Geometrija ali merstvo.

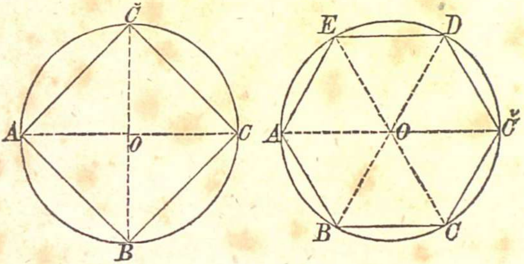
Za

slovenske ljudske šole.

Spisal

Janez Lapajne,

nadučitelj v Ljutoméru.



S 95 v les vrezanimi slikami.

V Ljubljani, 1872.

Založil in tiskal Rud. Milic.

Predgovor.

Nove šolske postave velevajo, da se tudi v ljudski šoli podučuje v geometriji ali mérstvu, zlasti pa v geometrijčnem oblikoslovji. Ker je prav pametno, da se v omenjeni šoli uči ta nauk, ki je edina podlaga umnemu risanju, ker se to in geometrija v praktičnem življenji mnogo rabi, ker more mnogo koristiti vsakemu obertniku, rokodelcu, tergovcu, a tudi umnemu kmetovalcu; zavoljo tega sem spisal slovenski mladini to malo delce, da bi se s to pomočjo tega predmeta v svojem maternem jeziku nekoliko naučiti mogla. Namenjeno je v pervi versti našim ljudskim šolam, pa tudi v 1. in 2. razredu slovenskih srednjih šol bi koristiti utegnilo.

Pisal sem kolikor mogoče vse na kratko, da knjižica ni obširna, in njena cena ne visoka; kajti le na ta način je upati, da jo bode slovenska mladina kupovala.

V pojasnovanje se je vverstilo tudi nekaj ložih in enostavnejših slik. — 2. oddelu, pri truplomerstvu, ni bilo mogoče slik dodati, ker bi se cena knjižici potem povišati morala. Učitelj mora toraj tù obrazce (modele) imeti, da učencem razna trupla kazati in razlagati more. Verh tega pa je neobhodno potrebno, da ima učitelj obširnejšo geometrijo v rokah, nego je ta, da tù pomanjkajoče pri podučevanje dopolnovati more.

To knjižico, ktera bi se po potrebi pozneje tudi razširila, podajam slovenski učeči se mladini s preserčno željo, da bi jo pridno rabiti hotela.

V Ljutoméru, 24. novembra 1871.

Pisatelj.

Vvod.

Trupla.

Vsako reč, ki zaseda ali zavjema prostor, imenujemo truplo. Trupla, ki se sim ter tje nahajajo, imajo razun te lastnosti, da so v prostoru raztegnjena, še druga znamenja, p. snov, iz ktere so, barvo, težkost, terdost i. t. d. Toda pri geometrijčnem nauku se na poslednje lastnosti ne ozira, pri tem je poglavitna stvar velikost trupel. Vsa trupla so sestavljena iz delov in se zavoljo tega imenujejo veličine in sicer veličine prostorske, ker se v prostoru razprostirajo.

Da se izvé velikost trupel, p. omare, hiše, treba jih je opazovati na tri poglavitne strani ali namere. Kako velika je omara, spoznam, ako jo ogledujem od leve na desno, od spred na sad, od spod na vzgor. Pervo razprostranost imenujemo dolgost, drugo širokost in tretjo visokost. Na te tri namere je raztegnjeno vsako truplo; zarad tega je truplo tista prostorska veličina, ki ima troje razprostrenje: dolgost, širokost in visokost.

Kažite to razprostrenje pri šolski omari, mizi, peči, šolski izbi, šolskem poslopji!

Večkrat se govorí o debelosti in globokosti trupel. A to ni novo razprostrenje, marveč je debelost in globokost enega pomena z visokostjo.

Knjiga je debela ali tanka. To razprostrenje si pa moremo misliti od spod na vzgor; tedaj bi tudi reči smeli: knjiga je visoka ali nizka, ako bi bilo to v našem jeziku navadno. O vodnjaku pravimo, da je globok. Globokost si pa tudi moremo misliti od spod na vzgor, tedaj izraz globokost nadomestuje visokost.

Imenujte več trupel, o kterih pravimo, da so debela! (knjiga, deska, papir, sukno itd.) Imenujte globoka trupla!

Kedar se govorí o velikosti trupel, imenuje se navadno le njih naj veče razprostrenje. Tako se o enem truplu pravi, da je dolgo, o drugem, da je posebno široko itd. Imenujte dolga, široka in visoka trupla!

Pri nekterih truplih ste dve razprostrenji enaki, p. pri tramih, valjarih; pri drugih so pa tudi vse tri razprostrenja enaka, p. kocka (kočnik, Würfel), obla. Ako oblo ali valjar (Zilinder) zavalimo po ravnih tleh, takata se dalje časa. Ako pa to poskusimo s kocko ali piramido, ne bodo se ti takisto valili. Zavoljo tega pravimo pervim okrogla, poslednjim pa oglata trupla. Tù se mora učencem v modelih pokazati naj poglavitnejša geometrijčna trupla.

Imenujte nekaj oglatih in nekaj okroglih trupel!

Vsako truplo ima le svoj odločeni prostor, in ima torej tudi svoje meje, kjer neha biti.

Plani.

Meje trupel imenujemo plani. Stene, strop, tla omejujejo izbo, in so plani. Knjiga ima dve veči in štiri manjše plani. Ktere plani so pri omari? Koliko plani naštevaš na kocki? Kakošne plani so na valjarji, jajcu, obli, tabli, mizni plošči?

Plani se razkrojijo tudi na več delov; zložene so tedaj iz manjših delov, in se za tega del imenujejo velične. Pri plani razločujemo dolgost in širokost. Tretjega razprostrenja pri plani ni; kajti, ako bi bila plan tudi debela, bilo bi že troje razprostrenje, ki je pa edino le truplom lastno. Ako mislim steno kot plan, imam pred očmí le njeno širokost in dolgost. List papirja ni plan, ker ima že svojo debelost; le sprednja in zadnja stran ste bolj znatni plani.

O truplu smo rekli, da prostor zavjema; plani pa ne potrebujejo prostora, ker le truplo omejujejo. Plani so razne, kakor trupla. Ako položimo na mizino ploščo ravnilo, dotika se je ta povsodi. Ne tako na obli. Perva plan je namreč ravna, plan na obli pak je kriva. Na oglatih truplih so zgolj ravne plani, na okroglih so ravne in krive. Kaži mi ravne in krive plani na različnih truplih! Kakošne plani ima omara? kakošnje valjar, kegelj, obla?

Čerte.

Plan se ne razprostira v neskončno. Kjer se plan končáva, tam so čerte. Kraj stene so štiri čerte. Koliko čert je torej v vsaki izbi? Štej čerte na knjigi, omari, valjarji! Čerte si moremo misliti veče in manjše; čerta je po tem takem tudi veličina v prostoru. Ima pa le eno razprostrenje, namreč dolgost. Več jih ne more imeti, ker bi potem bila plan ali truplo. Čerta pa, ki si jo na tabli ali papirji narisamo, ima širokost in tudi nekoliko debelosti, in je že truplo, ktero je prav za prav le čertino znamenje. Kakor ni plan del trupla, tako tudi čerta ni del plani. Ker ena čerta nima širokosti, tudi več čert skup ne dá širokosti, ktere je treba že za naj manjši del plani.

Na kocki nahajamo le ravne čerte; tako tudi na drugih truplih. Na obli, kegelju, valjarji so pa že krive čerte. Napeta nit je ravna čerta; kamen, na vzdol padajoč, pada po ravni čerti. V kviško veržen, se pa verti v krivi čerti.

Tudi čerta ne more biti neizmerno dolga; kjer neha, tam je pika ali točka.

Pike.

Meje čerti so pike. Pike si mislimo tudi med čertami. Pika nima nikakoršne velikosti. Ako bi bila le količkaj dolga, že ni več to, marveč čerta. Pika, narejena na papirji, je le njeno znamenje; pravo piko si moremo le misliti.

Pika ni ne dolga, ne široka, ne visoka; nima torej niti enega razprostrenja in tedaj tudi ni veličina.

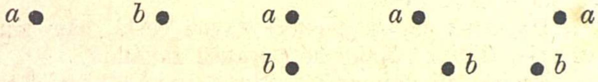
Po vsem tem smo spoznali, da plani omejujejo trupla, čerte pa plani in pike pa čerte. Kjer so torej trupla, tam so tudi plani; kjer so plani, tam so čerte in kjer so čerte, tam so tudi pike.

Planomerstvo.

Risanje pik.

Pravo ali geometrijčno piko si moremo le misliti. Na papir narejamo s peresom, svinčnikom le zavoljo tega černo ali drugačno piko, da si na tem mestu predstavljamo pravo piko. Kolikor manjša je navadna pika, toliko bolj se približuje geometrijčni piki, ki nima ne dolgosti, ne širokosti in visokosti. Pri več pikah je pomniti lego ene do druge. Dve pike stojite ali vštric, ena zraven druge ali navpik eno nad drugo ali *pošèv* eno nad drugo.

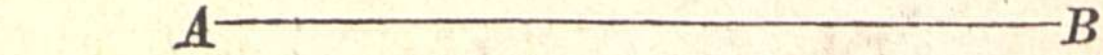
Naslednje slike to pojasnujejo:



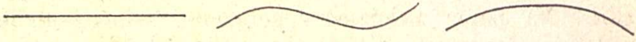
Imenujte dele vašega telesa, ki so si vštric in navpik! Imenujte druge reči v šoli in zunej šole, ki imajo to lego! Narisajte tri pike v vseh mogočih legah!

Risanje čert.

Ako se pika vedno dalje pomika, nastane čerta. To se naredí s peresom in svinčnikom na papirji, s kredo na tabli. Taka čerta je prav za prav le znamenje čerte, imenujemo jo pa na kratko le čerto. Pika, s ktero se čerta začénja, imenovali bodemo *začetnico* in zadnjo, s ktero se končáva, pa *končnico*. Obedvi skup se tudi imenujete *končnici*. Da ni treba vedno na čerto s perstom kazati, postavi se na vsaki končnici po ena čerka, ter se čerta s temi čerkami imenuje. Tako se naslednja zove AB.



Kakor smo že čuli, so čerte ravne in krive. Perve nastanejo, ako se pika vedno v eni in isti nameri dalje pomika; pri poslednjih pa pomikujoča se pika svojo namero vedno menjava. Sledeča slika kaže eno ravno in dve krivi čerti.

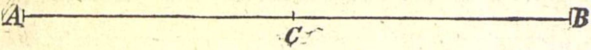


Skozi dve piki moremo le eno samo ravno čerto, brez števila veliko po krivih čert potegniti. Ravna čerta je naj krajša čerta, vsaka kriva je daljša. Naj krajša, t. j. ravna čerta med dvema pikama se imenuje njuna daljava ali narazje (Entfernung). Dve ravni čerti se razločujete le po svoji nameri in dolgosti, nikdar ne po podobi; dve krivi čerti morete tudi po podobi različni biti.

Da se na papirju povleče ravna čerta, nam služi ravnilo (linir). Kako se poskuša ravnilo?

Pri risanji narejamo polne, pikaste, čertikaste in še drugačne čerte.

Na polji si zaznamnjamo čerto z vervico ali verigo, ki jo razpnemo med dvema količema, kot končnicama čerte. Dostikrat si pa med takimi znamenji, kot so palce, količi, križi, zastavice, drevesa le mislimo potegnjeno čerto. Ako je med koncema čerte AB na polji toliko daljave, da se ne vidi razločno od pervega do druzega, zastavijo se vmes količi. To se imenuje količenje (Anstecken), in se tako le verší. Merec se vstopi za količ B, ter pravi svojemu pomagaču, da naj se pomika s količem, ki ga

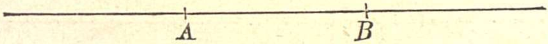


prosto med dvema perstoma derží, proti koncu A. Na primernem kraji se mora ustaviti.

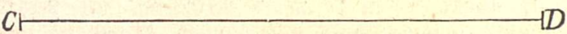
Merec pri količi B pa ogleduje (vizira) vedno na eni strani palice toliko časa, da so vsi trije količi v eni in isti nameri ali versti. Še le zdaj se pomagaču velí, da svoj količ v tla vtakne.

Enako se mora ravnati, ako se hoče na polji ravno čerto podaljšati. Pri tem opravku lahko opravi vse le ena oseba, ki se z novim količem dalje pomika, ter toliko časa ogleduje, da je nov količ v eni in isti nameri s prej zastavljenimi.

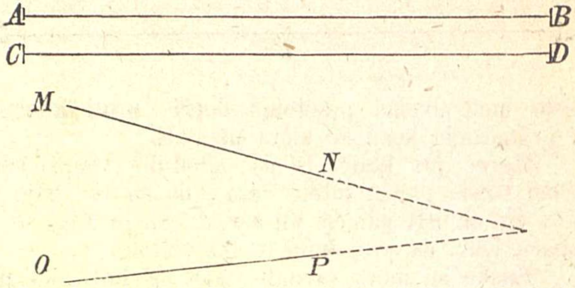
Pri ravnih čertah je paziti na njih n a m e r o in d o l g o s t. V naslednji sliki je razvidna le n a m e r a ravne čerte, v kteri ste dve piki. D o l g o s t čertina ni zaznamovana.



Pri čerti CD je pa tudi dolgost te ravne čerte, to je narazje med C in D določeno.



Dve ravni čerti v raváni (ravni plani) ste gledé namere v š t r i č n i ali n e v š t r i č n i. Ako ostanete vedno v eni in isti ňameri, ako ste povsod enako oddaljeni, ako se nikoli ne križate, ako bi se ju še tako daleč potegnilo; imenujete se v š t r i č n i c i. Sicer pa n e v š t r i č n i c i, ki ste na eni strani s t e k a j o č i, na drugi r a z s t e k a j o č i. V sledečih slikah se to pojasnuje.

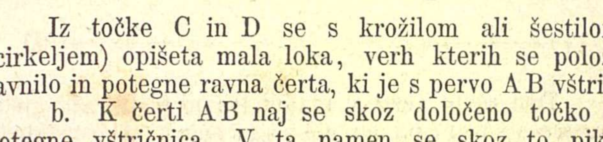


Znamenje vštričnosti je ||. Da je čerta AB vštrična z CD se tako zapiše: AB||CD. Vštrične čerte se vidijo pogostoma. Imenujte rečí, pri kterih zapazite vštričnice!

Vštričnici se nikoli ne križate; nevštričnici pa vsikdar, ko ste dovelj podaljšani. Pika, kjer se presečete, imenuje se presečnica.

Risanje vštričnic.

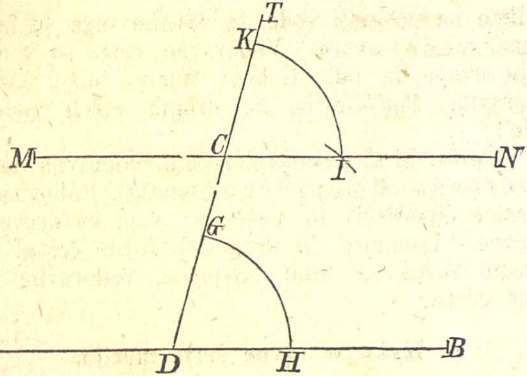
a.



Iz točke C in D se s krožilom ali šestilom (cirkeljem) opišeta mala loka, verh kterih se položí ravnilo in potegne ravna čerta, ki je s pervo AB vštric.

b. K čerti AB naj se skoz določeno točko C potegne vštričnica. V ta namen se skoz to piko vleče pomnožna čerta DT, ki čerto AB v točki D preseka. Iz te točke in iz točke C opiši z istim polomerom (Halbmesser) mala loka. S krožilom odmeri narazje GH, ter s to dolgostjo preseci iz točke K zgornji lok. Skoz presečnico I in točko C vleci čerto MN, ki je z AB vštric.

b.



Vštričnice se morejo risati še na več načinov. Učitelj pokaže, kako se risajo s pomočjo ravnila in pravovogelnika (Winkelbrett) ali trikota (Dreieck), ktero risalno orodje je sploh v navadi. Kako se vlečejo vstričnice z dvema pravovogelnikoma? S kakošnim ravnilom se morejo naglo risati vstričnice?

Navpične, vodoravne in poševne čerte.

Ako privežemo na nit kako težo, p. svinčeno kroglo, visí nit s težo vred navzdol. To nitino naméro imenujemo navpično ali vertikalno. Kaj je svinčnica (plajba, Senkblei)? Čemu je zidarjem svinčnica? Kteri rokodelec jo še rabi? Navpičnice so robovi omare, vrat, mizine noge itd. Kje vidimo še navpične čerte? Ali so risane navpičnice na papirji in tabli prave navpičnice?

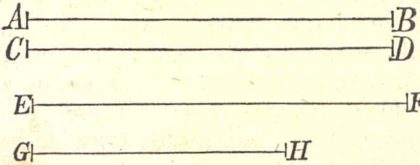
Na vagi (tehtnici) razločujemo prečko, skledici in jeziček. (Učitelj vago na tablo narisa.) Kedar ste pri dobri vagi obe skledici prazni, ali kedar je v obeh enako teže, takrat stojí jeziček navpik; lega prečke (Wagebalken) pa je vodoravna ali horicontalna. Takisto ležé tudi vse čerte, ki si jih mislimo na poveršji vode, in zavoljo tega se imenuje ta mér vodoravna. Vodoravne čerte so v izbi ob kraju stropa in tal. Robovi omare, mize, klopí so vodoravni. Poiščite še na drugih rečeh vodoravne čerte!

Čerta, ki ni niti navpična niti vodoravna, imenuje se poševna ali poprečna (schräg). Robovi strešni, škarnice (šperavci) so poševne; vejé na drevesih so poševne. Imenujte še drugod poševne čerte! Kako bodemo risali na tabli navpične, vodoravne in poševne čerte?

Kako se ravne čerte merijo.

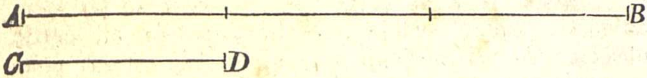
Imamo dve palici; radi bi izvedeli, ali ste enako dolgi, ali je ktera daljša od druge. Kako to naredimo? Ravno tako se prepričamo o dolgosti dveh čert, da se ji mislimo tako položeni ena nad drugo, da imate eno končnico vkup. Potem se gleda na drugi končnici; ako se tudi stikate, ste čerti enaki, sicer pa neenaki ali različni. Takisto se merijo tudi tri ali štiri čerte.

Čerti A B in C D v naslednji sliki ste enaki.

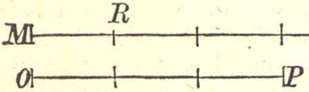


E F in G H pa različni in sicer je E F veča (daljša) od G H, in G H manjša (krajša) od E F. Na kratko se to tako-le zapiše: $AB = CD$; $EF > GH$; $GH < EF$. Kako se dolgost dveh ravnih čert s krožilom premerja?

Ako primerjamo čerto A B s C D v naslednji sliki, vidimo,



da je C D v A B trikrat zapopadena, da je A B trikrat tako velika, kakor C D in da je poslednja le tretjina od A B. C D se zavoljo tega imenuje tudi méra od A B, in A B pa množina (Vielfaches) od C D.



V tej sliki je pa M R v černi M N 5krat zapopadena in v O P 3krat. Čerta M R meri tedaj obe čerti; imenuje se za tega del skupna ali občna méra (gemeinschaftliches Mass).

Dolgost čerti določevati, se pravi čerto mériti. V ta namen pa vzamemo vedno eno in isto čerto za méro ali enoto, in preiskujemo, koliko enot ima čerta, ktere dolgost hočemo zvedeti.

Enotna mera je pri nas čevelj, ki je razdeljen na 12 palcev; vsaki palec pa zopet na 12 čert ali čertic. Da veče dolgosti zmerimo, imamo tudi seženj, ki obsega 6 čevljev. Učitelj naj razlaga tudi metrično mero; glej pristavek na konci knjige!

Krajša znamenja za te mére so sledeča: seženj = °, čevelj = ′, palec = ″, čertica = ‴. Zapiši na ta način sledeče dolgosti: 8 sežnjev; 5 sežnjev, 4 čevlje; 2 sežnja, 3 čevlje, 6 palcev, 9 čertic! Beri sledeče: 4°, 2′, 3‴, 4″, 6°, 4′, 6″!

Posebno dolge čerte, p. daljava krajev, mérimo z miljami. Avstrijska poštna milja obsega 4000 sežnjev. Ena milja je 2 uri hodá.

Palčice iz lesa ali kovin, na kterih so zaznamovani čevlji, palci, čertice imenujemo mérila (Massstäbe). Kakošna merila poznate? Ktero merilo rabi mizar, tesar? Kaj je vatel?

Kedar se kaka čerta méri, poskuša se po njeni dolgosti, koliko sežnjev, čevljev, palcev ali čertic obsega. Če pri mérjenji s sežnji še kaj ostane, méri se ta ostanek s čevlji in če je treba s palci in čerticami.

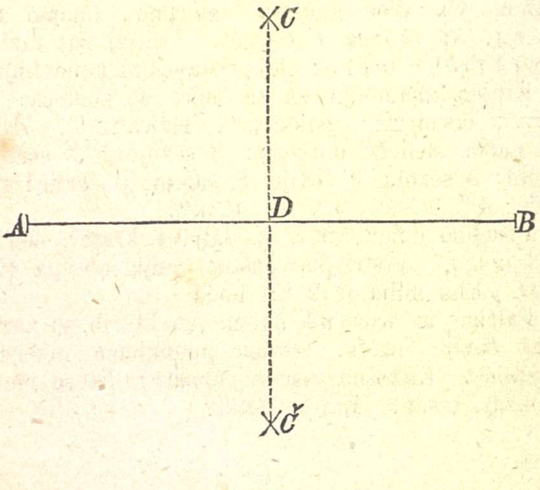
Da se učenci v tem praktično izurijo, naj v učilnici razne dolgosti naj pervo z očesom precenijo in potem pa djansko in na tanko izmérijo.

Na polji se čerte merijo s sežnji (toliko dolgimi okroglimi palicami) in mérskimi verigami.

Da čerto s sežnji zmériš, pripní med končnicami te čerte vervico, položi k tej seženj in konec tega drugi seženj; vzdiguj pervega in devlji ga zraven drugega dalje. Kedar je vsa čerta premérjena, soštejejo se sežnji, ktere je bilo treba med tem pridno zapomnovati. Enako se méri z verigami, ktere se rabijo pri daljših čertah.

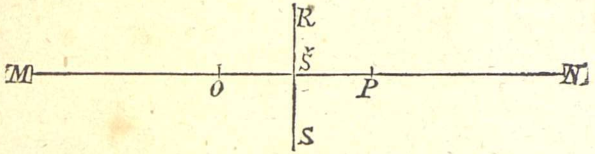
Delenje ravnih čert.

Vsako čerto si moremo misliti obstoječo iz več delov. Dva enaka dela sta polovici. Čerto razdeliti na dve polovici, se pravi razpoloviti jo. Kako se to zgodí, kaže ta-le slika:



Da černa A B razpolovimo, opišemo iz končnic A in B nad černo in pod černo male loke z enim in istim poloméron; loki se križajo v točkah C in Č. Ako povlečemo černo C Č, preseka ta černa A B na dva enaka dela.

b.



Če je pa černa M N predolga, da se ne morejo loki narediti, da ne bi se preobilo prostora porabilo, odrežeta se iz končnic M in N dva enaka kosca M O in P N. Ostala černa O P se na znani način razpolovi. Pri opisovanji lokov pa je pri razpolovitvi vsikdar pomnoti, da mora polomér kroga (odpertje krožila) veči biti od polovice černe, sicer se loki ne bodo križali.

Večkrat se černa p o s k u š a j e na polovici razdeljuje. To se tako zgodí, da se iz obeh končnic dozdévna polovica odmérja. Včasi se to koj zadene. Večkrat pa ostane na sredi mali kosec, kterega je treba potem na pogled razpoloviti. To delenje pa ni vedno praktično, večkrat je celó zamudno.

Dve piki razdeljujete černo na tri dele, tri pike na štiri itd. Ako so ti deli enaki, so ena t r e t j i n a, č e t e r t i n a itd. černe.

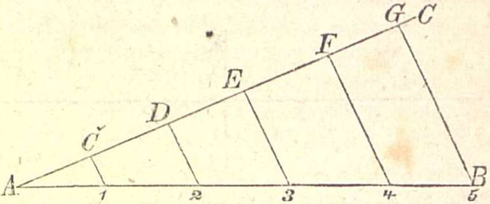
N a š t i r i e n a k e d e l e se černa razdelí tako, da se iščete naj pervo polovici, kteri se morete zopet na dvoje razdeliti. Kako se černa razdelí na 8, 16 enakih delov?

Kako se černa razdelí na poljubno veliko enakih delov?

a) Černa A B naj se razdelí na 5 enakih delov. V ta namen se nad A B potegne černa A C v poljubni dolgosti, in se na njo (A C) nastavi 5 enakih delov.

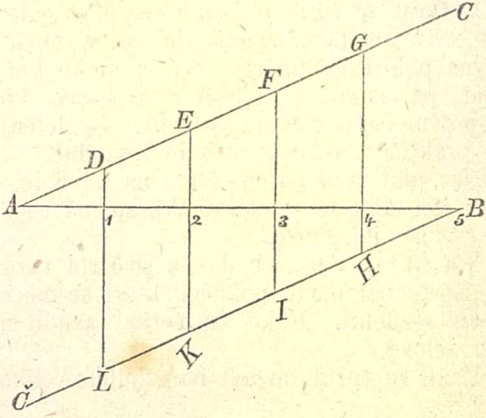
Končnica petega dela G se zveže s končnico B; k čerti G B pa se vlečejo skozi F, E, D, Č vštričnice, ktere čerto A B delijo v pet enakih delov. Slika to pojasnuje.

a)



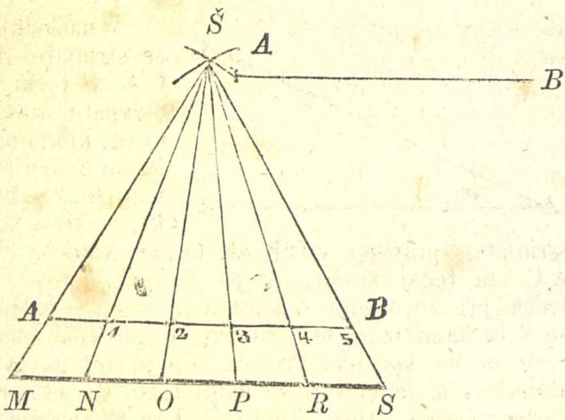
b) Da pa ni treba toliko vštričnic vleči, potegni skozi A in B le dve vštričnici A C in B Č. Na vsako pa nastavi po štiri enake dele, zveži delivne pike G in H, F in I, E in K, D in L, pa delijo te čerte pervotno čerto A B v pet enakih delov. To se razvidi iz naslednje slike:

b)



c) Prejšnja naloga se tudi na sledeči način lehko izverši:

c)

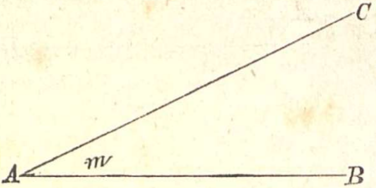


Naredí se čerta M S nedoločne dolgosti, na ktero se napravijo enaki deli MN, NO, OP, PR, RS. S čerto MS se sedaj iz obeh končnic opišeta loka, ki se križata v točki Š, ktera se na to zveže s točkami S, R, P, O, N M. Potem se z dolgostjo dane čerte AB iz pike Š odrežeta kosca ŠA in ŠB. Na to se zveže A in B s čerto, ki je enaka uni pervotni AB in sedaj že razdeljena na 5 enakih delov.

Risalne naloge. Razdelite po načinu *a)* $2^1/_2$" dolgo čerto na tri in sedem enakih delov! $3^3/_4$" dolgo čerto razdelite na 9 enakih delov po načinu *b)*! 5" in 3''' dolgo čerto razdelite po načinu *c)* na 11 enakih delov!

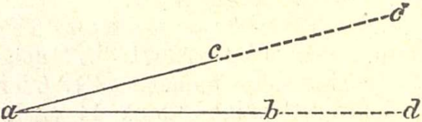
Koti.

Dve ravni nevštričnici se po podaljšanji gotovo v eni točki zadenete ali stikate. Ti dve čerti ste nekoliko nagnjeni ena proti drugi; to nagnjenje imenujemo kot.



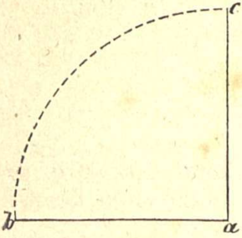
V naslednji sliki se strinjate B A in C A v točki A in oklepate torej kot. Čerti, ki kot od dveh straní omejujete, zovete se **kraka**; piki, v kteri se čerti strinjate, pravimo **verh** ali **teme** kotovo. AB in AC sta tedaj kraka, A pa je verh kotov. Da ni treba pri govorjenji o kotu nanj kazati, zaznamova se s čerkami tako-le: Zapiše se po ena čerka na verh in na končnici krakov. Če je kot na ta način zaznamovan, imenovati se mora tako, da se čerka na verhu v sredi izreče. Zgornji kot se toraj zove B A C ali pa C A B, ne pa A B C ali A C B. Včasi se kot tako zaznamova, da se le ena čerta zunaj na verh ali pa znotraj v kot postavi. Tako moremo omenjeni kot imenovati tudi kot A ali kot *m*.

Velikost kotov se ne meri po dolgosti krakov, marveč po večem ali manjšem nagnjenji krakov. Tako ostane kotova velikost vedno ista, akoravno bi se kraka zdatno podaljšala ali skrajšala. Pri kotu *a b c* smo kraka podaljšali, a s tem ni kot veči postal; in ko bi pri kotu *d a č* kraka skrajšali, vendar kotove velikosti ne spreminjamo.

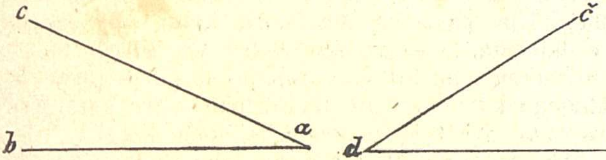


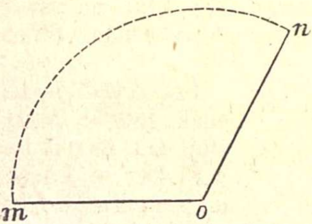
Misliti si moremo, da koti tudi tako nastanejo, da se ena sama čerta, na eni strani vterjena, dalje pomika ali obrača.

Prejšnji kot je tedaj nastal tako, da se je čerta *a b* dalje pomaknila v lego *c a*, ter se tako naredila dva kraka, ki oklepata kot *b a c*.

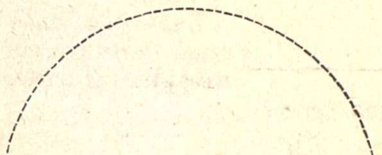


V tej sliki se je čerta *ab* pomaknila do lege *ac*; ta čerta pa stojí navpik na pervo. Kot, ki je med tema krakoma, je pravi kot. Vsak kot, ki je manj raztegnjen od pravega kota, imenuje se oster kot, p. *bac* in *ċde* v spodnjih slikah sta ostra ali stisnjena kota.



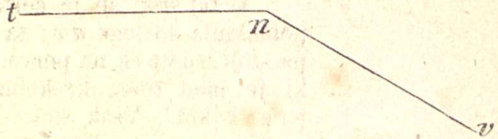


Ako bi se navpični krak pri pravem kotu še dalje obračal, vendar tako daleč ne, da bi oba kraka le ena čerta postala, nastane top ali stegnjen kot; *m o n* je top (tumpast) kot.



V sliki s polokrogom se je krak *sr* tako daleč pomaknil, da imata oba kraka le eno namero. Tak kot, kterega si le misliti moremo, zove se raven kot, post. *p r s*. Manjši od tega je top, pravi in oster kot, ki se vsi vkup usklonjeni koti imenujejo.

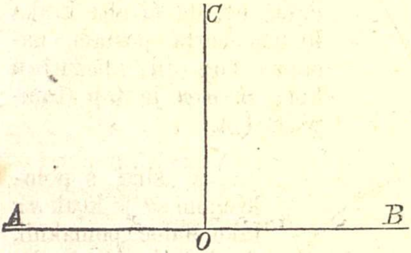
Ako se pri ravnem kotu drugi krak še dalje pomikuje, nastane izbuhnjen kot; tak kot je *t n v*.



Pokažite mi v šoli prave kote! Imenujte še druge rečí, na ktrih so pravi koti! Kako stojé kazalci na urah ob devetih in treh?

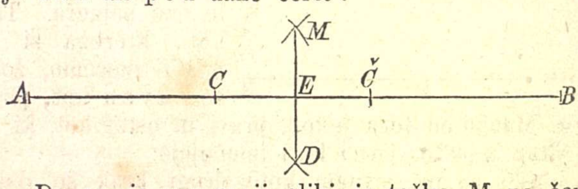
Kteri rokodelci rabijo kotomér (Winkelmass)? Čemu? Kje pa nahajamo ostre kote? Ob kterih urah oklepata kazalca ostre kote? ob kterih tope? Ali si moremo misliti na urah pri kazalcih ravne in izbuhnjene kote? Risajte tri različne ostre kote, dva prava kota, dva topa in dva izbuhnjena kota!

Ako je ena černa na drugo tako postavljena, da se ne nagibuje na nobeno stran, sta kota na vsaki strani navpičnice e n a k a in sicer p r a v a kota. Slika to pojasnuje.



Kot A O C je tù enak B O C; tedaj stojí O C navpik na A B, kar se krajše tako zapisuje: C O $\perp$ A B.

Kako se na dano ravno čerto postavi navpičnica iz točke, ki je n a d ali p o d dano čerto?

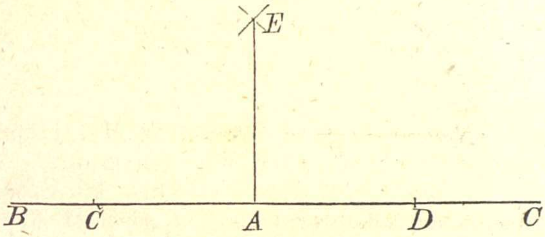


Da se je v zgornji sliki iz točke M na čerto A B postavila navpičnica M E, ravnalo se je tako le:

S krožilom se je iz M presekala AB v točkah C in Č. Iz teh smo opisali na vspod zopet dva loka, ki se v D križata. Zvezalši D in M dobili smo čerto DM, ki stojí navpik na AB.

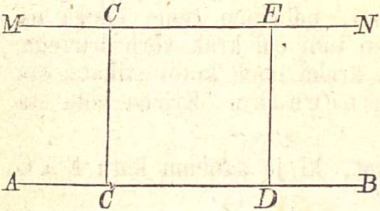
Kako se s pomočjo pravovogelnice ali trikota navpičnice vlečejo?

Kako se iz določene točke A v čerti BC — v nasl. sliki — na to postavi navpičnica? Od točke A se na obe strani odrežeta enaka koseca AČ in AD; iz D in Č se na vzgor opišeta mala loka, ki se križata v točki E. Ako se A in E zvežeta, dobí se čerta AE, ki stojí navpik na BC.

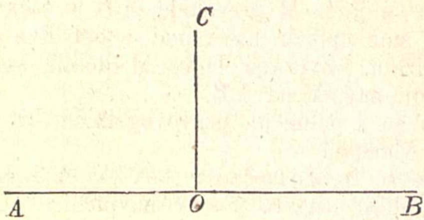


Kako se pri tej nalogi rabí pravovogelnica?

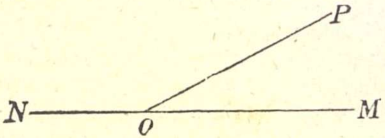
Kedar se zná navpičnice vleči, lože je tudi vštričnice potezati. K čerti AB naj v sledeči sliki potegnem skoz točko C vštričnico. V ta namen postavim iz C na AB navpičnico; tudi iz poljubne točke D naredim navzgor navpičnico DE, ktero mora namreč pervi navpičnici CČ enaka biti. Zvezalši C in E dobil sem ravno čerto MN, ki je z dano vštric.



Če podaljšamo v spodnjem pravem kotu BOC krak BO na verhu, nastaneta dva kota, kterim pravimo sokota. BOC in AOC sta torej sokota.

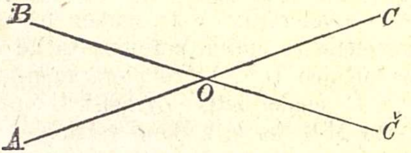


Kakošna sta dva enaka sokota? kakošna dva različna? kakor sledeča:



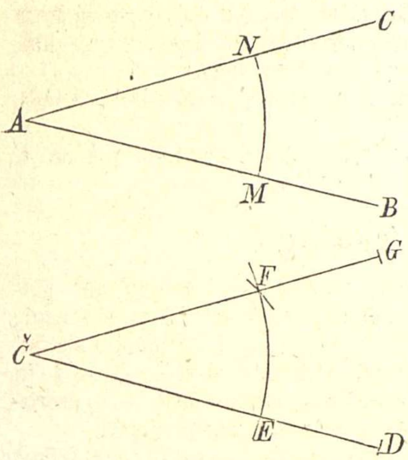
Risajte več sokotov?

Ako se na kotovem verhu oba kraka podaljšata, nastanejo *križni* ali *overšni* koti, p. pri A O B sta se podaljšala A O in B O; novi kot C O Č je tedaj križni kot pervotnemu A O B.



Da primerjamo dva kota po nju velikosti, položimo teme enega na teme drugega kota, tako tudi *en* krak verh drugega. Ako se tudi ostala dva kraka obeh kotov stikata, sta kota *enaka*, sicer pa *neenaka*. Křižna kota sta vedno enaka.

Kako se narisa kot, ki je danemu kotu B A C v naslednji sliki enak?

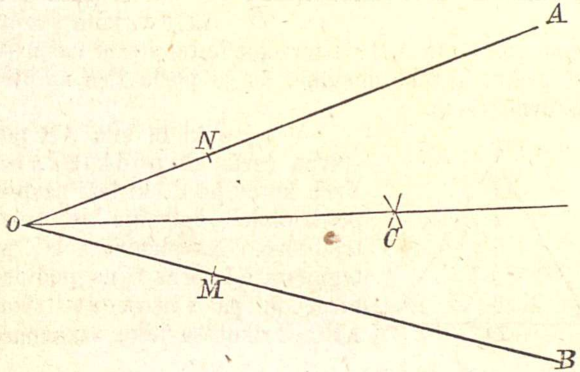


Potegne se na strani čerta Č D nedoločne dolgosti. Na to se iz verha A opiše lok M N, kteri križa kraka danega kota. Z istim polomérom opiše se lok tudi iz točke Č, ta seka čerto Č D v točki E, iz ktere se odreže lok E F tiste velikosti, ktero ima lok MN. Ako se v novi podobi Č in F zvežeta, nastal je kot D Č F, ki je enak pervemu A B C.

Primerjajte različne kote med seboj! Kteri koti so veči od ostrega? Kteri so manjši od pravega, topega, ravnega, vzbuhnjenega kota?

Kako se dani kot razpolovi?

Kot A O B naj se razkroji na dva enaka dela. V ta namen se s krožilom iz verha O odrežeta dva



enaka koseca OM in ON. Iz teh toček se opišeta na dalje z enakim poloмérom mala loka, ki se križata v točki C, ktera se zveže z verhom O.

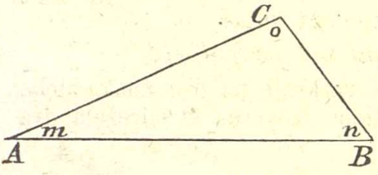
Tako smo dobili polovici pervotnega kota AOB, ki ste AOC in BOC.

Kako bi se na enaki način razdelil kot na 4, 8, 16 enakih delov?

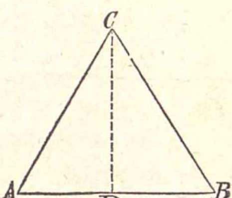
Trikoti.

Plan, omejeno od vseh krajev, imenujemo podobo ali sliko. Podoba, omejena od treh strani, je trikot, od štirih, čveterokot, od mnogo strani, mnogokot. Med temi sta naj važniša trikot in čveterokot pa tudi o nekterih mnogokotih — peterokotih, šesterokotih — se je treba razgovarjati.

Podoba s tremi stranmí se zavoljo tega trikot zove, ker njegove straní oklepajo vsikdar tri kote. Pri naslednjem trikotu so: AB, CB, AC straní in m, n, o pa koti trikotovi. Na vsako stran v trikotu sta naslonjena dva kota; tretji leží pa tej strani nasproti. Ktera dva kota sta naslonjena na stran AB? Kteri kot je tej strani nasproti?

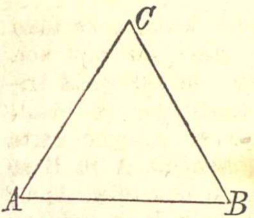


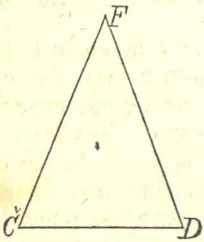
Vsak trikot si tako mislimo, da je postavljen na ktero podstavno čerto.

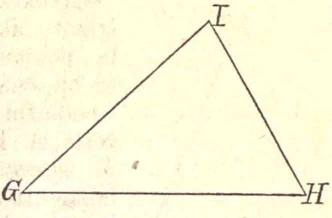


V tej sliki bi bila AB podstavna čerta ali podkladnica. Verh kotov pa C, ki leží nasproti podkladnici, imenuje se teme trikotovo. Navpičnica CD, potegnjena od verha C na podkladnico, je pa visokost trikota ABC. Trikot se tako zaznamnja, da se na verh posamnih kotov postavijo čerke, ki se potem poljubno izgovarjajo. Ako trikot opazujemo po njegovih straneh, zapazimo, da so pri trikotih ali vse tri strani enake ali le dve, ali da so vse strani razne. Trikot z vsemi enakimi stranmí imenuje se enakostran. Pri trikotu z dvema enakima stranima se te dve imenujete kraka in trikot pa enakokrak. Trikot z raznimi stranmí je raznostran.

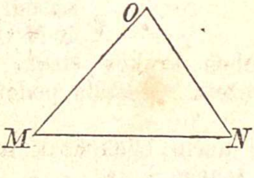
Trikot A B C je enakostran, Č D F enakokrak, G H I raznostran.

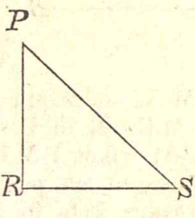


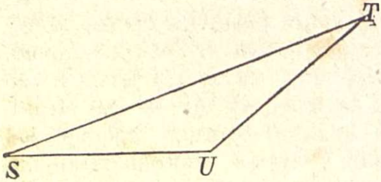




Ako se oziramo na kote, zapazimo v trikotih ostre, prave in tope kote. So trikoti, v kterih so vsi koti ostri; v drugih je en kot pravi, ostala dva sta ostra in zopet v drugih trikotih je en kot top, in ostala pa ostra. V trikotu MNO so vsi koti ostri, v PRS je kot R pravi, v ŠTU pa je U top kot.



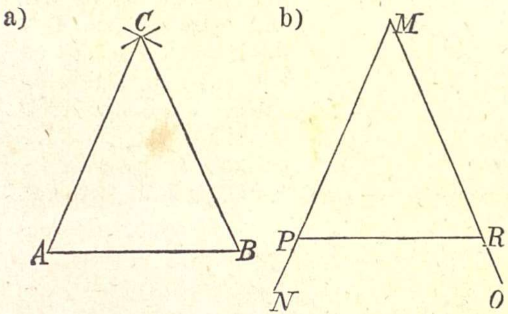




V trikotu s pravim kotom se imenujete strani, ki stojite navpik, ki torej pravi kot oklepate, **priponi** ali **kateti**. Tretja stran pa se zove **podpona** ali **hipotenuza**. Imenuj v zgornjem trikotu priponi in podpono!

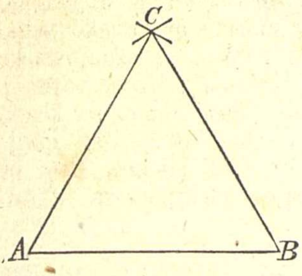
Kako se trikoti risajo in sestavljajo?

Trikot s pravim ali s topim kotom se tako nareja, da se narisa naj pervo pravi ali topi kot. Kraka teh kotov se potem zvežeta, in zaželjena trikota sta dokončana. Nekoliko umetnejše je risati **enakokrak** trikot. V ta namen se potegne čerta A B — v naslednji sliki *a)*, in iz končnic A in B se opišeta navzgor z enakim polomerom dva loka, ki se v točki C križata. C se zveže z A in B in dobí se enakokrak



trikot, ako le polomer ni bil enak podložni čerti A B. To se tudi lahko tako izverši, ako se v sliki *b)* naredí kot N M O. Iz verha M se odrežeta od obeh krakov enaka kosa M P in M R. R in P se zvežeta. Nastala podoba je enakokraki trikot P M R.

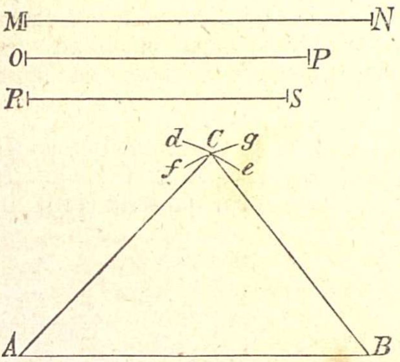
Narisajte na poslednji način enakokrak trikot' 1. iz pravega kota in 2. iz topega kota!



Kako se enakostran trikot risa? Naredí se ravna čerta A B, opišeta se iz končnic A in B mala loka s polomerom A B navzgor in zveže se presečna točka C z A in B. Priložena slika to pojasnuje.

V enakostranem trikotu so vsi koti ostri.

Kako se trikot s tremi danimi stranmí narisa?



Dane čerte so MN, OP, RS. Risa se čerta A B, enaka MN. S polomerom OP se iz točke A opiše lok *de*, iz B se s polomerom RS preseka z novim lokom *fg* prešnji *de*. Točka C se potem zveže z A in B. Na ta način dobljeni trikot vstreza zastavljenim pogojem. Iz treh čert se more trikot le takrat sestaviti, kedar ste dve dani čerti skup daljši od tretje, kakor je v zgornjem zgledu.

Sestavite enakokrak trikot, kterega podkladnica je dolga 1'' in kraka po $1\frac{1}{2}$''! Narisajte z dolgostjo 1'' 3''' enakostran trikot! Strani nekega trikota so $\frac{3}{4}$'', 1'', $1\frac{1}{4}$''; sestavite ga!

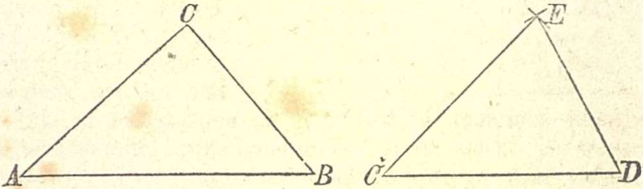
Stični in podobni trikoti.

Pri vsaki stvari gledamo na dvoje: na njeno velikost in njeno obliko. Dve rečí znate imeti enako obliko, a različni velikosti; pa tudi enako velikost, a različni obliki. Okrogla njiva in štirivoglata njiva ste različne oblike, pa morete biti enako veliki. Iz mehkega voska naredim zdaj oblo, zdaj kocko. Oblika se je tukaj spreminjevala, a velikost voska je ostala ista. Reči iste velikosti imenujemo na kratko enake brez ozira na njih obliko. Reči iste oblike ali podobe zovejo se podobne ali slične. Reči pa, ki so si enake in podobne, imenujejo se stične (kongruente) ali skladne.

Znamenje enakosti je $=$, podobnosti $\sim$, stičnosti $\cong$.

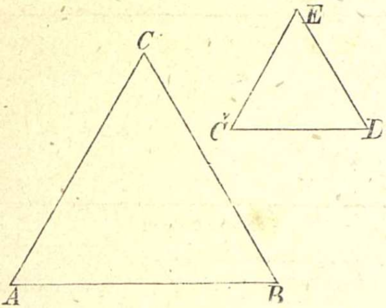
Dva trikota sta torej tedaj stična, ako sta enaka in podobna t. j. da sta iste velikosti in oblike. Od strani trikota je odvisna njegova velikost, od kotov pa njegova oblika.

Pri naslednjih trikotih je stran $AB = ČD$, $AC = ČE$, $BC = DE$. Kot $A = Č$, $B = D$, $C = E$. Ako se ta dva trikota položita drug na



druzega, krijeta se popolnoma. Ta dva trikota sta toraj stična. Kako se trikot sestavlja, da se stika z danim trikotom, razvidno je iz ravno te razprave in iz prejšnjih nalog.

Dva trikota sta si podobna, ako imata enake kote in dotične strani v pravem razmerji.



V naslikanih trikotih je kot A = Č, B = D, C = E. Strani pa niso enake; marveč je ČD = $\frac{1}{2}$ AB, ČE = $\frac{1}{2}$ AC, DE = $\frac{1}{2}$ CB. Trikota ABC in ČDE sta tedaj podobna ali slična.

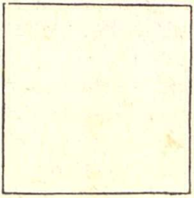
Risajte več stičnih in podobnih trikotov!

Čveterokoti.

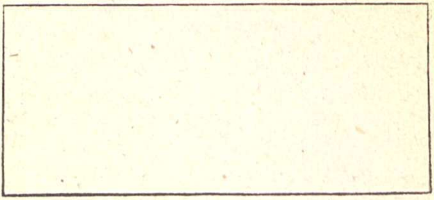
Slika ali podoba, ki je omejena od štirih straní, je čvoterokot. Pri čveterokotu razločujemo štiri straní in štiri kote. Čveterokoti so razni. Naj važnejši je kvadrat ali štirjak. Pri tem so vse štiri straní enako dolge, po dve nasprotni strani ste tudi vštrični. Tudi koti v kvadratu so enaki in sicer pravi koti. Malo različen od kvadrata je pravokotnik (Rechteck). Koti njegovi so pravi koti, kar že pové njegovo ime. Vse straní med seboj pa niso enake, ampak le po dve vštrični strani imate to lastnost.

Drug čveterokot je romb (enakovštričnik). Pri tem vidimo, da ste tudi po dve nasprotni strani vštrični, in da so verh tega vse straní med seboj enake. Le o kotih to poslednje ne veljá, ker sta le po dva nasprotna kota enaka. V rombu sta dva kota topa, dva ostra. Pri romboidu (raznovštričniku) ste naposled le po dve vštrični strani tudi enaki, in le po dva nasprotna kota sta enake velikosti.

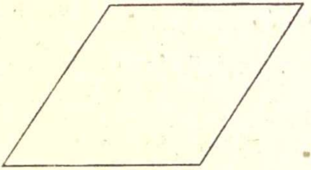
Vse te opisane čveterokote imenujemo vštričnike ali paralelograme, ker ste v njih vedno po dve in dve strani vštrični. Sledeče slike jih predstavljajo.



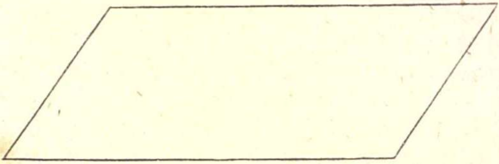
Kvadrat.



Pravokotnik.



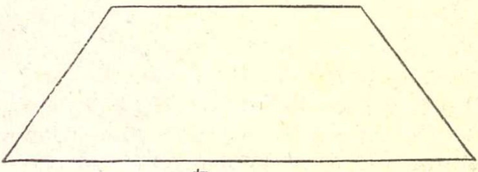
Romb.



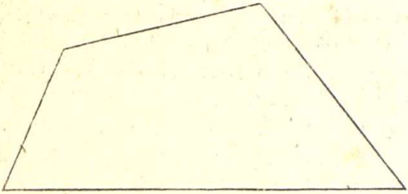
Romboid.

Verh vštričnikov razločujemo še trapeca ali polvštričnika. Pri tem ste le dve nasprotni strani vštrični, drugi dve ste nevštričnici.

Še drugačni čveterokot se imenuje trapecoid ali raznobežnik. Pri tem ni niti ena stran s ktero drugo vštrič, še manj pa enaka. Sliki ti to pojasnujete:



Trapec.



Trapecoid.

Gledé vštričnikov ali paralelogramov je treba pomniti, da imenujemo kvadrat in pravokotnik pravokotna paralelograma, ker imata vsikdar prave kote. Romb in romboid imata pa poševno lego in se zategadel zoveta poševna vštričnika. -

Povejte, kje vidimo pravokotne, in kje poševne paralelograme!

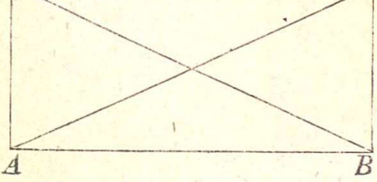
Ktere čveterokote predstavljajo sledeče rečí: šolska tabla, knjiga, deska, mizna plošča, stene, tla, okna, pisma, i. t. d.?

Na kterih rečeh nahajamo sim ter tje kvadrate? Kteri čveterokot je naj navadniši? Kterega vidimo naj bolj poredkoma?

Risajte kvadrat, čegar stran je dolga a) 1''; b) 1'', 6'''; c) $1^3/_4$''; č) 2 c/M!

Risajte pravokotnik s stranmi a) 2'' in 1'', b) 4 c/M in 2 c/M!

Sestavite romb, čegar stran je $1^1/_4$''; kot naj se vzame poljubno! Takisto naj se naredí romboid s stranmi a) 3 c/M, 5 m/M in b) 1 c/M, 8 m/M.

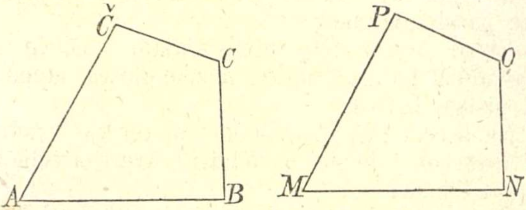


Pri čveterokotu je treba paziti še na eno čerto. Ako zvežemo dva nasprotna kota v čveterokotu, imenujemo nastalo čerto preko ali diagonalo.

V pričujoči sliki smo koj vlekli obe diagonáli, A D in C B, kajti v vsakem čveterokotu ste dve preki mogoči. V vsakem vštričniku delí preka čveterokot na dva enaka dela. Kako se imenujeta?

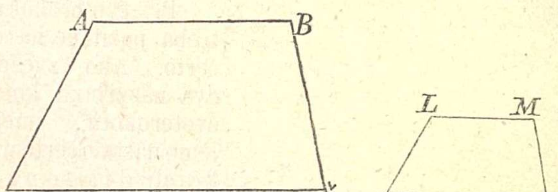
V vsakem čveterokotu je ena stran podkladnica. Na to si mislimo postavljeno vso sliko. Navpična čerta pa, ki sega od podkladnice do nasprotne strani, je pa visočina čveterokotova. V zgornji sliki je A B podkladnica in stran A C, kot navpična čerta, visočina čveterokota A B C D.

Kar smo povedali o stičnosti trikotov, veljá tudi za čveterokote. Dva čveterokota sta stična, če imata vse straní in vse kote zaporedoma enake, kakor kažete naslednji podobi:



V čveterokotih A B C Č in M N O P je A B = M N, A Č = M P, B C N O, C Č = O P in A = M, B = N, C = O, Č = P. Opisana čveterokota sta torej stična.

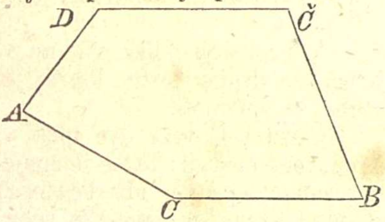
Enaka pravila kakor pri trikotih veljajo tudi gledé podobnosti čveterokotov. Dva štirikota sta si podobna, kedar imata vse kote zaporedoma enake, in v kterih ste po dve enako ležeči strani v isti razmeri.



Čveterokot ABCČ $\sim$ KLMN; kajti A = L, B = M, C = K, Č = N in LM = ½ AB, KN = ½ CČ, LK = ½ CA, NM = ½ ČB.

Mnogokoti.

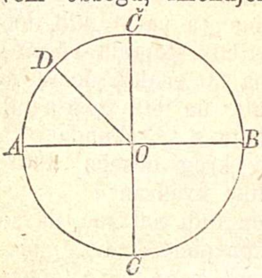
Slika, omejena s petimi, šestimi i. t. d. ravnimi stranmí, imenuje se mnogokot ali poligon. Pričujoča podoba je peterostrani mnogokot.



Mnogokoti morejo imeti vse straní in kote enake ali pa tudi razne. Mnogokot z enakimi stranmí in enakimi koti, imenuje se pravilni mnogokot, sicer pa nepravilni. Nepravilni mnogokoti so manj važni; o pravilnih bodemo govorili pri razpravi o krogu.

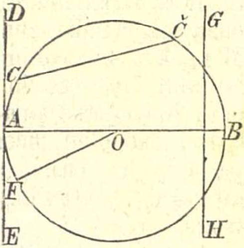
Krog.

Krog je kriva čerta, ki se povrača sama v sebe. Sredi kroga je točka, od ktere so vse druge enako oddaljene. To točko imenujemo središče krogovo. Središče se navadno zaznamva s čerko O, kakor se bode razvidelo iz sledečih slik. Čerto, ktero potegnemo od središča do ktere koli točke v krogovem obsegu, imenujemo polomér kroga. V sliki



pričujoči je O D polomer, pa tudi O A, O Č, O B, O C so poloméri kroga. Jasno je, da morajo biti vsi poloméri enega kroga med seboj enaki. Iz tega sledí, da je polomer daljava središča do kake točke v obsegu. Ako v tej sliki polomer A O podaljšamo tako daleč, da se dotika na nasprotni strani krogovega obvoda, dobimo krogov premér, A B in C Č sta premera. Naravno je, da so tudi premeri tistega kroga med seboj enaki. Vsakteri del kroga zovemo krožni lok (Kreisbogen). Tako je A D, D Č lok kroga. Polovico kroga imenujemo pólokrog, četertina kroga se zove s tujim imenom kvadrant.

Krog risamo s krožilom (s šestilom, cirkeljnom).



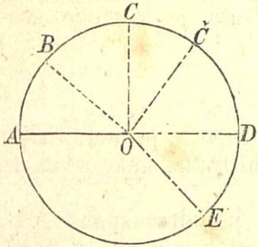
V naslednji sliki vidimo v krogu še druge čerte, kterih je treba še omenjati.

Čerta C Č veže dve točki v krogovem obsegu; ta se imenuje zategadel spona ali tetiva. Spone v krogu so manjše in veče. Najdaljša spona je tista, ki je potegnjena skozi središče. Ta pa je premér; tedaj je premer najdaljša spona. Čerto G H, ki reže krog na dveh krajih, zovemo sečnico, in čerto D E, ki je zunaj kroga in se ga dotika le na enem mestu, v točki A, imenujemo dotičnico ali dirko. Delu kroga, kterega spona C Č odločuje od cele plani, pravimo krožni odsek, unemu, ki je med polomeroma O A in O F, pa krožni izsek. Celi krog razdeljujemo na 360 delov, ki so prav za prav mali loki. Ti deli se zovejo stopinje. Na majhnih krogih so stopinje drobne, a na velikih, kakor je ravnik naše zemlje, znaša ena stopinja 15 milj. Vsaka stopinja se zopet delí na 60 enakih delov, ki so minute, in vsaka minuta na 60 sekund. Stopinja se zaznamova z ^{0}, minuta z ', sekunda z '', postavim: 15^0, 43', 36''. Celi krog obsega 360^0; koliko stopinj pa polokrog? koliko kvadrant?

Misliti si moremo, da krog tudi nastane, da se čerta (polomér), ki je na eni končnici (središče) priterjena, dalje pomika in na tem potu krog opiše.

Na ta poslednji način nastanejo pa tudi koti. Iz tega se razvidi, da so si koti in krog v tesni zvezi.

K vsakemu kotu spada namreč primeren lok, to je del kroga. Kolikor veči je kot, toliko veči je dotični lok. V naslednji sliki stojita polomera A O in

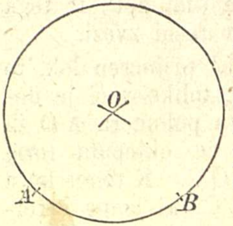


O C navpik in oklepata torej pravi kot A O C. K temu kotu spada lok A C, ki je pa četertina (kvadrant) kroga. Ta pa meri 90 stopinj, in ker velikost kotov po njihovih lokih merimo, rekli bodemo, da pravi kot A O C obsega 90°. Kar veljá o tem pravem kotu, velja tudi za druge. Vsak pravi kot obsega torej 90°. Oster kot A O B je manjši od pravega; ne obsega toraj 90°. Ostri koti nimajo tedaj nikoli 90°. A O Č je top kot in obsega nad 90°. Velikost topih kotov raste od 90° — 180°. Ravni kot pa ima 180°. Vzbuhnjeni koti pa rastejo od 180° — 360°.

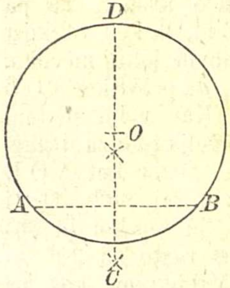
Da kote na tanko izmérjamo, v ta namen nam služi enostavno orodje z imenom prenašalec (transportér). Učitelj naj ga pokaže učencem, ki je navadno napravljen iz medi. Prenašalec je izrezan polokrog, ki je razdeljen na 180 stopinj, ki se lehko beró od obeh strani. Ako hočemo ž njim meriti kroge, treba ga je tako polagati, da leži središče polokroga ravno v verhu kota, in njegov premer na enem kraku kotovem. Potem se gleda, na kteri stopinji leži drugi krak. Število stopinj, velikost kota, bere se koj na prenašalcu.

Razne naloge o krogu.

a) Kako se najde krogu središče, če je njegov polomer znan?



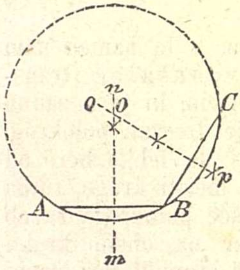
Izvoli si v obsegu, kakor kaže naslednja slika, povoljni točki A in B, in opiši proti znotranji strani iz teh toček z znanim polomerom mala loka. V točki O, kjer se poslednja križata, je krogovo središče.



b) Pri krogu v prihodnji sliki pa polomer ni znan; kako se najde središče?

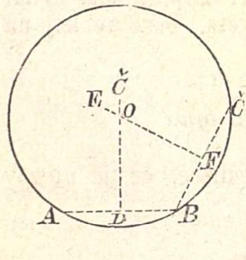
Potegni poljubno spono A B, razpolovi jo ter postavi v polovični piki navpično čerto Č D.

Poslednja čerta pa je premer krogov; treba jo je samo razpoloviti, da se dobi krogovo središče.



c) V sledeči podobi pa je le del kroga C A znan; kako se v tem primerljeji dobi krogovo središče? Vlečete se tetivi A B in B C.

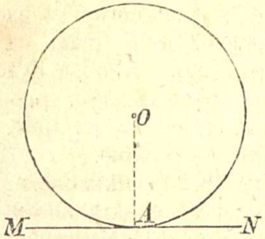
Obedve se razpolovite in nanje se postavite navpičnici *m n* in *o p*, ki se križate v točki O, v središči krogovem.



č) Dane so tri točke A, B, C, — naslednja slika, — ki pa niso v e n i r a v n i čerti; skozi te tri točke naj se naredi krog. Kje bode njegovo središče?

Med temi pikami se potegnete ravni čerti A B in B C. V sredi teh čert se postavite navpičnici ČD in EF, ki se križate v točki O. Ta pa je zaželjeno središče.

d) Kako se dotičnica ali dirka risa?

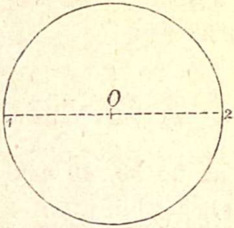


Potegni polomér do točke A, — glej pričujočo sliko — kjer hočeš imeti dirko, in postavi tù na polomer navpičnica MN; ta pa je dotičnica, ki se pa le v eni točki sme kroga dotikati.

Razdelitev kroga.

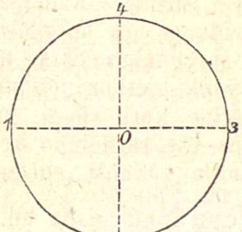
Kako se krog na dve enaki polovici razdeli?

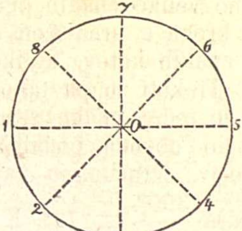
V ta namen se potegne kterikoli premer kroga, kakor kaže slika poleg.

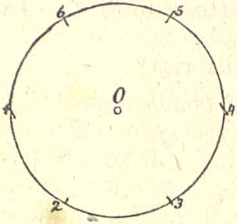


Na štiri enake dele se krog razdeli, ako se postavita v krog dva navpična premera. Kako se imenuje tak del?

Da se krog razdeli na osem delov, treba je le še vsaki kvadrant razpoloviti. Koliko stopinj obsega osmina kroga? Kako bi





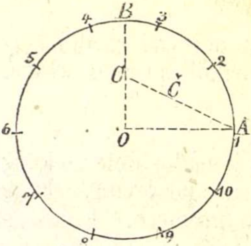


se krog razdelil na 16, 32 delov?

Na šest delov se krog razdeli, če se s polomerom tega kroga posamezni deli (loki) na obvodu odrezujejo. Ako se dva taka dela za enega vzameta, razdeljen je krog le na tri dele. Poslednje tri delitve kažejo sprednje tri slike.

Kako bi se krog razdelil na 9, 12, 18, 24 enakih delov?

Težavnejše je krog razdeliti na 10 enakih kosov. Za to se je iznašlo več načinov. Enega lahkega naj tù omenimo. Kakor se vidi iz sledeče slike, postavita

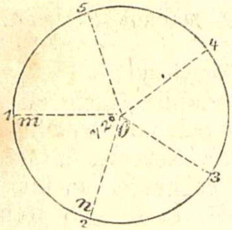


se polomera A O in B O navpik; na to se O B razpolovi v točki C, ki se z A zveže. Iz C se s polomerom C B odreže kosec C Č. Ostala čerta Č A pa je v celem obvodu ravno desetkrat zapopadena.

Ako bi pa dva taka dela le za eni veljala, imamo krog razdeljen na 5 delov.

Kako se bode krog razdelil na 20 30, 40 enakih delov?

Ali imamo kako pravilo za razdeljenje kroga v poljubno veliko enakih delov? Imamo. Ako zvežemo deline kroga s središčem, vidimo, da je okoli tega toliko enakih kotov, kolikor je enakih delov na obvodu. Ti koti so pa tako veliki, kakor dotični loki. Treba je tedaj enake središčine kote risati, in njih krake do obvoda podaljšati. Da razdelimo krog na pet delov, izračunimo najpervo velikost enega kota. Ta znaša $\frac{360^0}{5} = 72^0$. K temu kotu spada lok *m n*,



— glej sliko — ki ga petkrat na obvodu pomerimo, in krog je na pet enakih delov razkosan.

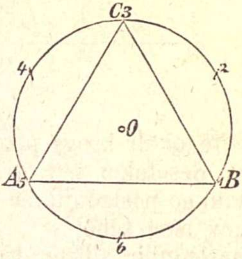
Na ta način se mora krog na 7, 11, 13, 17 i. t. d. enakih delov razdrobiti. Kako veliki bi bili dotični loki in koti?

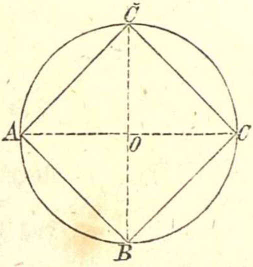
Kako se podobe v k r o g r i s a j o?

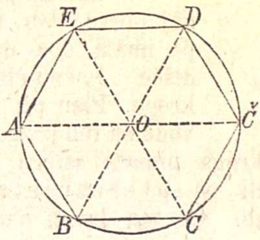
V naslednjih podobah je najpervo enakostran trikot v krog vrisan. V ta namen se je bil krog razdelil na tri dele; delivne pike smo med seboj zvezali in dobili omenjeno pravilno podobo.

Da se v krog čveterokot, petokot i. t. d. narisa, treba je le krog razdeliti na toliko enakih delov, kolikor strani naj ima pravilna slika, in delivne pike primerno zvezati.

V naslednjih slikah so toraj trikot, kvadrat in pravilni šestokot v krog narisani.



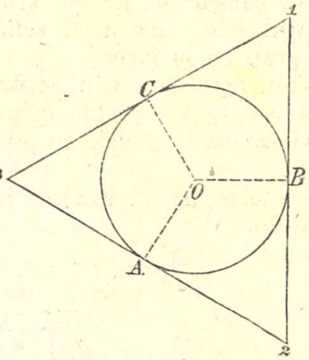


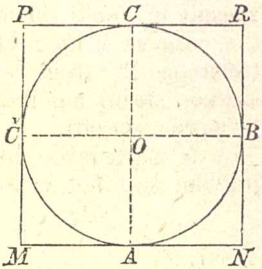


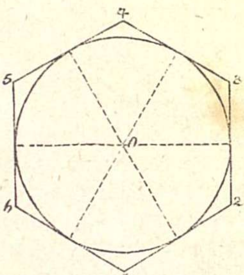
Risajte tako pravilne petokote, sedmokote, osmokote i. t. d.

Kako se okoli kroga podobe risajo?

Prejšnje podobe smo v spodnjih slikah okoli kroga postavili. To se je zgodilo tako, da smo krog razdelili na potrebno število enakih koscev, da smo potem k delivnim točkom vlekli polomere, na ktere smo zunaj kroga postavili dotičnice, ki so se v treh, štirih in petih kotih strinjale, in tako naredile trikot, kvadrat in šestokot, opisan okoli kroga.



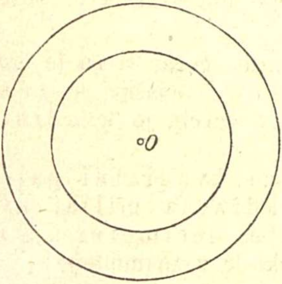




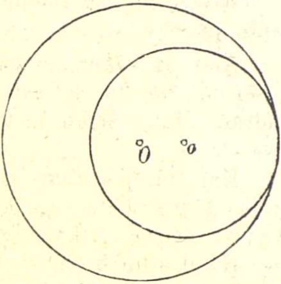
Opišite okoli kroga petokot devetokot, desetokot i. t. d.!

Opazujmo poslednjič še lego več krogov med seboj!

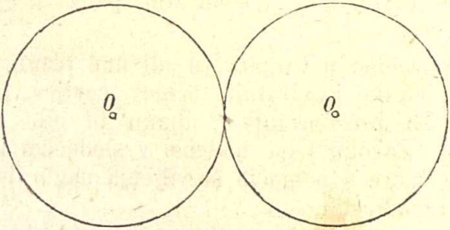
V naslednjih slikah vidimo naj pervo dva razna kroga, ki pa imata oba eno in tisto središče. Imenujeta se osrednja kroga. Plan ali prostor med obvodoma teh krogov zove se kolobar. Če pa kroga nimata istega središča, se pa dotiknjeta ali pa prerezujeta, kar se vidi v naslednjih slikah. Če sta dovelj narazen, pa ni niti pervo niti drugo. *Dotikovanje* je *znotraj* ali pa *zunaj*. Prav za prav se morata dva kroga vsikdar le v *eni* točki dotikovati. Kedar se dva kroga režeta, imata dve piki skupno. Skupno imata pa tudi kos na sredi, ki se *leča* imenuje. Ostalima deloma pa se pravi *mesec*.



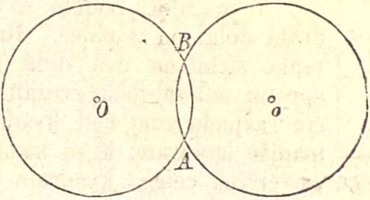
Osrednja kroga.



Dotikovanje znotraj.



Dotikovanje zunaj.



Leča in meseca.

Poveršina.

Velikost planí imenujemo *poveršino*. Kakor merimo dolgost čert s čertami (seženj, čevelj, palec; meter, decimeter itd.), tako bodemo tudi velikost slik ali podob merili z določenimi planmi, ki bodo za *edinico* ali *mero* veljale.

Ktere edinice imamo pri dolgostni meri? Seženj, čevelj, palec i. t. d.

Ako pa vzamemo kvadrat, čegar stran je dolga en seženj, je to *kvadratni* (štirjaški) *seženj*; kvadrat, čegar stran je le en čevelj, je *kvadratni čevelj*.

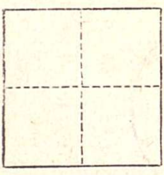
Kaj je po tem takem *kvadratni palec*, *kvadratna čerta*, *kvadratna milja*; *kvadratni meter*, *kvadratni decimeter* i. t. d.?

Kvadratne mere se tako-le zaznamnujejo:

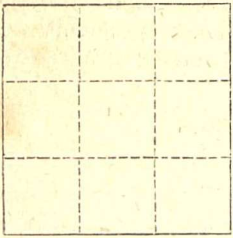
Kvadratna milja $= \square^m$, kvadratni seženj $= \square^0$, kvadratni čevelj $= \square'$, kvadratni palec $= \square''$, kvadratna čerta $= \square'''$.

Da izvemo poveršino te ali une planí, treba je le iskati, koliko kvadratnih sežnjev, čevljev, palcev je v njej. To preiskovanje v djanji bi bilo zeló zamudivno. Zavoljo tega bodemo v sledečem pokazali, kako se more s pomočjo številjenja naglo dobiti poveršina raznih slik.

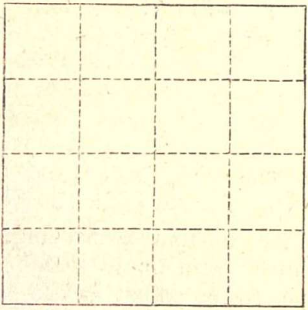
Kako se izračuni poveršina *kvadrata*?



V pričujoči podobi so strani kvadrata dolgi po 2 palca. Razdelili smo vsako stran na dva dela in dve nasprotni delivni točki zvezali. Na ta način razpada zdaj celi kvadrat na štiri manjše kvadrate, ki so kvadratni palci. Tedaj obsega poveršina celega kvadrata *štiri kvadratne palce*.



Če so kvadratove strani dolge po tri palce, če se razdelé na ravno toliko delov in delivne točke med seboj zvežejo; dobimo 3 verste kvadratnih palcev, v vsaki versti po 3, tedaj skupaj $3 \times 3 = 9$ kvadratnih palcev. Velikost kvadrata, čegar stran je dolga 3 palce, obsega toraj $9\square''$.



Če ima stran kvadratova 4 palce v dolgosti, mora imeti celi kvadrat na ta način $4 \times 4 = 16\square''$, kar se lahko sešteje na tej poslednji sliki.

Ako bi bila dolgost kakega kvadrata 5 čevljev, tak ima ta kvadrat $5 \times 5 = 25\square'$. Kvadrat, čegar stran je 7^0, obsega $7 \times 7 = 49\square^0$. Iz tega sledí:

Poveršina kvadrata se najde, ako se dolgost (ene) straní s seboj pomnoži.

Poveršina se imenuje po stranéh. Ako je stran dolga toliko in toliko *čevljev*, tedaj znaša poveršina toliko in toliko *kvadratnih čevljev*. Če je dolgost straní povedana v *palcih*, tedaj znaša poveršina gotovo število *kvadratnih palcev*.

Pri kvadratnem sežnju so straní po 6 čevljev. Cela poveršina kvadratnega sežnja je torej $36\square'$. Ravno tako se izštevili, da je:

$1\,\square' = 12 \times 12 = 144\,\square''$,
$1\,\square'' = 12 \times 12 = 144\,\square'''$,
$1\,\square^{m} = 4000 \times 4000 = 16{,}000.000\,\square^0$.

Plan, ki obsega $1600\,\square^0$ sežnjev, imenuje se pri nas *oral*, ki je enak kvadratu, čegar stran bi bila 40^0.

Ako bi imeli na primer kvadrat, čegar stran je dolgo 5^0 in $1'$, treba je vsa ta dolgost spremeniti na čevlje ali na sežnje, da se more poveršina kvadratova izračuniti.

$$
\begin{array}{lr}
\text{Tako je: } 5^0 = 5 \times 6 = & 30' \\
\text{in} & 1' \\
\hline
 & 31'.
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{lr}
\text{Poveršina znaša torej } 31 \times 31 = & \\
 & 93 \\
\hline
 & 961\,\square'.
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{l}
\text{To je} = 961 : 36 = 26\,\square^0,\ 25\,\square', \\
\quad 241 \\
\quad 25
\end{array}
$$

Ali pa:

$5^0, 1' = 5\,{}^1/_6{}^0$. Poveršina znaša $5\,{}^1/_6 \times 5\,{}^1/_6 = {}^{31}/_6 \times {}^{31}/_6 = {}^{961}/_{36} = 26\,{}^{25}/_{36}\square^0 = 26\,\square^0 = 25\,\square'$.

Tako se mora vselej le z enoimenimi dolgostimi računiti, in v ta namen spreminjati sežnje v čevlje, palce, čerte. Ali pa čerte, palce, čevlje na sežnje i. t. d.

Naloge:

1) Stran kvadrata je $17''$; koliko znaša poveršina?

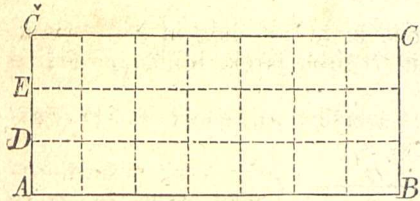
2) Kako velika je poveršina kvadrata, čegar stran je $7^0\ 5'$?

3) Tablica je na vsako stran dolga $7''\ 9'''$; koliko znaša njena poveršina?

4) Narisajte kvadrat, čegar stran bode ${}^4/_{15}{}'$ in zračunite njegovo poveršino!

5) V vertu, ki ima podobo kvadrata, čegar stran je $19^0\ 4'$, hoče se okoli in okoli narediti $2'\ 8''$ široka pot. Koliko znaša poveršina te poti?

Kako se dobí poveršina pravokotnika?



Predstavimo si pravokotnik A B C Č. Če bi ga merili n. pr. s kvadratnimi čevlji, najdli bi, da smo na pokladnici A B za visokost A D porabili 7 kvadratnih čevljev. Za visokost D E porabujemo jih zopet 7, in tako tudi za visokost E Č. Tedaj obsega ves pravokotnik $3 \times 7 = 21\square'$. Razvidno je, da pri pravokotniku A B C Č je podkladnica 7', in visokost 3' dolga. Poveršino smo torej dobili, da smo dolgost pomnožili z visokostjo. To veljá pa tudi za vse druge pravokotnike. Pri večimenih izrazih veljá pa tudi to, kar smo že pri kvadratu omenili.

Naloge:

1) Podkladncia pravokotnika je 19°, visokost njegova pa 13°; koliko znaša poveršina?

2) Pravokotnik je 5' 7'' dolg in 2' 11'' širok (ali visok); kako velika je poveršina?

3) Če je pravokotnik 4° 3' 2'' dolg, in 3° 2' 7'' širok, koliko znaša njegovo poveršje?

4) Nekdo kupi kosec zemljišča, ki ima podobo pravokotnika. Dolgo je 13° 5', široko 9° 4'. Kvadratni seženj plača po $4\frac{1}{2}$ gld.; koliko ga stane?

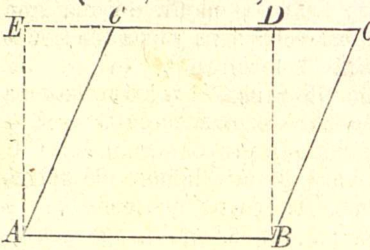
5) Narisajte pravokotnik, čegar podkladnica je $8\frac{1}{2}''$ in visokost $5\frac{3}{4}'''$; izračunite potem poveršino njegovo!

6) Premerite dolgost, širokost in visokost šolske sobe. Izračunite na dalje, koliko kvadratne mere obsegajo tla, strop in stene — vsaka za se — in vse skup!

7) Njiva je 68° dolga in 19° široka. Na oral se naseje $2\frac{1}{2}$ vaganov pšenice; koliko pšenice se bode potrebovalo za omenjeno njivo?

8) Skozi travnik, ki je 30^0 dolg in 9^0 $4'$ širok, naredili so podolgoma $7'$ širok jarek. Koliko poveršine ima še travnik?

Kako se najde poveršina poševnih vštričnikov (romb, romboid)?



Vsak poševni paralelogram se more spremeniti v pravokotnik. Pri romboidu A B C Č smo odrezali kos B D Č in prenesli ga na mestu A E C. Tako smo dobili pravokotnik A B E D, ki je popolnoma enak danemu romboidu. Treba je poiskati poveršino le od pravokotnika s tem, da pomnožimo njegovo dolgost (ki je tudi dolgost romboida) z visokostjo (ob enem visokost romboida).

Kako se toraj najde visokost poševnim vštričnikom?

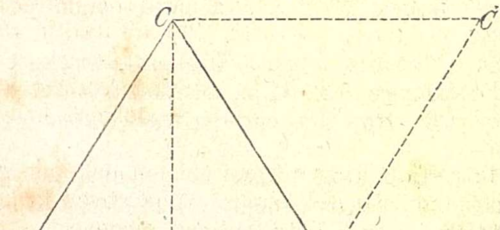
Naloge:

1) Podkladnica poševnega paralelograma je $4''$ $3'''$, visokost njega pa $2''$ $10'''$; koliko ima poveršine?

2) Rombova stran je 8^0 $5'$ dolga, njegova visokost znaša 7^0 $3'$; povejte njegovo poveršino!

3) Romboid ima za podkladnico 4^0 $5'$ $6''$, visok je 1^0 $1'$ $7''$; izračunite poveršino!

Kako se izštevili poveršje trikotu?



Ako pri trikotu A B C skoz C potegnem čerto C Č vštric trikotovi podkladnici A B, in skozi točko B čerto B Č vštric straní A C, tako dobim paralelogram, v kterem je trikot A B C ravno polovica vštričnika A B C Č. Razvidno je, da je zdaj treba le poveršino vštričnika iskati; polovica od te je poveršina trikota. Visokost in dolgost vštričnika je pa ob enem visokost in dolgost trikota.

Iz tega sledí: Poveršina trikotova se dobí, ako se pokladnica pomnoži z visokostjo, in znesek razpolovi.

Izgled. Pri trikotu je podkladnica 9' dolga, visokost pa 7'; koliko je njegova poveršina?

$9 \times 7 = 63,\ 63 : 2 = 31\frac{1}{2}\square'$.

Naloge:

1) Podkladnica trikotu je 8', visokost 6'; koliko ima poveršine?

2) Izračunite poveršino trikotu, pri kterem znaša podkladnica 4° 3', visokost pa 2° 5'!

3) Pravokotni trikot ima enaki kateti s $3\frac{1}{4}''$ dolgostjo, koliko ima poveršine?

4) Streha na zvoniku obstaja iz 4 enakokrakih trikotov, pri kterih je pokladnica 1° 3' in visokost 1° 5' dolga. Streha se hoče pokriti s kositrom; koliko □' se ga bode potrebovalo?

Poveršina trapeca in nepravilnih čveterokotov sploh se izračuni, ako se razdelé na dva trikota, od kterih se mora posebej poveršino poiskati, in potem dotične zneske sešteti. Taisto pravilo veljá o mnogokotih. Ako čas pripušča, naj učitelj to obširnejše razlaga.

Poveršina kroga.

Predno je mogoče izračuniti poveršino krogov, treba je vedeti, kako se dobí dolgost krogovega obvoda.

Primerjaji krog s pravilnim mnogokotom z obilnimi stranmi izštevililo se je, da je obvod kroga $3\frac{1}{7}$ ali 3·14 (natanko 3·1416) veči od njegovega preméra.

Obvod kroga se toraj dobí, ako se premer pomnoži s $3^1/_7$ ali 3·14.

Izgled.

Premer kroga je 5''; koliko velik je njegov obvod?

$$\frac{5 \times 3^1/_7}{5 \times {}^{22}/_7} = {}^{110}/_7 = 15^5/_7''.$$

Nalogi.

1) Koliko meri obvod kroga, čegar premér je 2' 5'' dolg?

2) Premér zemlje znaša $1718^2/_{11}$ milj; kolike dolgosti je ravnik?

Poveršina krogu se nadalje izštevili, ako se obvod krogov pomnoži s polovico poloméra. Učitelj naj učencem razloži, od kodi se to pravilo izpeljuje.

Izgled.

Polomér kroga je 4''; koliko ima krog poveršine?

$$\text{Obvod} = \frac{4 \times 2 \times 3^1/_7}{8 \times {}^{22}/_7} = {}^{176}/_7 = 25^1/_7''.$$

$$\text{Poveršina} = \frac{25^1/_7 \times 2 =}{{}^{176}/_7 \times 2} = {}^{352}/_7 = 50^2/_7\square''.$$

Naloge.

1) Polomér kroga je 4' 8''; koliko je poveršine?

2) Premér kroga je $5^1/_5{}^0$; koliko ima krog poveršine?

3) Dvorana krožne podobe ima 3^0 5' v preméru; koliko ima poveršine?

4) Koliko ljudi ima prostor v okrožni dvorani, s 6^0 dolgim primérom, ako en človek $1^1/_2\square'$ potrebuje?

Truplomerstvo.

Razna trupla.

Prostor, omejen na vse strani, imenuje se geometrijčno truplo. Meje truplom so plani. Ker je število plani razno, ker ste tudi njih podoba in lega razni, zavoljo tega imamo tudi več različnih trupel. Razločujemo namreč oglata in okrogla trupla; perva obdajajo samo ravne plati, poslednje pa so omejene tudi z okroglimi ploskvami. Plat, na ktero truplo položujemo, imenuje se stalo. Plan, ki je stalu vštrič, more biti tudi stalo. Pri takih truplih pravimo, da imajo dvoje vštričnih stal. Druge planí trupla se zovejo stranske plati, in njih poveršje stransko poveršje.

Poveršina vseh plati imenuje se skupno poveršje trupla, in prostor, ki ga truplo zaseda, pa telesnina. Pri truplih zapazimo ogle, to so kraji, kjer se stikajo najmanj tri plati, in robe, to je čerta, v kteri se križate po dve in dve plani.

Trupla oglata razdelujemo v pravilna in nepravilna trupla. Pravilna trupla so tista, pri kterih so vse plati in ogli pravilni in stični; vsa druga trupla so nepravilna.

Pravilnih trupel imamo petero. Vsa trupla naj se učencem djansko pokažejo. Ti so:

1) tetraeder (četverec), ki je omejen s štirimi enakostranimi trikoti, od kterih se po trije v enem oglu stikajo; ima 4 ogle in 6 robov;

2) oktaeder (osmerec), obdan z osmimi enakostranimi trikoti, od kterih se po štirje v enem oglu strinjajo; ima pa 6 takih oglov in 12 robov;
3) ikozaeder, omejuje ga 20 enakostranih trikotov, kterih je pet v enem oglu; ima 12 oglov in 30 robov;
4) heksaeder (kocka, kubik), ki je omejen s šestimi kvadrati, ima 8 oglov, v kterih se stikajo po trije plani, in 12 robov;
5) dodekaeder, ki ima 12 pravilnih petokotov, od kterih se trije v enem oglu stikajo, 20 oglov in 30 robov.

K nepravilnim truplom prištevamo prizme in piramide. — Prizma je truplo z dvemi stičnimi in vštričnimi stali, ki ste mnogokoti (trikoti, čveterokoti i. t. d.) in tolikimi postranskimi paralelogrami, kolikor strani ima mnogokot na stalu. Vsi postranski robovi pri prizmi so med seboj enaki in vštrični. Daljava med stali se imenuje visočina prizmina. — Ako postranski robovi prizme navpik stojé na stalih, tako je prizma navpična, sicer se imenuje nagnjena.

Po številu postranskih robov se imenuje prizma tristranska, štiristranska i. t. d. Ako so vse strani (plani) (tudi stali) kakove prizme paralelogrami, imenuje se takošna prizma paralelopiped, in ako so vse strani pravokoti, zove se prizma pravokoti paralelopiped.

Kocka (kubik) je toraj tudi prizma, pri kteri so vse plati kvadrati.

Piramide pa so trupla, ki imajo le eno stalo, nad kterim se postranske strani, ki so sami trikoti, v enem samem oglu stikajo. Stalo je kakov mnogokot. Točka ali ogel, v kterem se postranske plati strinjajo, zove se verh ali teme piramide. Navpična čerta od verha do stala pa je visočina.

Ako je stalo piramidino pravilni mnogokot, tako zadene visokostina čerta ravno v njegovo središče.

Taka piramida se potem zove navpična piramida; sicer pa je nagnjena. Pri navpični piramidi so stranski robovi enaki, in stranske plošče so stične.

Tudi piramida je tri-, štiri- ali mnogostranska.

K okroglimi trupli se prištevajo: valjar (cilinder), koželj (stožec, kegelj) in obla (krogla, kugla).

Valjar je truplo, omejeno z dvema vštričnima krogoma in z eno zakrivljeno planjo, ki se imenuje ovitek ali plašč. Ravno čerto, ki veže središči obeh krogov, imenuje se valjarjevo os; ako stoji taka čerta navpik na krogih, tako je tudi ob enem visokost valjarja. V tem primerljeji imenuje se valjar navpičen, sicer pa nagnjen. Ako bi ovitek pri valjarji mogli odviti, tako bi dobili pravokot, čegar podložna čerta je enako obvodu kroga, in visokost pa valjarjevi osi. Navpični valjar, čegar os je enaka krogovemu premeru, zove se enakostran.

Misliti si moremo, da je vsak valjar prizma, ktere stalo je krog.

Kožélj (kegelj) je truplo, kterega omenja na stalu krog in više pa ovitek, ki se končava v eni sami točki, ki se zove verh. Koželj je tedaj piramida, ktere stalo je krog. Čerto, ki veže verh s koliktero točko na obvodu stala, imenuje se sploh stran; čerto, ki veže verh s središčem kroga, pa imenujemo os, ki je pa tudi visokost koželja, ako stoji navpik. Tak koželj se potem zove navpičen, sicer pa nagnjen. Ako je stran stožca (keglja) enaka premeru v krogu, imenuje se koželj enakostran.

Krogla (obla) je truplo, ki je obdano z eno samo tako zakrivljeno planjo, da je vsaka točka te plani enako oddaljena od točke, ki je ravno sredi krogle. Ta točka je središče. Čerta, ki se potegne od središča do poveršja krogle, zove se polomer; ako se polomer podaljša do nasprotne strani, imenuje se premér. Ako si omislimo, da krogla tako nastane, da se okoli kterega premera krog zasuče;

tako pravimo temu preméru oblino *os*; končnici osi se potem zovete *tečaja*.

Poveršje trupel.

Da se poveršje *oglatim* truplom izračuni, treba je to storiti najpervo pri posameznih ploskvah, in potem dobljene zneske sošteti. Tako se pri *prizmi* najpervo preračunijo vse stranske plani, ki so paralelogrami; skupni znesek je stransko poveršje prizme; k temu se prišteje še poveršina obeh stal. Pri *navpični* prizmi se stransko poveršje krajše tako izračuni, da se obseg stala (vse strani spodej) pomnoži z visokostjo prizme.

Pri *piramidi* dobi se poveršje, da se postranski trikoti izštevilijo; k skupnemu znesku teh prišteje se velikost stala. Ako je piramida *navpična*, treba je poiskati poveršje le enega postranskega trikota, kajti tedaj so si vsi stični. Na to se poveršina enega trikota pomnoži s številom robov stranskih ali trikotov, in temu se všteje stalo.

Povéršje *pravilnim* truplom najti, je jako enostavno. Preračuni se ena sama ploskev; njena velikost množi se potem s številom plati ali ploskev.

Izgledi.

a) Koliko znaša poveršje 4 stranske navpične prizme, kteri robovi na stali so dolgi: 2″, 3″, 2″, 3″, in ktere visokost je 5″?

Postransko poveršje:

$$\left.\begin{array}{r} 2\times 5 = 10 \\ 3\times 5 = 15 \\ 2\times 5 = 10 \\ 3\times 5 = 15 \\ \hline 50\square'' \end{array}\right\} \text{ali krajše:} \quad \begin{array}{c} 2+3+2+3=10 \\ 10\times 5 = 50\square'' \end{array}$$

Po dvoje stal: $2 \times 2 \times 3 = 12\square''$

Celo poveršje je: $62\square''$

b) Nekdo bi rad naredil škatlo iz terdega papirja, ki bi bila 18" dolga, 6" široka in 15" visoka. Koliko □' papirja potrebuje?

2 postranske plati: $18 \times 15 = 270 \times 2 = 540$□"
$\quad 90$
$\quad 270$

ostali 2 postr. plati: $6 \times 15 \quad 90 \times 2 = 180$□"
$\quad 90$

Postransko poveršje: 720□"

2 stal: $18 \times 6 \quad 108 \times 2 = 216$
$\quad 108$

Skupno poveršje . . . . 936□"

ali $936 : 144 = 6^{72}/_{144} = 6\,^1/_2$□'.
72

Potrebuje se $6\,^1/_2$□' papirja za omenjeno škatlo.

c) Navpična piramida, ki ima za stalo kvadrat, čegar stran je 3" in pri kteri meri visokost enega stranškega trikota 6", preobleče naj se s papirjem. Koliko papirja bode v ta namen treba?

Stransko poveršje: $6 \times 3 = 18, \frac{18}{2} = 9, 9 \times 4 = 36$□"

Stalo: $3 \times 3 =$ 9□"

Celo poveršje . . . . 45□'

Potrebovalo bode se 45□" papirja.

N a l o g e.

1. Koliko meri poveršje skrinje, ki je 4' dolga, $1\,^1/_2$' široka in $1\,^3/_4$' visoka?

2. Koliko znaša poveršje sten, stropa in tal v sobi, ki je 3^0 2' dolga, 2^0 1' široka in 2^0 5' visoka, ako se ne ozira na prostor oken in vrat?

3. Koliko znaša postransko poveršje spominka, ki ima podobo piramide, ako je njegovo stalo pravokotnik s stranmi 3' in 5', in ako je visokost enega postranskega trikota 12'?

4. Koliko je veliko celo poveršje velikanske piramide pri G i z é v Egiptu, pri kteri je stalo kva-

drat s 736′ dolgostjo ene strani, in pri kteri znaša visokost enega postranskega trikota 592′?

5. Izštevilite poveršje kocke, ktere stran meri 4′ 5″ 7‴!

6. Izračunite poveršje tetraedru, pri kterem je eden rob 8″ dolg, in pri kterem je trikot $6\,{}^1/_{10}$″ visok?

Poveršje okroglih trupel.

Poveršje valjarja se dobi, če se izračuni površina enakima krogoma in ovitku; zneske vseh treba je sešteti. Ovitek se pri ravnem valjarju izračuni, ako se krogov obseg pomnoži z visokostjo valjarjevo.

Koželjevo poveršje se dobí, ako se k površini krogovi došteje ovitek, ki se pri navpičnem keglju izračuni, ako se obseg na stalu našteje s polovico stožceve straní.

Poveršje krogle pa se najde, ako se premer krogle najpervo s seboj pomnoži in potem s številom 3·14.

Izgledi.

a) Visokost valjarja znaša 10″, premer stala je 6″; kako veliko je poveršje?

Obseg kroga: 6 × 3.14 = 18·84□″;
poveršina kroga: 28·26□″.

Ovitek: 18·84 × 10 = 188·4 □″
dvojnato stalo: 28·26 × 2 = 56·52□″

celo poveršje: 244·92□″

b) Pri navpičnem keglu meri stran 2′, in stalo (premér) 1′; koliko znaša ovitkovo poveršje?

Obseg stala: 1 × 3·14 = 3·14′.
Ovitek: 3·14 × $^2/_2$ = 3·14□′.

c) Koliko znaša poveršje krogle, ktere premér je 8″ dolg?

Poveršje krogle je:

8 × 8 × 3·14 = 64 × 3·14
256
192

200·96□″.

N a l o g e.

1. Koliko znaša poveršje enakostranskega valjarja, kterega os je 4' $5\frac{1}{2}$''?

2. Koliko znaša poveršje posode, v podobi valjarja, ki je $\frac{3}{4}$' visoka in $\frac{1}{3}$' raztegnjena ali široka?

3. Koliko poveršja ima stožec, kteri meri po straní 2' 3'', in na stali v premeru 1' 5''?

4. Na nekem poslopji je verh v podobi keglja, ki meri po strani 1° 2', in na stalu v obsegu 1° 3' 4''. Koliko kositra bode treba, da se ta verh ž njim okrije?

5. Obla meri v premeru 11'' 9'''; koliko znaša njeno poveršje?

6. Krogla, ktere polomér je 3' 4'' dolg, naj se pozlati. Kako veliko bode pozlačeno poveršje?

Telesnina ali kubični zapopadek.

Prostor, kterega zavjema kakovo truplo, imenujemo t e l e s n i n o ali kubični zapopadek. Kakor merimo čerte s čertami, plani s planmi, tako tudi trupla s trupli. Za mero edinico pri truplih nam služi k o c k a ali k u b i k, pri kteri je ena stran dolga en p a l e c ali en č e v e l j, en s e ž e n j ali ena m i l j a, ki se potem tudi imenuje k u b i č n i p a l e c ali k u b i č n i č e v e l j, k u b i č n i s e ž e n j ali k u b i č n a m i l j a.

Kako se preračuni telesnina pri k o c k i?

Mislimo si kocko, ki meri na vsako stran po dva palca. Na stalo te kocki moreta se postaviti $2 \times 2 = 4$ kubični palci, a verh teh more se položiti še ena taka versta, toraj je vseh kubičnih palcev 2×4 ali $2 \times 2 \times 2 = 8$ k. palcev. Ako bi bila stran kocke 3'' dolga, znašala bi telesnina $= 3 \times 3 \times 3 = 27$ kub. palcev.

Pri dolgosti 4'', bilo bi $4 \times 4 \times 4 = 64$ k. palcev.

T e l e s n i n a k o c k e s e t o r a j d o b i, a k o s e d o l g o s t e n e s t r a n i t r i k r a t s a m a s e b o j m n o ž i.

Iz tega sledí, da ima

1 kubični seženj (k^0) $= 6 \times 6 \times 6 = 216$ k'
1 „ čevelj (k') $= 12 \times 12 \times 12 = 1728$ k''
1 „ palec (k'') $= 12 \times 12 \times 12 = 1728$ k'''
1 kubična milja (k. m.) $= 4000 \times 4000 \times 4000 = 64.000.000.000$ k^0.

Izgleda.

a) Kocka meri 8'; koliko ima telesnine?
$8 \times 8 \times 8 = 64 \times 8 = 512$ k' ali $512 : 216 = 2$ k^0 80 k'.

b) Koliko znaša kubični zapopadek kocke, ktere stran meri 2^0 5'?

$$2^0\ 5' = 17' = 17 \times 17 = 289 \times 17$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ \hline 289 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 2023 \\ \hline 4913\ \text{k'}. \end{array}$$

Naloge.

1. Koliko telesnine ima kocka, ktere stran znaša 2' 5''?
2. Kocki, ki meri 4^0 3' 5'', naj se izračuni telesnina.
3. Ako en kubični čevelj vode 56 funtov tehta, vpraša se, koliko bode tehtala voda v kocki, ki meri 3' 8'' 3'' po straneh?
4. Stran pri kocki je 7'', 4'''; koliko znaša poveršje in telesnina take kocke?

Kako se dobi telesnina prizmam?

Mislimo si najpervo najpraviljnejšo prizmo, tako zvani pravokotni paralelopiped. Na stali naj meri ena stran 6' in druga 4'. Poveršina stali znaša toraj $6 \times 4 = 24$□', kamor se more postaviti 24 k'; ker je pa paralelopiped 5' visok, tedaj je mogoče 5 takih plast naložiti, to je $5 \times 24 = 120$ kubičnih čevljev. Telesnina znaša toraj 120 k'. Iz tega sledí, da se telesnina takim prizmam izračuni, ako se dolgost s širokostjo in visokostjo množi ali pa se poveršina na stalu pomnoži z visokostjo.

To poslednje velja o paralelopipedu, velja pa tudi za vse druge različne prizme, navpične in nagnjene, štiristrane ali raznostrane.

Izgledi.

a) Koliko telesnine ima navpična štiristrana prizma, ki je 5' dolga, 4' široka in 3' visoka?

$5 \times 4 = 20 \times 3 = 60$ k'.

b) Koliko telesnine ima enaka prizma s sledečim razprostrenjem: dolga je 4'' 5''', široka 3'' 4''', visoka 5'' 6'''?

$$
\begin{array}{ll}
4'' \; 5''' = 53''' & 53 \times 40 = 2120 \times 66 \\
3'' \; 4''' = 40''' & \quad 2120 \qquad 12720 \\
5'' \; 6''' = 66''' & \qquad\qquad\quad 12720 \\
 & \qquad\qquad\quad 139920 \text{ k}'''
\end{array}
$$

$139920 : 1728 = 80$ k'' 1680 k'''

$16 \times 80'''$.

c) Napraviti se ima zid, čegar dolgost bi znašala 16^0, debelost 3' in visokost 2^0. Koliko opek se bode potrebovalo, ako je ena opeka 10'' dolga, 5'' široka in 2'' debela, in ako se ne ozira na mavto, ki se poleg rabi?

$16^0 \times \frac{1}{2}^0 = 8$, $8 \times 2 = 16$ k$^0 = 16 \times 216 = 3456$ k'

$$
\begin{array}{r}
1296 \\
\hline
3456
\end{array}
$$

$= 3456 \times 1728 = 5971968$ k'' = telesnina zidú.

$10 \times 5 = 50$, $50 \times 2 = 100$ k'' telesnina ene opeke.

$5971968 : 100 = 59719$ opek.

d) Tram (na štiri strani obsekani hlod) je 4^0 dolg, in meri na vsakem konci enako po 8'' in 6''. Koliki je njegov kubični zapopadek?

$4^0 = 24' = 24 \times 12 = 288''$

$$
\begin{array}{r}
48 \\
\hline
288
\end{array}
$$

$288 \times 8 = 2304 \times 6 = 13824$ k''

$13824 : 1728 = 8$ k' je telesnina ovega trama.

Naloge.

1. Koliko telesnine ima štiristrana navpična prizma, ki je 7'' 4''' dolga, 6'' široka in 1' visoka?

2. Prizma, čegar stalo je trikot s podložnico 6'' in 4'' visokostjo, je 9'' visoka; koliko ima kubične mere ali telesnine?

3. Štirivoglata vodna posoda je 5' dolga, 4' široka, in 1° globoka. Koliko vedrov vode obsega, ako ima en veder 1·792 k' telesnine?

4. Tako zvani seženj derv je 6' visok, 6' širok; koliko kubičnih čevljev ima tak seženj, ako so polena 4' 8'' dolga?

Kako se dobi **piramidam** telesnina?

Dokazati se dá, da je vsaka piramida le tretji del tiste prizme, ki ima s to piramido enako stalo in enako visokost.

Zavoljo tega se telesnina piramide izračuni, **da se poveršina na stalu pomnoži s visokostjo, in od pomnožeka (produkt) vzame se samo tretjina.**

Izgledi.

a) Koliki je kubični zapopadek piramide, ki ima na stali 2□' poveršine, in ktere visokost je 5'?

$2 \times 5 = 10'$; $10 : 3 = 3\frac{1}{3}$ k'.

b) Pri navpični štiristrani piramidi je stalo 2' 4'' dolgo in 1' 5'' široko; visokost piramide pa je 3'; koliko ima telesnine?

2' 4'' = 28''   28 × 17
1' 5'' = 17''   196

476'' × 36

1428
2856

17136 : 3 = 5712 k''.

Naloge.

1. Stalo pri piramidi je 4□' 25□'', visokost 2' 5''; koliko ima ta piramida telesnine?

2. Izračuni naj se telesnina piramide, pri kteri je stalo kvadrat s stranjo 2' 4" dolgostjo, in ktera je 5' 3" visoka!

3. Piramida ima na stalu trikot s podložnico 3' in visokostjo $2\frac{1}{2}$". Visokost piramide pa je 5' 4" 3'''. Koliko ima telesnine?

Telesnina valjarja.

Misliti si moremo vsak valjar kot prizma, ki ima za stalo krog. Tedaj velja za telesnino valjarja ravno tisto pravilo, kakor za prizmo, namreč: telesnina se pri valjarju izračuni, ako se poveršina na stalu pomnoži z valjarjevo visokostjo.

Izgledi.

a) Valjar je 5' visok, polomer kroga je 2'; koliko ima telesnine?

Poveršina kroga = 2 + 2 × 3·14 = 12·56□'
12·56 × 5 = 62·80 k' ima telesnine.

b) Premér enakostranega valjarja je 7"; koliko ima telesnine? Poveršina kroga se tudi izračuni, da se polomér s seboj in s 3·14 pomnoži.

3·5 × 3·5 × 3·14 =	35 × 35	
	105	12·25 × 3·14
	175	3675
	12.25	4900
poveršina krogu =		38·4650 □"

38·4650 × 7 = 269·2550 k" telesnine.

c) Koliko telesnine ima železna cev v podobi valjarja, ki je 4' dolga, ki ima 3" debelosti, in 5" odpertine?

Tukaj imamo dva geometrijčna valjarja, kterima je treba poiskati telesnino, namreč zunajnega in znotrajnega. Telesnina druzega odšteje se od pervega, in dobi se kubični zapopadek železne cevi.

Telesnina zunajnega valjarja = 4559·28 k″
„ notranjega „ = 942·— k″
Telesnina cevi = 3617·28 k″

$5 + 3 + 3 = 11$ 5·5 × 5.5
275
275
30·25 × 3·14
9075
12100
Poveršina zunajnega kroga = 94·9850 □″

94·985 × 48
379940
759880
4559·280

Poveršina notranjega kroga = 19·625 □″

2·5 × 2·5
50
125
6·25 × 3·14
1875
2500
19·6250

19·625 × 48
78500
157000
942·000

d) Okrogli hlod je dolg $2\frac{1}{2}^{0}$; na enem koncu ima premer 8″, na drugem 12″. Koliko ima hlod telesnine?

Telesnina hlodov ali drevesnih debel se skoraj na enaki način preračuni, kakor se to pri valjarjih zgodi.

Seštejeta se premera na obeh koncih, znesek se razpolovi. To število se po tem vzame za premer valjarja, kterega dolgost je tista kakor hloda.

Tedaj se navedena naloga tako izverši:

$8 + 12 = 20'$ $^{20}/_{2} = 10$
$^{10}/_{2} = 5$, $5 \times 5 \times 3·14 = 3·14 \times 25$
628
1570
78.50 □″ poverš. mislečega stala.

78·5 □″ × $2\frac{1}{2}^0$ = 78·5 × 180 = 14130 k″.
14130 : 1728 = 8 k′, 306 k′ ima hlod telesnine.

N a l o g e.

1. Premer valjarja je 4′ 5″, visokost 1^0 1′ 4″; koliko znaša telesnina?

2. Vodenjak je globok 2^0, širok (premer odpertine) je 3′, 8″. Koliko kubičnih čevljev vode derži, ako je poln?

3. Železna cev je 8′ dolga, ½″ debela, odpertina meri 4″; koliko telesnine ima to železo?

4. Hlod meri na enem koncu 15″, na drugem 22″; dolg je 3^0; koliko ima telesnine?

K o ž é l j ali s t o ž e c je piramida, pri kteri je stalo krog.

Telesnina stožca se bode toraj izračunila, a k o s e p o v e r š i n a s t a l a p o m n o ž i z v i s o k o s t j o, in ako se o d d o b l j e n e g a p o m n o ž e k a l e t r e t j i n a v z a m e.

I z g l e d.

Krog stožca ima v premeru 1′, visok je pa 3′; koliko ima telesnine?

Poveršina kroga = 6 × 6 × 3·14 = 3·14 × 36

```
942
1884
─────────
113·04 □″
```

```
113·04 × 36
───────────
 33912
  67824
───────────
4069.44 : 3 = 1356·48 k″.
```

Telesnina je 1356·48 k″.

N a l o g i.

1. Iši telesnino stožcu, čegar premer je 5′ 4″ in visokost pa 1^0 2′ 4″!

2. Premer stožca je 5·4′ in visokost ravno toliko; koliko je telesnine!

Telesnina krogle se dobí, če se nje poveršje s tretjim delom polomera ali s šestim delom premera pomnoži, ali pa če se premer trikrat seboj in potem še z 0·5236 pomnoži.

Izgled.

a) Premer krogle je 6'; koliko ima telesnine?

$$6 \times 6 = 36$$

$$\begin{array}{l} 3{\cdot}14 \times 36 \\ \hline 942 \\ 1884 \\ \hline 113{\cdot}04 \end{array}$$

113·04 □' = poveršina krogle

$113{\cdot}04 \times {}^{6}/_{6} = 113{\cdot}04 \times 1 = 113{\cdot}04$ k' = telesnina krogle;

ali pa: $6 \times 6 \times 6 = 36 \times 6 = 216$

$$\begin{array}{r} 216 \times 0{\cdot}5236 \\ 10472 \\ 31416 \\ \hline 113{\cdot}0976 \end{array}$$

113·0976 k' telesnina krogle.

Nalogi.

a) Premer krogle 4'' 7'''; koliko kubičnih palcev ima?

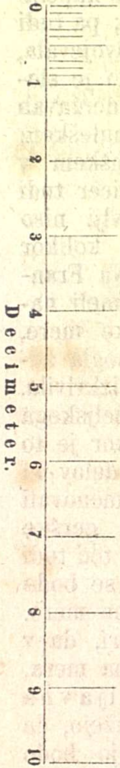
b) Polomer krogle je 1° 5' 4''; koliko znaša telesnina?

Dodatek.

Metrična mera.

Že davno so bili učeni in modri možje spoznali, kako koristna bi bila edinost v meri in vagi pri vseh omikanih narodih. To bi pospeševalo kupčijo in obertnost med raznimi narodi in deželami; pa tudi vednosti in umetnosti bi se ljudstva lože prisvojevala, ako bi edinost vladala v meri in vagi. Znano je slehernemu, da imamo še dan danes v raznih deržavah razne mere, p. na Avstrijskem „čevelj“, na Angleškem „jard“, na Francoskem „meter“. Na Nemškem v posamnih deržavah in na Ruskem imajo sicer tudi edinsko mero z imenom „čevelj“, a ti čevlji niso enaki, marveč je toliko razno dolgih čevljev, kolikor je deržav, ktere se te mere poslužujejo. Na Francoskem so učenjaki že konec 18. stoletja imeli nalogo, da bi iskali dobre, zanesljive edinske mere, zlasti edinice dolgosti, t. j. take, ki bi se mogla zopet napraviti, ako bi se kedaj izgubila ali izkrivila. Merili so Francozi v ta namen četerti del zemeljskega poldnevnika (meridijana) tako na tanko, kolikor je to mogoče; razdelili so ga na deset milijonov delov in en taki del vzeli so za edinico dolgosti in imenovali ga „meter“. Besedà ta je izpeljana od gerške „metron“, ki pomenja po našem „mero“; od tod tudi „metrična mera“. Tudi na Avstrijskem se bode treba v treh letih dobro seznaniti z metrično mero. Nova postava o meri od 23. jul. 1871 govorí, da v letih 1873, 74, 75 se že sme rabiti metrična mera, od leta 1876 naprej pa bode le ta edino veljavna mera na Avstrijskem. Vse okolišćine tedaj kažejo, da se bode treba te mere učiti. Naj pervo pa jo bodo morali *učitelji* umeti; kajti njih dolžnost bode, da jo bodo mladim in starim razkladali. Ne bode torej od več, da kažem poglavitne pojme o metrični meri. Kakor pri drugih merskih sistemah, razločujemo tudi pri metrični sistemi: *dolgostno*, *kvadratno* (štirjaško), *kubično* (kockovno), *posodno* in *utežno mero* (Gewichtsmass).

Dolgostna mera.



Edinica nove dolgostne mere je *meter*. Meter je 3·163 avstrij. čevljev ali 3′, 1″, 11½‴. Pri pisanji se zaznamova z začetno čerko „M“, p. 35 M.

Meter se razdeljuje na 10 enakih delov; desetina metra se imenuje *decimeter*. („Deci“ pomenja desetino.) Decimeter je ta kole dolg:

1 decimeter je torej = $^1/_{10}$ (0·1) metra in 1 meter = 10 decimetrov.

V pisanji se decimeter naj boljše in naj razumniše zaznamova na ta način kakor drobci, kajti decimeter je v istini drobec. Znamek za decimeter bi bil = d/M., p. 8 d/M.

Desetina decimetra ali stotina metra zove se *centimeter* („centi“ pomenja stotino). Centimeter je razviden iz zgornje slike. 1 centimeter je = $^1/_{10}$ decimetra ali $^1/_{100}$ metra; meter = 10 decimetrov = 100 centimetrov. Centimeter se na kratko zapisuje: c/M, p. 65 c/M.

Deseti del centimetra imenuje se *milimeter*. Milimeter je torej 10. del centimetra, 100 del decimetra, 1000 del metra

(„mili“ pomenja 1000 del, tisočino). Velikost milimetra je razvidna tudi še iz zgornje slike.

1 milimeter = $^1/_{10}$ (0·1) centimetra = $^1/_{100}$ (0·01) decimetra = $^1/_{1000}$ (0·001) metra.

1 meter = 10 decimetrov = 100 centimetrov = 1000 milimetrov.

Milimeter se zaznamova: m/M., p. 315 m/M. Skupno se pokažejo te-le mere v sledeči razmeri:

1 M. = 10 d/M. = 100 c/M. = 1000 m/M.
1 d/M. = 10 c/M. = 100 m/M.
1 c/M. = 10 m/M.

Te mere zadostujejo za majhne dolgosti; za veče daljave treba je meter pomnoževati.

Deset metrov imenujemo dekameter („deka“ je gerška beseda, po našem: deset).

1 dekameter je torej = 10 metrov;
1 meter = $^1/_{10}$ (0·1) dekametra.

Dekameter se na kratko zapiše: DM., p. 7 DM.

10 dekametrov ali 100 metrov je hektometer („hekto“ je po našem: sto). 1 hektometer = 10 dekametrov = 100 metrov;

1 meter = $^1/_{10}$ (0·1) dekametra = $^1/_{100}$ (0·01) hektometra.

Hektometer se zapisuje: HM.

Deset hektometrov ali tisoč metrov je kilometer („kilo“ je tisoč).

1 kilometer je potem = 10 hektometrov = 100 dekametrov = 1000 metrov;

1 meter = $^1/_{10}$ (0·1) dekametra = $^1/_{100}$ (0·01) hektometra = $^1/_{1000}$ (0·001) kilometra.

Kilometer se zaznamova: KM.

Deset kilometrov ali deset tisoč metrov je mirijameter, ki se zaznamova: MiM.

Skupni pregled vseh dolgostnih mer bi bil:

1. množine metra.

1 MiM. =	10 KM. =	100 HM. =	1000 DM. =	10000 M.
	1 KM. =	10 HM. =	100 DM. =	1000 M.
		1 HM. =	10 DM. =	100 M.
			1 DM. =	1 M.

2. deline metra:

1 M. =	10 d/M. =	100 c/M. =	1000 m/M.
	1 d/M. =	10 c/M. =	100 m/M.
		1 c/M. =	10 m/M.
			1 m/M.

Z našo mero je metrična mera na dolgost v sledečem razmerji:

1	meter	= 0·5272	dunajskih	sežnjev,
1	„	= 3·1636	„	čevljev,
1	„	= 1·2860	„	vatlov,
1	kilometer	= 0·1318	poštnih	milj,
1	mirijameter	= 1·3182	„	„

Kvadratna mera.

Da zmerimo velikost plani, nam služijo pri tej sistemi kvadrati, kterih stran je ta ali una metrična dolgostna mera.

Meterkvadrat (M^2) je kvadrat, čegar vsaka stran meri 1 meter ali 10 decimetrov.

Kakor se v matematiki izračuni, ima meterkvadrat 10×10 (10^2) = 100 decimeterkvadratov (d/M^2). 1 d/M^2 je pa $^1/_{100}$ M^2. 1 decimeterkvadrat ima 100 centimeterkvadratov (c/M^2); 1 c/M^2 je potem $^1/_{100}$ d/M^2; 1 c/M^2 = 100 m/M^2.

Cela lestvica kvadratnih mer bi bila taka-le:

1 MiM^2 =	100 KM^2 =	1000 HM^2 =	1000000 DM^2 =	100000000 M^2
	1 KM^2 =	100 HM^2 =	10000 DM^2 =	1000000 M^2
		1 HM^2 =	100 DM^2 =	10000 M^2
			1 DM^2 =	100 M^2
				1 M^2

$$1\ M^2 = 100\ \overline{d/M^2} = 10000\ \overline{c/M^2} = 1000000\ \overline{m/M^2}$$
$$1\ \overline{d/M^2} = 100\ \overline{c/M^2} = 10000\ \overline{m/M^2}$$
$$1\ \overline{c/M^2} = 100\ \overline{m/M^2}$$
$$1\ \overline{m/M^2}$$

Ako primerjamo lestvico kvadratnih mer z lestvico dolgostnih, vidimo, da je tukaj stotinska razdelitev, tam pa le desetinska. Vsaka viša mera se tukaj razdeljuje na 100 nižih manjših delov. Tako ima p. $M^2 = 100\ \overline{d/M^2}$, $KM^2 = 100\ \overline{HM^2}$ i. t. d. Kvadrati se zaznamnjajo z malo številko 2, ki se zgor na desno postavi znamenju dolgostne mere p. meterkvadrat je M^2. Pri vseh zloženih znamenjih se nad vsemi čerkami nareja čerta, ki naznanja izraz kvadratne mere.

Dekameterkvadrat ($\overline{DM^2}$) se pri poljski meri imenuje „ar“. Ar je 100 M^2, 100 ar je hektar in 10000 ar je mirijar,

Če sedanje kvadratne mere primerjamo z metričnimi, vidimo, da:

1 M^2 = 0·278 $\square^0$ (kvadrat sežnjev).
1 M^2 = 10·009 $\square'$ (kvadrat čevljev).
1 ar = 27·803 $\square^0$
1 hektar = 1·737 avstr. oralov.
1 mirijar = 1·737 avstr. kvadrat. milj.

Kubična mera.

Prostornino merimo s kockami (kubikami), kterih robi so dolgostne mere.

Kubikmeter je torej kocka, pri kteri je slehern rob dolg 1 meter. Matematično se lahko izračuni, da ima kubikmeter $= 10 \times 10 \times 10\ (10^3) =$ 1000 decimeterkubikov. Kubična mera se na kratko tako zapisuje, da se dolgostnemu znamenju postavi na desno zgor številka 3 in sicer vedno na enaki način, kakor pri znamenjih kvadratne mere.

Kubikmeter se piše: M^3; kubikdecimeter: $\overline{d/M}^3$; kubikdekameter: $\overline{DM}^3$.

Lestvica za kubično mero:

$$1\,M^3 = 1000\,\overline{d/M}^3 = 1000000\,\overline{c/M}^3$$
$$1\,\overline{d/M}^3 = 1000\,\overline{c/M}^3$$
$$1\,\overline{c/M}^3 = 1000\,\overline{m/M}^3$$
$$1\,\overline{m/M}^3$$

$$1\,\overline{MiM}^3 = 1000\,\overline{KM}^3$$
$$1\,\overline{KM}^3 = 1000\,\overline{HM}^3$$
$$1\,\overline{HM}^3 = 1000\,\overline{DM}^3$$
$$1\,\overline{DM}^3 = 1000\,M^3$$
$$1\,M^3$$

Pri kubični meri zapazimo tisočinsko razdelitev in množitev. Za lesno mero, za derva služi le posebni oddelek cele metrične kubične mere, ta je „ster“, ki je toliko, kakor 1 meterkubik; 1 dekaster je 10 M^3, in decister je desetina ($^1/_{10}$) M^3. Primerjajmo novo kubično mero še s sedanjo:

1 meterkubik = 0·146 kubiksežnjev.
1 meterkubik = 31·666 kubikčevljev.
1 decimeterkubik = 53·086 kubikpalcev.

Posodna mera.

Da se zmeri velikost posod, zedinili so se, da so prazni (votli) decimeterkubik, ki so ga „liter“ imenovali, vzeli za edinico. Liter je torej posodna mera, ktere prostornina znaša ravno 1 $\overline{d/M}^3$ ali 1000 $\overline{c/M}^3$. Od litra se izpeljujejo vse druge delivne in množivne mere te verste, ki so: deciliter, centiliter, mililiter; dekaliter, hektoliter, kiloliter, mirijaliter. Pri pisanji se liter enako metru skrajšuje, kakor kaže sledeča lestvica:

1 KL (M^3) = 10 HL	= 100 DL	= 1000 L	
1 HL	= 10 DL	= 100 L	
	1 DL	= 10 L	
		1 L	(d/M^3)

1 L (d/M^3) = 10 d/L	= 100 c/L	= 1000 m/L	
1 d/L	= 10 c/L	= 100 m/L	
	1 c/L	= 10 m/L	
		1 m/L	(c/M^3)

Ako primerjamo tudi novo posodno mero s sedanjo, vidimo, da:

1 hektoliter = 1·626 vaganov
1 hektoliter = 1·767 veder
1 liter = 0·016 vaganov
1 liter = 0·706 bokalov (blizo 3 „maselce")

$^1/_2$ HL (50 L) bode po novem nadomestoval sedanje vedro; 1 liter bode spodrinil bokal; $^1/_2$ litra bo.e $1^1/_2$ maselca, t. j. sedanji „verček; 4 decilitri bode malo več od sedanjega „maselca".

Utežna mera.

Edinico za utežno mero so tako-le vstanovili: Izvagali so polni liter čiste, 4° C. gorke vode v brezzračnem prostoru. Na to so dalje izračunili težo vode 1 centimeterkubika ali mililitra. To težo so imenovali „gram", ki je edinica utežnih mer.

10 gramov = dekagram;
100 gramov ali 10 dekagramov = hektogram;
1000 gramov ali 100 dekagramov ali 10 hektogramov = kilogram.

1 liter	vode	vaga	1 kilogram,	KG
1 deciliter	„	„	1 hektogram,	HG
1 centiliter	„	„	1 dekagram,	DG
1 mililiter	„	„	1 gram,	G.

Lestvica za utežne mere.

Uteži:

1 tona = 10 metr. centov	= 100 MyG	= 1000 KG	
1 „ cent	= 10 MyG	= 100 KG	
	1 MyG	= 10 KG	
		1 KG	
1 KG = 10 HG	= 100 DG	= 1000 G	
1 HG	= 10 DG	= 100 G	
	1 DG	= 10 G	
		1 G	

Tem primerni prostor:

$1\ M^3$ =	1000 d/M^3	ali	1 KL
	100 d/M^3	„	10 HL
	10 d/M^3	„	1 DL
	1 d/M^3	„	1 L
	1000 c/M^3	ali	1 L
	100 c/M^3	„	1 d/L
	10 c/M^3	„	1 c/L
	1 c/M^3	„	1 m/L.

Novi uteži so s sedanjimi v tem razmerji:

1 gram = 0·057 (blizo $^1/_{20}$) lotov;

1 kilogram = 1·785 (blizo $1^3/_4$) funtov;

1 metrični cent = 178·567 funtov;

1 tona 17 centov 85·67 funtov;

1 kilogram = 2 colna funta (1 colni funt = 0·89 dun. funtov).

1 dekagram (10 gramov) = 0·57 ($^1/_2$) navadnih funtov. Dekagram se po Nemškem imenuje „novi lot". Ta bode pri nas spodrinil $^1/_2$ lota.

Naj spregovorim končno še nekaj besedí o koristi metrične mere! Kdor je pazno premišljeval sestavo novih mer, razvidi, da so vse te različne mere, dolgostne, kvadratne itd. osnovane na eni podlagi, namreč na podlagi dekadične števílne sisteme.

Pri tej razločujemo enote (M, L, G), desetice (DM, DL, DG), stotice (HM, HL, HG), tisočice (KM, KL, KG) itd.; potem desetine (zehntel) (d/M, d/L, d/G); stotine (c/M, c/L, c/G) itd. Kdor tedaj razumeva dekadično števílstvo, seznanil se bode kmali z novo mero. Pri novi merski sistemi so vsi deli v enakem razmerji med seboj; vsak viši del se razdeluje na 10, 100 ali 1000 nižih delov. Pri sedanjih merah pa imamo števila 6, 12 (dolgostna mera), 36, 144 (kvadratna mera), 216, 1728 (kubična mera), 100, 32, 4 (uteži). Vsa ta števila pa si težko zapomnujemo, ter le počasi ž njimi računimo. Z novimi merami se bodo pa zeló veliki računi naglo izverševali. Sedanje mere so bile znajdene le po naključji, ter so jih le samovoljno, brez zdatnega vzroka za edinske mere vpeljali; nove mere pa imajo zanesljivo naturno in znanstveno podlago.

Da je metrična mera velike praktične vrednosti, nam priča tudi to, da jo rabi že blizo 120 milijonov ljudí v zapadni Evropi in v Ameriki. Z novim letom 1872. bodo to mero vpeljali tudi po vseh nemških deržavah. Ker jo tudi Avstrijansko kmali dobi, bode občevanje z vsemi temi deželami kaj lahko. Do sedaj je bila velika razlika v meri in v vagi med posamnimi deržavami; učenci po šolah, kupci, obertniki in drugi morali so se uriti mnogo raznih mer, ki so bile tù pa tam v navadi.

Metrična mera pa tudi pri nas ni čisto nova prikazen. Možje, ki se pečajo z vednostjo, rabijo jo skozi in skozi pri svojih znanstvenih poskusih. Matematikarji, fizikarji, kemikarji, zemljemerci (inženirji) se poslužujejo le metrične mere. V dr. Močnikovih „števílskih knjižicah“ za ljudske šole se nahaja mnogo nalog z metričnimi merami. Kdor jih hoče reševati, mora vsekako poglavitna načela nove mere razumeti; pa sej to učenje ne bode nikomur prizadevalo težav. Naj pervo si moremo prisvojiti pravi pojem edinske dolgostne mere „meter“, posodne mere „liter“, ter utežne mere „gram“. Zapomniti si nadalje moramo gerške množivne izraze: deka, hekto, kilo, mirija in latinske delivne: deci, centi, mili. Pervi so identični s celotami (die ganzen), drugi pa z decimali (desetinami) pri dekadičnem števílstvu. Začetkoma si bode treba zapomniti in razumeti le tiste naj navadniše mere, ki bodo sedanje kupčijske izpodrinile, p. M, d/M, c/M, DM, HM, KM; ar, ster; L, d/L, HL; G, DG, KG, metr. cent itd.

V ljudski šoli bode treba naj prej novo mero razlagati. Moja misel je celó, da bi se berž polagoma pričenjalo. Kakor sem že omenil, bode čez tri leta gotovo tudi pri nas metrična mera edino veljavna. Takrat jo bode torej treba praktično rabiti. Med tem časom pa imamo učitelji priložnost, da mladino v novi meri do dobrega podučimo. Kaj bi potem mladini pomagalo, ako jo sedaj urimo v stari meri, če pa zapustivši šolo nove mere razumevala ne bode? Vse meri nā to, da se novega dela le poprimimo z dobro zavestjo, da s tem pripomoremo veliko k splošnemu napredku!

O risanji.

Nove šolske postave velevajo, da naj se risanje učí že v ljudski šoli, in sicer več ali manj po vseh razredih. Pa tudi že pred novimi šolskimi naredbami ukazalo je bilo ministerstvo za nauk in bogočastje, da naj se v 4. razredu glavnih šol podučuje v risanji, kar naj se pričénja tudi z zmožnejšemi učenci v viših razredih malih ali farnih šol. Ako primislimo korist, ktero prinaša urnost v risanji učencem vsake verste, moramo priterditi popolnoma tej želji šolskih vradov in vlade sploh. Naj več učencev ljudske šole gre po doveršenem svojem učenji v djanjsko življenje, kjer postanejo v poznejih letih kmetje, rokodelci, obertniki i. t. d. Vsem tem koristi risanje. Akoravno za kmeta ni tolike važnosti, pa je rokodelcem in obertnikom s to znanostjo mnogo mnogo pomagano. Da je to istina, spoznamo že pri nedomačih rokodelcih in obertnikih, ki so vsestransko umnejši od naših domačih, kteri se niso v šoli učili niti risanja niti drugih naukov, kakor pa obertniki drugih narodov. Kar ima naš narod umnih obertnikov, vsi so po večem le samouki. Za djanjsko življenje zlasti za obertniški in rokodelski stan je risanje koristno in potrebno. Iz tega vzroka že ima ta nauk opravičeno mesto v učnem čertežu ljudskih šol. Verh tega je risanje v tej šoli primerno pripravljanje za tiste učence, ki prestopijo v srednje šole, v realke ali real-gimnazije. Zraven tega pa je risanje jako prijetno delo, ki lajša in kratkočasi druge manj zanimive šolske ure, ki budí veselje do lepote, reda in snage. Dognana resnica je torej, da je risanje koristno in potrebno za mladež ljudske šole, dognana je postava, da se morajo učence v tem podučevati in spoznana je tudi dolžnost učiteljev, da morajo ta nauk učiti kolikor mogoče dobro. Nastane torej zdaj vprašanje, kako se more z vspehom v risanji podučevati? ktera sredstva mora v ta namen učitelj, ktera pa učenec pri rokah imeti? in ktera so sploh glavna pravila pri risanji?

Akoravno nismo pervi risarski mojster, akoravno bi kdo drugi naših tovaršev o risanji boljše vtegnil razlagati; vendar se derznemo to zastavljeno si nalogo reševati, nadjaje se, da iz opomb, ki jih hočemo navesti, vstreženo bode vsaj nekterim slovenskim učiteljem, ki navoda o risanji še gotovo niso čitali v slovenskem jeziku.

Splošna pravila pri risanji.

Kdor hoče dobro, čedno, dopadljivo, in prav risati, gledati mora 1. na red in čednost v vsem, kar se pri risanji rabi, 2. mora biti pazljiv, previden, priden in natančen. Pregovor, ki velí: „Rȩd je duša vseh stvari", treba je zlasti risarju čez vse pomniti. Risar mora vsakemu orodju odločiti primerno mesto, da lahko vsaki čas v roko vzame, česar potrebuje, da mu ni treba iskati in iskati s čemur se ravno mnogo časa po nepotrebnem zgubí.

Drug pregovor velí: „Čednost je pol zdravja", kar za risanje pomeni: „Čednost je pol lepote". Pred vsem je treba pri risanji imeti čedne roke. Umazani persti ogerdé risarski papir in orodje. Popolnoma čist papir se pri risanji, zlasti prostoročnem, le tedaj more obvarovati, ako se še list druzega papirja pred seboj ima, da se roki nanj pokladate. To pa zavoljo tega, ker se roke naše vedno, zlasti pa v vročini poté, na kteri način se v risarski papir nabirajo madeži, kterih ni moč izbrisati. Še celó čista roka ne ubrani teh potnih madežev. Ravno taka snaga je opazovati gledé risarskega orodja, ktero je treba berž po rabi najskerbljivše očistiti. To je pomniti še posebej o risarskem peresu, v kterem se nikoli ne sme pustiti, da se navadna černa barva „tuš" posuši. Na krožilo (cirkelj) je pa gledati, da se mu ostri konci (špice) ne vlomijo ali drugače ne pokvarijo.

Kakor je pri drugih naukih treba pazljivosti, tako tudi pri risanji, in sicer še v veči meri. Sej je poglavitno delo risanja ravno marljivo opazovanje in primenjanje predmetov po njih obliki, velikosti, legi in razmeri med posameznimi deli. Le kdor pazljivo risa bodi si izgledne slike ali predmete iz narave, le ta bode kedaj v stanu svojo lastno misel izpeljati. Na dalje mora biti risar natančen v vsem, na vsako piko in čertico mu je paziti. Pridnost je ravno tako ena pervih lastnosti dobrega risarja. Lenoba ni še nobenemu pomogla do velike umetnosti ali visoke učenosti. Nasproti pa je pridnost že večkrat nadomestila pomanjkojoče naravne zmožnosti. „Vaja izuri mojstra“.

Zlato vodilo vsakemu risarju bodi: „Risaj previdno in premišljeno“. Pri vsaki piki, pri vsaki čerti treba se je pred poprašati, kam jo postaviti in kam jo potegniti. Napaka je zlasti pri risanji kmali storjena, pa ne tako hitro popravljena. Večkrat se primeri, da je od ene same pomotne pike vsa risanka pokvarjena. Koliko časa se potem zgubí in koliko se papir škodi, ako se brišejo razni pregreški. Zavoljo tega se priporoča počasno in razumno risanje, t. j. risanje s premislikom. Kdor počasi pa vedno hodi, pride gotovo do cilja, in večkrat še prej, kakor uni, ki hoče vse prenagliti. To se da prav lepo oberniti ravno na risanje. Kdor hoče svojo risarsko nalogo hitro doveršiti, jo navadno pokvari, in ne samo enkrat, še večkrat se mu to pripeti.

To so nauki, ktere je treba učencem naj pervo razložiti in tako živo priporočiti, da bi se jih za vselej zapomnili. Ker se pa to pri lahkomiselni mladini beržčas ne zgodi, treba jim je ta pravila pač prav pogostoma ponavljati. Ako se jih tudi vsako risarsko uro opominja, vendar je še morda polovica učencev, ki se odlikuje z neredom, nesnažnostjo, lenobo in drugimi nemarnostimi. Pa to učitelja nima strašiti; če tudi ni koristil vsem učencem, koristil je vsaj večini, gotovo pa polovici ukapotrebne mladine.

O risalnih orodjih in pomočkih.

Risalnega orodja imamo mnogo. Vsa razna ta orodja ne bodemo tù naštevali, ker se v ljudski šoli ne rabijo in ker se ne moremo v preobširno obravnavo spuščati. Spreten in marljiv risar doseže z malimi enostavnimi orodji več, nego okoren z Bog vé kolikimi pomočki.

Najpotrebniši risalni orodji ste: s v i n č n i k (olovka) in p a p i r. Namesto teh se v pervih razredih ljudske šole rabita čertalnik kameneni in tablica. Na dalje je treba, da je risar preskerbljen z nožem, z gumilastiko, z arabškim gumijem ali ustnim klejem, s tušem in barvami, kozarcem z vodo, z gobo, z čašicami za tuš in barve, s čopičem, s celo zbirko navadnih risarskih orodij (Reisszeug), s prenašalcem, z risalnim in drugimi ravnili, z trikotom, z risalno desko i. t. d.

Svinčnik. Najboljši svinčniki so tisti, ki so enako zernast (gleichkörnig), ki se ne lomijo radi, in ki so svitlosive barve. Gledé na izdelovanje se posebno odlikujejo angležki, norimberški Faberjevi in Hardtmutovi svinčniki. Pravi angležki, so najizverstnejši; toda se le po malo rabijo, ker imajo jako visoko ceno. Takisto je tudi s Faberjevimi svinčniki; Hardtmutovi so pa kot cenejši bolj v navadi. Pri vsakem teh svinčnikov razločuje se gledé na terdoto in barvo več verst, kakor je to sleherneinu znano.

Za risanje s prosto roko so taki svinčniki dobri, s kterimi je mogoče na navaden sušiven papir kaj zapisati ali narisati. Taki niso ne preterdi ne premehki. Take svinčnike naj bi imeli tudi začetniki pri risanji, kterim niso vgodni niti mehki niti terdi svinčniki. Za risanje prostoročno vstrezajo dovelj Hardtmutovi št. 1 v mehkem, belem lesu, kterih se zavoljo nizke cene mnogo hkrati kupiti more. Za geometrijčno ali stavbeno risanje treba je rabiti že boljše, postavim Faberjeve ali Hardtmutove št. 3, 4, 5.

Dobroto svinčnika se spozná, ako se svinčnik le malo poskuša. Dober svinčnik je povsod enako terd ali mehek, nima v sebi nobenega drobnega peska, in ne praska pri pisanji. Kedar se svinčnik vrezuje, toži se največkrat o njih slabosti, ker se pogostoma lomijo. Ne pomisli se toda, da je temu ne malokrat top nož kriv. Z ostrim nožem je torej treba svinčnike prirezovati. Ker se pa svinčnik pri risanji kmalo zopet oguli, treba ga je na kakem papirju nekoliko poostriti. Kolikor več svinčnikov in zlasti kolikor več verst ali sort se ima, tolikanj boljše. Vse pa mora učenec vrezati že domá pred risarsko uro, da si v šoli s tem časa ne trati, in ne gerdi ž njim perste in risalni papir. Za shrambo svinčnikov naj bi imel vsak učenec poseben tok ali „etui“ (futteral).

Papir. Dober papir mora biti enakozernast, to je povsod enako zložen ali sestavljen. Povsod mora biti tudi enako močan. Če se ga derží proti luči, mora biti enakoprozoren na vseh mestih, ne smeti imeti v sebi nobenih madežev ali lukenj ali drugih tvarin. Nadalje mora biti dobro sklejen ali zliman. Ako se ga na enem robu nekoliko zmoči, ne sme se mokrota hitro razširjevati, in ako se ga z gobo namoči, ne smejo se kazati nikakoršni madeži.

Za risanje v ljudski šoli se rabi gladki ali čisti papir ali pa pikčasti, ako se risa po stigmografični metodi, o kteri hočemo pozneje spregovoriti. Tergovci že tudi takega prav po nizki ceni na prodaj ponujajo. Med temi je menda v pervi versti Ignaci Fuchs v Pragi.

Kedar se koli risa, treba je imeti pod risalnim listom primerno podlogo. Pogosto se rabijo tudi risanke (zvezke), ktere se za marljive in snažne učence priporočujejo. Za take pa, kterim čistost in pridnost ni ravno prirojena in priljubljena, boljši so posamni listi; kajti če je le en list v risanki pokvarjen, že je ta polovico svoje vrednosti zgubila. Da je veče in težje risanje mogoče izveršiti, in zlasti tako, na kterem se po več mesecev deluje, treba je papir pripeti ali prilepiti na risansko desko; za to delo se rabi razmočeni arabični gumi ali tako imenovani ustni klej (Mundleim), ki se v tergovini dobiva.

Tablice in čertalniki. Ti se priporočujejo za male učence v nižjih razredih, a tudi za revne v viših, kterim starši ne morejo in srenje nočejo oskerbljevati papirja, svinčnikov in drugega orodja. Sicer pa naj zmožnejši mali učenci tudi risajo na papir, da si svoje perva umetniška (!) dela shranijo in obvarujejo, in da se učenec in učitelj o svojem delovanji izkazati moreta. Tablice iz „kartona“ (Papptafeln) so boljše, nego iz škrila, ker te otroci preradi potarejo, in ker njih leseni okvir jako ovira pri risanji in pisanji. Navadni čertalniki pa za take tablice niso dobri zavoljo terdote. Prodajajo se sicer neke krede, ki so pa močno drage in se prerade lomijo. Iz vsega tega sledí, da za dalječasno risanje ni toliko priporočati tablic, tudi manjim učencem ne. Pri začetnem risanji jih je pač treba rabiti.

Nož. Dober nož z več (2 ali 3) ostrimi rezili mora pač vsak risar imeti. Nož potrebuje, da si vreže svinčnik, obreže papir ali ga odreže z risalne deske, da si izbriše pomotne čertice in čerte i. t. d.

Gumilastika je tako rekoč potrebna in nepotrebna reč pri risanji. Kajti kedar se z gumilastiko kaj zbrisuje, škoduje se papirju, kterega se s tem nekoliko razterga. Začetnikom risarskim naj bi se raba gumilastike ne dovoljevala, ker postanejo na ta način lahkomiselni, ker vedó, da pogrešne čerte lahko popravijo. Z gumilastiko je mogoče samo čerte svinčnikove zbrisati; drugi madeži, prah itd. se lepo odpravijo z osrejo kružno. Kedar se pa z gumilastiko zbrisuje, ne sme se sim ter tje in na vsako stran dergniti, kajti s tem se pokvari ves papir.

Arabski gumi je slehernemu znan; kako se rabi, o tem mi ni treba govoriti. Ustni klej je pa podoben mizarskemu limu, se dobiva po nizki ceni v tergovini in se jako rad razmoči, še celó ako se ga samo v ustih oslini. Rabi se, da se papir na desko prilepi.

Tuš. O drugih barvah ne bodemo govorili, o tej černi barvi pa naj se nekoliko zmenimo. Poglavitni deli v tušu so saje, oglje in gumi; da pa tuš prijetno diší, dodaja se mu nekoliko mošusa, kar pa za njegovo dobroto ni merodajno. Kitajski tuši so najboljši; ločujejo se pa težko od nepravih, ki jih na Angleškem in drugod posnemajo. Dober tuš se le počasi riba in razpušča, posuši se tudi ne prehitro, i od dobrega suhega tuša se bela ruta ne očerni. Že v prodajalnici se more s tušem tako poskušati, ako se persti omočé in s tušem nanje podergne. Kedar se tuš rabi, treba je ž njim prav skerbljivo ravnati. Moker tuš je treba po ribanji čedno obrisati, če ne se rad drobí na zmočenem kraji.

Kedar se risa s tušem ali z barvami, imeti se mora pri rokah k o z a r e c z vodo, ki se rabi, da se barve in tuš za risanje raztopé, da se čopiči snažijo i. t. d. Z vodo vred naj se ima tudi g o b o, ki se rabi, da se papir ž njo zmoči, kedar se prilepi na risalno desko, da se madeži, ki so od tuša ali barv nastali, odpravijo i. t. d.

Risar nadalje potrebuje male č a š i c e in m o r s k e š k o l j k e, kamor si nariba barve ali tuša. Dobivajo se pri prodajalcih po nizki ceni.

Č o p i č. Čopiči se rabijo zlasti za risanje z barvami. Narejeni so iz razne lepše dlake nekterih žival in iz gosjih ali druzih peres. Dober čopič se spozná, ako se ga v vodo pomoči in vodo otrese; če so vsi lasje združeni v ostrem koncu, s kterim je mogoče prav drobno piko narediti, tak čopič je dober. Ako se pa napravita pri tje priliki dva konca, kakor vilice, ni čopič za nič.

Kedar so se čopiči porabili, treba jih je dobro osnažiti in izprati v vodi, da so v prihodnje še za rabo.

R i s a l n i k (Reisszeug). Zbirko risarskega orodja hočemo v slovenskem imenovati risalnik. Tako zbirko treba je imeti pri risanji z ravnilom, pri geometrijčnem in stavbenem risanji.

Po navadi so v risalniku sledeča orodja: ročno krožilo (cirkelj, šestilo), vložno krožilo (Einsatzzirkel), deržaj za risalni svinčnik (Reissstifthalter), ročno risalno pero, vložno risalno pero (Einsatzreissfeder).

Krožilu je dodan tudi mali ključ, s kterim se krožilo prišravbati ali pa odšravbati more. Tak risalnik se imenuje vendar le p o l r i s a l n i k, kajti popolni risalnik šteje okoli 25 različnih orodij, kterih pa tù našteli ne bodemo. Take risalnike rabijo le tehniki i umetni risarji. So pa še manjši risalniki z manj orodjem, ki imajo le po eno krožilo in le eno risalno pero. S tim se pa ne more veliko doseči, zlasti tedaj ne, ako je treba veča risanja izverševati.

Kakošna so orodja v risalniku, ne bodemo opisovali; kajti slehern jih je že videl. Treba pa je nekoliko omeniti, kako se rabijo.

Pri krožilu ne smeta biti kraka preveč vterjena, ne premehko nastavljena, kar oboje pravilno risanje ovira. Na dalje se kraka ne smeta preširoko odpirati, njuno odpertje naj ne znaša nad 50°; sicer se v risanje vrivajo pomote.

Risalno pero potrebuje zlasti pazljivosti, kedar se napolnuje s tušem ali barvo, da se ne pokvari; vsakikrat po doveršenem risanji ga je lepo osnažiti, da se ne posuší tuš, kterega je potem težko brez poškodovanja peresa odpraviti. Sploh je treba vse orodje v risalniku čedno in nepokvarjeno imeti. Zlasti jih je varovati pred rejo.

P r e n a š a l e c. Nekterim risalnikom je pridjan tudi prenašalec (transporteur). Pri geometrijčnem risanji ga je večkrat treba rabiti. V ljudski šoli po večem ne. Po učiteljevem navodu ga učenci tudi sami morejo narisati in iz papirja izrezati.

O risalni deski, o risalnem ravnilu, o trikotih i. t. d. ne bodemo govorili; kajti ta orodja so i tak že vsem čitateljem znana.

Iz tega, da smo mnogo risarskih orodij tù našteli in opisali, ne sledí, da bi morali vsi učenci ljudske šole ž njimi oskerbljeni biti. Omenili smo jih iz tega vzroka, da se naši učitelji, ki se tega predmeta niso učili, ž njimi soznanijo, in jih po mogočnosti tudi rabijo v svojih šolah pri zmožnejših učencih.

Kako je učiti risanje v ljudski šoli.

Marsikteri učitelj se ne more sprijazniti z mislijo, da bi v svoji enorazredni šoli na deželi, ali pa v 1., 2. ali 3. razr. ktere druge šole učil risanje. Res se to jako težavno dozdeva tistemu, ki se ni nikoli učil risanja, zlasti pa tistemu, ki si nikoli ni nagledal vsaj nekaj od mnogobrojnih risalnih predlag (vorlagen) za ljudske šole, ki so jih nemški učitelji izdali in ki jih nam tergovci vedno ponujajo.

Težavno je sicer prostoročno ali geometrijčno risanje, kakor se v realnih šolah goji. Tako risanje gotovo ni za ljudske šole, zlasti ne za niže razrede. Ako se pa vpelje risanje po Hillardtovi stigmografični metodi, kjer učenci dobodó pikčasti papir v roko, potem zginejo vse težave. Takisto veljá, ako učitelj risanje olajšuje s kvadrati ali tako zvanimi mrežami. S pomočjo pikčastega ali mrežastega papirja morejo najmanjši učenci že lepe risarske slike izdelovati. Pri učencih v viših razredih je pa tudi mogoče na popolno čisti papir vpeljati prostoročno risanje. Ako imajo učenci risarsko orodje, morejo se celó v geometrijčnem risanji vaditi.

Ako hočeš, dragi tovarš, risanje v svoji šoli učiti, omisli si naj pervo več izglednih risalnih predlag, ki bodo podlaga in vodilo pri tvoji metodi. Jako dobri, za rabo v praktičnem življenji napeljajoči, gotovo pa najceneji izgledni risalni zvezki so: „Musterhefte zum Zeichnen-Unterricht“ za ljudske, meščanske in obertnijske šole, kterih je izšló že 16 zvezkov s 160 listi pri Ignaciju Fuchsu v Pragi (Schwefelgasse Nr. 11) in veljajo le 1 gl. 60 kr., toraj vsaki list le po 1 kr. Rabiti jih morejo učitelji in učenci. Kupiti se morejo tudi posamni zvezki in posamni listi.

Ravno tako je priporočila vredno Steinovo: „Das zeichnende Kind“, ali pa Kopčičevi risalni zvezki v Gradcu; poslednji deli ste po stigmografični metodi osnovani. Dobro še vedno služi dr. Jarišova knjiga v 4. razr. Ako si si omislil perva tri našteta dela in jih nekoliko premišljeval, dobil bodeš veselje do risanja po stigmografični metodi.

Torej pa kmali napravi na tvojo platneno šolsko tablo male bele, rumene ali pa rudeče pike z oljnato barvo. Potem pa nagovarjaj, da si učenci kupijo ali table ali pa papir pikčasti. Kedar se je večina učencev s takim papirjem oskerbela, pričénja se risanje čert, kotov, trikotov, čveterokotov in drugih slik, ki so sestavljeni iz teh podob i. t. d. po metodi, ktera je v dotičnih izgledih, ali pa ktero si se iz raznih izglednih delov sam sostavil. To, kar so učenci v šoli narisali, znajo domá še enkrat in pa čednejše ponoviti. Težke slike naj včasi tudi z ravnilom izveršé, da so lepše in okusnejše. V viših razredih, pa tudi v nižjih naj prevlečejo primerna risanja z rudečo, višnjevo ali s kako drugačno tinto, ali pa tudi s tušem. Da je pa tudi risanje z barvami (koloriren) v ljudski šoli mogoče, da se pod umnim vodstvom, pri izvedenem učitelju risajo tudi glave, ornamenti, cvetice, stavbarije, nad tem ni dvombe. Dokazale so to razstave pri učiteljskih zborih v Zagrebu, Ljubljani in drugod.

Obseg.