih (kakor na listu 67.) pa najprvo poševno postavljeni kvadrat. List 68. obsega posamne dele likov, ki jih združujemo v kvadratu ali v podaljšani vrsti.

VIII. zvezek.

List 71. do 80. Nadaljevalna uporaba glavnih (prvotnih) likov iz VII. zvezka.

Krog, polukrog, četrt kroga (kvadrant). Nekolika uporaba črte krožnice. Premočrtni geometriški ornament.

List 78. Fig. 19. Risanje kroga v kvadratu. Navpičnica in vodoravnica v sredi kvadrata zaznamujete na svojih koncih štiri krogove točke. Ako vlečemo dijagonale ter od središča na nje prenesemo polumer, imamo zopet 4 točke. Skozi osem toček risati krog ni več težavno. Ako je pa krog posebno velik, potem je treba določiti še druge premere. Krogove točke na dijagonalah dobimo tudi, ako razdelimo kvadratno spodnjo in zgornjo stranico na 7 delov ter iz prvega in šestega delca potegnemo navpičnice do dijagonal. Ravno tako določimo elipsine točke v pravokotji.

IX. zvezek.

List 81. Krog, četrt kroga, polukrog, krožni lok. Razvijanje geometriškega krivočrtnega ornamenta z združenjem krogov in krožnih lokov.

List 82. Koncentriški in ekscentriški krogi. Razni krožni liki.

Liki vrisani v kvadrate na listih 81. in 82. so podloga naslednjim oblikam.

List 83. Figura 13. Združenje tridelne listne oblike na listu 81., pod. 3.

List 84. Fig. 15. Simetriški liki sestavljeni iz krožnih lokov, izpolnijo prostor v pravokotji, čegar strani so približno v razmerji kakor 14 : 16.

Pravi prvotni lik je pravilni šesterokotnik, katerega najprvo narišemo ter z dijagonalami razdelimo v trikotnike, iz katerih potem naredimo pravokotje.

List 85. do 90. Sestavljeni geometriški ornamenti.

List 85. in 86. Krivočrtni liki narisani z združenjem krogov in krožnik lokov. Lista 87. in 88. kažeta premočrtne like, katerim je v krogu vrisani pravilni šesterokotnik in osmerokotnik prvotna podloga. Lista 89. in 90. Elipsa (pakrog); njene točke določimo v pravokotji na taisti način, kakor krogove v kvadratu. Združenje elips v grško okrasje.

K risanju teh likov potrebne pomožne in delilne preme i. t. d. so pri vsakem narisu zaznamovane ali pa v posebnem stranskem liku narisane.

X. zvezek.

List 91. Fig. 1. do 6. Vaje v risanji na pamet (iz spomina).

Risanje na pamet (iz spomina) se vrši na ta način, da učitelj z učenci temeljito opiše na tabli zrisani lik, potem pa zakrije naris, in naloga učencev je, da ga sedaj rišejo iz spomina. Noben učenec pa ne sme prej pričeti z risanjem, dokler ni učitelj natanko razložil cele oblike. Ta opis se najbolje izvrši v dijalogični učni obliki (v razgovoru), posebno je treba učence opozoriti na karakteristična znamenja lika. Konečno naj se na tabli zrisana podoba zopet pokaže in učenci naj poprej popravijo svoje podobe. Predmet risanju na pamet so tudi taki liki, ki so jih učenci sami že prej risali. Tudi tu je mnogo gradiva za domače naloge, vender moramo tudi sedaj napredovati po vrsti od lažjega k težjemu ter le take naloge izbirati, katerih oblike so karakteristične in ne preumetno sestavljene. Paziti mora učitelj pri tem risanji tudi na učence, da slepo ne kopirajo njim znane narise.

List 91. do 100. Ornamentalne oblike. Priprosta stilizovana (slogasta) listna oblika. Priprosti in sestavljeni ornament (okras) s posredovanjem geometriške podloge.

XI. zvezek.

List 101. Fig. 1. do 4. Joniška polžnica. Polžnica v tekoči (zaporedni) vrsti ali zdržema, v simetriški in vsporedni razvrstitvi.

List 102. Fig. 5. Grški vzorec. Stilizovani (slogasti) bršljanov list z zavito mladiko, z listnimi peclji in s plodom. Podloga geometriškega lika je jednakostranski trikotnik. Srednjo navpičnico *AB* narišemo najprej, na tej zaznamujemo višino trikotnika 14 cm, dolžina jedne stranice iznaša približno 16 cm. Drugo razvidimo iz narisa.

List 103. Fig. 7. Rožica po orijentalskem (azijskem) vzorci. Najprvo narišemo krog ter razdelimo njegov polumer na štiri jednake dele, potem pa vrišemo v krog pravilni šesterokotnik. Natančneje razloži fig. 6.

List 104. Fig. 9. je del italijanskega ploskvenega okrasja. Fig. 8. je pojasnilo k temu.

List 105. Fig. 10 do 15. Razni rastlinski listi, namreč: bršljanov, glogov, ribezljev (grozdjičev), kosmuljev (agrazov).

List 106. Fig. 16. Javorovi listi s perutastim plodom; fig. 17. Hrastovi listi z želodi.

List 107. Fig. 18. Pravi vinski list z grozdom; fig. 19. List vinčevja z grozdičem.

List 108. Fig. 20. Rudeče jagode.

List 109. Fig. 21. in 22. Robovo okrasje kot risarska vaja pravilnega združenja priprostih listnatih oblik.

List 110. Rožica ali rozeta. Jagodni list s cvetjem in s plodom, organično združen.

Upodabljanje naravnih rastlinskih oblik nam je v pojasnilo, kako moramo po naravi risati rastlinske liste, kar zahteva tudi ministerska naredba z dné 6. maja 1874. l., št. 5815: „Navod k pouku v prostoročnem risanji na ljudskih šolah“, točka 9. Učitelj pa naj se seznani tudi z risarskimi navodi za meščanske šole (min. naredba z dné 6. maja 1874. l., št. 5815) in za učiteljišča (min. naredba z dné 9. avgusta 1873. l., št, 6708). Poleg tega mora seveda tudi natanko poznati učne črteže za ljudske šole.

XII. zvezek.

Razlaganje najvažnejših perspektivnih pravil z nekaterimi vzgledi.

Perspektiva se sicer ne uči v naših navadnih ljudskih šolah, kajti ta nauk je namenjen le višjim razredom šestin večrazrednih šol; vender se pa od učiteljev zahteva, zlasti pri skušnjah, da so tudi v tem predmetu zvedeni. Poleg tega se pa dandanes v javnem življenji mnogokrat potrebuje znanje perspektive.

Vsako svetilno ali razsvetljeno telo pošilja svetlobne žarke na vse strani. Tako jih pride tudi nekaj nam v oči in to napravi, da vidimo telo ter spoznamo njegovo obliko in barvo, kakor tudi svetlobo in senco na njem. Toda stvari, ki jih vidimo v bližini, kažejo se nam mnogokrat drugače, kot v daljavi, tako n. pr. razločimo blizu pri hiši še šipe in okvire od oken, nekoliko dalje še okna od vrat, v veliki daljavi pa že ne vidimno več oken, ne vrat. V dolgem drevoredu se nam zdi, da so drevesa vedno manjša in bližja drug drugemu, in raven železniški tir se nam zdi vedno ožji.*)

Vednost pa, katera nas uči stvari risati na ravnini (tabli, papirji) tako, kakor se dozdevajo našim očem od jednega stališča, imenujemo perspektivo, ali kakor se je ranjki zaslužni Potočnik izrazil: „Perspektiva (obvidnost) je umetnost, risati ali malati tako, da se vidi daleč, kar je daleč, blizu, kar je blizu“.

Ker je pa vsako telo sestavljeno iz ploskev, ploskve iz črt in črte iz pik, potrebno je, da se najprej seznanimo s perspektivnim risanjem (predstavljanjem) posamne pike (točke).

K temu rabimo posebni perspektivni pristroj, kateregá zovemo podobogled, to je pripava, podobna fig. 2. v listu 111. ter je sestavljena iz dveh plošč. Jedna teh plošč je lesena ter leži vodoravno, druga stoji na tej navpično ter je od stekla. Prvo imenujemo podobogledno ravnino (Bildebene), drugo pa podstavno ravnino (Grundebene). Na podstavni ravnini navpik pred podobogledno ravnino stoji medena palčica, na kateri je premična okrogla ploščica z luknjico v sredi, skozi katero gleda risar. Tudi se dá palčica približati in oddaljiti podobogledni ravnini. Ta pristroj je pri pouku neogibno potreben. Učitelj si ga lahko naredi sam, kupi si ga pa tudi lahko pri mehaniku Steflitscheku na Dunaji za malo denarja.

Pri daljnem razlaganji perspektive bodemo se natanko ravnali po vodilu, ki ga imamo v XII. zvezku.

List 111., fig. 1. nam predstavlja štiri ravnine z različno lego. *KLN* je vodoravna ravnina, ki predstavlja podstavno ravnino, na tej navpik stoji *GMR*, ki predstavlja podobogledno ravnino, na obeh navpik stoji *P'FVV'*, ki se sploh le imenuje navpična ravnina. *HHS'S* stoji vspored (vštric) s podstavno ravnino, ki ji pravimo obzorna ali sploh le vodoravna ravnina. Točka *P* nam predstavlja oko. Vse to

*) To prikazen pokažemo tudi lahko (na pozneje opisanem) podobogledu z malimi palčicami.

nam kaže razen navpične in obzorne ravnine fig. 2., ki je le skrajšana fig. 1. Poleg teh so važni pojmi: *F* podnožišče ali petišče (Fusspunkt), *A* očišče ali obzorišče (Augpunkt), *VV'* črta navpičnica (Vertikallinie), *HH'* č.*) obzornica ali vodoravnica (Horizontlinie), *PA* zaznamovano oddaljenost očesa od podobogledne ravnine ter preneseno na obzornico *AD* imenujemo distančno črto (č. razstojnica, Distanzlinie); *D* se imenuje distančna točka (razstojišče, Distanzpunkt), *GG'* se zove č. podstavnica (Grundlinie), *PF* č. stojalnica (Standlinie). Črte *Ps* predstavljajo vidne žarke (Sehstrahlen), *PS* pa glavni (normalni) vidni žarek (trak, Normalstrahl).

List 112., fig. 3. nam predstavlja, kako se določi podoba kake točke *S*. Za to potrebujemo podstavno in podobogledno ravnino ž njenimi deli. Točka *S* leži v podstavni ravnini, od nje pride tudi vidni svetlobni žarek (trak) *PS* v opazovalčevo oko *P*, ker je podobogledna ravnina prozorna. Torej opazovalec vidi točko, njeno podobo kot točko pa zapazi tam, kjer žarek (trak) prodere podobogledno ravnino. Pri risanji se pa to ne dá na prvi mah določiti. Na podobogledu zaznamujemo podobo lahko s kredo na šipi, ako pogledamo skozi očesce — na točko *S*. Ako potegnemo črto od točke *S* do podnožišča *F* in tam, kjer ta črta reže podstavnico, vlečemo navpičnico, vidimo, da ta (navpičnica) zadene ravno v točko *s*, ki je tudi iskana podoba. Na tak način se tudi reši naloga pri risanji. Najprvo vlečemo premo (ravno črto) od dane točke *S* k očesu *P* in drugo premo k podnožišču *F*; tam, kjer ta črta reže podstavnico, potegnemo navpičnico, ki gotovo zadene premo *SP* v neki točki (*s*), ki je iskana podoba točke *S*. Fig. 4. nam predstavlja nalogo: Kako najdemo podobo vsporednic, ki stojite navpično na podobogledni ravnini. Na razpolaganje imamo podobogledno in podstavno ravnino *NORS* ter črte in točke, ki pripadajo k ravninama. To je vselej podloga, ako iščemo kako podobo. Prej pa, ko izvršimo to nalogo, moramo znati zarisati podobo jedne preme. Kakor znano, vsaka prema je natanko določena z dvema toč-

*) č. = črta; črke so posnete po podobah velike izdaje.

kama. Podobo preme torej najdemo, ako določimo podobi skrajnih toček ter ju zvežemo; kajti s podobogledom hitro opazimo, da je podoba preme razen jednega slučaja vedno prema. Da učenci stvar bolje razumejo, določimo najprvo na podobogledu na prej omenjeni način podobi skrajnih toček preme. Pri risanji ravnamo tako, kakor je bilo prej razloženo. Kakor določimo podobo jedne črte, tako tudi druge. Opazujemo li podobi vsporednih prem natančneje, tedaj vidimo, da ste obrneni k očišču. Ker najdem pri vsporednih na podobogledni ravnini navpik stoječih premah vedno tak rezultat, sledi iz tega pravilo: „Podobe vodoravnih vsporednic, ki so obrnene navpik k podobogledni ravnini, stekajo se v očišče“.

List 113., fig. 5. nam predstavlja vodoravni vsporednici, ki ste vsporedni s podobogledno ravnino. Po istem vodilu ko prej pridemo do pravila: „Vodoravne vsporednice imajo vodoravne vsporedne podobe“.

Fig. 6. nam predstavlja vodoravni vsporednici, ki ste nagneni 45^0 proti podobogledni ravnini *TSUW*. Ako določimo podobo vsake preme posebej ter najdene podobe primerjamo skupno, dobimo pravilo: „Podobe vodoravnih vsporednic, ki so 45^0 nagnene k podobogledni ravnini, stekajo se v razstojišče“.

List 114., fig. 7. nam predstavlja vodoravni vsporednici, ki nimate nobene prej omenjenih leg, torej ste poševni (poprečni). Po razloženem vodilu najdemo za take preme sledeče pravilo: „Njih podobe se stekajo v akcidentalno točko ali v naletišče“.

Fig. 8. nam predstavlja vertikalni vsporednici in njiju podobe, za katere velja sledeče pravilo: „Njih podobe so tudi vertikalne“.

List 115., pod. 9. nam kaže vspdrednici *BC*, *DE*, ki ste nagneni k podstavni ravnini in se vzdigate zadaj. Podobi nam naznanjate pravilo, „da se stekate v neko točko nad obzorjem, ki se imenuje zračišče (Luftpunkt)“.

Fig. 10. nam kaže poševni vsporednici, ki se spredaj vzdigate od podstavne ravnine, in njiju podobi se stekate v

točki pod obzorjem, ki jo imenujemo tališče ali prstišče (Erdpunkt).*)

Vsa tu razložena pravila se dajo skrajšati: 1. Podoba vodoravnice (preme, ki je vsporedna s podobogledno ravnino) je vodoravna. 2. Podoba navpičnice, vsporedne k podobogledni ravnini, je navpična. 3. Podoba vodoravnice na podobogledni ravnini navpik stoječe, obrnena je k obzorišču (očišču). 4. Podoba preme, ki nareja s podobogledno ravnino kot 45^0, obrnena je k razstojišču. 5. Podoba vodoravnice, k podobogledni ravnini pošev obrnene, steka se v kaki točki obzorja, ki se imenuje akcidentalna točka ali naletišče. 6. Podoba vsake preme je prema, točka je takrat, ako leži prema v glavnem traku. 7. Podobe vsporednic so ali vsporedne ali pa obrnene k neki posebni točki, ki se v obče imenuje „bežališče ali zmikališče" (Fluchtpunkt, Verschwindungspunkt), drugače pa, ako se nahaja nad obzorjem, imenuje se „zračišče", pod obzorjem pa „tališče".

Listi 116., 117., 118. in 119., fig. 11., 12., 13., 14. nam kažejo perspektivne narise raznih tehničnih predmetov.

List 119., fig. 14. nam predstavlja monumentalni križ najprej v perspektivnem narisu, potem pa v načrtu in očrtu (projekciji), t. j. kakor se nam kaže v ogledu od spredaj in zgoraj.

List 120., fig. 15. in 16. nam predstavlja krog in njegov perspektivni naris. Podobo kroga najhitreje določimo s pomočjo podobogleda. Na podstavni ravnini narisan ali na njo položen žičen (droten) krog opazujemo pri očesci skozi šipo in njegovo podobo narišemo s kredo na podobogledno ravnino. Ta podoba je ali krog ali elipsa ali pa prema, kakeršno ležo je namreč imel krog. Naris v Grandauerji predstavlja vse v ravnini papirja. Nad podstavnico stoji podobogledna ravnina, ki se strinja z ravnino narisa; na tej navpik bi morala stati vodoravna ravnina, ki je pa navzdol potisnena tako,

*) Pri poševnicah, ki so vsporedne s podobogledno ravnino, lahko si risanje olajšamo s palčicami (svinčniki), ki jih držimo vsporedno z danimi premami, — potem zapazimo, kam so palčice nagnene in kje je bežališče.

da je priložena k podobogledni ravnini. Pri risanji kroga pazimo istotako na posebne točke, kakor pri premah. V ta namen obrisan je krogu kvadrat, kateri zaznamuje več važnih toček. Take točke so: 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12. Potem poiščemo podobo vsake točke po vrsti, ki so zopet točke 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 12. Te točke nadalje zvežemo s črto, ki je elipsa. Krog v fig. 15., čegar podobo smo iskali, leži v podstavni ravnini tako, da se dotika podstavnice v točki 1. Podobe posamnih toček najdemo na sledeči način: „Prema 1, 7 stoji navpik na podstavnici, torej tudi na podobogledni ravnini; njena podoba se steka po znanem pravilu v obzorišče *A*. Točka 1 je v podobogledni ravnini, torej tudi njena podoba. Pod. 7 najdemo s pomočjo dijagonale in jedne kvadratove stranice, ki stoji navpik. Njena podoba se torej tudi steka v obzorišče. Dijagonala 2, 8 pa je 45^0 naklonjena k podobogledni ravnini, torej se njena podoba steka v razstojišče (distančno točko). Ta in prejšnja prema se režete, od todi gre potem podoba vodoravno ter zaznamuje točko 7. Kvadratova podoba je trapéc, v katerem so tudi štiri krogove točke. Na jednaki način so nadalje določene vse druge prej naštete točke krogove.

Fig. 16. nam predstavlja krog, v katerem je več drugih krogovih črt. Perspektivni naris napravimo tako kot prej. — Začetnik dobro stori, da vse sproti pri branji risa, kajti risanja in torej tudi perspektive se moremo le naučiti, ako se vadimo s svinčnikom v roki.

Znanje perspektive je potrebno že pri risanji geometriških teles, kajti ona se razprostirajo na tri strani, t. j. v dolžini, širini in višini; med tem ko ravnina narisa (papir, tabla) predstavlja le dolžino in širino.

Iz predzadnjih narisov, kakor tudi iz opazovanja predmetov v naravi je razvidno, da se nam vsako oddaljeno telo manjše dozdeva, kakor pa je v resnici, kar je bilo povedano tudi že precej v začetku. Vender, kadar kak predmet v naravi rišemo, tudi ne smemo preblizu njega si izbrati stališča, ker potem ga ne moremo popolnoma pregledati in torej tudi ne napraviti natančnega narisa o njem. Sploh veljajo za risanje predmetov po naravi sledeča pravila:

1. Postavi se vselej na tak kraj, da si od predmeta vsaj dvakrat toliko oddaljen, kolikor iznaša njegova velikost. 2. Postavi si v duhu kako navpično ravnino za podobogledno, n. pr. bližnjo steno. 3. Določi si v tej ravnini nasprotno točko za „obzorišče“ ter navpičnico in obzornico. 4. Preglej, ali je predmet pod obzorjem ali nad obzorjem, na levi ali na desni strani navpičnice. 5. Telesne robove smatramo za črte, opazujemo njih lego in njih namer, poiščemo dozdevno oddaljenost posamnih robov od navpičnice in obzornice, narišemo njih podobe in določimo njih dolgost s pomočjo svinčnika. Podobe vseh robov skupaj nam predstavljajo podobo telesno (predmetovo).

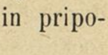
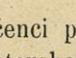
Za temeljiti pouk v perspektivi priporočamo še sledeče vaje, katere naj učitelj narekuje ali samo na pol izdela, vse drugo pa naj prepusti učencem ter naj jih le nadzoruje pri izvršitvi. K temu le potreba več različnih modelov; posebne koristi so aparati sestavljeni v Steflitschkovi zbirki in priporočani od ministerstva.

S pomočjo prejšnjih pravil rišejo učenci po žičnih modelih: črte, kote, trikotnike, kvadrate, peterokotnike, šesterokotnike in osmerokotnike, kroge, kocke itd., in vse to v različnih nastavah.*) Dobro je tudi, ako učenci menjavajo svoje sedeže. Kar ne razumejo učenci, pokaže jim učitelj na podobogledu ter zaznamuje podobe z ogljem ali z belo barvo (s čopičem, s kredo) na podobogledni ravnini.

Jako praktični so tudi Dupuisovi žični modeli.

Posebno vrednost ima izdelovanje sledečih nalog:

a) Prema v raznih nastavah.

b) Kvadrat, najprvo v prvotni leži ravnin , potem pa s potisneno podstavno ravnino  v sledečih nastavah: 1. V podstavni ravnini z jedno stranico naslonjen

*) Ministerska zbirka modelov z dné 10. decembra 1879. l., št. 18774.

na podobogledno ravnino. 2. V podstavni ravnini s stranicami 45^0 proti podobogledni ravnini naklonjenimi. 3. Navpik ter naslonjen na podobogledno ali podstavno ravnino. 4. Navpik na podobogledni in 45^0 pošev na podstavni ravnini. 5. Navpik na podstavni in 45^0 pošev na podobogledni ravnini. 6. Navpik in vspored podobogledni ravnini. 7. Navpik na obe ravnini. 8. Vodoravno v podstavni ravnini.

c) Potem 9 horicontalnih kvadratov in 9 vertikalnih v razni leži.

d) Krog v ravno tistih ležah kakor kvadrat, in sicer najprvo v obrisanim kvadratu. — Vsako nalogo lahko še v več drugih razdelimo, n. pr. ako krog postavimo jedenkrat nad, drugikrat pod obzorje, ali pa na desno in levo stran navpičnice.

e) Kocka v nastavah kakor krog in kvadrat.

f) Kakor s kocko, tako ravnamo tudi z drugimi telesi in predmeti.

O risanji po modelih.

Perspektivno risanje po modelih (vzorih) se more pravilno vršiti le pri 30 učencih, ker drugače je vidni kot (ki pravilno iznaša $30^0—45^0$) premajhen, in učenci v zadnjih klopeh ne vidijo oblik teles natančno. Sedeti pa tudi ne smejo preblizu, kajti pravilno iznaša oddaljenost od predmeta dvakratno njegovo višino. Ako je torej več učencev, treba jih je razdeliti na oddelke po 30. Dobro je tudi, ako se učencem izpreminjajo sedeži. Ako učenci sedé v dveh vrstah, potem jim moramo nastaviti dva modela 2 metra pred prvo klop in sicer za vsako vrsto posebej in povsod v sredo. Tudi ne sme stati model previsoko, da ne pride iz svetlobnega trakovnega stožca, ki ima svojo ost v očesu; stranici pa bodite $30^0—45^0$ nagneni. Ker se je pa treba ozirati na vse tri učence, mora trakovni stožec biti še nekoliko manjši. Ako iznaša predmetova oddaljenost od prve risarske klopi 2 metra, potem sme vidni kot (kot prej omenjenega trikotnika) biti k večemu $50^0—60^0$. Zaradi tega mora tedaj model stati ravno pred onim v sredi sedečim učencem, ker drugače oba na strani sedeča učenca nimata pravega pregleda, ki bi se vjemal z učiteljevem razlaganjem. Tudi papir mora biti dovolj velik.

Naposled naj še učenci pridno rišejo po naravi, namreč hiše, ulice, železnice, drevorede itd. To naj bode njih delo doma, in učitelj naj zahteva, da mu prinesó svoje narise v pregled in popravek.

Risanje po naravi je namreč pravi namen risanja, in k temu je znanje perspektive neobhodno potrebno.

Dodatek.

Prve vaje pri risanji brez stigem.*)

1. Učitelj, ki sam riše na tablo, narekuje: „Zaznamujte na risanki v levem kotu 2 prsta od gornjega in 2 prsta od stranskega roba točko. — Isto tako spodaj v levem kotu“.

„Vlecite sedaj od gornje točke k spodnji — premo, in sicer najprvo parkrat po zraku, dokler se roka nameri ne privadi; potem pa vlecite rahlo s svinčnikom po papirji ter položite svinčnik poleg narisane preme, — s tem spoznate svoje napake. Popravite jih ter potegnite premo debeleje. Kaka prema je to?“ Učenci jo poznajo že od prej ter bodo odgovorili: „To je navpična prema ali č. navpičnica“.

Ravno tako vlečemo navpično premo ob desnem papirnem robu dva prsta od kraja. Učitelj vpraša zopet učence: „Kaki premi ste to?“ Učenci ju poznajo tudi že od prej, torej odgovoré: „To ste vsporedni navpičnici“.

Učitelj nadaljuje: „Zvežimo sedaj prejšnji premi zgoraj in spodaj z vodoravnima, ki ste oddaljeni 2 prsta od roba. — Vlecite zopet parkrat po zraku, potem rahlo po papirji ter položite svinčnik vodoravno poleg narisane črte. Popravite napake ter potegnite preme debeleje. Kak lik smo dobili?“

Odgovor: „To je pravokotje“.

Učitelj: „Sedaj vlecite iz jednega ogla v druzega dijagonale na isti način ko prej. Kaki premi ste to?“

Odgovor: „To ste poševni premi ali č. poševnici“.

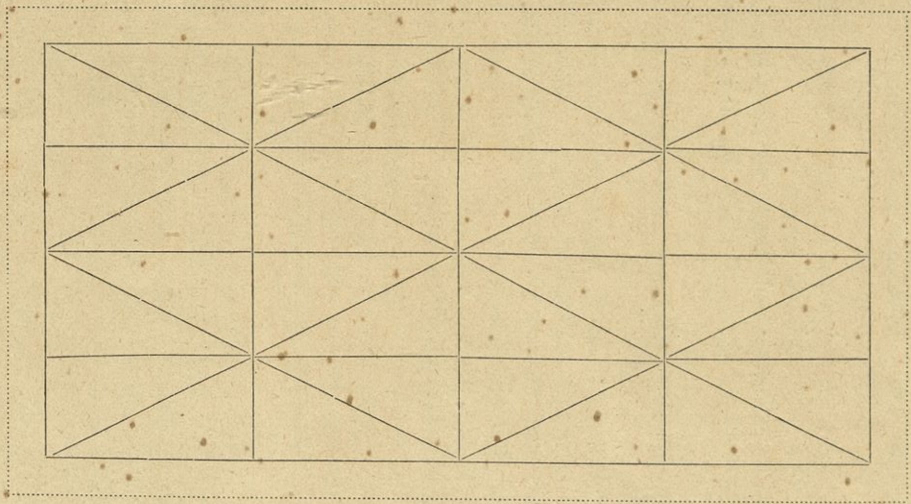
Učitelj: „Dijagonali se sečete (režete) v sredi. Skozi to točko potegnemo zopet s poskušnjami v zraku č. navpičnico in isto tako č. vodoravnico. Kake oblike imamo sedaj in koliko?“

Odgovor: „Imamo 8 pravokotnih trikotnikov“.

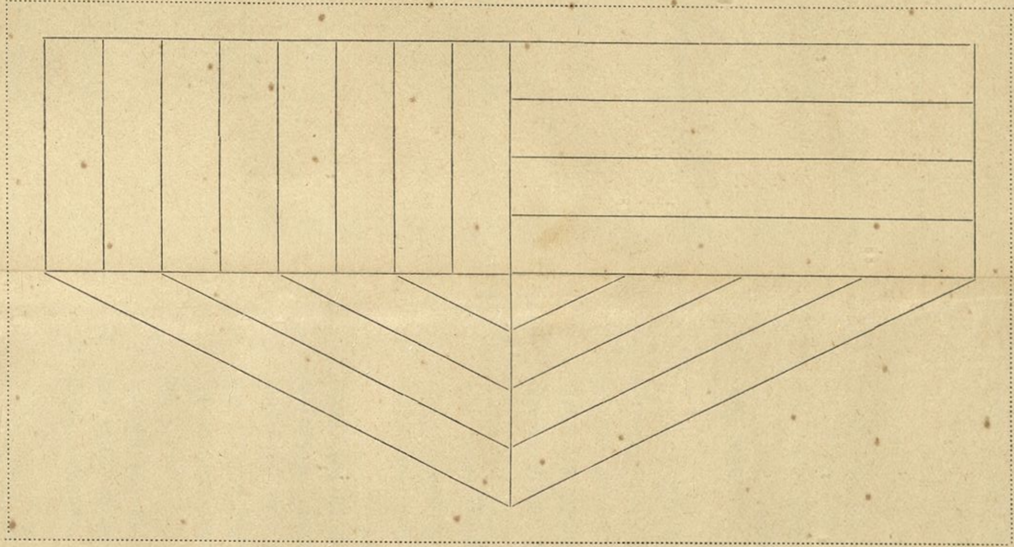
Učitelj: „Sedaj vlecimo zopet dijagonale iz ogla v ogel, potem navpičnice in vodoravnice“.

*) Čitatelj naj sproti risa, da bode razlaganje lažje razumel.

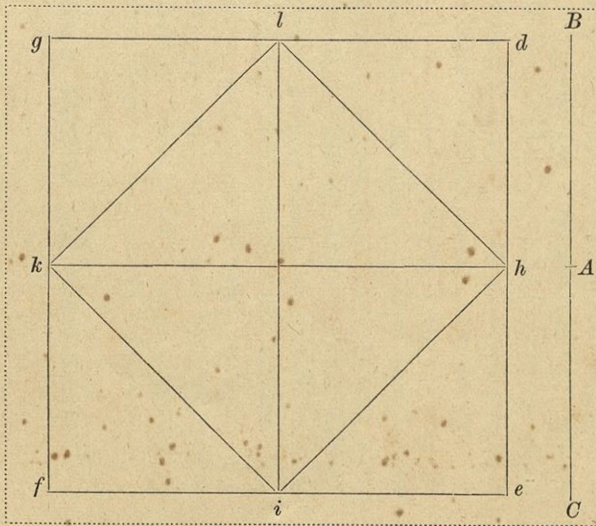
Pod. 1.



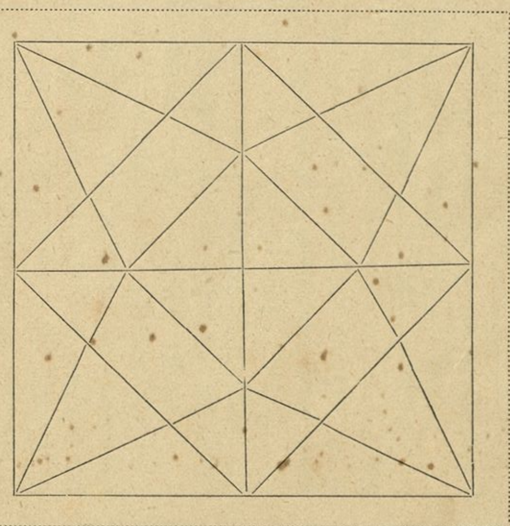
Pod. 2.



Pod. 3.



Pod. 4.



To ponavljamo lahko še dalje, najbolje na novi strani lista.

2. Učitelj: „Poiščite na zgornjem papirnem robu sredo ter zaznamujte jo s točko. Pomerite sedaj s svinčnikom, ali je res v sredi. Ako ni, prestavite jo in pomerite z nova. Dva prsta pod njo zaznamujmo drugo točko. Ravno tako naj pride točka v sredi na spodnjem robu, potem druga dva prsta višje. Sedaj potegnemo od gornje točke k spodnji č. navpičnico. Nadalje storimo istotako na desnem in levem papirnem robu, zaznamujmo od srednje točke dva prsta notri drugo ter potegnimo od leve k desni č. vodoravnico. Tako smo naredili križ s štirimi pravimi koti. Sedaj potegnimo tudi ob kraji križa č. navpičnico in vodoravnico. Kake oblike smo dobili. Odgovor: „Sedaj imamo prejšnji križ v okviru ali štiri pravokotja“.

„V prvem pravokotji zaznamujmo zopet točki v sredi na gornji in spodnji stranici ter potegnimo navpičnico od jedne do druge. Dobili smo iz prejšnjega pravokotja dva manjša. Ako potegnemo po sredi teh pravokotij povsod navpičnice, dobimo 8 podolgovatih pravokotij“. — To ponavljamo toliko časa, da so navpičnice 1 prst jedna od druge narazen.

V desnem gornjem pravokotji, t. j. na desni gornji strani prvotnega križa vlecimo na isti način več č. vodoravnic.

V levem spodnjem pravokotji rišemo č. poševnice in sicer najprvo dijagonalo, potem razpolovične vsporednice po srednjih točkah.

V desnem spodnjem pravokotji rišemo nasprotne č. poševnice.

To so glavne prve vaje. Učenci naj jih toliko časa ponavljajo, dokler si ne pridobé sigurnosti in spretnosti v potezanji raznih prem in v polovični delitvi.

Potem pa lahko takoj pričnemo z risanjem raznovrstnih likov, katerim podloga je pravokotje ali kvadrat.*)

Pozneje rišemo razne ornamente brez stigem.

---

*) Glej priloga, pod. 3. in 4. — Pod. 1. in 2. ste prej razloženi vaji. V ta namen porabimo tudi lahko prejšnje narekovalne naloge iz Grandauerjeve zbirke list 51., fig. 1. in 2.

II. Oblikoslovje.

Uvod.

Najvažnejši in za življenje najkoristnejši oddelek iz geometrije je brez dvombe „merjenje črt, ploskev in teles“. V tem smislu ima tudi državna šolska novela z l. 1883. prenarejen učni črtež. Učenci namreč ta nauk lahko razumejo brez posebno obširnega geometriškega znanja. Ako učenci poznajo razne črte, ploskve in telesa po imenu in po obliki ter vedó njih razsežnost, in če so tudi dobro podkovani v metrični meri, — potem so popolnoma pripravljeni za meritev. Treba jim je pa tvarino prav umevno razlagati, brez vsake znanstvene podloge.

Na kocki se jim razložé črte v razni leži, pravi kot in kvadrat; na drugih telesih se naučé spoznavati razne kote, trikotnike, štirikotnike in večkotnike (ogelnike). Ako jih hočemo n. pr. seznaniti z romboidom, pokažemo jim poševno prizmo, ki ima romboide za stranice, narišemo jim potem na tablo tak romboid ter zapišemo zraven besedo „romboid“, ne pa, kakor nahajamo v srednješolskih geometrijah, črki *A*, *B*, *C*, *D*; kaj takega je otrokom težko umljivo, tako naj se le na srednjih šolah učé merstva. Ako jim hočemo razložiti višino v romboidu, zapišemo tudi poleg črte besedo „višina“ in ne črk *D*, *E*. Dobro je tudi, ako si učenci vse to sami narišejo in zapišejo na papir, da si to bolj vtisnejo v spomin ter so pazljivejši pri pouku.

Najboljša metoda je tudi pri tem pouku, ako učitelj izprašuje to, kar je učencem že znano, in ako te odgovore razširja s primernimi dostavki. Podobe geometriških likov (figur) in teles naj si bralec poišče v kaki geometriji. Terminologija je vzeta večinoma iz Lavtarjeve geometrije za učiteljišča.

Sedaj hočemo najprvo pokazati, kako naj učitelj v začetku postopa pri tem pouku.

Učitelj: Kake reči vidite tukaj v šoli?

Učenec: V šoli vidimo klopi, tablo, peč, omaro, mizo, stol.

Učitelj: Kake reči so pa zunaj?

Učenec: Zunaj so hiše, drevesa, kamenje.

Učitelj: Vse to skupaj imenujemo — telesa. Vsa telesa pa niso jednaka. Poglejte natančneje tukaj moj klobuk in tam peč. Kakšen je klobuk po zunanjosti, je li okrogel ali na ogle?

Učenec: Klobuk je okrogel.

Učitelj: Ali je peč tudi okrogla?

Učenec: Ne, peč ni okrogla, ona je na štirioglata.

Učitelj: Imenujte mi sedaj več okroglih in več oglatih teles? — Kako telo je to tukaj po zunanjosti (učitelj jim pokaže kocko)?

Učenec: To telo je oglato.

Učitelj: Res je, imenujemo ga pa „kocko“ ali „kubus“. Zapomnite si! Oglejmo si jo natančneje. Kakor vidite, ima jednako visokost, širokost in debelost, kajti vsi robovi so jednaki. Koliko jih je in kakšni so?

Učenec: Robov je 12 in vsi so jednaki.

Učitelj: Zaradi tega pravimo, da ima to telo jednako dolgost, širokost in debelost. Koliko robov vidimo na vsaki strani?

Učenec: Na vsaki strani vidimo 4 robove.

Učitelj: Tako stran imenujemo ploskev. Ploskve so različne. To tukaj imenujemo kvadrat ali štirjak. Koliko ploskev ima tedaj kocka.

Učenec: Kocka ima šest ploskev in sicer kvadratov.

Učitelj: Vsak kvadrat ima štiri robove, kakor vidite tukaj. Jeden teh robov nam predstavlja dolgost, drugi širokost ali visokost ploskve. Vsaka ploskev ima dve razteznosti, t. j. dolžino in širino. Rob, kakor vidite, razteza se pa le na jedno stran, in to imenujemo dolgost ali dolžino. Koliko jih je?

Učenec: Kocka ima 12 robov.

Učitelj: Rob pa tudi lahko narišemo. Ako potegnemo s kredo po tabli na ta način ———, imamo podobo roba, ter jo imenujemo črto*) in sicer vodoravno. Ako pa narišem podobo tega roba (navpičnega), imamo navpično črto. Sedaj pa vidimo na kockinih koncih še nekaj. Kdo ve?

Učenec: To je ogel.

Učitelj: Koliko oglov ima kocka?

Učenec: Kocka ima 8 oglov.

Učitelj: Tudi podobo ogla lahko narišemo na tablo, ako pritisnemo s kredo malo na jednem mestu. Kako imenujemo to?

Učenec: To imenujemo piko.

Učitelj: Ali točko. Kakor vidite, ogel**) nima nikake razsežnosti, niti dolgosti, niti širokosti, kajti on je tako rekoč konec roba, torej nekaj mišljenega. Isto tako točka. Podoba točke na tabli pa je košček krede, torej v resnici telo. Popišite mi sedaj kocko?

Učenec: Kocka je telo, ki ima 6 kvadratnih ploskev, 12 robov in 8 oglov.

Učitelj: Učili se bodemo sedaj še o drugih telesih in o ploskvah. Ploskve so različne, kakeršne tu vidite iz papirja zrezane tri-, štiri-, pet- in večstranske. Imenujemo jih oblike ali like; nauk o oblikah in telesih pa oblikoslovje.

(Kakor pri kocki, postopamo pri drugih geometriških telesih; na okroglih telesih spoznavajo učenci krive ploskve.)

A. **Meritev črt.**

Učitelj: Kaj predstavlja črta?

Učenec: Črta predstavlja dolgost ali dolžino.

Učitelj: Ako hočemo črte meriti, potrebujemo posebno mero. Kako imenujemo navadno mero za dolžine?

Učenec: To je meter.

Učitelj: Pazite sedaj, kako se meri. Ako hočem izvedeti, kako dolga je ta klop, položim meter do konca (ogla) tako,

*) To razlaganje se sicer ne vjema z znanstvenimi pojmi, ali učencem je zelo umljivo. Pri prostoročnem risanji postopamo lahko narobe. Tu narišemo na tablo č. navpičnico. Potem pokažemo pri omari navpični rob ter ukažemo: „Poiščite tu v šolski sobi še druge navpične robove“.

**) Telesni ogel seveda je v znanstveni geometriji nekaj druzega.

da je z robom odrezan. Na drugi strani zaznamujem si konec metra. Od tukaj zopet položim meter ter zaznamujem konec, in tako na dalje. Sedaj pa vidite, da meter lahko samo dvakrat podolgoma položim po klopi, in da mi ostane kos, ki je krajši kot meter. Treba bode tudi izmeriti ta ostanek. Kakor veste, meter je razdeljen na več jednakih delov. Kako pa imenujemo te dele, in koliko jih je?

Učenec: To so decimetri, in teh je deset.

Učitelj: Prav! Sedaj pa pazite, do katerega delca pride konečni rob klopi? Povej ti!

Učenec: Do šestega.

Učitelj: Koliko torej obsega konec?

Učenec: Šest decimetrov.

Učitelj: In cela klop?

Učenec: Cela klop meri dva metra in šest decimetrov.

Učitelj: Res je tako!

Opomnja. Na ta način merimo še druge dolžine na raznem orodji v šolski sobi. Spretnejši učenci tudi lahko merijo sami. Potem pričnemo meriti črte na tabli; merimo jih tako, kakor prej dolžino klopi. Učence tudi lahko povprašujemo, naj primeroma naznanijo dolžino kake narisane črte. Tako dobimo različne odgovore in različne mere. Na to izmeri učitelj dotično premo vpričo otrok natanko z metrom tako, da vsak izvé svojo pomoto. Tako ravnanje napravlja učencem veliko veselja, privadi se pa tudi njih oko, da neizmerno hitro in natanko cenijo dolžine. Nadalje naj si učenci sami naredé iz papirja merilo, kako, to jim pokaže učitelj na tabli. Njih mera pa se vé, da ne more biti 1 meter dolga, ampak krajša, morebiti le 1 decimeter. Tako se učenci seznanijo z „omaljenim merilom“. Potegnejo si tudi preme na papirji ter jih merijo s svojim merilom tako, kakor jih je prej učitelj meril na tabli z metrom. Tudi sedaj se lahko vadijo meriti po vidu ali „na oko“ (Augenmaß); potem pa jim tudi lahko narekujemo: štiri, pet, šest metrov in več ali manj dolge preme narisati!

Vse te vaje so jako koristne.

B. **Meritev ploskev.***)

1. Učitelj nariše kvadrat na tablo ter vpraša: Kako imenujemo ta lik?

Ucenec: To je kvadrat.

Učitelj pokaže manjši kvadrat iz papirja ter zopet vpraša: Kaj pa je to?

Učenec: Tudi kvadrat.

Učitelj: Stran tega kvadrata meri 1 dm, kako ga torej imenujemo?

Učenec: Imenujemo ga kvadratdecimeter.

Učitelj: Ali pa veste, kako velik je kvadrat na tabli?

Učenec: Ne vemo.

Učitelj: Vidite, kakor smo preme merili le s premami, tako moramo sedaj ploskve meriti s ploskvami. Ta dm^2 je naše merilo. Poskusimo torej, kolikokrat ga lahko položimo na uni kvadrat. Pazite in glejte, vsakokrat bodem zarisal mali kvadrat. Kolikokrat sem ga položil?

Učenec: Devetkrat.

Učitelj: Koliko meri tedaj kvadrat?

Učenec: Kvadrat meri devet kvadratdecimetrov.

Učitelj: Jedna stran kvadrata, kakor vidite, meri tri decimetre, in trikrat tri je tudi devet. Iz tega torej sledi pravilo: „Ploščino (površino) kvadrata dobimo, ako mero jedne strani množimo z ravno tistim številom".

Opazka. Treba je na ta način izmeriti več kvadratov in tudi take, pri katerih ostane kak pas (proga ali trak), ki ga potem izmerimo z manjšo mero, n. pr. s kvadratcentimetrom. S tem popolnoma dokažemo resnico prejšnjega pravila.

2. Učitelj pokaže na tabli pravokotje ter vpraša: Kaj je to?

Učenec: To je pravokotje.

*) Marsikatero vprašanje mora učitelj razdeliti na več vprašanj, da ga učenci lažje razumejo. Ta opazka velja tudi pri prejšnjem razlaganji.

Učitelj: Na jednaki način ko prej določimo tudi tukaj ploščino, ali pa, če razdelimo vsako stran pravokotja na decimetre ter potegnemo črtice od jedne strani k nasprotni skozi razdelke, potem razpade pravokotje na kvadratdecimetre, in sicer, ako meri jedna stran tri decimetre, druga pa pet, imamo petnajst kvadratdecimetrov, t. j. 3×5. Ker se pa ta razmera pokaže pri vsakem pravokotji, kakšno pravilo sledi torej iz tega?

Učenec: Ploščino pravokotja dobimo, ako množimo dolgost s širokostjo.

Učitelj: Prav tako! Tukaj vidite iz papirja izrezan lik. Kaj je to?

3. Učenec: To je romboid.

Učitelj: Vidite, sedaj potegnem navpičnico (višino) iz jednega ogla na nasprotno stran (podstavnico, osnovnico) romboida in po tej premi prerežem lik s škarjami. Kakor vidite, odpade mi majhen trikotnik, katerega prenesem na nasprotno stran. Kakšen lik dobim potem?

Učenec: Romboid se je izpremenil v pravokotje.

Učitelj: Dobro! Ker nam je znana ploščina pravokotja, in je romboid jednak pravokotji, kakor ste se prepričali, kaj mislite, kako bomo izračunili njegovo ploščino?

Učenec: Ploščino romboida dobimo, ako množimo osnovnico z višino.

4. Učitelj: Ravno tako izpremenimo lahko „romb“ v pravokotje. Ne bode vam torej težko povedati, kako dobimo njegovo ploščino?

Učenec: Ploščino romboida dobimo, ako množimo jedno stran z višino.

5. Učitelj: Tukaj vidite iz papirja izrezan trikotnik, in k temu izrežem še jednega ravno tako velikega. Ako drugega k drugemu položimo, kaj dobimo?

Učenec: Potem dobimo romboid.

Učitelj: Koliki del romboida je tedaj trikotnik?

Učenec: Trikotnik je polovica romboida.

Učitelj: Kako pa izračunimo ploščino romboida?

Učenec: Ploščino romboida dobimo, ako množimo osnovnico z višino.

Učitelj: Kako torej dobimo ploščino trikotnika?

Učenec: Ploščino trikotnika dobimo, ako osnovnico množimo s polovico višine.

Učitelj: Kako imenujemo ta lik iz papirja?

6. Učenec: Ta lik imenujemo „trapéc“.

Učitelj: Jedno od nevsporednih stranij razdelimo na polovico, skozi polovišče potegnemo k nasprotnemu gornjemu oglu črto, po tej črti pa prerežemo trapéc, kaj nam odpade?

Učenec: Potem nam odpade majhen trikotnik.

Učitelj: Ta trikotnik pristavimo k ostanku trapéca in sicer k ostali polovici odrezane strani, tako da se strinjate polovici, kaj dobimo?

Učenec: Dobimo še večji trikotnik, ki je prejšnjemu jednak.

Učitelj: Kako bodemo torej izračunili ploščino trapéca, ker nam je znano izračunanje ploščine trikotnikove.

Učenec: Ploščino trapéca dobimo, ako njegove vsporedne strani izmerimo, (te merski števili) seštejemo in vsoto množimo s polovično višino.

Učitelj: Kaj pa nam predstavlja ta iz papirja izrezani lik.

7. Učenec: To je trapecoid.

Učitelj: Z dijagonalo (črto povprečnico) razdelimo trapecoid v dva trikotnika, kako bodemo tedaj izračunili njegovo ploščino?

Učenec: Ako izračunimo ploščino posamnih trikotnikov ter seštejemo te števili.

Učitelj: Prav! Ali pa krajše: „Ploščino trapecoida dobimo, ako seštejemo višini ter polovico tega števila množimo z osnovnico“.

Učitelj: Kaj pa nam predstavlja tukaj to?

8. Učenec: To je „poligon“ (mnogokotnik).

Učitelj: Kako bi preračunili poligonov obseg?

Učenec: Treba bi bilo izmeriti vse strani in sešteti njih merska števila.

Učitelj: V kaj pa razpade poligon, ako v njem iz jednega ogla potegnemo k vsem drugim oglom č. dijagonale?

Učenec: Poligon razpade v same trikotnike.

Učitelj: Kako bodemo torej dobili njegovo ploščino?

Učenec: Ploščino poligona dobimo, ako preračunimo ploščino posamnih trikotnikov ter seštejemo ta števila.

Učitelj: Res je. Kaj pa je to?

Učenec: To je „krog".

Učitelj: Sleharni krog ima lastnost, da je njegov obod (obseg) $3^1/_7$krat večji kot premer; to vam lahko precej dokažem, ako ovijem okrog kroga nit in potem njeno dolgost primerjam s krogovim premerom. Sedaj lahko uganete, kako izračunimo krogov obod?

Učenec: Krogov obod dobimo, ako njegov premer (dijameter) množimo s $3^1/_7$ (z Ludolfovim številom).

Učitelj: Ako v krogu potegnemo neizmerno veliko polumerov, jednega tik drugega, n. pr. 360, v kaj razpade ta?

Učenec: Krog razpade na ta način v same trikotnike (360).

Učitelj: Kako bi torej preračunili krogovo ploščino?

Učenec: Krogovo ploščino preračunimo, ako izračunimo ploščino vseh trikotnikov in seštejemo ta števila.

Učitelj: Ker so pa vsi ti trikotniki skupaj jednaki trikotniku, ki ima krogovemu obodu jednako osnovnico, višino pa jednako njegovemu polumeru, tedaj je „ploščina kroga jednaka vzmnožku iz oboda in iz polovice polumera"; namreč $360. \frac{2\,r.\,\pi}{360} \cdot \frac{r.}{2} = \frac{r^2\,\pi.}{}$

Opazka. Da se razprava preveč ne raztegne ter ne postane predolgočasna, hočemo v izpremembo „obseg in ploščino elipse" razložiti bolj na kratko.

Ako ovijemo okrog elipse (pakroga) vrvico ter potem izmerimo njeno dolgost, spoznamo vsekdar, da je ona jednaka računu $(a + b).\ \pi$, v katerem je a polovična velika, b pa polovična mala os. Obod elipsin torej izračunimo, ako seštejemo polovični osi ter to vsoto množimo z Ludolfovim številom.

V geometriških knjigah za meščanske šole, za spodnje realke in gimnazije, pa tudi za učiteljišča najdemo sicer pravilo za določitev elipsne ploščine, ali zaman iščemo dokaza ali kakega tehtnega pojasnila za obliko $a. b. \pi$. — V omenjenih knjigah sicer beremo opazko, da je elipsna ploščina jednaka krogovi, ako je kvadrat krogovega polumera jednak produktu elipsnih polosij. Ali to pravilo je le rezultat naloge o izpremembi kroga v elipso ali narobe.

V sledečem pa hočemo znano obliko za elipsno ploščino $a. b. \pi$ izvesti na prav priprost in jako razumljiv način tako, da bode umljiva tudi učencem na nižji stopinji.

Za primero in v lažje razumevanje ponavljam tu določitev krogove ploščine, katero smo razdelili v trikotnike, kakor je že bilo povedano. 360ti del krogovega oboda (torej 1^0) je gotovo na papirji ali tabli tako malo zakrivljena črta, da velja lahko za popolno ravno (premo). Ako zvežemo končišči (točki) te črtice s krogovim središčem, dobimo trikotnik. Ako pa to storimo pri vseh sledečih delcih (360^0), imamo 360 takih trikotnikov. Ploščina vsakega teh trikotnikov iznaša $\frac{2\,r\,\pi}{360} \cdot \frac{r}{2} = \frac{r^2\,\pi}{360}$, ploščina vseh trikotnikov ali celega kroga pa $360.\ \frac{r^2\,\pi}{360} = r^2\pi$.

Skoraj še lažje umljivo je izvajanje elipsne ploščine. Treba je le polovico velike osi deliti na 7 delov, potegniti tangento kot vsporednico velike osi, potem pa zarisati na tej vsporednici na jedno stran 4 jednake prejšnje dele, četrti del pa zvezati z bližnjim temenom. Na ta način dobimo trapéc, ki je jednak $^1/_4$ elipse, kar prav lahko razsodimo že z očmi. Ni težko namreč zapaziti, da elipsa na jednem kraji nekoliko molí iz trapéca, na drugem pa trapéc za ravno toliko iz elipse. Cela elipsa je torej sestavljena iz 4 trapécov, in ploščina sleharnega trapéca je po znanem pravilu $\frac{(a + {}^4/_7\,a)}{2}.\ b$, ako ste a in b velika in mala elipsna polos; — zatorej je ploščina elipse $4 \frac{(a + {}^4/_7\, a)}{2}$. b ali dalje izračunjeno $(2\,a + {}^8/_7\, a)\; b.$ $= \frac{22}{7}\, a.\, b = 3{\cdot}14\; ab$, tedaj skoraj natančno **a. b.** π; — to je obrazec, ki so ga učenjaki z natančnimi računi iznašli za elipsno ploščino.

Ta razprava sicer nima veljave strogega dokaza, ali vender bode dobro služila učitelju geometrije na omenjenih šolah, ker moremo ž njo sleharnemu učencu razumljivo razjasniti izračunanje elipsne ploščine. To je pa gotovo vedno bolje, kakor učence priganjati, da se pravil mehanično učé na pamet.

C. Telomerstvo.

K temu pouku so neizogibno potrebni pripravni modéli; narisi sami ne zadostujejo. Našemu navodu najbolj ugajajo modéli teles od kamena ali od kovine, ki se potopé v vodi. Ako pa imamo lesene modéle, lahko tudi dokažemo jednakost telesnin, ako jih potisnemo s kako iglo pod vodo*), ali pa s pomočjo tehtnice (vage), kajti jednako težka telesa imajo jednako telesnino, ako je njih snov (materija) jednaka (jedne vrste les).

Učitelj lahko prične: Kako razdelimo geometriška telesa.

Učenec: Geometriška telesa delimo na oglata in okrogla.

Učitelj: Katera telesa pa imenujemo oglata?

Učenec: Oglata telesa imenujemo tista, katerih površina je sestavljena iz ravnih likov (figur). Taka so: kocka, paralelepiped, prizma, piramida.

Učitelj: Katera telesa imenujemo okrogla?

Učenec: Telesa, katerih površina je sestavljena iz ravnih in okroglih ali pa samo iz okroglih ploskev, imenujemo okrogla telesa. Taka so: valj (cilinder), stožec (kegelj), kroglja.

1. Učitelj: Tukaj vidite kocko. Kaj je torej kocka?

Učenec: Kocka je oglato telo, čegar površina nam predstavlja šest jednakih kvadratov.

---

*) V sili učencem lahko to tudi pojasnimo z risanjem.

Učitelj: Površino (površje) vsakega telesa pa najlažje izračunimo, ako razgrnemo njegovo površje. Ako si razgrneno površje (mrežo) nekoliko natančneje ogledate, lahko uganite, kako se izračuni površje kocke.

Učenec: Najprvo izračunimo jedno stran, to je jeden kvadrat, in ta znesek vzamemo šestkrat.

Učitelj: Prav tako! Ali pa, kar je vse jedno: „Kvadrirani kockini rob množimo s 6“.

Oglejmo si še natančneje jedno stran ali jeden kvadrat na kocki. Ako meri kockin rob 6 dm, koliko meri potem celi kvadrat?

Učenec: Celi kvadrat meri tedaj $6 \times 6 = 36$ dm^2.

Učitelj: Na vsakem kvadratu imamo torej 6 vrst po 6 dm^2, naj štejemo vrste na širjavo ali dolžino. Ako sedaj razrežemo kocko na jedni strani kocke po črtah, ki ločijo vrste, kaj dobimo?

Učenec: Potem razpade cela kocka v 6 jednakih plošč (plastij).

Učitelj: Na prvi plošči pa imamo zopet 6 vrst po 6 dm^2, ako smo razdelili na prej omenjeni način kockino površje. Razrežimo sedaj te vrste počez in podolgoma. V kaj razpade cela plošča?

Učenec: Cela plošča razpade v majhne kocke, katere niso drugega, nego kubikdecimetri.

Učitelj: In koliko je teh?

Učenec: Teh je 6×6, t. j. 36.

Učitelj: Ker so pa vse plošče jednake, koliko kubikdecimetrov je v vsaki, in koliko jih je v vseh skupaj?

Učenec: V vsaki plošči jih je 36 in $6 \times 36 = 216$ je vseh skupaj, ker je šest plošč.

Učitelj: Koliko meri torej kocka, ako so njeni robovi 6 dm dolgi?

Učenec: Taka kocka meri 216 dm^3.

Učitelj: Res je! To nam tudi posebno dobro predstavlja kocka, ki smo jo rabili pri metrični meri, kajti na njej so bile zaznamovane vse te črte, ter cela kocka nam je kazala skladovnico malih kocek.

Število 216 pa tudi dobimo, ako število 6 trikrat s seboj množimo (kvadriramo), vsaj je $6 \times 6 \times 6 = 216$. Ker tako izvajanje lahko dokažemo pri sleharni kocki, sklepamo iz tega pravilo: „Telesnino (prostornino) kocke izračunimo, ako kubiramo dolžino jednega roba“.

2. Učitelj: Kaj je prizma?

Učenec: Prizma je telo, katero je zgoraj in spodaj skleneno od dveh vsporednih ($\parallel$) in stičnih ($\cong$) poligonov, na straneh pa jo obdajajo paralelogrami.

Učitelj: Ne bode vam torej težko izračuniti njeno površino. Najprvo bodemo izračunili spodnji poligon (osnovno ploskev, stalo, podslombo), ker je pa ta jednak gornjemu, podvojimo to število in k temu pištejemo še merska števila stranskih ploskev (paralelogramov). Stransko površje (obstranje) navpične prizme dobimo, ako obseg podslombe pomnožimo z višino, kar razvidimo brez dokazov iz njene mreže.

Znano vam je, da prizme delimo navadno po številu stranskih ploskev v tristranske, štiristranske, petstranske in večstranske; po njihovi leži pa v nadpične in poševne.

Učitelj: Kako imenujemo prizmo, ki ima za podslombo štirjak, stranske ploskve pa so pravokotja?

Učenec: Tako prizmo imenujemo paralelepiped.

Učitelj: Oglejmo si natančneje tukaj ta paralelepiped in primerimo ga s prejšnjo kocko. Kako se razloči od kocke, če merijo robovi na višavo 12 dm, na širjavo in dolžino pa 6 dm.

Učenec: Razločka ni drugega, kakor da je paralelepiped še jedenkrat večji kakor kocka.

Učitelj: Ker vam je telesnina kocke znana, lahko izračunite tudi telesnino paralelepipeda. Kolika je?

Učenec: $2 \times 216\ dm^3 = 432\ dm^3$.

Učitelj: To število bi pa tudi dobili, ako bi bili paralelepiped tako razdelili in razkosali na plošče, plasti in kubikdecimetre, kakor smo to prej storili s kocko. Še krajše pa pridemo do istega izida (rezultata), ako „podslombo množimo z višino ali pa dolžino s širino in višino". To pravilo velja za vsak paralelepiped, kdor ne verjame, naj ga razdeli na omenjeni način.

Ako primerjamo različne paralelepipede in prizme s pravokotnim paralelepipedom, spoznamo, da je vsak paralelepiped in sploh sleharna prizma prostorno (telesno) jednaka pravokotnemu paralelepipedu, ako ima ž njim jednako podslombo in višino.

Učitelj: Kaj sledi iz tega?

Učenec: Iz tega pač sledi, da „telesnino prizem izračunimo, ako podslombo množimo z višino".

Učitelj: Prav tako! Prepričati vas pa tudi hočem o resnici tega pravila. Glejte, tukaj imam pravokotni paralelepiped in petstransko poševno prizmo; obe telesi imate jednako veliko podslombo in jednako dolgo višino, kdor tega ne verjame, prepriča se lahko sam po šoli z merjenjem. Tu pa vidite dve popolnoma jednaki (kalibrovani) cilindrasti posodi, napolnjeni z vodo. Sedaj spustim po niti v jedno posodo paralelepiped, v drugo pa prizmo, da se potopite. Kaj zapazite?

Učenec: Iz obeh posod izteče nekoliko vode.

Učitelj: Sedaj potegnem obe telesi iz vode ter postavim jedno posodo tik druge, kaj vidite?

Učenec: V obeh posodah je izteklo jednako vode.

Učitelj: Kaj sledi iz tega?

Učenec: Da ste telesi prostorno jednaki.

Učitelj: Kaj je s tem dokazano?

Učenec: Resnica prejšnjega pravila je potrjena.

3. Učitelj: Kaj je piramida?

Učenec: Piramida je telo, ki ima poligon za podslombo in trikotnike za stranske ploskve.

Učitelj: Tukaj vidite razgrneno piramido ali mrežo njenega površja, torej sami lahko izračunite njeno površino, kako?

Učenec: Najprvo izmerimo podslombo, potem po vrsti vse stranske ploskve in seštejemo ta števila.

Učitelj: Tukaj vidite 3 tristranske piramide, ki imajo jednake podslombe in jednake višine in katere skupaj zložene napravijo tristransko prizmo, ki je ravno tako velika, kot ta tukaj. Koliki del prizme je torej piramida, ki ima ž njo jednako podslombo in višino?

Učenec: Taka piramida je tretjina prizme.

Učitelj: To dokažemo lahko tudi s prejšnjima posodama. Ako jedno teh piramid spustim v posodo, napolnjeno z vodo, prizmo pa v drugo, potem pa jih zopet ven vzamem, kaj vidite?

Učenec: Iz posode, v kateri je bila prizma, izteklo je več vode, kakor iz one, kjer je bila piramida.

Učitelj: In sicer trikrat več. Ako moram v prvo posodo naliti tri kozarčke vode, da jo napolnim, treba jo je v drugo samo jeden kozarček (kupico). In to se pokaže, naj vržem katero si bodi izmed teh treh piramid; kaj sledi iz tega?

Učenec: „Da je vsaka piramida tretjina prizme, s katero ima jednako podslombo in jednako višino“. Potem pa tudi, da so „piramide prostorno jednake, ako imajo jednake podslombe in jednake višine“, naj si bodo drugače navpične ali poševne.

Učitelj: Kako izmerimo telesnino tristranske piramide?

Učenec: „Telesnino tristranske piramide dobimo, ako podslombo pomnožimo z višino in od tega števila vzamemo tretjino“.

Učitelj: Tu pred seboj imate šeststransko poševno piramido, in zopet vam lahko dokažem s posodama, da je telesno jednaka s tristransko piramido, ki ima jednako podslombo in višino. Ker pa to lahko dokažemo tudi pri vsaki drugi piramidi, velja v obče pravilo: Telesnino piramide dobimo, ako množimo podslombo s tretjino višine.

4. Učitelj: Kaj je cilinder ali valj?

Učenec: Cilinder je telo, čegar površina je sestavljena iz podslombe, ki je krog, in iz zavite, okrogle, cévi podobne ploskve, ki je tudi na vrhu pokrita z jednakim krogom.

Učitelj: Ako razgrnemo navpični papirnati cilinder, kaj vidimo?

Učenec: Celo stransko površje se razvije v pravokotje.

Učitelj: Torej lahko izračunimo površje, ako izračunimo podslombo in izmerimo višino. Treba nam je le podslombo dvakrat vzeti, njen obod z višino pomnožiti in vse vkup sešteti.

Ako natančneje opazujemo cilinder, s katerim oglatim telesom ga lahko primerjamo?

Učenec: Primerjati ga moremo le s prizmo.

Učitelj: V resnici se tudi prizma od daleč ne razloči nič od cilindra, ako ima ona prav veliko robov. O tej podobnosti se prepričamo tudi lahko s posodami. Na ta način dokažemo zopet, da imata cilinder in prizma jednako telesnino, ako ste njuni podslombi in višini jednaki. Iz tega pa sledi, da telesnino cilindra ravno tako izračunimo, kakor prizme, namreč?

Učenec: „Podslombo množimo z višino“.

5. Učitelj: Kaj je kegelj?

Učenec: Kegelj ali stožec je piramidi podobno telo čegar podslomba je krog, stranska površina pa okroglo zavita, lijaku podobna ploskev (plašč).

Učitelj: Ako navpični kegelj razgrnemo, kaj vidimo?

Učenec: Vidimo krog, ki se drži trikotniku podobnega krogovega izseka, čegar osnovnica je odvit krogov obod.

Učitelj: Kako tedaj izračunimo kegljevo površje?

Učenec: Zmerimo podslombo (krog), potem plašč (krogov izsek) in seštejemo števili.

Učitelj: Tako je prav! Če pa kegelj primerjamo z oglatimi telesi, komu je podoben?

Učenec: Kegelj je le piramidi podoben?

Učitelj: To tudi lahko natanko dokažemo s posodama. Kako tedaj izmerimo njegovo telesnino?

Učenec: „Telesnino keglja dobimo, ako izmerimo njegovo podslombo in to mersko število množimo s tretjino višine“.

Pristavek: V vsakdanjem življenji, zlasti pri prodaji lesa, rabimo pogostoma pravilo za telesnino „okrajšane piramide“ ali okrajšanega keglja“. Z znanimi posodami zopet lahko dokažemo, da sta okrajšana piramida ali okrajšani kegelj prostorno jednaka prizmi ali cilindru, ki ima podslombo jednako polovični vsoti obeh podslomb okrajšane piramide oziroma okrajšanega keglja, višino pa ravno taisto. Iz povedanega sledi pravilo: „Telesnina okrajšane piramide (okrajšanega keglja) je jednaka produktu iz polovične vsote obeh podslomb in višine“.

Akoravno ni to pravilo matematično popolnoma natančno, vender se vedno rabi v praktičnem življenji, ker je pogrešek neznaten. Pri hlodih in pri brunih jemljejo zunanjo dolgost za višino.

6. Učitelj: Kaj je krogla?

Učenec: Krogla je okroglo telo, ki ima lastnost, da je njeno središče na vse strani od površja jednako oddaljeno.

Učitelj: Ako hočemo njeno površino izmeriti, razdelimo jo z ekvatorjem in z meridijani na majhne trikotnike. Trikotnike potem izmerimo in seštejemo. N. pr.: Ekvator smo razdelili na 10 delov, torej imamo 20 trikotnikov, jeden meri $\frac{2\,r\,\pi}{10} \times \frac{2\,r\,\pi}{8} = \frac{4\,r^2\,\pi^2}{80}$, vsi pa $20 \times \frac{4\,r^2\,\pi^2}{80} = r^2\,\pi^2$. Ta račun pa ni popolnoma prav, kajti trikotniki niso navadni, ampak skrivljeni (sferični), torej nekoliko večji. Pomota pa takoj izgine, ako vzamemo jedenkrat $\pi = 4$ mesto 3·14, potem dobimo $\mathbf{4\,r^2}\,\pi$. To se pravi: „Površino krogle dobimo, ako obod največjega kroga množimo s polumerom (radijem)“.

Iz površja lahko izračunimo tudi njeno telesnino. Ako prejšnje trikotnike zvežemo s središčem, kaj dobimo?

Učenec: Vsa krogla razpade v 20 malih piramid.

Učitelj: Treba je torej izračuniti te piramide in jih sešteti. Telesnina vsake piramide iznaša $p \times \frac{v}{3}$; vseh 20 ali cela krogla torej $20.\,p.\,\frac{v}{3} = P.\,\frac{r}{3} = \frac{4}{3}\,r^3\,\pi$. Tu pomeni p podslombo in v višino jedne piramide, P pa površino in r polumer krogle. Pravilo se tedaj glasi: „Telesnino krogle dobimo, ako njeno površje množimo s tretjino polumera“. S tem končamo merstvo!

O p o m n j a. Ta nauk postane koristen šele, ako učenci izdelajo veliko nalog, kajti potem razumejo pravila še bolje in si jih vtisnejo v spomin. Brez takih vaj pa imajo pravila majhno veljavo, ker učenci jih kmalu pozabijo, pa tudi porabiti jih pozneje več ne znajo. V šoli naj se torej učitelj in učenci mnogo pečajo s takimi nalogami. Za vzgled navedemo tudi tu spodaj nekatere.

Dobro je, ako se učenci tudi naučé geometriška telesa (perspektivno) tako risati, da ločijo vidne robove od nevidnih z dvojnimi črtami, namreč s polnimi in pikčastimi.

U p o r a b a p r a v i l :

1. Šeststranska pravilna navpična prizma meri na višavo 5 m, obod podslombe meri 12 m, koliko iznaša njena površina in koliko telesnina?

P o v r š i n a brez podslomb $= 6.\ 2.\ 5 = 60$ m². T e l e s n i n a $= 10{\cdot}38\,.\,5 = 51{\cdot}9$ m².

2. Podslomba (stalo) 12 dm visoke piramide je kvadrat 6 dm dolg, postranska visokost iznaša 12·37 dm; kolika je *a*) površina, *b*) telesnina piramidina?

Obseg podslombe $= 4.\ 6 = 24$ dm, stransko površje $= 4.\ 6.\ \frac{12{\cdot}37}{2} = 148{\cdot}44$ dm².

Vsebina podslombe $= 6.\ 6. = 36$ dm, t e l e s n i n a $= 36.\ \frac{12}{3} = 144$ dm³; $36 + 148{\cdot}44 = 184{\cdot}44$ dm² c e l a p o v r š i n a.

3. Na štiri robove obtesano in 5 m dolgo bruno je na spodnjem konci 28 cm široko in 22 cm visoko, na gornjem konci je pa 24 cm široko in 19 cm visoko; koliko m³ lesa ima v sebi?

T e l e s n i n a $= \frac{28.22 + 24.19}{2}.\ 500 = \frac{616 + 456}{2}.\ 500 = \frac{1072}{2}.\ 500 = 536.500 = 268.000$ cm³ $= 0{\cdot}268$ m³.

4. 12·6 m dolg hlod meri na debelejšem konci 40 cm v premeru, na tanjšem pa 27 cm; koliko iznaša površina njegove skorje (lubja) in koliko telesnina?

Površina $= \frac{40.3 \cdot 14 + 27.3 \cdot 14}{2} \cdot 1260 = \frac{125 \cdot 6 + 84 \cdot 78}{2} \cdot$ $1260 = 132539 \cdot 4 \text{ cm}^2 = 13 \cdot 25 \text{ m}^2$.

Telesnina $= \frac{20^2 . 3 \cdot 14 + 13 \cdot 5^2 . 3 \cdot 14}{2} \cdot 1260 =$ $\frac{1256 + 572 \cdot 265}{2} \cdot 1260 = 1151806 \cdot 32 \text{ cm}^3 = 1 \cdot 152 \text{ m}^3$.

Kazalo.