A. Kasvand ja J. Lang

Juhatusi õpetajaile

„Väike matemaatik“
V ja VI käsitlemiseks.

Lisa: Ülesannete ja harjutuste lahendid V ja VI õppe-aastale.

KIRJASTUS „KOOL“
TARTUS 1934

Matemaatika õpetamisel ettenähtud aja jaotus töökava koostamiseks.

a) V õppeaasta.

1)	Kordamisharjutusi ja täiendusi ühes protsentarvutamisega	16 tundi
2)	Harilikud murrud ja nende seos kümnendmurdudega	32 „
3)	Ruutjuur ja selle rakendus, rööpkülik, trapets ja hulknurk	15 „
4)	Tahksammas; kuupjuure leidmine ühes rakendustega	12 „
5)	Kera, kaar, nurk; kolmnurga nurkade summa	10 „
6)	Korrapärased tahksambad; silinder, ring ja ringjoon	20 „
7)	Segaülesandeid kordamiseks	15 „
	Kokku	120 tundi
	Tagavaraks ja ettenägemata juhtudeks 20% tundidest	30 „
	Keskmine õppetundide arv	150.

b) VI õppeaasta.

1)	Sügisene kordamine	13 tundi
2)	Sirgjoon ja tasapind; maapinna loodimine .	12 „
3)	Protsentarvutamine (hoiusumma, laen jne.)	35 „
4)	Püramiid ja koonus	15 „
5)	Pythagorase lause; tähtavaldiste numbrilised väärtused, tabelid ja diagrammid	10 „
6)	Kera, tema ruumala ja pindala	8 „
7)	Kujude sarnasus ja välismõõtmised	12 „
8)	Segaülesanded kogu kursuse kordamiseks .	15 „
	Kokku	120 tundi
	Tagavaraks ja ettenägemata juhtudeks 20% tundidest	30 „
	Keskmine õppetundide arv	150.

1. Milliseid eesmärke taotleb matemaatika õpperaamat „Väike matemaatik".

Kuigi on möödunud juba pool tosinat aastaid praegu maksvate algkooli õppekavade ilmumisest, pole me siiski suutnud rahuldavalt täita neis matemaatika kohta väljendatud nõudeid. Selle põhjuseks on suure osa matemaatikaõpetajate arvates asjaolu, et me pole seni suutnud anda meie oludele vastavat algkooli matemaatika tegelikku käsitlust. Ka nõuavad äsja-avatud keskkooli esimese klassi õppekavad sisustamist.

Säärane olukord on sundinudki „Väikese matemaatiku" autoreid esinema uue algkooli matemaatika töö- ja õpperaamatuga, mis tahab abiks olla matemaatika õpetamisel seni ilmsikstulnud raskuste kõrvaldamisel. Seejuures seadsid autorid endile ülesandeks:

a) Anda **rohkesti** jõukohast ja mitmekesist materjali nii peast- kui ka kirjalikuks arvutamiseks, sidudes seejuures niipalju kui võimalik matemaatikat teiste algkooli õppeainetega.

b) Korraldada töömaterjali selliselt, et seda oleks kerge kätte jagada õpilastele nii rühmiti töötamiseks ja kontrolltöödeks klassis kui ka iseseisvaks harjutamiseks kodus. Selleks anda iga liiki harjutuste jaoks tarvilisi juhatusi, esitada kohaseid arvutamisskeeme ning mõningaid lahenduste eeskujusid.

c) Hoolitseda selle eest, et säiliks kõige tihedam side varemõpituga, tuues selleks sagedasti **kordamisharjutusi** kõigist läbitöötatud osadest, erilist rõhku pannes aga kordamisele õppeaasta algul ja lõpul, anda treeningutabeleid iseäranis sagedat kordamist nõudvatest ülesannetest ja harjutustest.

d) Välja tõsta kursuse põhjapanevamaid osi teiste vähemtähtsate hulgast; jaotada kogu töömaterjal kahte ossa: 1) materjal, mis kuulub autorite arvates sundusliku miinimumi hulka (hariliku kirjaga trükitud) ja 2) materjal, mis küll tähtis, kuid mida ajapuudusel võib ka välja jätta (peenema kirjaga trükitud).

Märkus. Kordamisharjutused, mis raamatutes on antud küll ka peene trükiga, võib vahele jätta ainult siis, kui õpetaja on veendunud, et õpilased ei vaja nende läbitöötamist.

e) Funktsionaalset olenevust käsitleda kogu õppeaja ulatusel, samuti anda juhatusi graafiliste võtete tarvitamiseks ja diagrammide joonestamiseks seal, kus nad esinevad loomuliku rakendusena läbivõetavale aineosale.

f) Õpetada last vaatlema oma ümbrust ja ümbritsevat elu ning leidma sellest arvutamismaterjali.

g) Anda vahetevahel nalja tekitavaid ja mõtteteravust nõudvaid ülesandeid selleks, et äratada õpilastes enam huvi aine vastu, teha neid ärksamaks ning mõnikord luua klassis ka lõbusat meeleolu.

h) Valmistada teed algkoolist keskkooli pääsemiseks. Selleks anda lisamaterjali täiendavateks harjutusteks ja kursuse süvendamiseks, tutvustada õpilasi ülesannete üldlahendamisvõtetega ja kergendada seega üleminekut aritmeetikalt algebrale.

Kuna matemaatika õpetamine tekitab tõsiseid raskusi eriti algajale ja töötajale liitklassides, siis püüab käesolev brošüür pakkuda õpetajaile mõningaid näpunäiteid tegelikuks koolitööks.

Õpetajate vaeva õpilaste tööde kontrollimisel tahab kergendada sellele brošüürile lisandatud **„Ülesannete ja harjutuste lahendid“ V ja VI klassile.**

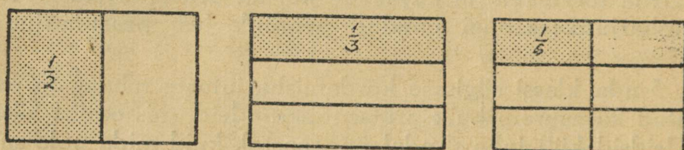
2. Sissejuhatav kordamine õppeaasta algul.

Raamatute koostajad on kindlal arvamisel, et matemaatika õpetamisel tuleb olla alalises kontaktis sellega, mis varem on läbi töötatud. Õieti tuleks töö korraldada nii, et varem kätteõpitud võtted ja teadmised ei saakski ununeda. Selleks oleks tarvis, et uus käsitletav aineosa oleks tihedalt läbi põimitud endisega. Kuid kahjuks nõuab sagedasti uue osa läbivõtmine tehteid ainult mõne kitsama arvuvallaga, ja siis on paratamatu nähtus, et üksikud osad ikkagi ununevad. Ununevad seejuures kõige enne need oskused ja võtted, mida küllalt kaua ei ole harjutatud. Siit tekib vajadus sagedama kordamise järgi. Tegeliku koolitöö juures on tähele pandud, et juba suvise vaheaja jooksul on palju kaotsi läinud sellest, mis eelmisel aastal oli omandatud. Seepärast tuleks tõsiselt korrata eelmise aasta kursust, ja seda tuleks teha juba sügisel, uue õppeaasta algul. Kordamise kõrval on võimalik paremate õpilastega ka kursust süvendada ning täiendada. Alles pärast seda, kui õpetaja on veendunud, et õpilased eelmise klassi kursust teavad, võib siirduda järgmise klassi kursusele. Seejuures ei tule mitte väga karta, et kordamisega kaotatakse palju aega ja et ei suudeta toime tulla uue tööga, sest kui õpilased on rahuldavalt omandanud eelmiste klasside töö, mis on kahtlemata kergem toime tulla ka käsitlemisele tuleva uue osaga. Raske on ütelda, kui palju aega võiks kulutada sügiseseks kordamiseks, sest on ju igas koolis ise olukord, kuid autorid arvavad, et selleks võiks kulutada ligikaudu 15 tundi. Selle ajaga saaks läbi teha terve rea nii kirjalikke kui ka peast-harjutusi. Kordamisharjutustes ongi pandud pearõhk just peast-harjutustele.

5-nda klassi sügisese kordamisharjutuste rühma on paigutatud ka suurem hulk protsentülesandeid, mis osalist käsitlust leidsid küll juba 4-ndal õppeaastal, kuid mida pole suudetud seal tarviliselt harjutada. Siin tuleks neid käsitleda nii, et õpilastel juba sügisel oleks käes protsendi leidmine arvust ja protsendi järgi arvu leidmine, samuti protsendi määramine kahe arvu suhtena. Peaks jällegi harjutama kõigil lihtsamail juhtudel arvutamist toimetama peast. Arvasime tarvilikuks paigutada protsentarvutamise ette sellepärast, et just selle osa teadmist on võimalik rakendada ja kasutada kogu 5-nda klassi kursuse jooksul nii matemaatika kui ka loodusõpetuse ja maateaduse tundidel. Pealegi on see osa küllalt suure elulise tähtsusega ja on seepärast väärt, et teda harjutatakse pikema aja kestes. Samade kordamisharjutuste lõppu on paigutatud tabel 56 tüüpilise peastharjutusega protsentarvutamise alalt, mille juurde tuleb ikka jälle pöörduda, kui õppetöö juures selgub, et õpilased pole neid küllalt hästi omandanud.

3. Iseseisva töö ülesannete korraldamine.

Meie töötingimused on valdavas enamikus kooles niisugused, kus õpilastel tuleb suur osa ainetunnist töötada iseseisvalt. Nii ei ole mõeldav, et maakooles, kus õpetajal on korraga käes kahe või enama õppeaasta lapsed, saaks õpetaja kogu tunni juhatada ja õpetada üht ning sama rühma õpilasi. Siin tuleb vähemalt pool aega neil lasta iseseisvalt töötada. Iseseisev töötamine aga matemaatikas samuti kui teisteski õppeainetes on isegi tarvilik selleks, et arendada õpilasis isetegevust, äratada neis huvi aine vastu ja kasvatada usku enda võimetesse. Sellest seisukohast tuleb soovitada, et ka linnakooles püütaks õpilasi arvutamistöödes iseseisvateks kasvatada. Ideaalne on selline seisukord, kus igal õpilasel täita oleks täiesti iseseisev, nii-öelda individuaalne ülesanne, mis ei oleneks sugugi sellest, millist tööd teevad tema kaaslased, ega sellest, kui kaugel on teised. Igal õpilasel tuleks teha ainult seda tööd, mis on temale paras ning jõukohane ja mis teda arendaks ning edasi viiks. Niisuguse indi-



a b c

Joon. 1.

viduaalse tööviisi läbiviimine puhtal kujul oleks meie praegustes oludes võimatu, kuid sellele tööviisile läheneda võiksime ja peaksimegi. Ka kõnesolevad raamatud pakuvad meile selliseks töökorraldamiseks võimalusi ja materjali. Esiteks on antud raamatutes iga uue mõiste selgitamiseks rida t ö ö ü l e s a n d e i d, mis mõneminutilise ettevalmistamise juures õpetaja poolt võiksid jääda alati õpilaste eneste teha ja lahendada. Kõik töötulemused tulevad lasta õpilastel enestel sõnastada ja üles kirjutada. Hiljem on võimalik tulemusi raamatu järgi jälle kontrollida. Nii näiteks on 5-nda õppeaasta raamatus niisuguseid tööülesandeid murdude võrdlemiseks. Osadeks jaotatud ristkülikute järgi teeb õpilane murrud $\frac{1}{2}$ ja $\frac{1}{3}$ samanimelisteks. Tema märgib igale osale juurde vastava murru nimetuse. Võrreldes siis jooniseid 1-a ja 1-c, ta täidab järgmise võrduse: $\frac{1}{2} = \frac{\ }{6}$; samuti võrreldes jooniseid 1-b ja 1-c täidab võrduse: $\frac{1}{3} = \frac{\ }{6}$. Ühtlasi lastakse õpilasel leida arv, millega tuleb korrutada murru lugejat ja nimetajat selleks, et teha murde samanimelisteks. Hiljem antakse sellele tegurile nimi ,,täiendustegur". Edasi lastakse vastavate jooniste abil võrrelda $\frac{1}{3}$ ja $\frac{1}{4}$ ja väljendada viimaseid kaheteistkümnendikes. Jälle tuleb õpilasel enesel leida kummalegi murrule täiendustegur. Veel hiljem lastakse õpilastel enestelgi teha samasuguseid jooniseid. Lõpuks võtavad õpilased kirjalikult kokku murru omaduse, et murru väärtus ei muutu, kui... Selle järele rida harjutusi murdude samanimelisteks tegemiseks, alguses kergemad, siis järjest raskemad. Autorid on arvamisel, et sääräsed lausete kokkuvõtted, nagu eelpool tuletatud, on tarvis anda tööraamatus nähtaval kohal ja sagedase kordamise ning harjutuste kaudu tulevad nad kinnitada õpilase mällu.

Teise näite võiks võtta 6-nda õppeaasta raamatust. Töö teemaks on „täisnurkse kolmnurga põhivalem". Iseseisva töö ülesanneteks on siin järgmised: 1) joonestada täisnurkne kolmnurk vabalt võetud kaatetitega (näit. 3 cm ja 4 cm); 2) määrata hüpotenuusi pikkus ja joonestada külgedele ruudud; 3) leida ruutude pindalad; 4) võrrelda kaatetitele joonestatud ruutude pindalade summat hüpotenuusile joonestatud ruudu pindalaga. Seejuures töötab iga õpilane omaenda kolmnurga kallal. Kõik tulemused kirjutatakse vastavasse tabelisse, mille eeskuju on antud raamatus. Tabeli kokkuvõttena võrreldakse tulemusi ja kirjutatakse üles tuletatud seadus. Umbes samal viisil on läbi töötatud ka teised käsitlemisele tulevad küsimused.

Kõigi tulemuste rakendamiseks on raamatutes antud rikkalikult harjutusi. Neid on püütud pakkuda väga mitmesuguseid, kuid ikka nii, et on võimalik anda õpilaste rühmadele kui ka isegi üksikutele õpilastele eri ülesandeid. Arusaadavalt nõuab säärane töökorraldus õpetajalt enam vaeva, kuid töötulemused loodetavasti lohutavad teda peagi. Õpetaja töö kergendamiseks õpilaste tööde kontrollimisel, nagu ülalpool juba mainiti, on antud selle raamatu lisana 5-nda ja 6-nda õppeaasta ramatutele kõigi nende ülesannete ja harjutuste lahendid (vastused), mille leidmine nõuaks õpetajalt asjata ajakulu.

Tööülesannete kohta olgu veel lisatud niipalju, et neid on töökorraldamise viisi suhtes kahesuguseid: 1) ülesanded, millele õpilane peab ise otsima andmed teda ümbritsevast elust, ja 2) ülesanded, milles on andmed antud ja milles nõutakse lahendite leidmist. Sisult on need ülesanded aga kõik seotud õpilase ümbrusega ja teiste õppeainetega, iseäranis loodusõpetusega.

4. Kordamisharjutused õppeaasta kestel.

Järgmiseks iseäralduseks raamatute juures on see, et iga 3—4 tunni takka on antud rühm kirjalikke ja peast-harjutusi varem läbivõetud aineosa kordamiseks. Autorid peavad seesuguseid harjutusi iseäranis väärtuslikeks. On tähele pandud, et palju otstarbekohasem on kätteõpitud võtteid ja oskusi kogu aeg meeles pidada ja kas või uue aineosa omandamises aeglasemalt edasi minna kui selle läbivõtmisel vana hooletusse jätta. Jõutakse näiteks seegi väike harilikkude murdude kursus, mis 5-nda õppeaasta algul kätte õpetatakse, kahe aasta jooksul kogu aeg meeles pidada sel teel, et aeg-ajalt antakse ikka jälle vastavaid harjutusi teha kas peast või kirjalikult, siis on loota, et õpilased viivad need teadmised ja võimed enesega kaasa ka ellu. Sedasama võiks ütelda ka mitme ja mitme teise osa kohta, mida käsitletakse ühes või teises klassis. Kuigi kümnendmurdudega on õpilasel tegemist alates juba kolmandast ja neljandast klassist, kuid siiski esinevad üksikud tehted nii harva, et ka need kipuvad ununema. Nii on korduvalt tähele pandud, et mitmesugused jagamise juhud lähevad õpilasil segi, ununevad ka mõõdud, iseäranis pinna- ja ruumalamõõdud ja nende vahekorrad, kui neid mõni aeg mitte tarvis ei tule. Erilist ja sagedat kordamist nõuavad samuti protsentarvutused, peaasjalikult just põhiülesanded. On aga need viimased selged, siis väga sagedasti saab õpilane üle ka teistest küsimustest, mis on nendest tuletatavad.

Sagedased on kaebused, et meie õpilased on väga pliiatsi ja sule kammitsas. Mõnikord väga lihtsaidki tehteid nad ei suuda teha muidu kui kirjalikult. Päris lihtis on näiteks 12 · 15 korrutis kohe välja kirjutada, kui vähegi on harjutud peast arvutama. Olgu toodud veel üksikuid näiteid, mis suurem osa meie algkooli lõpetajaist teevad alati paberil, tarvitades seejuures kõiki kirjaliku arvutamise võtteid, mis on antud suuremate arvude jaoks. Nii:

a) 1,2 · 30
60
30
36,0, kuna peaks kohe kirjutama 1,2 · 30 = 36.

b) 112 : 4 = 28
8
32
32 , kuna peaks kirjutama 112 : 4 = 28.

c) 25% 720-st = 0,25 · 720
3600
1440
180,00, peaks kirjutama 25% 72-st = 180.

Esinevad sagedasti isegi niisugused juhud, kus 10% arvust leitakse korrutades arvu täielikult 0,10-ga, seejuures mitte unustades ka 0-ga korrutamast.

Kõik need arvutused peavad sündima võimalikult lihtsalt, harjutades kätte tarvilised võtted. Just peast-arvutamise võtteid ja oskust on meil ka igapäevases elus igal sammul tarvis. Seepärast tuleb teha koolis rohkesti vastavaid harjutusi. Nendel harjutustel peab aga olema kindel kord ja süsteem, vastasel korral korratakse mõningaid osi väga sagedasti, teised jäetakse aga unustusse. Käesolevad raamatud püüavad rahuldada eeltoodud nõudeid. Kordamis- ja peastarvutamisharjutused on korraldatud nii, et nad püüavad eeskätt süvendada jooksva töö tulemusi, ühes sellega aga ka võimalust mööda siduda käsilolevat tööd varem-käsitletud arvutusvõtetega. Tuleb aga sagedasti esitada ka küsimusi, mis jooksva tööga just kokku ei puutu.

Nüüd vaatame, kuidas käsitleda neid kordamis- ja peastarvutamis-ülesandeid. Õpetaja peab õpilasi harjutama kõiki neid küsimusi k i i r e l t j a õ i e t i lahendama. Võimalikult kõigi õpilaste võimeid peab ta nendega proovima. Esitab õpetaja küsimuse ise või laseb neid esitada raamatust ka õpilastel teineteisele, siis peab see sündima ikka nii, et kõik sama rühma õpilased on sunnitud seejuures kaasa töötama. Arve, mis on rasked meeles pidada, võib ka üles kirjutada, kui raamatud kinni, või loetakse neid kohe raamatust. Ei ole mõtet hakata nõudma, et kõik õpilased alati arvutaksid ainult kuulmise järgi — see oleks väsitav ja mõnele osale õpilasile kättesaamatu. Peale selle pole soovitav peast- ja kordamisharjutusi teha kaua korraga, vaid parem on neid teha s a g e d a m i n i j a l ü h e m a t a e g a, sest siis on töö alati produktiivsem ja huvitavam. Ei tuleks sugugi arvata, et kui kordamisharjutused on raamatutes antud 3—4 lehekülje takka, et neid tuleks teha ka ainult siis, kui töökord jõuab nende juurde. Ei. Kordamisharjutusi tuleb teha i g a s t u n n i s, nii umbes 5 minutit. Seejuures harjutatakse ja korratakse endisi kordamisharjutusi seni, kui tööjärg jõuab uute kordamisharjutuste rühmani. Selgub aga selle töö juures, et mõni õpilane tikub tuntavalt maha jääma, on mõne osa unustanud, siis tuleb temale anda eriülesandeid iseseisvaks arvutamiseks raamatust eestpoolt või ka isegi eelmiste aastate raamatutest. Seesugusteks kordamis- ja drillharjutusteks on 5-nda õppeaasta raamatusse paigutatud kolm tabelit, igaüks 64 tüüpilise harjutusega. Protsentarvutamise tabelist oli juttu juba eelpool. Teine tabel on harilikkude murdude liitmise ja lahutamise harjutamiseks ja kolmas harilikkude ja kümnendmurdude korrutamise ja jagamise tabel. Kui järkjärgulise kordamise juures selgub näiteks, et üks või teine õpilane on unustanud harilikkude murdude liitmise või lahutamise, siis lüüakse tabel lahti ja korratakse vastavaid harjutusi. Väga kasulik on seda anda õpilasele arvutada ka kodu. Sagedasti otsivad ka õpilased ise tabeli üles ja harjutavad, kui näevad, et nad teistest nõrgemad on kontrolltööde juures, mida õpetajal vahetevahel tuleb korraldada. Muidugi ei saa seesugusegi töö juures kõik töötada ühesuguse eduga. Mõned jõuavad kiiremini edasi, teised aeglasemalt, mis on ju päris loomulik. Tähtis on siin see, et k õ i k töötavad ja rühivad edasi. Suur osa nendest harjutustest on niisugused, mida maakoolides, kus töötavad kahe õppeaasta lapsed koos, võivad lahendada korraga kõik õpilased.

5. Aine valik ja korraldus õppekavade seisukohalt.

Raamatutes ,,Väike matemaatik" V ja VI on igal pool silmas peetud õppekavade ja nende seletuskirjade nõudeid. Kuna aga õppekavad on küllalt üldlauselised ja õpetajale mõneski osas vabaduse jätavad käsitleda ainet suurema või vähema põhjalikkusega, siis tuli ka „Väike matemaatik" V ja VI koostajail valida ja otsustada, mida käsitleda ja kui suures ulatuses.

5-nda õppeaasta kursusest tuleks kõige esiteks mainida harilikke murde. Arvesse võttes tegeliku elu tarvidusi, ei tuleks neid eriliselt rõhutada. Kuid et harilikkude murdude abil väga paljudel juhtudel lihtsustuvad kümnendmurdude korrutamine ja jagamine, samuti et nad ka protsentarvutamisel osutuvad heaks abinõuks tehete lihtsustamisel, siis tuleb nendega sagedasti kokku puutuda alates juba kolmandast klassist. Pealegi on meil praegu maksvusel ja püsivad arvatavasti tulevikuski mõned mõõdud, mis eeldavad harilikkude murdude tundmist (näit. ajamõõdud, kaare- ja nurgamõõdud). Et tehted murdudega toimuksid kiirelt ja eksimatult, selleks on vajaline murru suuruse muutuvuse tundmine lugeja ja nimetaja suurendamisel ja vähendamisel. Kõigi tehete juures tuleb alati otstarbekohaselt kasutada murru omadusi. Pole soovitav näit. lubada korrutada 3 ja $\frac{5}{6}$ nii, et saadakse esiteks $\frac{15}{6}$ ja alles pärast lühendatakse seda tulemust. Kolmega korrutamisel peab saama kohe $\frac{5}{2} = 2\frac{1}{2}$. Vastavat murru omadust tuleb teada ja peab oskama ka seda rakendada. Samuti pole sugugi loomulik, kui jagades $\frac{4}{5}$ näit. 2-ga, saadakse esiteks $\frac{4}{10}$ ja alles pärast lühendamist $\frac{2}{5}$. Nendest harjutustest peab välja kasvama ka arusaamine murru väärtuse muutumatuks jäämisest murru lugeja ja nimetaja korrutamisel või jagamisel ühe ning sama arvuga. Rida harjutusi selle kohta viib õpilase murdude lühendamisele ja samanimeliseks tegemisele. Mõlemad teisendamised tulevad teostada intuitiivse taipamise teel, ilma et oleks tarvis hakata otsima ühiseid suuremaid jagajaid või vähemaid mitmekordseid. Nende eelharjutuste järele toimub liitmine ja lahutamine kergesti. Kuna juba alguses murru suurendamise ja vähendamise võtted on kätte harjutatud, siis sünnib korrutamisele ja jagamisele üleminek üsna lihtsalt. Korrutamine ja jagamine täisarvuga ongi juba selged. Tuleb selgitada vaid veel korrutamist ja jagamist murruga. Korrutamine murruga pole midagi muud (ja see tehakse selgeks näidete varal) kui osa leidmine tervest, ja jagamine osa järgi terve leidmine. Murdude jagamise juures võiks juhtida õpilaste tähelepanu veel sellele, et jagamine peast toimub paljudel kordadel üsna lihtsalt, kui jagatava ning jagaja teeme samanimelisteks.

Näidis. $\frac{3}{4} : \frac{5}{12} = \frac{9}{12} : \frac{5}{12} = 9 : 5 = 1\frac{4}{5}$.

Ülesandeis, kus andmeteks on harilikud murrud, tuleb alati silmas pidada seda, et niipea kui tehetes murdude nimetajad lähevad liiga suureks, tuleb alati siirduda kümnendmurdudele. Ja seepärast harjutatakse juba varakult hariliku murru muutmist kümnendmurruks ja ümberpöördult. Seejuures juhitagu tähelepanu juhtudele, kus kümnendmurruks muundamisel võime saada ainult ligikaudseid väärtusi. Erilist rõhku tuleb panna tehete juures harilikkude murdudega, nagu mujalgi, resultaadi ligikaudsele hindamisele. Tuleb teha erilisi harjutusi selleks, et õpilane teaks, mis sünnib resultaadiga, kui andmeid vähendada või suurendada. Resultaadi umbkaudne ettehindamine on matemaatikas erilise tähtsusega. Siin õpib inimene kaaluma enne sammu astumist, hindama tulemusi ja pärast, kui resultaat käes, endale veel kord aru andma, kas tulemus on ka tõenäone.

Ligikaudsed suurused ja tehted nendega, samuti resultaadi vea hindamise küsimused on leidnud raamatutes ,,Väike matemaatik" V ja VI sagedat käsitlemist. Kuna kõik mõõtmistulemused, millega meie matemaatikas opereerime, on suurema või vähema täpsusega ligikaudsed suurused, siis on loomulik, et sellele tuleb juhtida ka õpilaste tähelepanu juba varakult. Päris loomulik on seepärast, et juba neljandast või viiendast õppeaastast peale õpetame lapsi küsima, kui usaldusväärne on saadud vastus, milline on resultaadi vea ülemmäär ja kuidas oleme õigustatud resultaati ümmardama ülearuseid kohti maha kriipsutades. On näiteks ristküliku üks külg 5,2 m, kusjuures viga võib ulatuda kuni 1 dm = 0,1 m-ni, siis on selge, et pole mingit mõtet ümbermõõdu arvutamisel teist külge näiteks kirjutada 6,84 m, s. o. täpsusega kuni 1 cm = 0,01 m, vaid tuleb seda aegsasti redutseerida 6,8 m-ni. Niisugusel korral saame oma ristküliku ümbermõõdu $ü = 2 \cdot 5{,}2 + 2 \cdot 6{,}8 = 10{,}4 + 13{,}6 = 24{,}0$ m.

Seejuures selgub, et resultaadi vea ülemmäär näilikult võib-olla on suurenenud ($2 \cdot 0{,}1 + 2 \cdot 0{,}1 = 0{,}4$ m), kuid tõeliselt poleks viga ka siis mitte väiksem, kui oleksime teise külje kuitahes täpselt arvesse võtnud, sest tegelikult ei saaks sealgi lugeda usutavaks sentimeetertäpsust. Sellest näitest selgub tarvidus ligikaudsete arvutuste järgi või vähemalt teada seda, kuidas suhtuda andmeisse, mille väärtused on antud isesuguse täpsusega. Enne liitmist ja lahutamist tulevad arvud lühendada usaldusväärsete kohtadeni ning selle järele liita ja lahutada. Vea ülemmäär oleks seejuures vigade ülemmäärade summa. Pole raske näidata resultaadi vea ülemmäära leidmist ka korrutamise juures. Kõige kohasem on seda teha ristküliku pindala arvutamisel. Siin on selge, milline pindala osa oleks vea ülemmääraks ja kuidas seda vea ülemmäära leida. Üllatav on näiteks pindala vea ülemmäära suurus ristküliku mõõdete juures kas või 15,8 m ja 12,5 m, kus andmete viga ulatub kuni 0,1 m-ni.

5-nda ja 6-nda klassi raamatutes antud joonistest selgub, et pindala vea ülemmäär on: $12{,}5 \cdot 0{,}1 + 15{,}8 \cdot 0{,}1 = 1{,}25 + 1{,}58 = 3\ m^2$. Tekib tarvidus hinnata seda viga kogu pindala suhtes. Meie saame siis nn. suhtelise ehk relatiivse vea ülemmäära, kui jagame vea ülemmäära pindalaga:

$$3 : 198 = 0{,}015 = 1{,}5\%.$$

Niisuguste harjutuste tegemist loevad raamatute autorid tarvilikuks.

Mis puutub aga sellesse, kuidas korrutamise resultaati ümmardada — kas juba korrutamise ajal, jättes ära osakorrutistes ülearused märgid või kriipsutades maha üleliigsed kohad korrutises eneses, siis on siin raske esitada tungivat soovi, kuna on märgatud, et nn. lühendatud korrutamine tekitab algkoolis tunduvaid raskusi, keskkoolis aga harjutatakse lühendatud tehteid hiljem. Küll on aga selge, et neljandas klassis lühendatud korrutamist õpetada ei maksa, kuna siin see tooks üleliigseid segadusi korrutise skeemi mehhaniseerimisel. Võib küll seda teha juba viiendas klassis, kus kirjalik korrutamisskeem peab juba täiesti käes olema. Ja kui korrutamist toimetatakse alates korrutaja kõrgemast järgust, siis ei peaks ülearuste kümnendkohtade ärajätmine osakorrutistes enam tekitama raskusi.

Siinkohal tuleks raamatute tarvitajate tähelepanu juhtida veel sellele, et niisuguseid küsimusi, nagu mõõtmistulemuste ehk -resultaatide vigade hindamine, tuleks käsitleda mitte ainult mõnel üksikul tunnil, vaid neid tuleks puudutada kogu õppimise ajal, tuleb ikka jälle küsida, kui täpne ja usutav on üks või teine resultaat ja kui palju kümnendkohti tarvitseb kuskil arvesse võtta. Niisugust suhtumist mõõtmistulemustesse tahab kasvatada ka see süsteem, mida esitavad meie tööraamatud „Väike matemaatik" V ja VI.

Olenevuste mõiste ja graafiline kujutamine. Oleks ekslik käsitleda olenevust matemaatiliste suuruste vahel vaid mõne üksiku järjekordse tunni jooksul. Samuti poleks mõtet alles 6-ndas klassis hakata õpetama diagrammide joonestamist, kui neid joonestatakse maateaduse ja loodusõpetuse tundides juba alates 4-ndast klassist. Seesugune asja käsitlemine oleks täiesti ebaloomulik. Kui leitakse, et matemaatilise olenevuse tundmisel on väärtust lapse mõtteilma rikastamisel, siis tuleks lasta õpilasel selle olenevusmõistega nii-ütelda „kokku kasvada“. Meie ei tee sellest mingisugust erikursust ega eripeatükki, kuna iga osa juures on meil tegemist matemaatilise olenevusega. Kui me näiteks hindame ette oma tehte resultaadi väärtust, siis teame, et kui üht liidetavat suurendame või vähendame, siis summa sama võrra suureneb või väheneb. Või kui suureneb ristküliku üks külg mõni arv kordi, siis teise külje muutumatuse juures suureneb sama arv kordi ka pindala. Korrutamisel 0,12-ga korrutame tegelikult 12-ga ja saame resultaadi 100 korda suurema, järelikult õige korrutise saamiseks peab tulemust 100 korda vähendama. Samuti on meil tegemist olenevusega, kui $2{,}5^2$ asemel võtame tabeleist 25^2 ja siis tulemuse jagame 100-ga, või kui $0{,}3^3$ asemel võtame 3^3 ja tulemuse jagame 1 000-ga. Meie matemaatikatöö on olenevuse kasutamine igal sammul. Juba varakult tuleb meil vahet teha lineaarse, ruut- ja kuupolenevuse vahel, kuigi meie neid olenevusi ei hakka eriti uurima ega isegi erilisi nimesid nendele panema. Oleme jõudnud 6-nda klassini, siis anname isesugustele olenevustele ka erinimetused.

Ka diagrammide joonestamine ei peaks enesest kujutama erilist peatükki algkooli matemaatikas. Ta jäägu ka matemaatika õpetamisel ikka suuruste ja nende vahekordade näitlikuks-tegemise vahendiks. Kuid matemaatikas on võimalik diagrammide joonestamise abil arendada õpilases suuruste kujutluse võimet ja ühtlasi õpetada võimalikult täpselt esitama suurusi ning ühtlasi õpetada neid suurusi õieti joonistelt lugema. Seejuures kogu aeg rakendatakse matemaatika-tundidel õpitud teadmisi. Kuna diagrammide joonestamine peale arvutamistehnika arendab ja kasvatab õpilases veel esteetilisi tundeid, siis pääsegu maksma nõue, et kui algkoolis üldse teha diagramme, siis tehtagu neid täpselt ja puhtalt! Selleks annab matemaatikaõpetaja jooniste tegemisel ise eeskuju ja nõuab nende täpset ja korralikku läbiviimist ka õpilasilt. Alatakse juba neljandas klassis sellega, et esitatakse suurusi tulp- või ristkülikdiagrammina. Viiendas klassis tulevad siia juurde veel ruut-, kuup- ja sektordiagrammid, sest kõiki neid on võimalik väga kasulikult siduda viienda klassi matemaatika kursusega. Kuuendas klassis täiendatakse kõike veel pöördvõrdelise olenevuse ja ruutolenevuse joondiagrammiga. Teiste ainete õpetajail tuleks olla matemaatika-õpetajatega kontaktis, et vältida mitmekordset tööd ja et matemaatika-õpetaja saaks seniks arvutamisvõtted kätte õpetada, kui soovitakse alata diagrammide joonestamisega. Igal juhul tuleks siin soovi avaldada, et nende joonestamisega m i t t e ei l i i a l d a t a k s!

6. Skeemid, valemid, sümbolid ja lahendusviisid.

Skeemidel ja valemitel on matemaatikas kahtlemata suur tähtsus. Kasutades otstarbekohaseid arvutamisskeeme ja matemaatika-lausete lühendatud kokkuvõtet ehk valemit, teostub arvuliste tulemuste leidmine mõnikord palju lihtsamalt. Kuna algkool peab enese ülesandeks võtma kindlasti ka teatud hulga arvutamisskeemide kätteõpetamise, samuti ka lihtsamate ja tarvilikumate valemite tuletamise ning nende tarvitamise oskuse arendamise, siis on t ö ö r a a m a t u d „V ä i k e m a t e m a a t i k" V ja VI tõsiselt püüdnud silmas pidada ka seda külge matemaatikatöös. Tehakse raskeid vigu arvutamises, samuti kulutatakse arvutuste läbiviimiseks palju aega peaasjalikult sellepärast, et pole meil igal pool veel välja kujunenud otstarbekohaseid skeeme, mis oleksid üldiselt tarvitusel kõigis kooles. Kui palju näiteks esineb õpilastöödes kümnendmurdude jagamises vigu (ka keskkooles) just sellepärast, et pole algusest peale kätte õpetatud õiget jagamisviisi ja ei anta tulemuse ligikaudses hindamises enesele kunagi aru. Kui õpilane peaks näiteks jagama 0,45 0,015-ga ja kui ta seejuures hakkab kohe komasid ümber paigutama või nulle maha kriipsutama, siis on tal antud arvud varsti silmist kadunud ja ta peab leppima igasuguse vastusega, mis ta siis saab. Toimetame jagamist aga järgmise skeemi järgi:

$$0{,}45 : 0{,}015 = 450 : 15 = 30,$$

kus jagada-antud arvud jäävad muutmata, kuid võrdsusmärgi taga teisendame jagatavat ja jagajat nii, et jagatis ei muutuks, siis jääb kontrollimisvõimalus meil alles ja juba sellega on ära hoitud suur hulk vigu. Seejuures olgu iga skeemi juures nõue, et arvutamine sündigu alati arusaamisega ja tehete kontrollimisvõimalus jäägu alles. Skeem võib küll ja peabki hiljem muutuma mehaaniliseks töövõtteks, kuid alguses peab õpilane iga sammu juures olema teadlik.

Teise näitena võiksime mainida täisarvude ja kümnendmurdude korrutamise skeemi. Meie peame loomulikuks, kui 32 korrutame peast 24-ga järgmiselt: $20 \cdot 32 = 640$; $4 \cdot 32 = 128$; $640 + 128 = 768$. Seejuures oleme juba esimese abitehtega saanud ligikaudse resultaadi väärtuse. Juba seesuguse korrutamise läbiviimine õpetab resultaati ligikaudselt hindama. Järgmine osakorrutis ainult täiendab esialgset ligikaudset resultaati. Miks me ei peaks käima sama skeemi järgi suurte arvude korrutamisel? Miks mitte ka üldise kirjaliku korrutamise skeemiga arendada õpilastes sedasama kontrollimise ja vastuse ettehindamise võimet?

N ä i d i s. $\begin{array}{r} 205 \cdot 1{,}26 \\ \hline 252{,}0 \\ 6{,}3 \\ \hline 258{,}3 \end{array}$

Juba esimene osakorrutis annab meile ligikaudse resultaadi.

Kolmanda näitena tooksime harilikkude murdude k o r r u t a m i s e j a j a g a m i s e s k e e m i. Kui anname õpilastele kätte reegli, et segaarvu korrutamisel ja jagamisel täisarvuga tuleb segaarv alati muuta liigmurruks, siis teeme kindlasti metoodilise vea. Selgitame asja näidete varal.

$$25 \cdot 2\tfrac{1}{4} = 25 \cdot 2 + 25 \cdot \tfrac{1}{4} = 50 + 6\tfrac{1}{4} = 56\tfrac{1}{4}.$$

Nii toimetatakse harilikult peast-korrutamisel. Kirjalikul korrutamisel polegi teha muud, kui kirjutatakse resultaat võrdsusmärgi taha, kõik muu arvutamine toimub peast.

Ka j a g a m i s e l pole alati tarvis kogu segaarvu muuta liigmurruks: $13\tfrac{1}{2} : 3 = 4\tfrac{1}{2}$. Paremus on siin see, et juba esimese tulemusena saab õpilane ligikaudse vastuse, teine tulemus ainult täiendab esimest. Niisugused üllatavad vastused, nagu neid mõnikord saadakse teisiti korrutades ja jagades, on seega ära hoitud.

Nendest näidetest peaks olema selge, et arvutamisvigade ärahoidmiseks on tähtis valida õige töötamisviis ja skeem. Seesuguseid viise ja võtteid püüavad kätte juhatada ka kõnesolevad tööraamatud.

Sedasama võiks öelda ka valemite kohta. Kui valemitel keskkoolis, tööstuskoolides jne. ning sagedasti ka elus on suur tähtsus, siis tuleb nende tarvitamist harjutada ka algkoolis. Kuid kuidas seda siin teha? Autorite arvates oleks ekslik, kui valemid liiga kiiresti õpilasele kätte juhatatakse ja nad siis neid ohtrasti tarvitama hakkavad, ilma et endile lähemalt aru annaksid, mis sisu on mingil valemil ja kuidas ta on seotud teiste valemitega. Peab näiteks õpilane endale korduvalt aru andma, milline suhe on koonuse ruumalal ja sama põhjaraadiusega ja sama kõrgusega silindri ruumalal, siis leiab ta alati abinõu koonuse ruumala arvutamiseks, kui ta teab silindri ruumala. Viimase arvutamine seisab tal aga alati silmas, kui selle arvutamine on seotud tahksamba ruumala arvutamisega. Seega peab meie töö olema korraldatud nii, et õpilasel oleks meeles terve kehade-ahela ruumala arvutamine. Valemist endast ei ole tal aga kerge välja lugeda, millest näiteks on tuletatud koonuse ruumala. Kui aga hiljem valem on antud, siis tuleb see anda niisugusel teel, et selle tuletamine oleks õpilasele selge. Tööraamatud näiteks teevad õpilasele ülesandeks koonuse ruumala arvutada järgmise skeemi järgi:

Harjut. nr.	r	πr^2	h	$\pi r^2 h$	$\frac{1}{3}\pi r^2 h$
1	6 cm	—	12 cm	—	—
⋮					

Seesugune töökorraldus sunnib õppijat aru andma, mis ta kuhugi lahtrisse peab kirjutama, teiseks on arvutamistöö korraldatud nii, et arvutajal ei ole tarvis ennast liiga väsitada üksikute tulemuste meelespidamisega, ja kolmandaks, kui ta jõuab viimse lahtri juurde, siis teab, et valem $\frac{1}{3}\pi r^2 h$ sisaldab eneses: πr^2 (põhja pindala); $\pi r^2 h$ (silindri ruumala) ja $\frac{1}{3}\pi r^2 h$ (üks kolmandik silindri ruumalast, s. o. koonuse ruumala); neljandaks, tabelis on andmed 6-e koonuse arvutamiseks ja õpetajal on kerge neid harjutusi jaotada üksikutele õpilastele või õpilasrühmadele, viimse lahtri vastused on temal enesel aga kiireks kontrollimiseks käepärast. On tähele pandud, et ka õpilastele enestele meeldivad niisuguse skeemi järgi arvutamised. Arusaadavalt ei või leppida ainult seesuguste arvutamisvõtete käsitlemisega. Skeem ja valem oleksid ainult arvutamistehnika kätteõpetamise abinõud. Sellele peab järgnema rida mitmesuguseid ülesandeid.

Niisuguseid arvutamistabeleid on raamatutes antud ka teistele küsimustele. Nende abil õpetatakse kätte valemi arusaamisega tarvitamine.

Viiendal ja kuuendal õppeaastal tuleb ühes valemitega tarvitusele võtta rida uusi sümboleid. Siin tuleb silmas pidada, et neid mitte palju korraga ei antaks, ja algklassides kuni neljanda klassini tuleb suuremalt osalt nendest üldse hoiduda ja igal pool sümboli asemel tarvitada vastavat nimetust. Päris lubatav on tarvitada näiteks ristküliku pindala jaoks järgmist üleskirjutist:

Ristküliku pindala = alus · kõrgus.

(Ristküliku pindala on alus korda kõrgus.) Siin on sümboliks ainult võrdsus- ja korrutamismärk. Veel varem tuleks ka neid sõnadega kirjutada või neid lihtsalt nimetada. Järgmise astmena (viiendal ja kuuendal õppeaastal) kirjutame lühidalt:

$$S = a \cdot h.$$

Mis puutub aga sellesse, milliseid sümboleid algastmel tarvitada, siis on siin tarvitatud peale väheste erandite „MÕK'i" poolt soovitatud sümboleid. Eestikeelseid sõnade lühendeid ei ole otstarbekohane valemites tarvitada seal, kus vastav üldtarvitatav sümbol on olemas, sest nad tulevad pärast ümber õppida ja see sünnitab õpilastes mittesoovitavat segadust. Seega siis algastmes võiks tarvitada täisnimetusi ja alles pärastpoole sümboleid, mis on vajalikud matemaatika algkursuse läbitöötamiseks. Üksikutel juhtudel olime sunnitud tarvitama ka eestikeelsete nimetuste esimesi tähti sümbolitena seal, kus teisi veel tarvitusele pole võetud. Nii esinevad meie raamatutes: K — külgpindala,*) P — põhjapindala, T — täispindala, ü — ümbermõõt.

Raamatute autorid olid arvamisel, et töö lihtsustamise ja üldistamise otstarbel tuleks tööraamatutes anda ka ülesannete eeskujulikke lahendamisviise. Siin ei taha meie

---

*) Autorid teevad vahet küljepindala ja külgpindala vahel, kusjuures esimene tähistab ühe külje pindala, teine külgede pindalade summat.

aga kuidagi pidada ainuõigeks just seda viisi, mis raamatus on näidatud, kuid siiski peaksime tähelepanu juhtima nn. küsimuste abil lahendamise viisile, mille tarvitamine on paljudel kordadel ebasünnis ja mis teeb lahenduskäigu halvastiloetavaks ning vähem ülevaatlikuks. Mis puutub aga tehete kirjutamisesse, siis peaks siin maksma põhimõte, et mida vähem lisaarvutusi, nn. proovimisi, seda parem, kuid klassitöödel (välja arvatud kiirtööd ja testid) võib jätta üles kirjutamata siiski ainult need arvutused, mis tehakse peast. Kõik kirjalikud lisatehted peavad aset leidma töös eneses. Kõrvaltehete jaoks võib eraldada tarviliku osa ruumi lehekülje paremal poolel.

Raskeid ja tõsiseid vaidlusi on tekitanud nimetuste kirjutamine tehetesse. Selles on säilinud juba vene ajast teatud nõudmised, kuid neid ei ole harilikult mitte täidetud ja tegelikus koolielus, samuti kui eluski, on siin käidud oma rada ja nimetused on enamasti heidetud kõrvale. Ei saa salata, et nimetustel on tehetes väärtus, sest nende kirjutaja on sunnitud endale alati aru andma, milliste suuruste ja mõõtudega temal on tegemist ja millised mõõdud ta saab resultaadis. Kuid niisama hästi teame, et nende järjekindel kirjutamine tekitab õpilastele suuri raskusi, iseäranis nimetuste kirjutamisel kahesuguse jagamise juures (jagamine osadeks ja mahutamine). Nendel kaalutlustel oleme oma tööraamatutes näitlikes lahendustes läbi viinud niisuguse tehete kirjutamisviisi, kus andmetel tehetes nimetused puuduvad, kuid need on pandud iga resultaadi taha, kui mitte seletav lause juba ise ei sisalda seda nimetust. Näit.:

Isa teenis 2-he päevaga: 2,5 + 3,2 = **5,7 krooni.**

Või ka nii:

Isa kahe päeva teenistus kroonides:

2,5 + 3,2 = **5,7.**

7. Kursuse üldine kordamine aasta lõpul. Mitmesuguseid mõtteteravust nõudvaid ja naljaülesandeid.

Loeme üheks puuduseks matemaatika harjutuste kogudes seda, kui neis ei leidu materjali tervest kursusest iseseisvaks arvutamiseks õpilasele. Seni oli sunnitud õpetaja kordamisharjutusi otsima teistest raamatutest. See on aga väga tülikas ja tavalisesti jäävad need õpilasele iseseisvaks harjutamiseks kättesaamatuks. Võib tähele panna paljude õpilaste juures suurt rõõmu niisuguste ülesannete lahendamisel, mis on nopitud teatud järjekorras siit ja sealt kursusest. Mitmed õpilased hakkavad neid lahendama juba varakult ja kui õppeaasta lõpul aeg vähegi lubab, siis tuleb nõuda kõigilt nende lahendamist. On loomulik, et sellega ühel ajal korratakse ka kõiki neid teoreetilisi küsimusi, mis varem on läbi harutatud. Kui nende kordamisülesannete hulgas leidub ka veel nalja- ja matemaatilist taipu nõudvaid ülesandeid, siis on tööd ka enam edasijõudnud ja andekamatele õpilastele. Kõigile on antud võimalus üksteisega vaielda, võistelda ning proovida oma teadmisi ja võimeid. See kõik tõstab õpilastes huvi aine vastu, teeb neid ärksamaks ja ergutab isetegevust. Need omadused aga on eelduseks, et algkoolis õpitud teadmised ei unune, vaid et neid edaspidi veel täiendatakse ja süvendatakse.

8. Õppevahendeid ja tööriistu, mille valmistamist võiks soovitada tööviljakuse tõstmiseks.

1) Papist ja puust risttahukaid mitmesugustes mõõtudes.

2) Puust kuupdetsimeetreid (umbes 24 tükki), millest pooled on peitsiga mustaks tehtud; et ei määrduks, katta värnitsaga!

3) 20—30 kuupsentimeetrit, mis välja lõigatud siledaks ja parajaks hööveldatud liistust.

4) Risttahukate laotusi papist; murdumiskohad katta kalinguriga!

5) Kaks täisnurkse trapetsi kujulise põhjaga ühekõrgust tahksammast, millest saab koostada risttahuka ja rööptahuka, või risttahukas, millest saab eraldada kiilukujulist osa (vaata „V. m." V joon. 47 ja 48).

6) Ühesuguseid ja isesuguseid kolmetahulisi tahksambaid, millest saab koostada korrapäraseid ja mittekorrapäraseid tahksambaid (vaata „V. m." V joon. 54).

7) Silindri mudel ja kartongist pinnalaotus (vaata „V. m." V joon. 98 ja 99).

8) Koonuse mudel ja kartongist pinnalaotus (vaata „V. m." VI joon. 64).

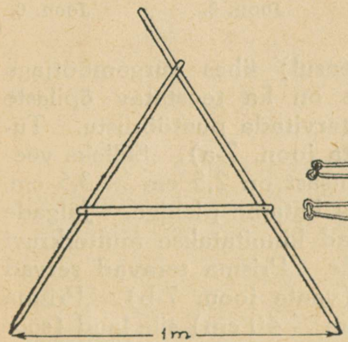
9) 24-st sektorist koosnev ring, mille sektorite kaared on üksteisega ühendatud. On soovitav, et mudel koosneks kahest osast, et võimalik oleks kokkupanduna saada parallelogrammitaolist kujundit (vaata „V. m." V joon. 109 ja 110). Sektoreid on kerge välja saagida vineerist või välja lõigata paksemast papist. Vineeri puhul võib sektorite kaarte ühendamiseks tarvitada kitsast plekiriba, papi puhul — kitsast kartongiriba.

10) Sama põhjaga ja sama kõrgusega papist või plekist õõnes kolmetahuline prisma ja püramiid (vaata „V. m." VI joon. 54).

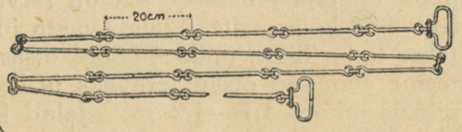
11) Sama põhjaga ja sama kõrgusega papist või plekist õõnes silinder ja koonus (vaata „V. m." VI joon. 66).

12) Õõnes poolkera ja õõnes silinder, mille põhja raadius on võrdne poolkera raadiusega ja mille kõrgus on võrdne poolkera läbimõõduga (vaata „V. m." VI joon. 75).

13) Traadist valmistatud ristkülik, täisnurkne kolmnurk ja ring vajalikkude lisanditega pöördkehade — silindri, koonuse ja kera demonstreerimiseks (vaata „V. m." V joon. 101 ja VI joon. 59 ja 60).



Joon. 2.



Joon. 3.

14) Nurkrist (vaata „V. m." V joon. 1).

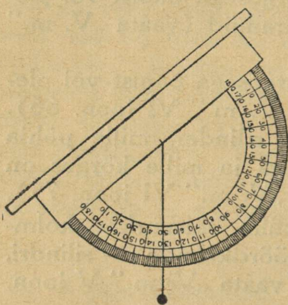
15) Meetersirkel (vaata joon. 2).

16) Mõõtlint või traadist valmistatud mõõteahel. Viimane 10 m pikk, iga lüli 2 dm (vaata joon. 3).

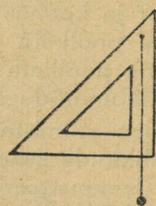
17) Mall ühes külgepandava loega nurgamõõtmiseks püstsihis (vaata joon. 4).

18) Võrdhaarne täisnurkne kolmnurk loega ühe kaateti sihis või vesiloega kaatetil (vaata joon. 5 ja „V. m." VI joon. 91).

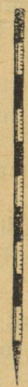
19) 12 sihitikku 2 m pikad. Kui võimalik, siis 1—2 dm takka kirjuks värvida (valge-punane või valge-must — vaata joon. 6).



Joon. 4.



Joon. 5.

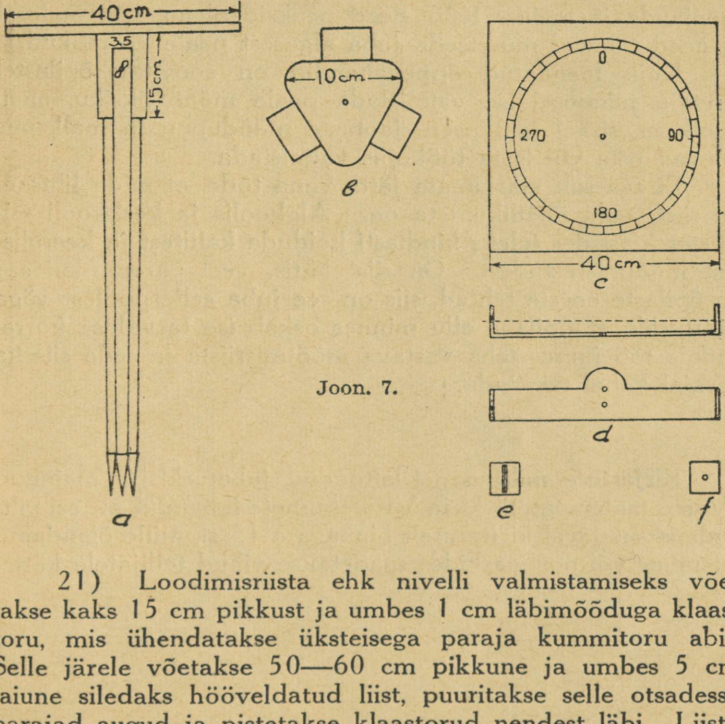


Joon. 6.

20) Plaanistamislaud (mensul) ühes nurgamõõtjaga (astrolaab). Selle valmistamine on ka teostatav õpilaste poolt õpetaja juhatusel, kui on tarvitada puutööriistu. Tuleks teha kõige esiteks jalg (vaata joon. 7-a). Selleks võetakse kolm liistu, mille mõõted otsast on 2,5 cm × 3,5 cm, teeme alumised otsad teravaks ja katame plekiga. Jalgade pikkus umbes 1,1—1,2 m. Jalad kinnitatakse mutterkruvi abil kolmnurkse prisma külgedele. Prisma teravad servad on soovitav maha hööveldada (vaata joon. 7-b). Prisma peale toetub ruudukujuline (40 cm × 40 cm) sile laud (soovitav paksem vineer, millele 1 cm paksune raamistik alla liimida!).

Kui soovitakse sama lauda tarvitada ka nurkade mõõtmiseks, siis võiks joonestada lauale ringi, mis jagatakse kraadideks (vaata joon. 7-c).

Plaanistamislauale asetatakse plekist väljalõigatud joonlaud, mille mõlemad otsad on täisnurga all üles pööratud (vaata joon. 7-d). Joonlaua keskele on tehtud kaks auku, millest üks on joonlaua äärel (viseerimiseks plaanistamisel), teine joonlaua keskel (nurkade mõõtmiseks). Ülespööratud joonlaua üks ots on varustatud piluga, mille keskel piki pilu on peenike traat, teise otsa on tehtud väike auk. Nii auk kui ka peenike traat pilu keskel peavad asuma viseerimisjoonel (joonlaua pöörlemisteljega ühel sirgel). Vaata joon. 7-e ja f.



Joon. 7.

21) Loodimisriista ehk nivelli valmistamiseks võetakse kaks 15 cm pikkust ja umbes 1 cm läbimõõduga klaastoru, mis ühendatakse üksteisega paraja kummitoru abil. Selle järele võetakse 50—60 cm pikkune ja umbes 5 cm laiune siledaks hööveldatud liist, puuritakse selle otsadesse parajad augud ja pistetakse klaastorud nendest läbi. Liistu keskkohal on auk, mille kaudu liist ühendatakse ülalkirjeldatud jalaga. Kui nüüd ülespööratud klaastorud ja neid ühendava kummitoru täidame mingi värvilise vedelikuga, siis on nivellimisriist valmis (vaata „V. m." VI joon. 19).

22) 4—5 m pikkune loodlatt dm-jaotustega. Selleks kõlbab iga sirge latt, mille üks külg on siledaks hööveldatud ja mille siledale küljele on nähtavalt peale märgitud dm-jaotused (vaata ka „V. m." VI joon. 19).

Peale eelnimetatud õppevahendite peab koolil olema meetripikkune cm- ja dm-jaotustega mõõdupuu, mis kõlbaks ka joonlauaks; siis korralik sirkel, 60°-lise teravnurgaga täisnurkne nurklaud, papitükke, traatvarbu ja plastiliini või korgitükke traatmudelite valmistamiseks.

Õpilaste isiklikest õppevahenditest võiks nimetada sirklit (pliiatsi- ja tindiotsaga), nurklauda, cm- ja dm-jaotustega joonlauda ja malli. Kõik need peaksid olema igal õpilasel ja need tulevad muretseda juba algusest peale korralikud.

Kõik loendatud õppevahendid on soovitav õpilastel õpetaja juhatusel ise valmistada peale mõne üksiku, nagu poolkera, sirkel ja täpsete jaotuste mõõdupuu ja mall, mis tulevad osta või lasta töökojas valmistada.

Ei saa siin märkimata jätta vana tõde, et mida lihtsam on riist, seda õpetlikum ta on. Algkoolis ja keskkooli esimestes klassides tuleks kindlasti hoiduda kallitest ja keerulistest mõõtmisriistadest. On riist lihtis, veel parem, kui see on õpilaste eneste tehtud, siis on see juba selle poolest väga väärtuslik, et õpilane ellu minnes oskab ise tarviduse korral endale töö juures teha vastava mõõtmisriista ja seda siis ka parajal kohal tarvitada.

Kirjastuse märkus. Ülaltoodud juhatuskirjas mainitud „Väike matemaatik" V ja VI ülesannete **lahendid** on eri vihkudena saadaval kirjastuselt hinnaga à 15 s., mille õiendamisel rahas või postmarkides saadetakse vihud tellijatele kätte.

J. Mällo trükk, Tartu.