

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

VII  
KLASSILE

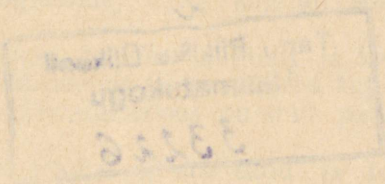
EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-21100

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

KÄSIRAAMAT  
VII KLASSILE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1956

Originaali tiitel:

А. А. Абрикосов.

Черчение. Часть первая. Руководство для учащихся  
7 класса семилетней и средней школы.

Утверждено Министерством просвещения РСФСР.

Учпедгиз, 1955.

Kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt



## SISSEJUHATUS.

Kõiki jooniseid, joonestusi, pilte, geograafilisi kaarte, paikkondade plaane jne. nimetatakse üldiselt graafilisteks kujutisteks.

Graafilise kujutamise võtsid inimesed tarvitusele juba palju sajandeid enne meie ajaarvamise algust. On näiteks teada, et sel ajal, kui täht-kirja veel polnud, kasutasid inimesed oma mõtete väljendamiseks pilt-kirja — tillukesti graafilisi kujutisi-jooniseid. Eriliste märkide (hieroglüüfide) varal kujutati sõnu, esemeid ja tegevusi.

Koos tootmise, teaduse, tehnika, kultuuri ja kunsti arenguga arenesid ja täienesid pikkamööda ka graafilised kujutised.

Graafiliste kujutiste täiustumisloos on suur panus vene tehnikuil ja teadlastel.

Silmapaistvad vene teadlased, arhitektid ja tehnikud, nagu M. F. Kazakov, V. I. Baženov, I. I. Polzunov, I. P. Kulibin ja paljud teised valmistasid jooniseid, mis on nüüdisaegseile juba tähelepandavalt lähedased. Need joonised näitavad, kuidas arenes graafilise kujutamise kunst Venemaal ajavahemikul 17.—19. sajandini.

Teostusviisilt sõltuvalt on igal graafilise kujutise liigil oma nimetus.

Kujutavas kunstis nimetatakse näiteks jooniseks käega ja silma järgi tehtud graafilist kujutist, mis annab eseme edasi nõnda, nagu see meile tegelikkuses paistab.

Joonis on graafiline kujutis, mis on valmistatud eriliste joonestusriistade ja -tarvete abil ja eriliste eeskirjade kohaselt. Nende eeskirjade rakendamisel võib koostada jooniseid, mis annavad tervetest ehitustest ning masinatest või ka nende üksikosadest — detailidest — mitte ainult äärmiselt täpse kujutluse, vaid ka kõik vajalikud andmed nende vormi, mõõdete ja muude omaduste kohta.

Joonise koostamise esialgseks materjaliks ehk aluseks on eskiiisid. Need on käega ja silma järgi tehtud graafilised kujutised, mis sisaldavad nagu joonisedki kõik neil kujutatud esemete valmistamiseks vajalikud andmed.

Ka kõige täpsem ja üksikasjalisem kirjeldus ei anna esemest kunagi nii täielikku ja selget kujutlust, kui annab õieti teostatud joonis. Sellepärast ongi joonis selleks põhiliseks dokumendiks,

mille järgi võidakse püstitada mistahes hooneid ning valmistada mistahes masinaid või detaile.

Meie päevil on raske leida sellist inimtegevuse liiki, kus ei tuleks puutuda kokku joonise tegemise või vähemalt nende lugemise vajadusega, s. o. vajadusega joonestustest aru saada. Järelikult on tänapäeval joonise lugemise ja valmistamise oskusel äärmiselt suur tähtsus.

Jooniseid kasutatakse ülisuures ulatuses mitte ainult ehituses ja masinaehituses, vaid ka põllumajanduses, maakorralduses, haljastuses, geoloogias, laevanduses, lennunduses ja mujal.

Jooniste sisu ja ülesande järgi jagatakse nad mitmetesse liikidesse. Tähtsaimaks neist on järgmised:

a) masinaehituselased joonised; nende järgi valmistatakse tööpinke, traktoreid, vedureid, lennukeid, autosid ning üldse kõiki masinaid, aparaate, riistu ja nende osi (detaile);

b) ehitusalased joonised; nende järgi püstitatakse vabrikuid, elamuid, koole, teatreid ja muid hooneid;

c) kaardid — need jagunevad omakorda geograafilisteks kaartideks, mis kujutavad suhteliselt suuri maakera pinnasid, ja topograafilisteks kaartideks (ehk paikkonna plaanideks), mis kujutavad suhteliselt väikesi maa-alasid;

d) kunstilis-tööstuslikud joonised; nende järgi valmistatakse igasuguseid majatarbeid, mööblit, armatuure, lauanooseid jne. ning kõikvõimalikke hoonete sisustuseks ja kaunistuseks vajalikke esemeid;

e) haljastusalased joonised; nende järgi rajatakse parke, aedu ja puisteid ning haljastatakse uusehitusi, koole, tänavaid jne.

Masinaehituselaste ja osalt ehitusalaste jooniste jaoks kehtivad rangelt kindlaks määratud normid ja teostamiseeskirjad, mida nimetatakse riiklikeks üleliidulisteks standarditeks ehk lühendatult ГOCT-iks. Igale joonestajale on need standardid seaduseks, millest ei tohi esineda väiksemaidki kõrvalekaldumisi.

Standarditega on näiteks kindlaks määratud jooniste mõõdud, joonestamisel kasutatavate joonte tüübid ja jämedused, mõõdete joonistele kandmise reeglid, tähtede ja numbrite kirjutamine jne.

Kehtivad eeskirjad ja normid lihtsustavad joonestamist ja hõlbustavad, tänu kujunduse ühtlusele, jooniste lugemist.

## I peatükk.

### LIHTSAIMAD KONSTRUKTSIOONID JA PEALKIRJAD.

#### I. TÖÖ ORGANISEERIMINE.

##### 1. Tööpaiga ettevalmistamine.

Eduka töö tähtsaimaks eelduseks on tööpaiga õige organiseerimine. Tööpaik peab olema hästi valgustatud. Sellest sõltub nii töö kvaliteet kui ka tootlikkus.

Valgus, olgu siis loomulik — päevavalgus — või kunstlik, näiteks elektrivalgus, peab langema tööpaigale tingimata *v a s a k u l t ü l a l t*.

Töötarbed ja -riistad tuleb paigutada korralikult *j o o n e s t u s l a u a e t t e*, kui aga seal ei jätku ruumi, siis joonestuslauast *p a r e m a l e*.

Joonestuslauale võib jätta ainult need joonestusriistad ja -tarbed, mida on vaja kasutada käsiloleva joonestuse juures.

Kõrvalekaldumine tööpaiga õige organiseerimise nõudeist võib põhjustada paljusid puudusi töös, nagu näiteks ebatäpsusi, joonise määrimist, töötootlikkuse langust jne.

##### 2. Töötarvete ja -riistade töökorda seadmine.

###### Pliiatsi töökorda seadmine.

Pliiatsi kvaliteedil on joonestamise juures suur tähtsus.

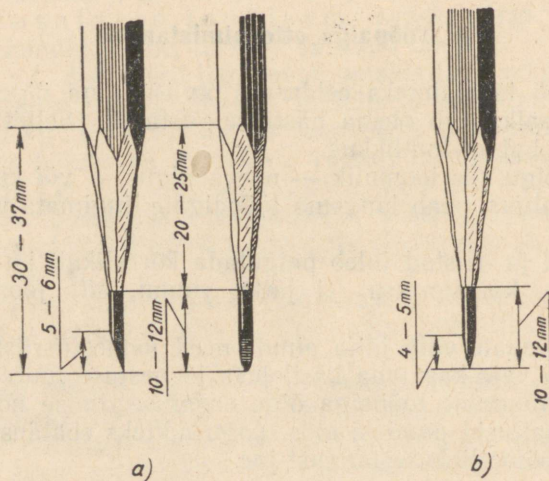
Joonestuspliiatseid jagatakse kaheks põhiliseks rühmaks: kõvadeks ja pehmeteks. Nüüdisajal märgitakse kõvad pliiatsid tähega *T*, kõvemad märgiga *2T*, veel kõvemad märgiga *3T* jne. Pehmed pliiatsid märgitakse tähega *M*, pehmemad märgiga *2M*, veel pehmemad märgiga *3M* jne. Keskmise kõvadusega pliiatsid kannavad märki *TM*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Teistes maades valmistatavad pliiatsid, näiteks tšehhoslovakkia «*KOH-I-NOOR*»i joonestuspliiatsid kannavad ladina tähti: *H* — kõvad (*H*, *2H* jne.), *B* — pehmed (*B*, *2B* jne.) ning *HB* — keskmise kõvadusega pliiatsid.

Sõltuvalt paberi kvaliteedist ja teostatava töö iseloomust tuleb tarvitada mitmesuguse kõvadusega pliiatseid. Näiteks joonestuspaberile joonestamisel tuleb eelistada joonestamist kahe pliiatsiga, ühe kõvemaga, näiteks  $2T$ -ga või  $3T$ -ga, millega tõmmatakse joonestuse konstruktsioon- ehk abijooned ja üldse kõik peened jooned, ja teise pehmemaga, näiteks  $T$ -ga või  $TM$ -ga, millega tõmmatakse üle kujutise jooned.

Joonestamisel mitte-joonestuspaberile võib pliiatsid  $2T$  või  $3T$  asendada pehmematega.

Eskiiside joonestamisel kasutatakse harilikult pehmemat ruudulist paberit. Sel juhul on soovitav tarvitada pliiatseid  $M$  või  $2M$  või teisi pehmeid mitte-joonestuspliiatseid, näiteks pliiatseid «Pioneer» nr. 2 jne.



Joon. 1.

Eskiiside joonestamisel pole soovitav tarvitada pehmemaid pliiatseid kui  $2M$ , sest nendega tõmmatud jooned tulevad paksuselt ebaühtlased. Pealegi määrüb liiga pehmete pliiatsite grafiit eskiisi.

Joonise täpsus ja joonte õige tõmbamine sõltuvad suuresti sellest, kuidas pliiats on töökorda seatud.

Peente joonte tõmbamiseks tarvitatakse kõva pliiatsit, mis on teritatud joonisel 1, a kujutatud viisil. Pliiatsi teritamine toimub nii, et esmalt teritatakse pliiatsi puuosa 20—25 mm pikkuses, arvestusega, et süsi paljastuks umbes 10 mm ulatuses. Pärast seda teritatakse sütt peeneteralise smirgel- või klaaspaberi ribal, kuni ta on saanud joonisel 1, a näidatud kuju.

Joonise põhijoonte tõmbamiseks või eskiiside tegemiseks kasutatakse pliiatsite sõed teritatakse teisiti, nimelt nõnda, nagu on näidatud joonisel 1, b.

On soovitatav liimida smirgel- või klaaspaberi riba sellekohasele lauakesele (joon. 2).

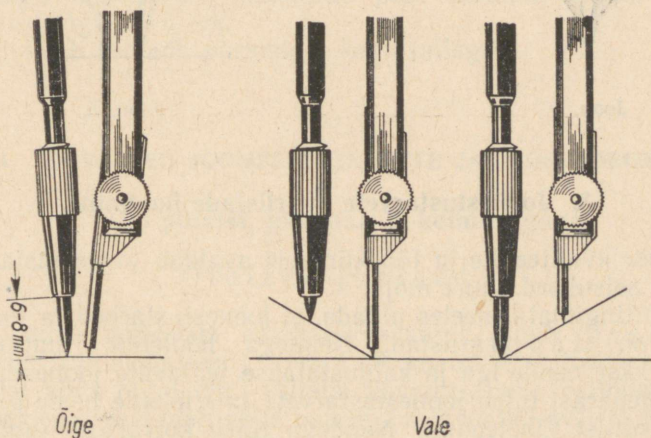


Joon. 2.

### Sirkli töökorda seadmine.

Sirkli sõe (grafiidi) kõvadus valitakse samuti nagu osutatud lk. 6, kuid arvestusega, et ühe ja sama sõe abil oleks võimalik erineva surve puhul tõmmata erineva jämedusega jooni.

Enne kui asuda ringide või kaarte joonestamisele, on tingimata

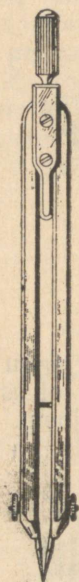


Joon. 3.

vaja seada sirkli süsi ja nõel nõnda, et nende otsad oleksid ligikaudu ühel kõrgusel (joon. 3, pilt «õige»), sõltumata sirkli-nõela ja sõe vahelisest kaugusest. Süsi ulatugu oma torukesest välja umbes 7 mm pikkuselt.

## Mõõtsirkli töökorra seadmine.

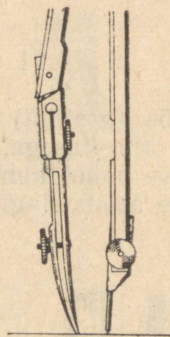
Enne töö algust tuleb mõõtsirkli nõelad asetada nii, et nende otsad oleksid ühel kõrgusel (joon. 4).



Joon. 4.

## Sirklisule töökorra seadmine.

Tööks valmis seatud sirkliil peavad sirklisule ja sirklinõela otsad olema seatud enam-vähem ühele kõrgusele, nagu näidatud joonisel 5.



Joon. 5.

### 3. Joonestustarvete ja -riistade hoidmine.

Joonise kvaliteedile ja töö kiirusele avaldab joonestustarvete ja -riistade seisukord suurt mõju.

Tuleb tingimata meeles pidada, et joonestustarbed ja joonestusriistad on täppisriistad. Nendega hooletult ümber käies lühendatakse nende iga ja kahjustatakse tehtavate joonestuste täpsust. Sellepärast tuleb joonestustarvete ja -riistade heale seisundile pöörata erilist tähelepanu. Nendega tuleb korralikult ümber käia ja neid tuleb hoida hästi ja puhtalt.

Eranditult kõiki joonestustarbeid ja -riistu tuleb hoida kuivas, mõõduka temperatuuriga kohas. Neid tuleb kaitsta löökide ja kukkumiste eest.

Eriti tähelepanelikult tuleb hoida joonestuslauda, joonlaudade ja kolmnurkade tööpinde. Kunagi ei tohi paberi lõikamisel noaga või žiletiteraga seada paberi alla rööpjoonlauda, joonlauda või kolmnurka. Samuti ei tohi paberit lõigata joonestuslaual.

Sirkli ja mõõtsirkli nõelu tuleb hoida nürinemise ja murdumise eest. Sellepärast tuleb neid tarvitada ainult selleks, milleks nad on määratud.

Tuleb vältida joonestuslaua määrimist, kriimustamist, muljumist jne.

Tuleb vältida kõigi joonestustarvete ja -riistade kokkupuutumist määrivate või rasvaste ainetega.

Enne tööle asumist tuleb tingimata pesta käsi. Joonestusriistu tuleb enne ja pärast tööd pühkida pehme kuiva lapiga.

#### 4. Istumisasend töö juures.

Joonestamisel nagu kirjutamiselgi on istumisasendil väga suur tähtsus õpilase tervisele ja normaalsele füüsilisele arengule. Asend peab olema selline, et see ei pingutaks nägemist, et rinnakorv ja kõht poleks kokku surutud, et hingamine toimuks vabalt ja vere ringlemine sünniks takistamatult.

Kõigil neil põhjustel on joonestamise juures tarvis istuda sirgelt. Pea ja õlad tuleb hoida otse. Kaugus silmade ja paberi vahel olgu 30—35 cm.

Rinnaga lauaservale toetumine pole lubatud. Rinna kaugus lauaservast olgu 3—5 cm.

Jalad tuleb asetada põrandale kogu tallaga.

## II. TÖÖVÕTTED JOONESTUSTARVETE JA -RIISTADEGA.

### 1. Töö pliiatsi, joonlaua ja kolmnurgaga.

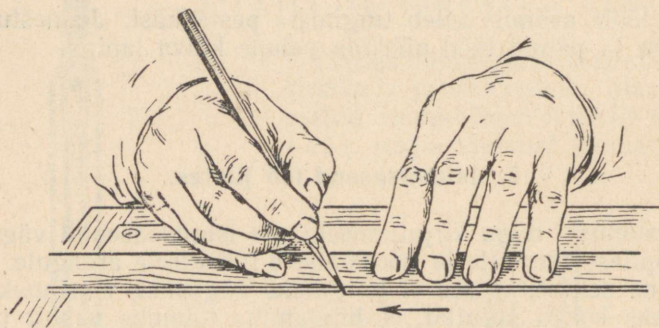
#### Üldised juhised.

Iga joonise tegemisel kasutatakse algul ainult peenikesi jooni (konstruktsioonjooni). Need tõmmatakse erilise surveta ja võrdlemisi kõva pliiatsiga. Pliiatsi kõvaduse aste valitakse, nagu juba märgitud, vastavalt selle paberi kvaliteedile, millele joonestatakse.

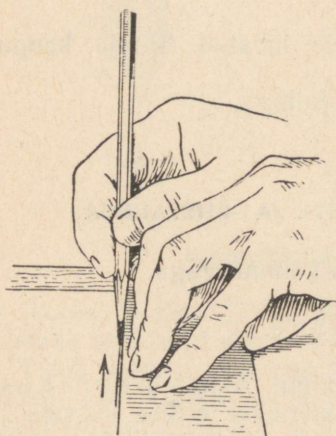
Kui joonise konstrueerimine on lõpetatud, tõmmatakse jooned pehmema pliiatsiga üle. Selle tegevuse juures tuleb silmas pidada iga joone tähendust ja vastavate joonte standardikohaseid jämedussuhteid. Joonte ülejoonestamisel pole otstarbekas kasutada liiga pehmet pliiatsit (pehmemat kui *M*). Liiga pehmete pliiatsite grafiit määrib joonestustarbeid ja paberit ning rikub joonise välimuse.

## Käte ja pliiatsi asend töö juures.

Joonestamisel ei tohi paremas käelabas olla mingit pinget. Nagu kirjutamisel nii toetub käsi siingi väikese sõrme küüsjätku paremale servale. See jätk on sealjuures pisut kõverdatud (joon. 6).



Joon. 6.



Joon. 7.

Pliiatsit tuleb joone tõmbamise ajal hoida terituskoonuse alguse kohalt. Pliiatsit hoitakse kolme sõrme — pöidla, nimetis-sõrme ja keskmise sõrme abil. Pliiatsi ülemine ots olgu sealjuures tõmbe suunas pisut kaldu.

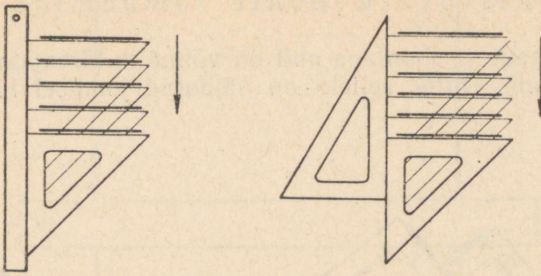
Pliiatsi ülemine ots ei tohi aga kalduda ei joonestaja poole ega temast eemale. Pliiatsi õige asend on näidatud joonisel 7.

Joone tõmbamisel libiseb väikese sõrme küüsjätku väliskülg mööda joonlauda või kolmnurka.

Vasak käsi hoiab joonestamisel joonlauda või rööpjoonlauda libisemast, nagu näidatud joonisel 6 ja 7.

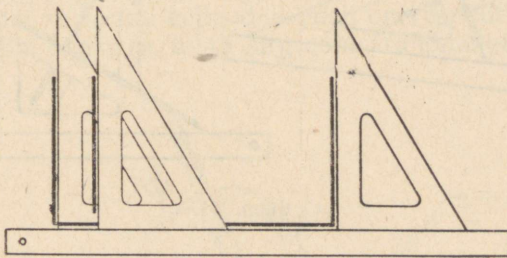
## Rööpjoonte tõmbamine.

Joonisel 8 on näidatud, kuidas kasutada joonlauda ja kolmnurka või kahte kolmnurka rõhtsate rööpjoonte tõmbamiseks.

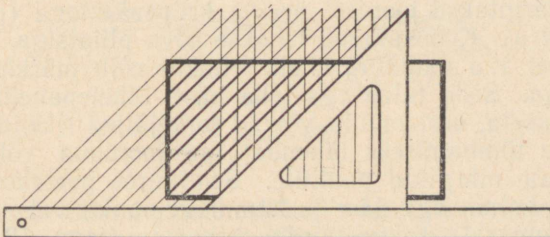


Joon. 8.

Joonlauda ja kolmnurga kasutamine püströöpjoonte tõmbamiseks on näidatud joonisel 9. Joonisel 10 on näidatud, kuidas kasutada joonlauda ja kolmnurka rea kaldrööpjoonte tõmbamiseks ehk pinna viirutamiseks.



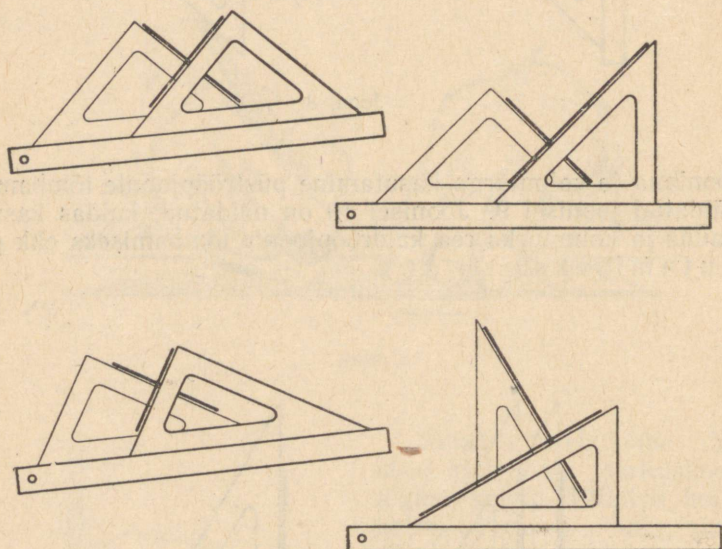
Joon. 9.



Joon. 10.

## Ristuvate joonte tõmbamine.

Kolmnurkade ja joonlaua abil on võimalik tõmmata vastastikku ristuvaid jooni. Võtted selleks on näidatud joonisel 11.



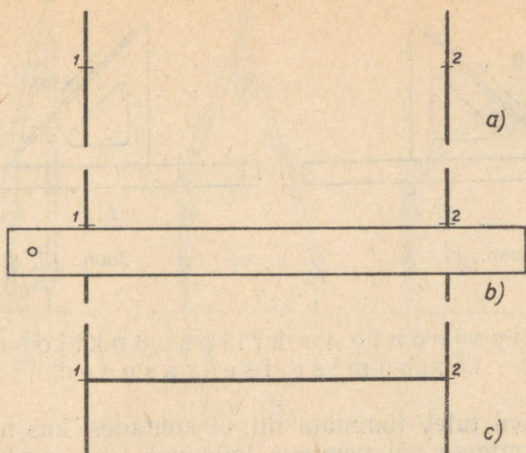
Joon. 11.

## Sirgjoone tõmbamine läbi kahe punkti.

Peamiseks ülesandeks paljude joonestuste juures on sirgjoone tõmbamine läbi kahe punkti. Punktid, millest sirgjoon tuleb läbi tõmmata, märgitakse joonisel peente kriipsukestega (punktid 1 ja 2 joonisel 12, *a*). Kriipsukesed tehakse kõva pliiatsiga, mis on teritatud joonisel 1, *a* näidatud viisil. Punkte võib märkida ka mõõtsirkli nõelaga. Seda tuleb aga teha hästi tähelepanelikult ja ilma liigse rõhumiseta, sest muidu võivad torkejäljed rikkuda joonise.

Sirgjoone tõmbamiseks lähendatakse joonlaua või kolmnurga serv mõlemale märgitud punktile. Sealjuures peetakse silmas, et joonlaua või kolmnurga ääre ja kummagi punkti vahele jääks õige väike ja kummaski punktis võrdne vahemaa (joon. 12, *b*).

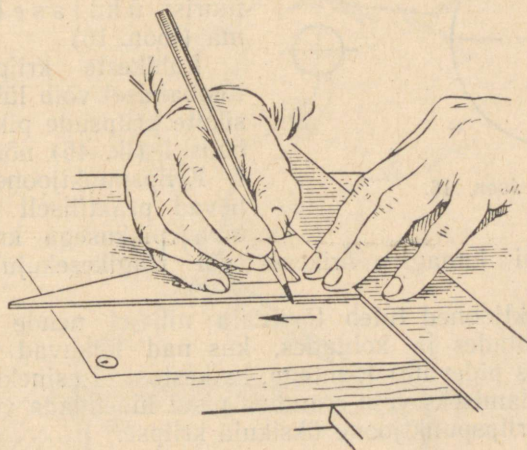
Enne joone tõmbamist tuleb kontrollida, kas joonlaua või kolmnurga asend punktide suhtes ja pliiatsi asend käes on õige. Sel-



Joon. 12

leks puudutatakse pliiatsisõe otsaga joonlaua serva kummagi punkti juures. Joonlaua ja pliiatsi asendid on siis õiged, kui pliiatsi sõe ots langeb punktidega kokku.

Alles pärast seda, kui eeltoodud viisil on veendunud joonlaua ja pliiatsi asendite õigsuses, tohib sirgjoone ära tõmmata (joon. 12, c).

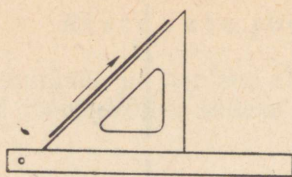


Joon. 13.

Rõhtjooned tõmmatakse harilikult vasakult paremale.

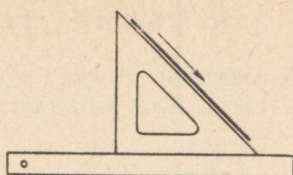
Püstjooned tõmmatakse alt üles (joon. 13).

Kaldjooned tõmmatakse nagu rõhtjoonedki vasakult paremale (joon. 14—15).



a)

Joon. 14.



b)

Joon. 15.

## Kriipsjoonte ja kriipspunktjoonte tõmbamise iseärasused.

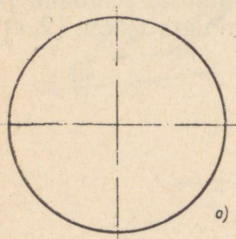
Kriipsjooned tuleb tõmmata nii, et kohtades, kus nad suubuvad pidevaise joontesse või nendega lõikuvad, ei esineks katkestusi. Sama nõuet tuleb silmas pidada ka kriipsjoonte vastastikuse lõikumise juhtudel ning siis, kui nad lõikuvad teist tüüpi joontega.

Neist nõudeist kinnipidamiseks võib erandina pisut lühendada või pikendada tõmmatava kriipsjoone üksikuid kriipse.

Kujutise kontuuriga lõikuvad kriipspunktjooned peavad kujutisest veidi üle ulatuma. Kõik kriipspunktjooned peavad kontuurist ühtlaselt üle ulatuma (joon. 16).

Lühikeste kriipspunktjoonte tõmbamisel võib lühendada üksikute kriipsude pikkust alla tabelis 1 (lk. 46) nõutava määra.

Kriipspunktjoone punktid esinevad praktiliselt vaevumärgatava pikkusega kriipsukestena. või ringikesekujuliselt «välja



a)

Joon. 16.



b)

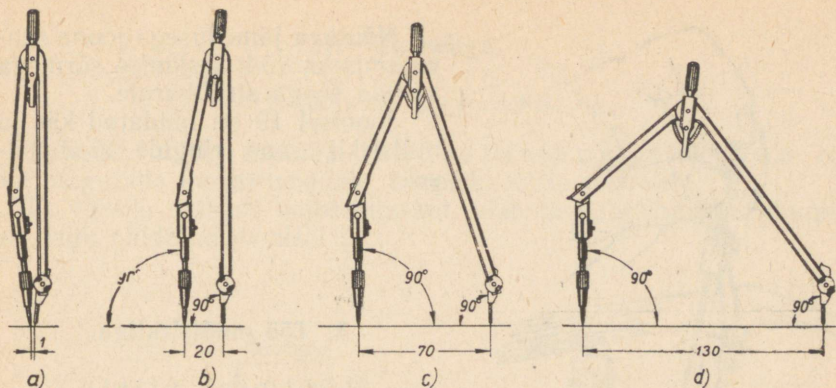
Neid ei tohi kunagi sõõrikese-maalida».

Kriipspunktjooned tuleb tõmmata nii, et nende vastastikuse lõikumise kohtades ja kohtades, kus nad lõikuvad mõnda teist tüüpi (näiteks pidevate) joontega, katkestusi ei esineks. Neist nõudeist kinnipidamiseks võib erandina pisut lühendada või pikendada tõmmatava kriipspunktjoone üksikuid kriipse.

## 2. Töö sirkliga.

### Sirkliharude asetused.

Joonisel 17, a on näidatud sirkliharude õige asend 1—3 mm raadiusega ringide või kaarte joonestamisel, joonistel 17, b, c, ja d

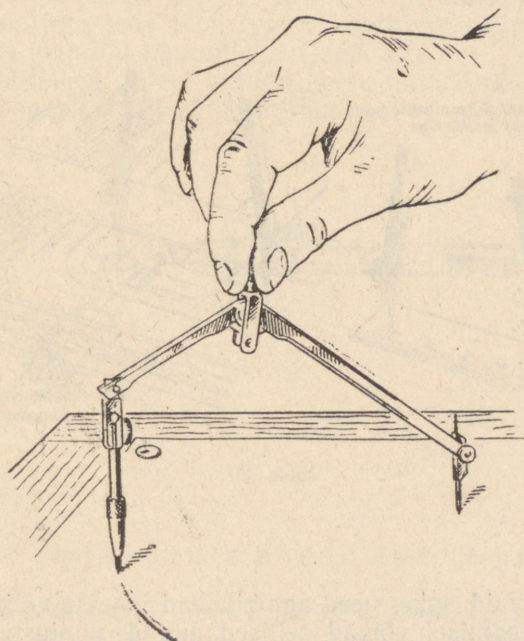


Joon. 17.

aga näiteks 20, 70 ja 130 *mm* raadiusega ringide või kaarte joonestamisel.

### Sirkli ja nullsirkli käes hoidmine.

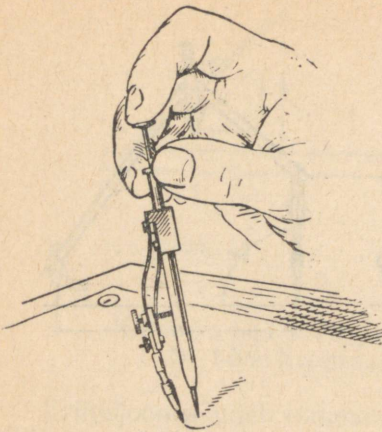
Ringide või kaarte tõmbamisel tuleb sirkli hoida nupust pöidla ja nimetissõrmega (joon. 18). Nõela sirkliharule tuleb suruda ainult üsna nõrgalt.



Joon. 18.

Nõutava jämedusega joone saavutamiseks võib keskmise sõrmega suruda sõega sirkliharule.

Joonisel 19 on näidatud käe ja nullsirkli asend ringide tõmbamisel.



Joon. 19.

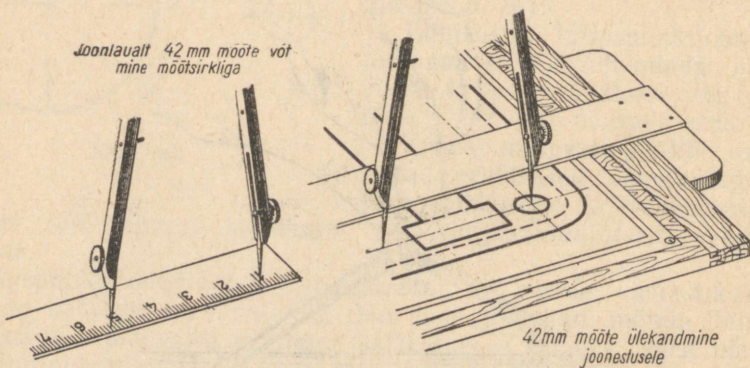
### 3. Töö mõõtsirkliga.

#### Mõõtmise viisid.

Mõõte ülekandmine mõõtsirkli varal, näiteks mõõtjoonlaualt joonisele, on näidatud joonisel 20.

Eelmisele vastupidiseks toiminguks on joonestusel oleva lõigu pikkuse määramine mõõtsirkli abil.

Peame meeles, et töötamisel nii mõõtsirkli kui ka tavalise sirkliga tuleb nõelatorge teha ettevaatlikult. Torke juures tuleb vältida liigset survet sirklile. Liiga tugevad torked tekitavad pabe-



Joon. 20.

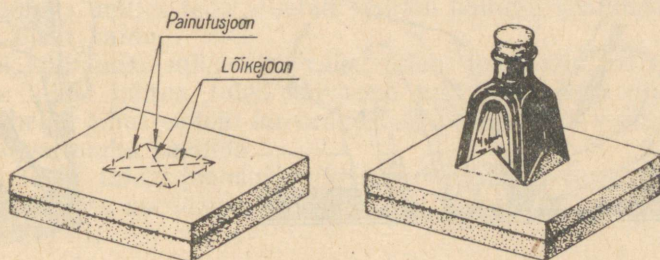
risse märgatavaid auke, need aga rikuvad joonise välimust. Joonte tušiga ületõmbamisel võivad sellised augud põhjustada plekkide tekkimist.

#### 4. Töö tušiga.

##### Üldised juhised.

Tušipott tuleb asetada joonestuslaua ette. Teda ei tohi paigutada joonestuslauale, hoopiski mitte joonisele.

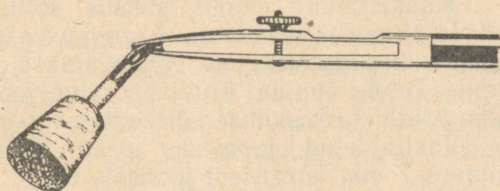
Et vältida tušipoti ümberminekut, võib ta paigutada pappkarpi nii, nagu näidatud joonisel 21.



Joon. 21.

Joonsulge võib täita tušiga tavalise kirjutussulega sulepea abil. Parem on aga seda teha tušipoti korgisse pistetud ja otsast kaldu teravaks lõigatud hanesulega (joon. 22).

Joonsule täitmisel tuleb vältida joonsule väliskülgede tušiga määrimist. Joonsulge ei tohi täitmiseks tuši sisse kasta.

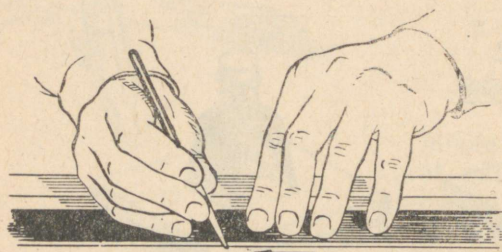


Joon. 22.

##### Käte ja joonsule asend töö juures.

Joonsulega töötamisel, nagu pliiatsiga joonestamiselgi, ei tohi parem käelaba olla pingutatud. Ta toetub kergelt kõverdatud väikese sõrme küüsjätku välisküljele (joon. 23).

Joonsulge hoitakse kolme sõrme, nimelt pöidla, nimetissõrme ja keskmise sõrme abil. Joonsulg peab tõmbe suunas olema veidi kallutatud. Sule ülaots ei tohi aga kalduda ei joonestaja poole ega temast eemale (joon. 24). Joone tõmbamisel libiseb väikese sõrme küüsjätku välisküljel mööda joonlauda või kolmnurka. Vasak käsi hoiab tööajal libisemast joonestustarbeid (joon. 23 ja 24).



Joon. 23.



Joon. 24.

### Töö joonsulega.

Enne joonsule täitmist tušiga tuleb sule välis- ja siseküljed pehme riidega üle pühkida.<sup>1</sup>

Joone paksuse kontrollimiseks tuleb teha joonsulega mõned kriipsud tööks kasutatava joonestus- või pauspaberiga sama liiki joonestus- või pauspaberile.

Tõmmatavate joonte paksus sõltub kahe sulepoole tippude vahelisest kaugusest. Seda kaugust suurendatakse või vähendatakse joonsule kruvi abil. Tuleb õppida kruvi pöörama joonsulge hoidva käe pöidla ja keskmise sõrmeaga.

Vasttäidetud joonsules peab tušipiisk ulatuma umbes 7 mm kõrguseni joonsule tipust (joon. 25).

Iga järgneva täitmise eel tuleb joonsule sisekülgede otsad pehme riidega üle pühkida. Joone tõmbamisel tuleb joonsulge ainult õige kergelt paberile suruda. Tugeva surumise korral lõikab joonsulg paberi lõhki. Pealegi kuluvad joonsule otsad siis kiiremini.

Joonsule liikumine peab olema ü h t l a n e. Tõmbe



Joon. 25.

<sup>1</sup> Tükk pehmet kootud riiet, mis hästi imendab vedelikku, olgu tušiga töötamisel alati käepärast.

kiirenemisel võib joon õheneda, tõmbe aeglustumisel pakseneda, sule peatumisel võib aga tekkida plekk.

Kui joonsulg ei tõmba joont, tuleb ta asetada püsti paberilehele ja kergelt rõhuda. Võib ka tõmmata esmalt joone pehmele riidele.

Ketassule tušiga täitmine, sule eest hoolitsemine, joonte paksuse kontrollimine jne. toimub samuti nagu joonsulega töötamisel.

Ringi või kaart võib tõmmata kas kellaosuti liikumise suunas või vastupidi. Ring või kaar tuleb aga alati lõpule viia selles tõmbesuunas, milles teda alustati. Sirkel hoitagu sealjuures tõmbe suunas pisut kaldu.

Tuši kuivamist sulepoolte vahel tuleb tingimata vältida. Kui see aga siiski juhtus, tuleb kuivanud tušš eemaldada niiske riide abil. Ühelgi juhul ei tohi kuivanud tuši mingi kõva esemega, näiteks noaga, maha kaapida.

Töö lõpul tuleb joonsulg riidega puhastada, kruvi tuleb aga seada sellisesse asendisse, et sulepoolte tipud ei puudutaks teineteist.

## Pauspaberi ettevalmistamine kopeerimiseks.

Joonisele tuleb asetada temast pisut suuremate mõõdetega pauspaberi leht, vaadata, et see liibuks hästi joonise vastu, ja kinditada rõhknaeltega.

Pauspaberi pinnal võib kergesti leiduda rasvalaike, mis on tekkinud sinna paberi kätega puudutamisel. Nende kõrvaldamiseks on soovitatav puistata pauspaberile peenikest kriidipulbrit, hõõruda pauspaber nüüd pehme riidega üle ja eemaldada siis kriit.

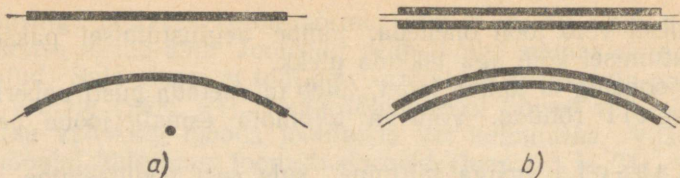
## Joonise joonte tušiga katmine või kopeerimine.

Joonise tušiga katmisel või ka kopeerimisel tuleb sirged jooned tõmmata, nagu pliiatsiga joonestamiselgi, ainult joonlaua või kolmnurga valgusepoolset serva mööda (eeldades muidugi, et valgus langeb joonestuslauale vasakult ülalt). Joone tõmbamisel peab joonsule ots ja ka tõmmatav joon olema kogu aeg n ä h a.

Rõhtjooned tuleb, nagu pliiatsiga töötamiselgi, tõmmata ainult vasakult paremale, püstjooned alt üles, ja kaldjooned, samuti nagu rõhtjooned, vasakult paremale.

Kui joonise katmisel tušiga või kopeerimisel tema joonte paksus peab jääma endiseks, siis on tarvis hoolikalt jälgida, et tõmmatav joon kogu pikkuses täpselt langeks ühte kaetava või kopeeritava joonega.

Kui joonise katmisel tušiga või kopeerimisel tema jooni sealjuures paksendatakse, siis tuleb hoolitseda selle eest, et tõmmatav paksem joon kogu pikkuses ühtlaselt ula-

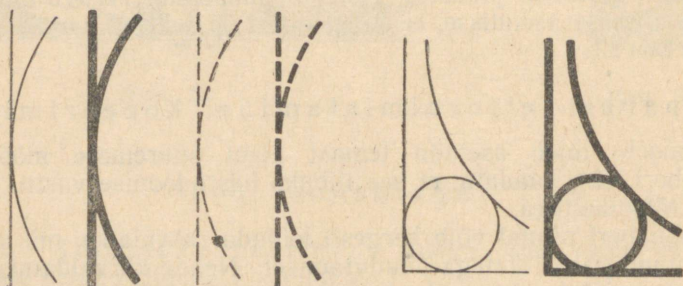


Joon. 26.

tuks mõlema äärega üle kaetava või kopeeritava joone (joon. 26, a).

Kui paksendatult kaetavad jooned asuvad väga ligis-  
tikk, siis talitatakse erandina nõnda, nagu näidatud jooni-  
sel 26, b.

Joonistel 27 ja 28 on toodud mitmesuguste joonte tušiga kat-  
mise näited.

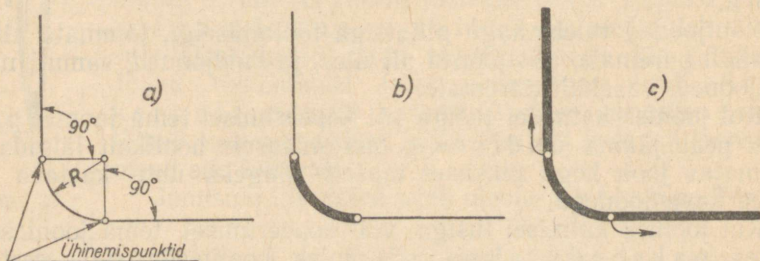


Joon. 27.

Siin tuleb pöörata tähelepanu järgmistele põhitingimustele.

1. Sirge joone ja kaare või ringi ühinemiskohas joon ei  
lõhene ega paksene (joon. 27).

2. Kahe sirge joone sujuvaks ühendamiseks kaarega, mille raa-  
dius on  $R$  (joon. 28), talitatakse järgmiselt. Esmalt tõmmatakse



Joon. 28.

kaar, mis ulatub täpselt ühest ühinemispunktist teiseni (joon. 28, b). Sirged jooned tõmmatakse alles pärast seda, kui tušš kaarjoneel on kuivanud. Sealjuures tuleb sirgete joonte tõmbamist alustada kaarega ühinemispunktidest, mitte aga tõmmata jooni ühinemispunktide suunas (joon. 28, c).

### Töö järjestus tušiga katmisel või kopeerimisel.

Joonise tušiga katmisel või kopeerimisel tuleb soovitada järgmist tööjärjestust.

1. Valitakse kindel jämedus nähtavatele kontuuridele vastavate joonte jaoks.

2. Tõmmatakse kõik kriipspunktjoneelised telg- ehk tsentrijooned. Sealjuures peetakse silmas, et nende paksus oleks õiges vahekorras nähtavate kontuuride jaoks valitud jämedusega.

3. Tõmmatakse kõik pidevjoonelised ringid ja kaared, alustades suurema raadiusega ringidest ja kaartest ning siirdudes vähema raadiusega ringidele ja kaartele. Pärast seda tõmmatakse samas järjekorras kõik kriipsjoonelised ja siis kõik kriipspunktjoneelised ringid ja kaared.

4. Tõmmatakse kõik nähtavatele kontuuridele vastavad jooned:

a) rõhtjooned, alustades lehe ülemisest osast ja siirdudes kord-korralt alumisele osale (ka joonestuse raamjooned ja kirjanurga jooned);

b) püstjooned, alustades lehe vasakpoolsest osast ja siirdudes kord-korralt lehe parempoolsele osale (ka joonestuse raamjooned ja kirjanurga jooned);

c) kaldjooned, alustades lehe ülemisest vasakpoolsest osast ja siirdudes kord-korralt lehe alumisele parempoolsele osale.

5. Tõmmatakse kõik kriipsjooned samas järjekorras nagu nähtavate kontuuride jooned.

6. Tõmmatakse samas järjekorras kõik peened pidevjooned (välja arvatud viirutusjooned), sealhulgas ka viitejooned ja mõõtjooned.

7. Kantakse paberile mõõtjoonte otsnooded.

8. Kirjutatakse kõik pealkirjad ja mõõtardud.

9. Viirutatakse nõutavad pinnad.

### Vigade ja ebatäpsuste parandamine.

Vigu ja ebatäpsusi, mis on tehtud spetsiaalsel joonestuspaberil oleva joonise tušiga katmisel, võib kõrvaldada kõva kustutusummil abil.

Valesti tõmmatud jooni võib kõrvaldada ning ebatäpsusi ja vigu parandada ka žiletiteraga tuši mahakraapimise teel. Selleks

võib žiletitera murda pooleks ja kasutada kraapimiseks murdekohta teravaid nurki. Parandatud kohta joonisel tuleb siluda (poleerida) luust labidakesega või küünega.

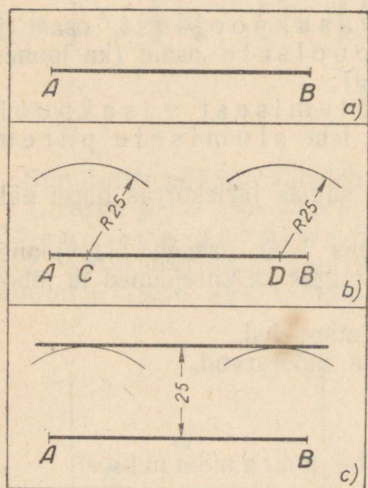
Ka pauspaberile tehtud tušitöös juhtunud vigu võib kõrvaldada žiletiteraga kraapimise teel. Mõnikord on pauspaberil tehtud vigade kõrvaldamiseks võimalik kasutada ka kõva kustutuskuumit, üldiselt pole see aga soovitatav, sest kummiga tehtud paranduste jäljed võivad valguskoopiatel<sup>1</sup> näha olla.

Tuši mahakraapimisel tuleb pauspaberi alla asetada sileda pealispinnaga kõva ese, näiteks klaas või plastmassist kolmnurk. Pauspaber tuleb paranduskohal vasaku käe sõrmedega pingule tõmmata.

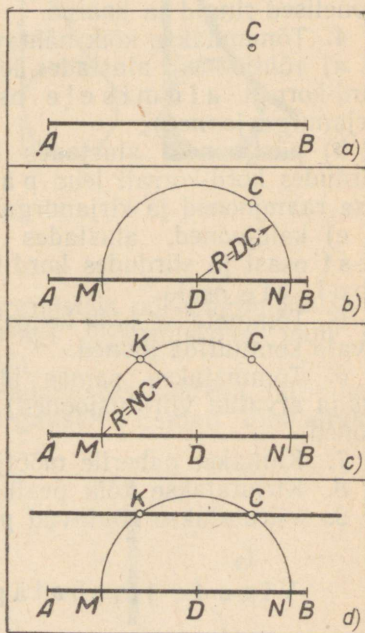
### III. LIHTSAIMAD GEOMEETRIILISED KONSTRUKTSIOONID.

#### 1. Rööpjoonte tõmbamine.

Näide 1. Olgu antud sirglõik  $AB$  (joon. 29, a). On vaja tõmmata sellele rööpjoon nii, et tema kaugus sirglõigust oleks 25 mm.



Joon. 29.



Joon. 30.

<sup>1</sup> Valguskoopiaks nimetatakse koopiaid, mis saadakse pauspaberilt erilese valgustundlikule paberile. Selliste koopiade valmistamist nimetatakse valguskooperimiseks. Seda tarvitatakse jooniste paljundamise eesmärgil.

Valime sirglõigul  $AB$  vabalt kaks punkti, näiteks punktid  $C$  ja  $D$  (joon. 29,  $b$ ). Kummastki punktist tõmbame nüüd kaare, mille raadius on võrdne rööpjoonte nõutava kaugusega, s. o. antud juhul 25  $mm$ -ga. Sealjuures peame silmas, et mida kaugemal teineteisest asetsevad meie poolt sirglõigul  $AB$  valitud punktid, seda suurema täpsusega saame ülesande täita.

Pärast seda tõmbame joonlaua või kolmnurga abil sirge nii, et see puudutaks mõlemat kaart (joon. 29,  $c$ ). Tõmmatud sirge asetseb antud sirglõiguga rööbiti ning on sellest 25  $mm$  kaugel.

Näide 2. On antud sirglõik  $AB$  ja väljaspool seda sirglõiku punkt  $C$  (joon. 30,  $a$ ). On vaja tõmmata läbi punkti  $C$  sirglõiguga  $AB$  paralleelne (rööpne) sirge.

Valime sirglõigul  $AB$  mingi punkti, näiteks punkti  $D$  (joon. 30,  $b$ ). Tõmbame sellest punktist kui keskpunktist kaare raadiusega  $DC$ . Saadud kaare ja sirglõigu  $AB$  lõikepunktid olgu  $M$  ja  $N$ .

Nüüd tõmbame punktist  $M$  kui keskpunktist kaare raadiusega  $NC$ . Punkti, kus tõmmatav kaar lõikab meie poolt varem tõmmatud kaart, nimetame punktiks  $K$  (joon. 30,  $c$ ).

Nüüd tõmbame sirge läbi punktide  $K$  ja  $C$  (joon. 30,  $d$ ). See sirge on paralleelne sirglõiguga  $AB$ .

## 2. Sirglõigu jagamine võrdseteks osadeks.

### Sirglõigu poolitamine.

On antud sirglõik  $AB$  (joon. 31,  $a$ ). On vaja jagada see sirglõik kaheks võrdseks osaks.

Tõmbame sirglõigu otspunktidest  $A$  ja  $B$  vastastikku lõikuvad kaared raadiusega, mis oleks tunduvalt pikem kui pool sirglõigust  $AB$ . Olgu tõmmatud kaarte lõikepunktid  $C$  ja  $D$  (joon. 31,  $b$ ).

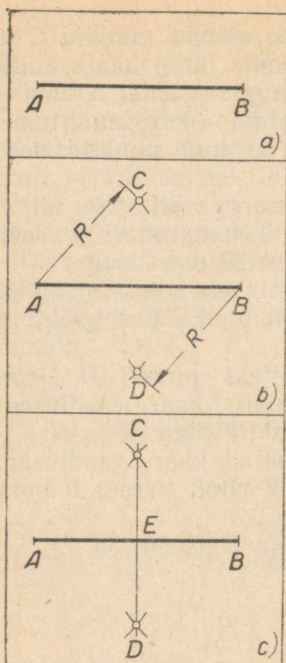
Punkte  $C$  ja  $D$  läbiv sirge jagab sirglõigu  $AB$  punktiga  $E$  kaheks võrdseks lõiguks (joon. 31,  $c$ ).

Sirglõigu jagamine mitmeks võrdseks osaks.

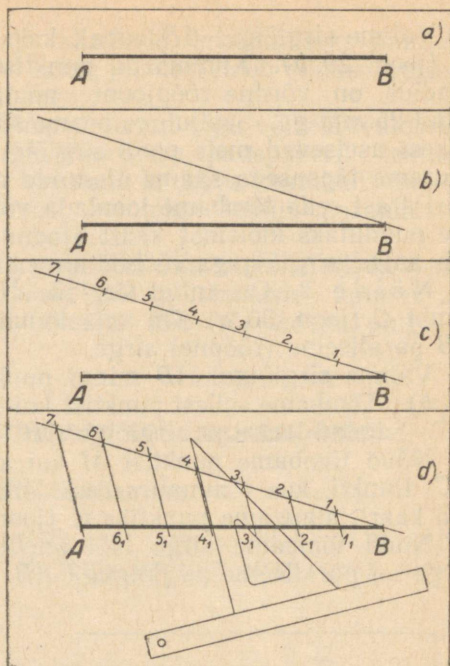
On antud sirglõik  $AB$  (joon. 32,  $a$ ), mis on vaja jagada näiteks seitsmeks võrdseks osaks.

Esmalt tõmbame sirglõigu ühest otspunktist, näiteks punktist  $B$ , abisirge, mis moodustaks sirglõiguga  $AB$  vabalt valitud teravnurga (joon. 32,  $b$ ).

Nüüd asetame abisirgele vabalt valitud pikkusega lõigu, alates teravnurga tipust  $B$ , nii mitu korda, kui mitmeks osaks tahame jagada sirglõiku  $AB$ , antud juhul järelikult seitse korda. Sel moel saame abisirgel rea punkte. Tähistame need järjekorras numbritega 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 (joon. 32,  $c$ ).



Joon. 31.



Joon. 32.

Nüüd ühendame punkti 7 uue abisirge varal sirglõigu  $AB$  otspunktiga  $A$ .

Läbi ülejäänud punktide  $6, 5, 4, 3, 2$  ja  $1$  tõmbame aga sirged, mis on rööbikud sirgega  $7A$ .

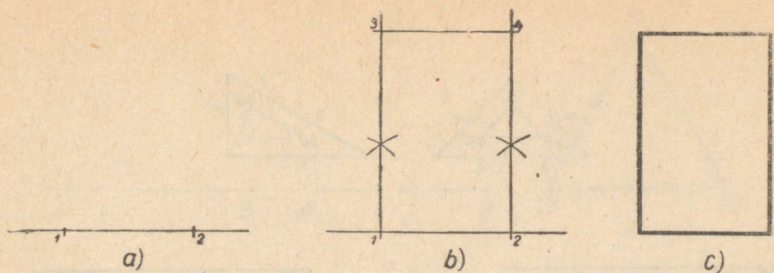
Lõikudes sirglõiguga  $AB$  punktides  $6_1, 5_1, 4_1, 3_1, 2_1$  ja  $1_1$ , jagavad need rööpjooned sirglõigu  $AB$  seitsmeks võrdseks osaks (joon. 32,  $d$ ).

### 3. Tasapinnaliste kujundite konstrueerimine.

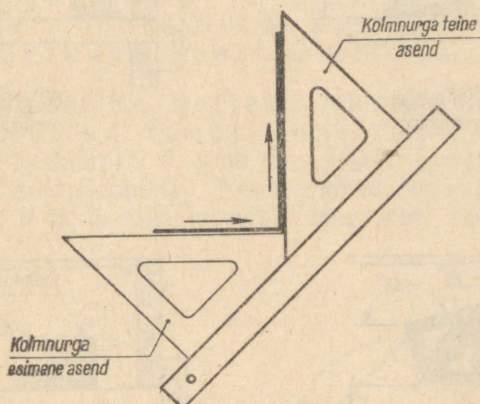
#### Ristkülik ja ruut.

Märgime punktidega  $1$  ja  $2$  rõhtsirgel lõigu (joon. 33,  $a$ ), mille pikkus vastab ristküliku (või ruudu) rõhtkülje antud pikkusele. Edasi tõmbame punktidest  $1$  ja  $2$  sirglõigule ristsirged. Punktidega  $3$  ja  $4$  (joon. 33,  $b$ ) märgime ristsirgetel lõigud, mille pikkused vastavad ristküliku (või ruudu) püstkülgede antud pikkusele. Nüüd tõmbame läbi punktide  $3$  ja  $4$  rõhtjoone, kõrvaldame kõik tarbetud jooned ja tõmbame kujundi jämedama joonega üle (joon. 33,  $c$ ).

Joonisel 34 on näidatud ristküliku kahe lähiskülje konstrueerimine joonlaua ja  $45^\circ$ -liste teravnurkadega kolmnurga abil.



Joon. 33.



Joon. 34.

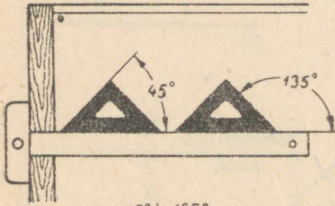
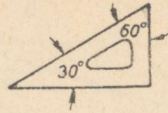
### Nurgad.

Joonisel 35 on näidatud võrdhaarse kolmnurga ja  $30^\circ$  ning  $60^\circ$  teravnurkadega kolmnurga abil mõningate nurkade konstrueerimise võtted.

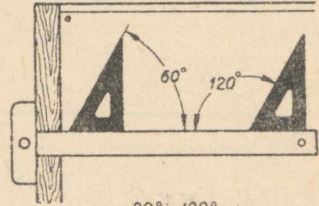
Mistahes suurusega nurka võib joonestada malli abil. Malli kasutamist õpiti geomeetria tundides.

### Kolmnurk.

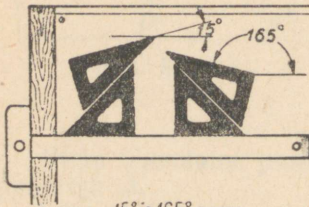
On antud sirglõik  $AB$  (joon. 36, *a*). On vaja joonestada võrdkülgne kolmnurk, mille külgedeks oleksid lõigud pikkusega  $AB$ . Selleks tõmbame (joon. 36, *b*) punktides  $A$  ja  $B$  lühikesed kaared raadiusega  $AB$ . Need kaared lõikuvad punktis  $C$ . Nüüd tõmbame punktist  $C$  sirglõigud punktidesse  $A$  ja  $B$  ning saamegi otsitava kolmnurga (joon. 36, *c*).



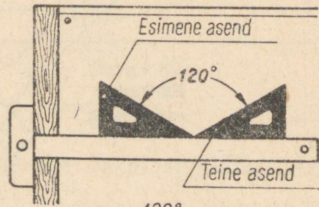
45° ja 135° nurga  
konstrueerimine



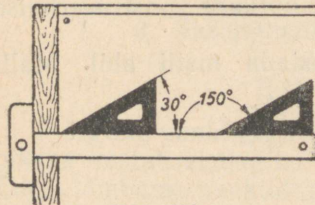
60° ja 120° nurga  
konstrueerimine



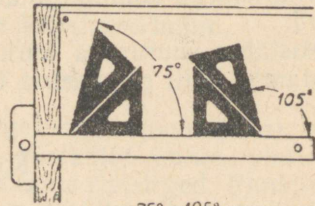
15° ja 165° nurga  
konstrueerimine



120° nurga  
konstrueerimine

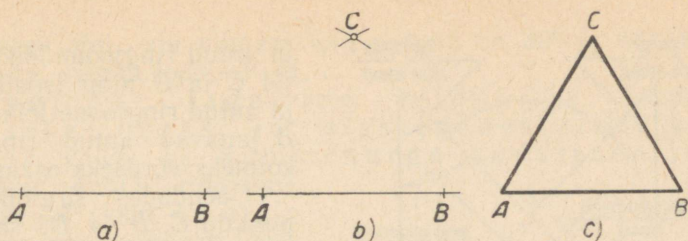


30° ja 150° nurga  
konstrueerimine



75° ja 105° nurga  
konstrueerimine

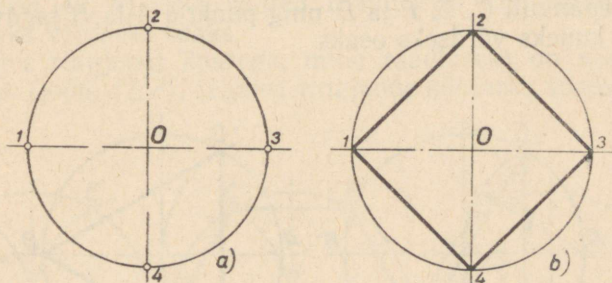
Joon. 35.



Joon. 36.

Ringjoone jagamine võrdseteks osadeks ja ringi sisse joonestatud korrapäraste hulknurkade konstrueerimine.

Ringi jagamine neljaks võrdseks osaks ja sissejoonestatud ruudu konstrueerimine. Tõmbame läbi ringi keskpunkti  $O$  (joon. 37, *a*) kaks joont, mis on teineteisega risti (tsentrijooned). Need jooned lõikuvad ringjoonega punktides 1, 2, 3 ja 4, mis jagavad ringjoone neljaks võrdseks osaks.

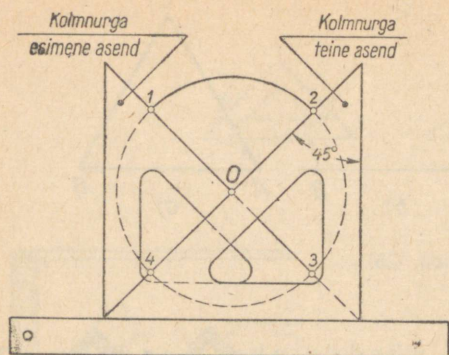


Joon. 37.

Uhendades sirglõikudega järgemööda punktid 1, 2, 3 ja 4, saamegi ringi sisse joonestatud ruudu (joon. 37, *b*).

Ringjoont neljaks võrdseks osaks jagada ja ringi sisse joonestatud ruutu konstrueerida saab ka joonlaua ja kahe võrdhaarse täisnurkse kolmnurga abil. Kuidas seda teha, selgub jooniselt 38.

Ringjoone jagamine kolmeks võrdseks osaks ja sissejoonestatud võrdkülgse kolmnurga konstrueerimine. Tsentrijoone ja antud ringjoone ühest lõikepunktist, näiteks punktist  $A$  (joon. 39, *a*) tõmbame kaare raadiusega  $R$ , mis on võrdne antud ringjoone raadiusega. Selle kaare



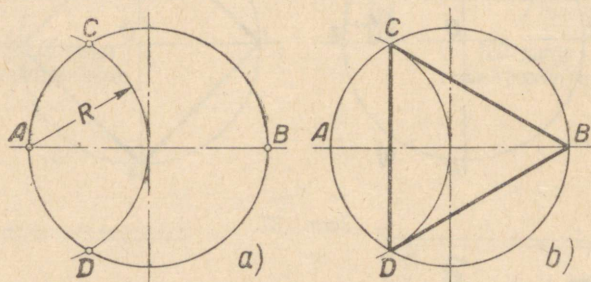
Joon. 38.

ja antud ringjoone lõikepunktid  $C$  ja  $D$  ning tsentrijoone ja antud ringjoone lõikepunkt  $B$  jagavad antud ringjoone kolmeks võrdseks osaks.

Uhendades sirglõikudega punktid  $C$ ,  $B$  ja  $D$ , saamegi sissejoonestatud võrdkülgse kolmnurga (joon. 39,  $b$ ).

Ringjoont saab kolmeks võrdseks osaks jagada ja ringi sisse joonestatud võrdkülgset kolmnurka konstrueerida ka joonlaua ja kahe niisuguse kolmnurga abil, mille teravnurgad on  $30^\circ$  ja  $60^\circ$ . Kuidas seda teha, selgub jooniselt 40.

Ringjoone jagamine kuueks võrdseks osaks ja sissejoonestatud korrapärase kuusnurga konstrueerimine. Et jagada ringjoon kuueks võrdseks osaks, tuleb ühe tsentrijoone ja ringjoone mõlemast lõikepunktist, näiteks punktidest  $A$  ja  $B$  (joon. 41,  $a$ ) tõmmata kaar raadiusega  $R$ , mis on võrdne antud ringjoone raadiusega. Siis nende kaarte ja ringjoone lõikepunktid  $C$ ,  $E$ ,  $F$  ja  $D$  ning punktid  $A$  ja  $B$  jagavad antud ringjoone kuueks võrdseks osaks.



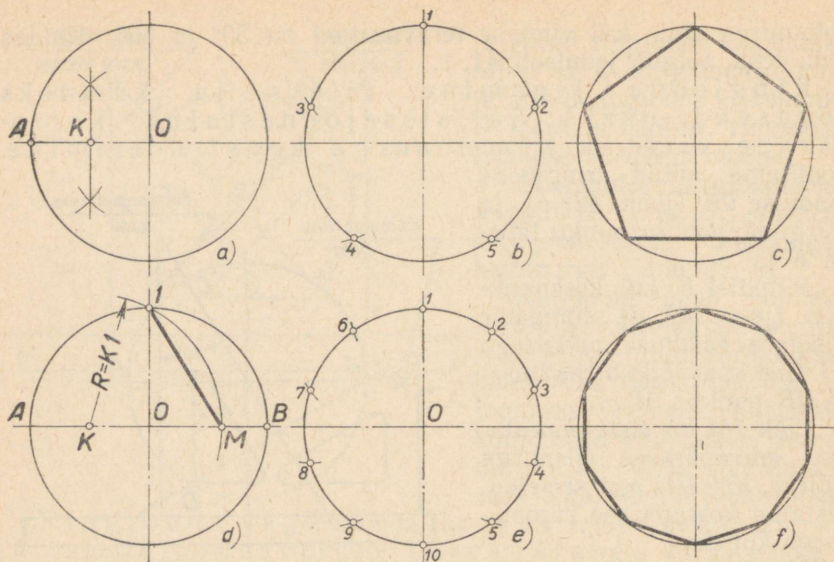
Joon. 39.

Olgu märgitud, et alati pole vajalik tõmmata abikaari kogu pikkuses lõikepunktist lõikepunktini, nagu me seda tegime eespool ringjoone jagamisel kolmeks ja kuueks võrdseks osaks. Sageli võib piirduda ainult ringjoont lõikavate kaareosakeste tõmbamisega.

Uhendades sirgetega jaotuspunktid  $A$ ,  $C$ ,  $E$ ,  $B$ ,  $F$  ja  $D$ , saamegi sissejoonestatud korrapärase kuusnurga (joon. 41,  $b$ ).

Ringjoont saab kuueks võrdseks osaks jagada ja ringi sisse joonestatud korrapärase kuusnurga konstrueerida ka joonlaua ja





Joon. 42.

Ringjoone jagamine võrdseteks osadeks kõõlude tabeli abil. Ringjoont saab geomeetriliste konstruktsioonide teel täpselt jagada kaheks, kolmeks, viieks ning veel mõneks arvuks võrdseks osaks. Samal teel saab ringjoont võrdseteks osadeks jagada veel selliselt, et osade arv on mõne eelmainitud arvu kahekordne, näiteks 4, 6, 10 jne. Kuid ringjoone jaotamine seitsmeks, üheksaks, üheteistkümneks jne. osaks on geomeetriliste konstruktsioonide teel võimalik ainult ligikaudu.

Praktiliselt piisava täpsusega saab ringjoont jagada mistahes arvuks võrdseteks osadeks lk. 31 toodud kõõlude tabeli abil.

Tabeli esimeses veerus on toodud arvud, mis näitavad, mitmeks osaks ringjoont jagatakse. Tabeli teises veerus on toodud koefitsient, millega antud osade arvu puhul tuleb korrutada jagatava ringjoone läbimõõtu. Korrutiseks on sellise kõõlu pikkus, mis on antud osade arvule vastava sissejoonestatud korrapärase hulknurga küljeks. Olgu näiteks antud ringjoon läbimõõduga 80 mm. Olgu ülesandeks jagada see ringjoon 16 võrdseks osaks. Jagamine toimub järgmiselt.

Otsime tabeli esimesest veerust nõutava osade arvu, s. o. 16. Sellele arvule vastab tabeli teises veerus koefitsient 0,195. Korrutades 80 (ringjoone läbimõõt) 0,195-ga, saame 15,6. See ongi niisuguse kõõlu pikkus millimeetrites, mis antud juhul on sissejoonestatud korrapärase kuusteistnurga küljeks.

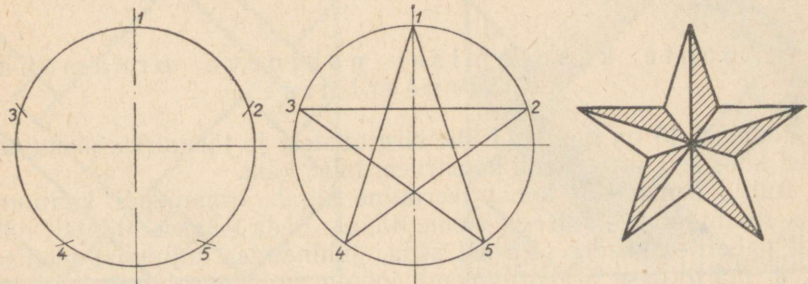
Võttes selle pikkuse kaare raadiuseks ja lõigates saadud kaare antud ringjoont, jagamegi ta 16-ks võrdseks osaks.

Kõõlude tabel

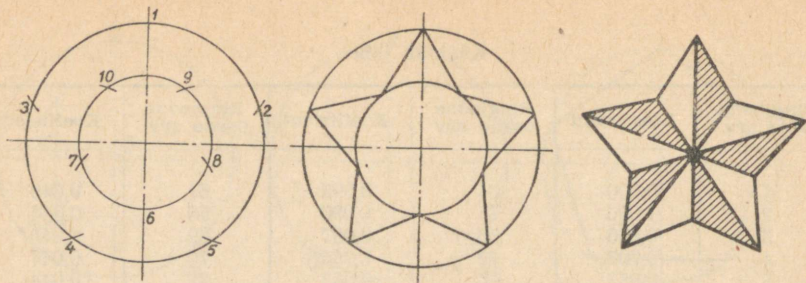
Ringjoone osade arv	Koefitsient	Ringjoone osade arv	Koefitsient	Ringjoone osade arv	Koefitsient
1	0,000	34	0,092	67	0,046
2	1,000	35	0,090	68	0,046
3	0,866	36	0,087	69	0,045
4	0,707	37	0,085	70	0,044
5	0,587	38	0,083	71	0,044
6	0,500	39	0,080	72	0,043
7	0,434	40	0,078	73	0,043
8	0,383	41	0,076	74	0,042
9	0,342	42	0,075	75	0,041
10	0,309	43	0,073	76	0,041
11	0,282	44	0,071	77	0,040
12	0,259	45	0,070	78	0,040
13	0,239	46	0,068	79	0,039
14	0,223	47	0,067	80	0,039
15	0,208	48	0,065	81	0,038
16	0,195	49	0,064	82	0,038
17	0,184	50	0,063	83	0,037
18	0,174	51	0,062	84	0,037
19	0,165	52	0,060	85	0,036
20	0,156	53	0,059	86	0,036
21	0,149	54	0,058	87	0,036
22	0,142	55	0,057	88	0,035
23	0,136	56	0,056	89	0,035
24	0,130	57	0,055	90	0,034
25	0,125	58	0,054	91	0,034
26	0,120	59	0,053	92	0,034
27	0,116	60	0,052	93	0,033
28	0,112	61	0,051	94	0,033
29	0,108	62	0,050	95	0,033
30	0,104	63	0,050	96	0,032
31	0,101	64	0,049	97	0,032
32	0,098	65	0,048	98	0,032
33	0,095	66	0,047	99	0,031
				100	0,031

Täht-viisnurga konstrueerimine.

Joonisel 43 on näidatud täht-viisnurga konstrueerimise käik. See algab abiringjoone tõmbamisega ja selle jagamisega viieks



Joon. 43.



Joon. 44.

võrdseks osaks, lähtudes punktist 1. Ühendades sirglõikudega järjekorras ringjoone jaotuspunktid 1 ja 4, 1 ja 5, 3 ja 2, 3 ja 5 ning 2 ja 4, saamegi läht-viisnurka. Tähe harudele on võimalik anda tõmbim kaju, kui võetakse kasutusele teine abiringjoon (joon. 44), mis omakorda tuleb jagada viieks võrdseks osaks, lähtudes aga punktist 6.

#### 4. Ornamendid.

##### Põhimõisted.

Kombineerides sirg- ja kõverjooni ning mitmesuguseid geomeetrilisi figuure, võib kujundada ornamente esemete kaunistamiseks.

Ornamente kasutatakse väga laialdaselt. Nendega kaunistatakse mitmesuguseid hooneid ja ehitisi, kangaid ja kõikvõimalikke tarbeasju — mööblit, nõusid, rõivaid ja muid esemeid. Mitmesuguseid ornamente kasutatakse haljastustöödel, näiteks lillepeenarde rajamisel.

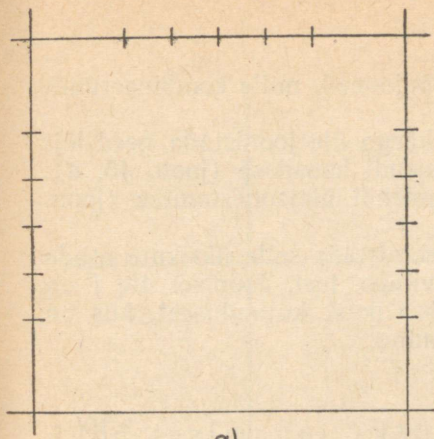
Ka paljusid trükitooteid — raamatuid, ajakirju, plakateid jne. kaunistatakse mitmesuguste ornamentidega.

Tutvume allpool lihtsaimate ornamentide konstrueerimise põhimõtetega.

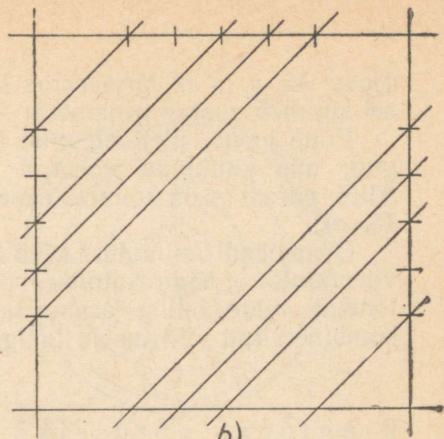
##### Sirgjoonte kasutamisel põhineva ornamentide konstrueerimine.

Joonisel 45 on näidatud ühe sirgjoontest ja täisnurkseist kujundest koosneva ornamentide konstrueerimise käik.

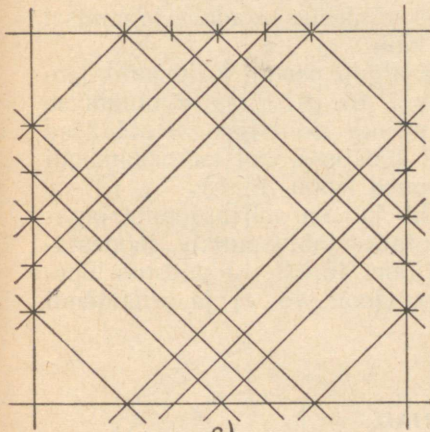
Antud ornamentide konstrueerimine algab ornamentide kontuuri, s. o. ruudu joonestamisega (joon. 45, a). Seda tehakse pliiatsit nõrgalt paberile surudes. Pärast seda, juhindudes kujundist joonisel 45, e, märgitakse ära ornamentide joonte ja joonestatud kontuurruudu lõikepunktid. Edasi tõmmatakse läbi märgitud punktide



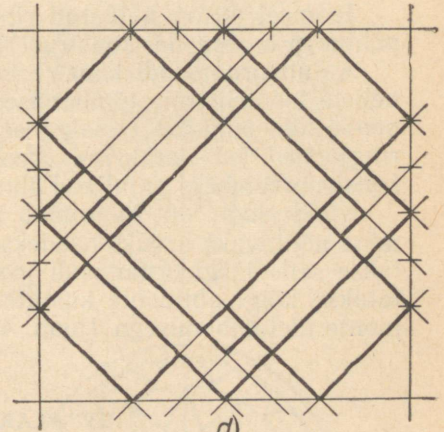
a)



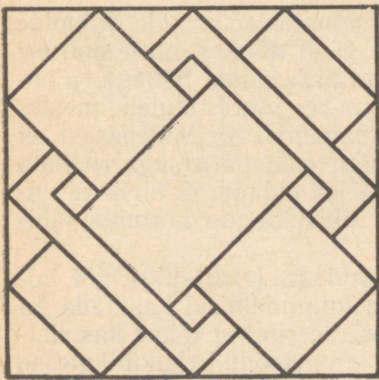
b)



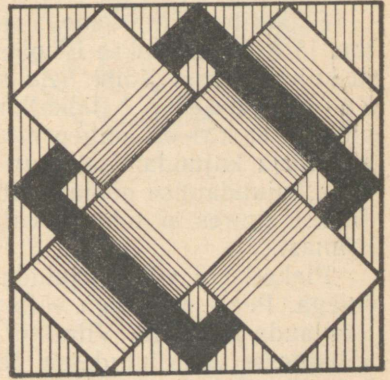
c)



d)



e)



f)

(joon. 45, *b* ja *c*) järjekorras kaldrööpjooned, mille kombineerumisel kujuneb vastav ornament.

Enne joonte ületõmbamist tuleb käega üle joonistada need lõigud, mis kuuluvad vahetult ornamendi koostisse (joon. 45, *d*). Alles pärast seda toimetatakse ornamendi ülejoonestamine (joon. 45, *e*).

Ornamendi kujundust võib mitmekesistada selle üksikute osade viirutamise, tušiga katmise või värvimise teel. Joonisel 46, *f* on toodud näide sellise ornamendi võimalikust kujundusest, kus on kombineeritud viirutus ja tušiga katmine.

Ringjoone võrdseiks osadeks jagamisel põhineva ornamendi konstrueerimine.

Joonisel 46 on näidatud ringjoone võrdseiks osadeks jagamisel põhineva ornamendi konstrueerimise käik.

Antud ornamendi konstrueerimine algab peente kriipspunktjooneline tsentrijoonte tõmbamisega (joon. 46, *a*). Edasi tõmmatakse nende lõikepunktist (esialgu samuti peente joontega) nii põhilised ringjooned, mis kuuluvad ornamendi koostisse, kui ka ornamendi konstrueerimiseks vajalikud abiringjooned (joon. 46, *b*).

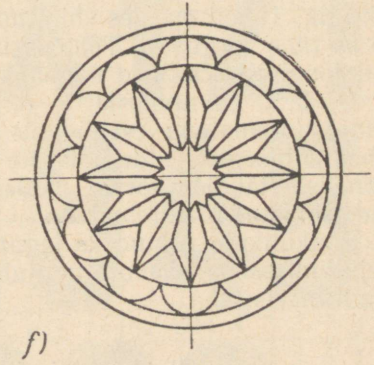
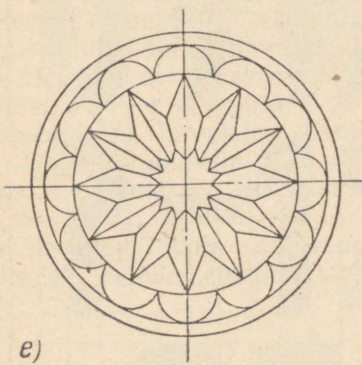
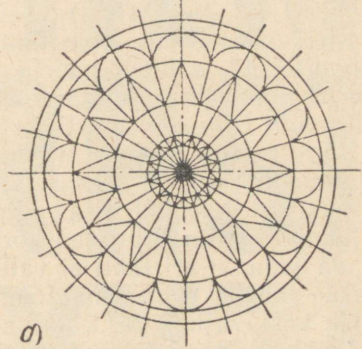
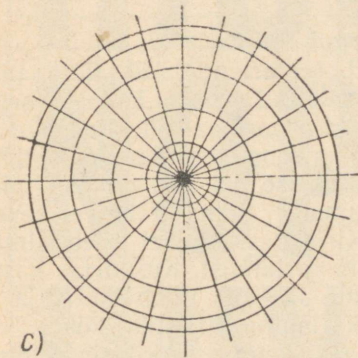
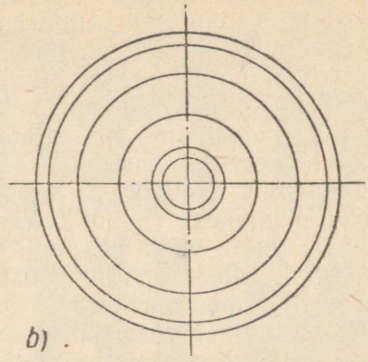
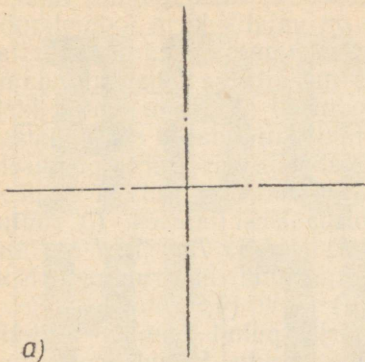
Nüüd (joon. 46, *c*) toimub nii põhi- kui ka abiringjoonte jagamine nõutavaks arvuks osadeks. Kasutades jaotuspunkte, joonestatakse selle järgi ornamendi jooned (joon. 46, *d*). Joonestus lõpetatakse kõigi abijoonte kustutamisega (joon. 46, *e*) ja ornamendi joonte ületõmbamisega (joon. 46, *f*).

#### IV. PLAKATKIRJAD.

Tähtede ja numbrite kirjutamine.

Plakatite, kuulutuste, loosungite, seinalehtede, diagrammide jne. jaoks kasutatakse igapäevases elus väga mitmesuguse suuruse ja kujuga kirju. Kõiki neid kirju nimetatakse ühise nimega plakatkirjadeks. Plakatkirja kirjutamise juures tuleb meeles pidada, et kiri on kõigepealt mõeldud lugemiseks. Sellepärast ei tohi kirja kujundamisel taga ajada mingit «omapära» ega rikkuda kirja kujundamise põhialuseid. Tuleb meeles pidada, et kirja kujundamise juures ei tohi kõrvale kalduda üldkehtivate normide lähikonnast.

Plakatkirja võib kirjutada kas ketassulega (redissulg) või laisulega. Peale selle aga võib plakatkirja kujundamisel kasutada ka joonlauda ja sirkliit. Viimasel juhul konstrueeritakse tähed kas ristkülikutesse või ruutudesse. Joonisel 47, *a* on toodud ristkülikutesse kujundatud ladina tähestik ja numbrid, joonisel 47, *b* aga vene tähestik.



Joon. 46.

Kirja konstrueerimisel on riskülikud, millesse toimub tähtede joonistamine, jagatud ruutudeks. See on vajalik kirja joonistamise õppimiseks. Esimeste harjutuste tegemiseks ongi seepärast soovitatav kasutada ruudulist paberit, millel siis märgitakse tähe kujundamiseks vajalik riskülik. Nagu selgub jooniselt 47, *a*, on antud kirja (nn. kitsas plokk-kiri) juures enamik tähti kujundatud riskülikusse, mille ühe serva pikkuseks on 3 ruuduvahet ja teise serva pikkuseks 6 ruuduvahet. Kõiki tähti aga ei ole võimalik paigutada eespoolmärgitud laiusega riskülikutesse. Normaalsest laiusest (3 ruutu) on poole ruudu võrra kitsamad tähed *E*, *F*, *L* ja *T*. Täht *I* on laiusest võrdne tähesamba jämedusega, antud juhul ühe ruuduga. Normaalsest laiemad on tähed *M* (4 ruutu) ja *W* (4,5 ruutu).

Numbrid konstrueeritakse antud kirja puhul samuti riskülikusse, mille kõrgus on 6 ruutu ja laius 3 ruutu. Erandi moodustab number 1 (vt. joon. 47, *a*).

Kirjavahemärkide joonistamine selgub jooniselt 47, *a*.

Joonisel 47, *a* toodud kirja mõned erivariandid üksikute tähtede ja numbrite kujundamisel on märgitud heleda kriipsjoonega (näit. võib *E* keskmise kriipsu pikkus olla normaalselt lühem jne.).

Nagu selgub jooniselt 47, *b*, ei saa ka vene tähestikus kõiki tähti kirjutada normaalse suurusega riskülikusse, ka siin on osa tähti normaalsest laiemad, osa aga kitsamad. Sama tähe erinevad variandid on siin kujutatud kõrvuti. Kirja kasutamisel tuleb silmas pidada seda, et eri tähti ei valitaks eri variandist. Kui kirjas kasutatakse tabelis esimesena toodud tähte *Ж*, siis tuleb ka *К* ja *Я* valida vastava kujuga. Sama kehtib ka ladina tähestiku kohta.

Joonisel 48 on toodud normaalse laiusega plokk-kirja ladina tähestik. Tähed on ülles ehitatud riskülikuisse. Tähesamba jämedus on  $\frac{1}{5}$  tähe kõrgusest. Tähtede laiused vastavalt nende kujule selguvad jooniselt. Optilise nägemispette vältimiseks tuleb tähed *C*, *G*, *O*, *Q*, *S*, *U* ja numbrid 2, 3, 5, 6, 8, 9 ning märk ? joonistada veidi suurematena (vt. joonis). Nimelt paistavad eelnimetatud tähed ja märgid nende ümarate vormide tõttu niisama kõrgete sirgjooneliste tähtede kõrval madalamatena. Selle vältimiseks tulebki nad joonistada suurematena.

Riskülikute ruutudeks jagamine on vajalik kirja õppimisel, kui kirjutamises on saavutatud juba teatav vilumus, siis ei ole seda enam tarvis teha.

## Plakatkirja kirjutamine.

Pealkirjade, loosungite jm. kirjutamisel plakatkirjas tuleb silmas pidada kirjade kohta kehtivaid reegleid. Kõigepealt peavad tähed sõnas olema normaalsel kaugusel üksteisest. Tähti ei tohi väga tihedasti üksteise kõrvale kokku suruda ega ka väga laiali venitada, kuna see raskendab lugemist.

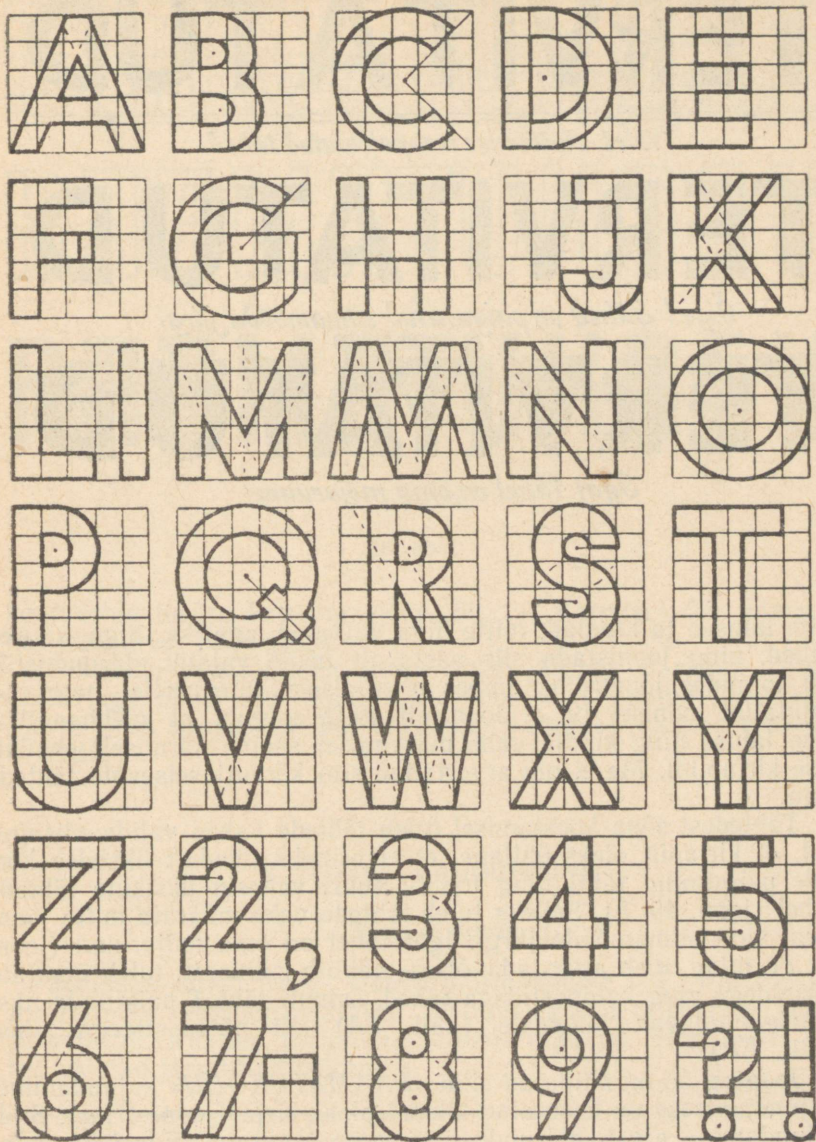
Tähtedest sõna koostamist ei saa teha mehhaaniliselt. Ülalöeldut mehhaaniliselt arvestades võiks sõna kujundamisel kanda paberile



Joon. 47-a.



Joon. 47-b.



Joon. 48.

# TERVITATUD

*Vale! Mõõtmise teel paigutatud tähed*

# TERVITATUD

*Õige! Tähed on paigutatud silmamõõdu järgi*

# TERVITATUD

*Igal tähel on oma mõjuruum*

Joon. 49.

tähe laiused ja kindlad, mitte liiga väikesed ega ka liiga suured vahed, ning joonistada siis vastavalt meile vajalik abiruudustik. Nii toimides jõuaksime umbes niisugusele tulemusele, nagu on kujutatud joonisel 49, *a*. Jooniselt 49, *a* selgub, et mehhaanilise tähe laiuse ning kindla vahe märkimisel saame äärmiselt ebaühtlase kirjapildi. Me ei ole arvestanud siin kõrvutiasetsevate tähtede kuju.

Tähtedest sõna koostamisel tuleb tähtede vahed valida niisugused, et kirjapilt oleks ühtlane, et ei esineks tihedalt üksteise kõrvale paigutatud tähti ning tohutu suuri vahesid üksikute tähtede vahel (joon. 49, *b*). Selleks tuleb tähtede vahe määrata mitte joonlaua, vaid silmamõõdu järgi. Igal tähel on oma mõjuruum (joon. 49, *c*), mida tuleb arvestada. Nagu nähtub joonisest, tuleb ümarate vormidega ning kaldpostidega tähed, samuti täht *T* paigutada üksteisele tunduvalt lähemale (näit. *TA*) kui püstpostidega tähed (näit. *ER*).

Joonisel 50 on näidatud sildi «*RAAMATUKOGU*» kujundamine. Kujundamiseks on kasutatud kitsast plokk-kirja (joon. 47, *a*). Sildi kujundamine algab abiruudustiku joonestamisega. Edasi joonistatakse vaba käega ruudustikule tähtede kontuurid, kusjuures vahed tähtede vahel jäetakse silmamõõdu järgi nii, et kirjapilt oleks ühtlane (joon. 50, *a*). Tähe mõjuruumi paremaks nägemiseks ja tähtede vahe õigemaks määramiseks võib joonistatud tähtede kontuure nõrgalt pliiatsiga katta. Pärast tähtede ühtlase paigutamise lõpetamist tõmmatakse tähe kontuur joonlaua (ja sirkli) abil tušiga üle (joon. 50, *b*), ning kustutatakse abijoonestik. Lõpuks toimub tähe-

RAAMATUKOGU

*a*

RAAMATUKOGU

*b*

RAAMATUKOGU

*c*

Joon. 50.

kontuuride tušiga katmine (joon. 50, *c*). Katmist võib toimetada kas pintsliga või joonsulega.

Pikemate tekstide kirjutamisel tuleb jälgida, et ridade vahe ei jääks liiga väike ega liiga suur. Joonisel 47 antud tähe kõrguse juures võiks kaugus ühe rea ülaservast järgmise rea ülaservani olla 8 ruutu.

## V. JOONISE KUJUNDAMINE.

### 1. Joonise formaat.

Joonised tuleb teha standardformaatile. Formaadiks nimetatakse kindlaksmääratud mõõtmetega ja täisnurkse kujuga paberilehte. Riikliku üleliidulise standardiga on formaatide jaoks kehtestatud järgmised mõõtmed:

Valmis joonise lehe mõõtmed (pärast üleliigse paberi äraõikamist) mm-tes	814× ×1152	576× ×814	407× ×576	288× ×407	203× ×288	144× ×203
Formaadi nimetus	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

Tabelist on näha, et iga järgnev formaat saadakse eelneva formaadi pikema külje poolitamise teel.

Kõik õppeülesandelised tööd tuleb tavaliselt sooritada formaadile 4 (203×288). Formaadi pikem külg võib seejuures asetseda rõht- või ka püstsuunas, olenevalt joonestatavast kujutisest.

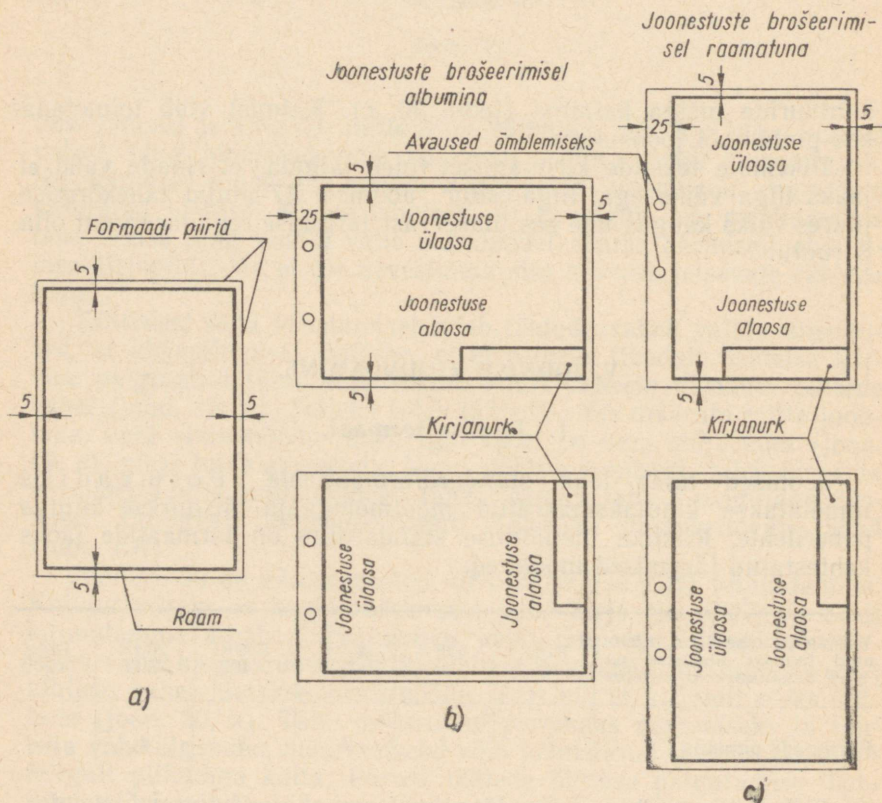
Formaadi asend valitakse niisugune, mis võimaldab joonestuslehe pinda kõige otstarbekamalt ära kasutada.

Paberileht tuleb kinnitada joonestuslauale nii, et tema ülemine äär oleks paralleelne joonestuslauale tööasendis asetatud rööpjoonlaua ülemise servaga.

Töole asudes kantakse kõigepealt paberile peened sirgjooned, millega märgitakse formaadi piirid.

## 2. Joonise raam.

Pärast formaadi piire märkivate joonte paberile kandmist märgitakse samuti peente sirgjoonte abil ka joonise raam. Joonise lõpetamisel antakse raami joontele vajalik jämedus (vaata tabel 1, lk. 46).



Joon. 51.

Raam peab igas neljas küljes olema formaadi piirist 5 mm kaugusel (joon. 51, a).

Kui edaspidi osutub vajalikuks õmmelda joonised kokku albumi-formaadilisse kausta, siis kantakse raam formaadile nii, nagu näidatud joonisel 51, b. Kui aga joonised õmmeldakse kokku raamatu-formaadilisse kausta, siis tuleb raam paigutada formaadile nii, nagu näidatud joonisel 51, c.

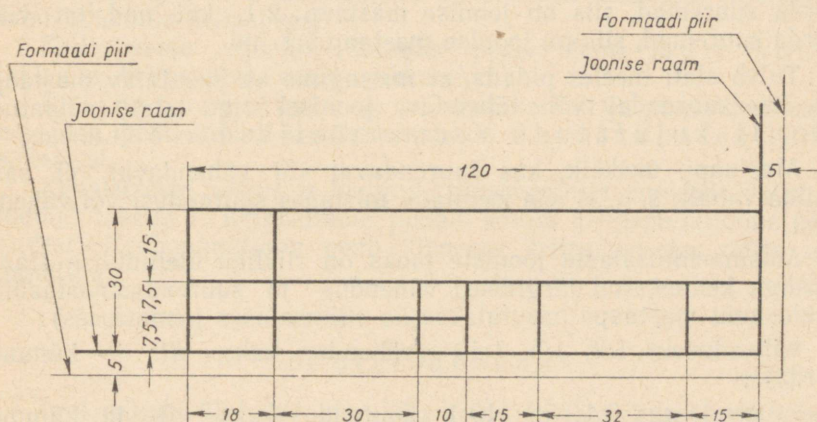
Formaatide 25 mm laiused vasakpoolsed servad, nagu nad on näha jooniseil 51, b ja 51, c, jäetakse kokkuõmblemise hõlbustamiseks.

### 3. Kirjanurk.

Kirjanurk ehk nagu teda veel nimetatakse — põhipealkiri — kujutab endast joonise parempoolses alumises nurgas paiknevat tabelit.

Selles tabelis esitatakse põhilised joonisesse puutuvad andmed, nimelt joonisel kujutatud eseme nimetus, teatmed selle kohta, kes, millal ja kus joonise tegi jne.

Oppejooniste ja detailide eskiiside kujundamiseks sobiva kirjanurga kuju on toodud joonisel 52.



Joon. 52.

Kirjanurk konstrueeritakse algul peente joontega, joonise lõpetamisel, enne ärte äralõikamist, antakse neile alles lõplik jämedus (sama, mis raamilgi).

### 4. Arvmastaap.

Paljudel juhtudel pole võimalik joonestada antud eset loomulikus suurus. On selge, et ehitisi ja hooneid näiteks tuleb ehitus-  
alastel joonistel kujutada vähendatult. Masinaehitusalases joones-

tuses samuti ei kujutata masinaid ja nende detaile sageli nende loomulikus suuruses, vaid vähendatult.

Vastupidi, väikesi esemeid, näiteks kellamehhanismide, aparaatide, täppisriistade jne. detaile tuleb paljudel juhtudel kujutada suuremainsa kui nad tegelikult on. Seda sellepärast, et suurendatud kujutise joonestamine on hõlpsam ning suurendatud kujutis annab esemest parema kujutluse.

Joonise arv mastaabiks nimetatakse eseme kujutise mõõtmete ja eseme tõeliste mõõtmete suhet.

Kui joonisel antud eseme kujutise pikkus on näiteks väiksem eseme tõelisest pikkusest, siis on joonis tehtud vähendavas mastaabis.

Kui kujutise mõõtmed on sealjuures eseme mõõtmeist kaks korda väiksemad, siis on joonise mastaap 1:2, kui nad on viis korda väiksemad, siis on joonise mastaap 1:5 jne.

Kui aga joonisel antud eseme kujutise pikkus on suurem eseme tõelisest pikkusest, siis on joonis teostatud suurendavas mastaabis.

Kui kujutise mõõtmed on sealjuures eseme mõõtmeist kaks korda suuremad, siis on joonise mastaap 2:1, kui nad on viis korda suuremad, siis on joonise mastaap 5:1 jne.

Tuleb alati meeles pidada, et missugune ka kasutatav mastaap on, kas suurendav või vähendav, joonisel olgu alati näidatud ainult kujutatava eseme tõelised mõõtmed.

Mastaapi, ükskõik, kas suurendavat või vähendavat, ei saa valida vabalt, s. o. ei saa kasutada mistahes suurendusi või vähendusi.

Masinaehitusosalaste jooniste jaoks on riikliku üleliidulise standardiga kehtestatud järgmised vähendus- ja suurendusmastaabid (neidsamu mastaape kasutatakse ka ehitusalases joonestuses):

vähenduseks 1:2; 1:5; 1:10 (vähendus kaks, viis ja kümme korda)<sup>1</sup>;

suurenduseks 2:1; 5:1; 10:1 (suurendus kaks, viis ja kümme korda);

peale selle lubatakse kasutada mastaape 1:2,5 (2,5:1); 1:4 (4:1); 1:15; 1:75.

Joonistel märgitakse mastaap järgmiselt:

kujutise loomuliku suuruse korral:  $M$  1:1;

vähenduse korral:  $M$  1:2;  $M$  1:5 jne.;

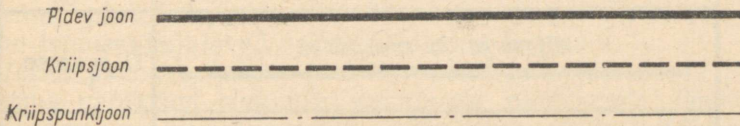
suurenduse korral:  $M$  2:1;  $M$  5:1 jne.

<sup>1</sup> Standardised mastaabid veel suuremate vähenduste jaoks saadakse mistahes ülaltoodud suhte vähendamisel 10, 100, 1000 jne. korda. Sel teel on saadud näiteks vähendusmastaabid 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000 jne.

## 5. Jooned.

### Joonte tüübid.

Masinaehitusosalaste jooniste jaoks on riikliku üleliidulise standardiga kehtestatud kolm joonte põhitüüpi: pidevad jooned, kriipsjooned ja kriipspunktjooned (joon. 53).



Joon. 53.

Kriipsjoon<sup>1</sup>, s. o. kriipsukestest koosnev joon, peab tavaliselt koosnema ühepikkustest kriipsukestest. Kriipsukeste pikkus valitakse 4—6 mm piirides. Lühikeste, vähem kui 15 mm pikkuste kriipsjoonte tõmbamisel on lubatud kasutada ülalmärgitudist lühemaid kriipsukesti.

Kriipsukeste vaheline kaugus peab olema neli korda lühem kriipsukeste eneste pikkusest.

Kriipspunktjoon, s. o. kriipsukestest ja punktidest koosnev joon, peab samuti koosnema ainult ühepikkustest kriipsukestest.








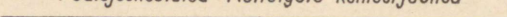
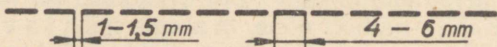

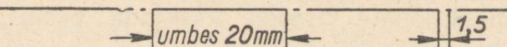
Kriipsukeste pikkus ja kaugus kriipsukeste ja punktide vahel toodud tabelis 1. Kriipsukeste pikkus sõltub kriipspunktjoone ülesandest. Kriipspunktjoon peab lõppema kriipsukesega, mitte aga punktiga.

### Joonte tähendus.

Igal mõnda ülalvaadeldud liiki kuuluval joonel on joonisel oma kindel tähendus. Kehtib näiteks nõue, et eseme nähtavate äärjoonte ehk nähtavate kontuuride kujutamiseks tuleb kasutada pidevaid jooni, nähtamatute kontuuride kujutamiseks kriipsjooni, esemete sümmeetriatelgede ja keskjoonte märkimiseks aga kriipspunktjooni, kusjuures keskpunktid märgitakse alati kriipsukeste lõikepunktidega (vaata joon. 16, a). Kui ringjoone läbimõõt on vähem kui 12 mm, siis tuleb kriipspunktjoonte asemel kasutada peeni pidevjooni (vaata joon. 16, b).

<sup>1</sup> Kriipsjooni nimetatakse sageli punktiirjoonteks ehk lihtsalt punktiirideks. Selline nimetus pole õige, sest kriipsjoon ei sisalda mingeid punkte.

Tabel 1.

JOONED JA NENDE KASUTAMINE		Joonte suhtelised jämedused $b=0,4-1,5\text{mm}$
P I D E V A D  J O O N E D	Nähtavad kontuurjooned 	$b$
	Kirjanurga ja raamjooned 	$b$ ja vähem
	Lõigete ja ristlõigete jooned 	$\frac{b}{2}$ ja enam
	Katkestus-, murde- ja löikejooned 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
	Distsants- ja mõõtejooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Viirutusjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Punktide ja kujutiste projekteerimisjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Pealejoonestatud ristlõigete kontuurjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
KRIIPS- PUNKT- JOONED	Nähtamatud kontuurjooned 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
	Keerme läbimõõdujooned : sisemine - poldil välimine - aval 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
KRIIPS- PUNKT- JOONED	Telg- ja tsentrijooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem

## Joonte jämedused.

Joonestamisel tuleb pidada silmas standarditega kehtestatud suhteid joonte jämeduste vahel.

Iga joonise puhul loetakse joonte põhiliseks ehk lähtejämeduseks eseme nähtavaid kontuure kujutavate pidevate joonte jämedust.

Sõltuvalt kujutise iseloomust ja suuruselt valitakse joone jämedus, nagu tabelis näha, 0,4 ja 1,5 mm vahelistes piirides. Valitud jämedus peab olema kõigil pidevatel joontel, mis antud joonisel kujutavad eseme nähtavaid kontuure.

Teiste pidevate, kriips- ja kriipspunktjoonte jämedused peavad vastama nähtavaid kontuure kujutavate pidevjoonte jämedusele vahekorras, mis on antud nende joonte kohta tabelis 1. Täht *b* tabelis tähendab nähtavaid kontuure kujutavate joonte jaoks valitud jämedust.

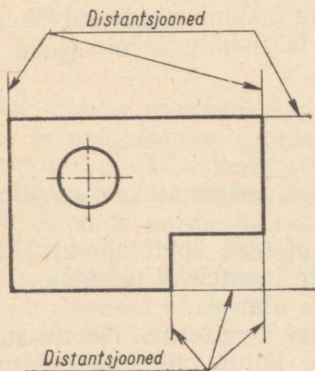
Praktilised juhised joonte tõmbamise ja ületõmbamise kohta on toodud eespool.

### 6. Mõõtandaemete joonisele kandmine.

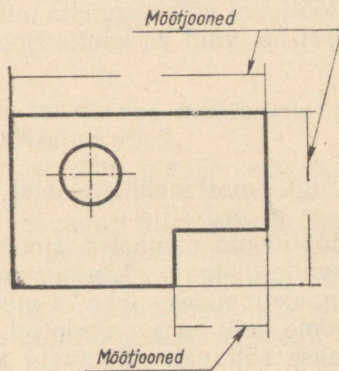
Mõõtandaemete joonisele kandmine on joonestuse või eskiisi töös üks vastutusrikkamaid osi. Kõigepealt tuleb veenduda iga üksiku mõõtandaeme joonisele paigutamise vajalikkuses.

Tuleb vältida liigsete mõõtandaemete joonisele kandmist või seal juba esinevate mõõtandaemete kordamist. Joonisele kantud mõõtandaemed peavad andma mitte ainult võimaluse konstrueerida kujutist, vaid andma ka võimaluse joonisel kujutatava eseme valmistamiseks.

Riikliku üleliidulise standardiga on kehtestatud mõõtandaemete joonistele kandmise eeskirjad masinaehitusalaSte jooniste jaoks. Põhilised neist esitatakse alamal.



Joon. 54.



Joon. 55.

## Distsantsjooned.

Mõõtandaemete joonisele kandmisel tõmmatakse mõõte piiride näitamiseks peened pidevjoonelised sirged. Viimaseid nimetatakse distantsjoonteks (joon. 54).

## Mõõtjooned ja mõõtarvud.

Joonisel kujutatava eseme mõõtmete näitamiseks tõmmatakse distantsjoonte vahele esmalt peened pidevad jooned. Neid nimetatakse mõõtjoonteks (joon. 55). Pärast seda kirjutatakse mõõtmeid väljendavad arvud. Neid arve nimetatakse mõõtarvudeks.

Mõõtarvude joonisele kandmiseks on standardiga kehtestatud kaks moodust: mõõtarvud kantakse kas mõõtjoonde jäetud lünka või mõõtjoone kohale.

Esimesel puhul tehakse mõõtjoonde jäetav lünk, kuhu tuleb paigutada mõõtarv, võimalikult mõõtjoone keskkoha (joon. 55). Teisel puhul tõmmatakse pidev (lüngata) mõõtjoon ja mõõtarv kirjutatakse võimalikult selle keskkohale. Mõlemate viiside kasutamine on joonestuspraktikas võrdselt levinud. Tuleb aga silmas pidada, et ühel joonisel tuleb tarvitada ainult ühte mõõtarvude joonisele kandmise viisi.

Mõõtjoon tuleb alati tõmmata rööbiti selle lõiguga, mille mõõtu ta näitab.

Mõõtjooned tuleb tõmmata kujutise kontuurist mitte liiga kaugale, aga ka kontuurile mitte liiga lähedale. Sõltuvalt kujutise iseloomust ja suuruselt valitakse kaugus kontuurjoone ja lähima mõõtjoone vahel, nagu ka kaugus kahe rööbiku naabermõõtjoone vahel 5—10 mm.

Võimalust mööda tuleb selle kaugusena eelistada kaugust 8—10 mm.

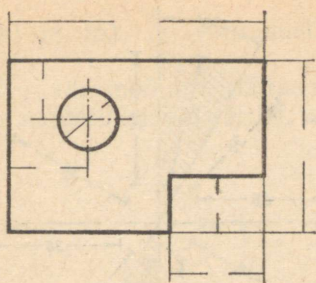
Mõõtjooni võib tõmmata mitte ainult distantsjoonte vahele, nagu joonisel 55, vaid ka kontuurjoonte ja telgjoonte vahele (joon. 56).

## Nooled.

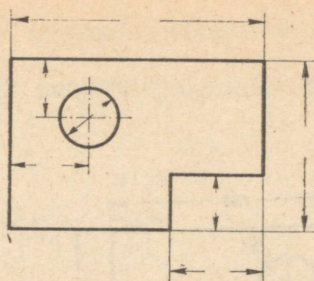
Kõigil masinaehitusosalastel joonistel joonistatakse mõõtjoonte otstesse nooled.

Mõõtjoonte otsnooded (joon. 57) peavad toetuma teravikuga vastavaile distants-, kontuur- või muile joontele. Distsantsjooned ei tohi nooletippudest üle 2 mm mööda ulatuda.

Noole kuju on suurendatult näidatud joonisel 58. Noolte suurus valitakse sõltuvalt nähtavaid kontuure kujutavate joonte jämedusest (joon. 59) ja peab olema kogu joonise ulatuses võimalikult ühtlane.



Joon. 56.



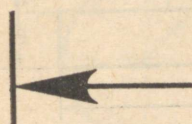
Joon. 57.

### Mõõtarvude joonisele kandmine ja paigutus.

Masinaehitusosalastel joonistel antakse mõõtandmed tavaliselt millimeetrites, lisamata mõõtarvudele ühiku nimetust (*mm*).

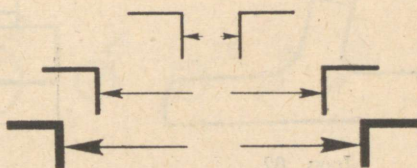
Kui tekib vajadus sellest reeglist kõrvale kalduda ja anda mõõtandmeid mitte millimeetrites, vaid teistes ühikutes, siis tuleb vastavatele mõõtarvudele lisada ühiku nimetus või teha joonisele vastav märg.

Ehitusosalastel ja mõnedel muudel joonistel, kus on tegemist suhteliselt suurte pikkustega, antakse mõõtandmed sageli mitte millimeetrites, vaid meetrites.



a)

Joon. 58.



b)

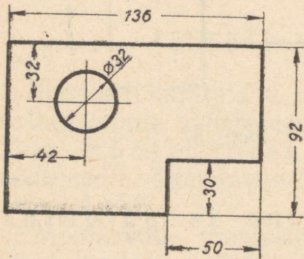
Joon. 59.

Käesolevas raamatus kirjutatakse mõõtarvud mõõtjoonte lünkadesse ja paigutatakse joonisel 60 näidatud viisil.

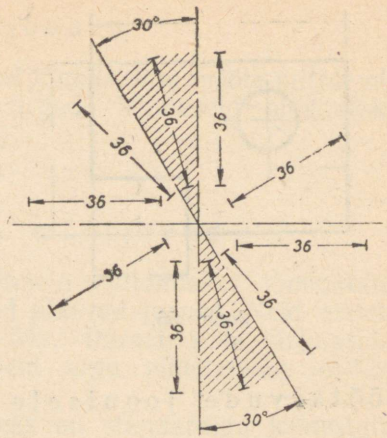
Mõõtarvu väljendavat mõõtjoont ei tohi jagada ega lõigata mingite joonisesse kuuluvate joontega.

Mõõtjoonte mitmesuguste kallakute puhul tuleb mõõtarvud paigutada joonisel 61 näidatud viisil. Sealjuures tuleb võimalust mööda vältida mõõtjoonte tõmbamist nende 30° nurkade piirides, mis on joonisel 61 peente rööpjoontega (viirutusega) kaetud. Kui seda vältida ei saa, tuleb numbrid siingi paigutada üldreegli kohaselt.

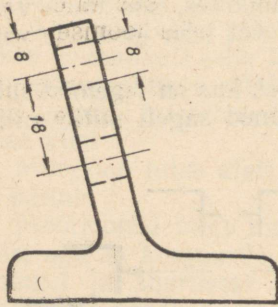
Kui joonisele on vaja kanda rea rööbikute lõikude mõõtarvud, siis tuleb nad paigutada «malekorras» (nagu joonisel 63 mõõtarvud



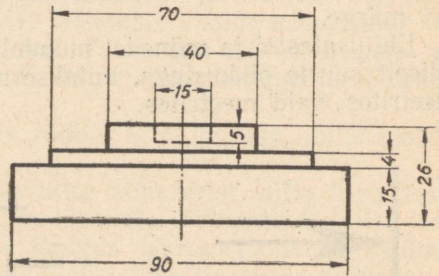
Joon. 60.



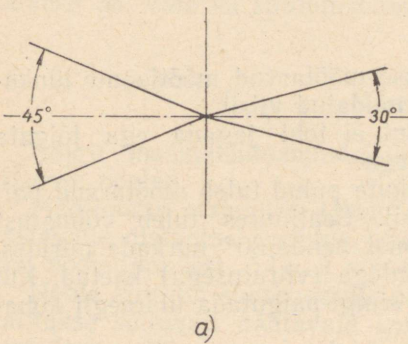
Joon. 61.



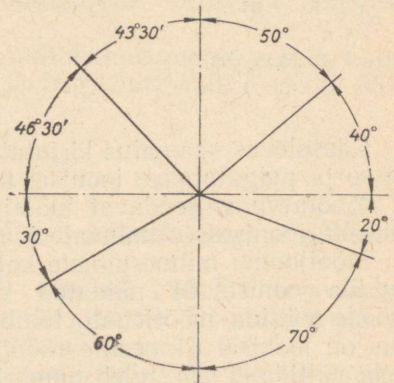
Joon. 62.



Joon. 63.



a)

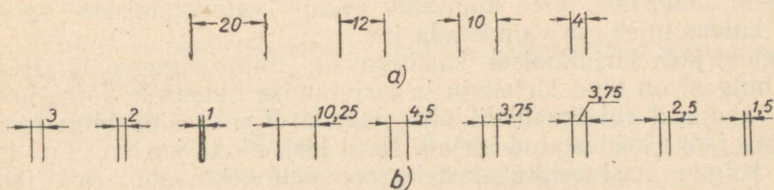


b)

Joon. 64.

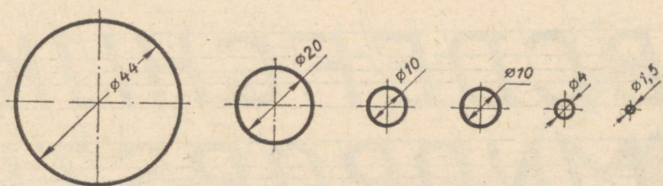
70, 40 ja 15) ja võimalust mööda lähemale möötjoone kesk-  
kohale.

Nurkade möötude näitamisel tuleb numbrid paigutada nõnda  
nagu näidatud joonistel 64, *a* ja *b*.

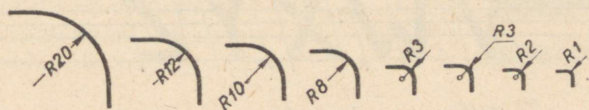


Joon. 65.

Joonisel 65 on näidatud möötarvude joonisele kandmise mitme-  
sugused juhtumid. Kui distantsjooned asuvad teineteisele niivõrd  
lähedal, et möötarvu ei saa nende vahele mahutada, siis tuleb  
kanda see joonisele joonisel 65, *b* näidatud viisil.



Joon. 66.



Joon. 67.

Ringjoonte läbimõõtude möötarvudele tuleb lisada märk  $\varnothing$  (läbi-  
kriipsutatud ringjoon), nagu näiteks  $\varnothing 32$  joonisel 60 või  $\varnothing 44$ ,  
 $\varnothing 20$  jne. joonisel 66. Märgi  $\varnothing$  nõuetekohane kirjakuju on näidatud  
joonisel 76.

Kaarte raadiuste pikkusi väljendavaile möötarvudele tuleb  
lisada täht *R*, näiteks *R* 20; *R* 12; *R* 10 jne. (joon. 67). Eriti tuleb  
siin pöörata tähelepanu sellele, kuidas muutub raadiuste ja läbi-  
mõõtude näitamise viis sõltuvalt nende pikkusest.

## 7. Standardkirjad.

### Üldmõisted.

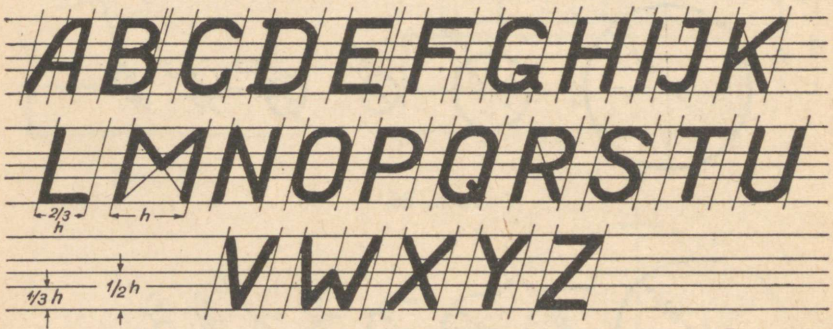
Masinaehituslalaseid, arhitektuurilisi, topograafilisi ja muid jooniseid täiendavad mitmesugused pealkirjad, mis ütlevad joonisel kujutatud eseme nimetuse, millal ja kelle poolt on joonis tehtud, milliseid materjale tuleb kujutatud eseme valmistamiseks tarvitada, kuidas tuleb ese valmistada jne.

Pealkirjade kirjutamisel kasutatavate mitmesuguste kirjatüüpide hulgas on tänu kirjakuju ja kirjutamise lihtsusele kõige laiemini kasutusel riikliku üleliidulise standardiga masinaehituslaste jooniste jaoks kehtestatud kirjad. Need kirjad on kohustuslikud kõigile masinaehituslastele joonistele tehtavate pealkirjade jaoks.

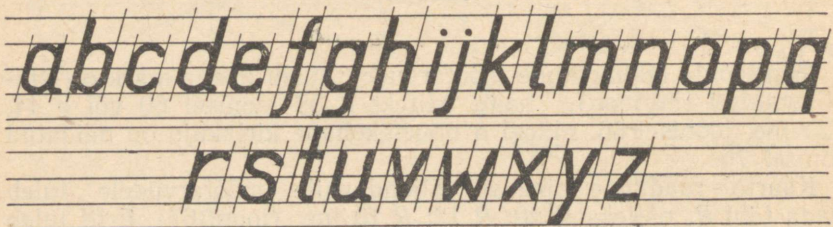
### Põhilised juhised.

Standardkirja jaoks on kehtestatud kindlad normid niihasti tähtede ja numbrite kuju, suuruse kui ka asendi kohta (ГОСТ 3454-52).

Tähtede ja numbrite kuju. Standardkirja kuju on näidatud ladina tähestiku puhul joonistel 68 ja 69 ning numbrite puhul joonisel 70.



Joon. 68.



Joon. 69.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Joon. 70.

Siinjuures peab tähelepanu juhtima järgnevatele üksikasjadele. Kirja kaldenurk on  $75^\circ$ .

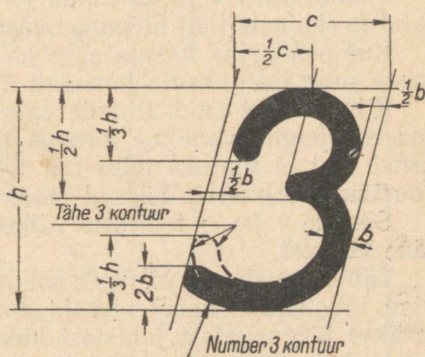
Tähtede *B*, *E*, *F*, *H* rõhtkriipsud asetsevad poolel tähekõrgusel või pisut kõrgemal, tähtede *P* ja *R* omad aga pisut madalamal, tähtede *A* ja *G* rõhtkriipsud asuvad kolmandikkõrgusel (*A* oma võib olla pisut madalamal ja *G* oma pisut kõrgemal). Tähe *K* ülemise kaldkriipsu alumine otpunkt peab asuma kolmandikkõrgusel, alumise kaldkriipsu pikendus ülespoole peab läbima tähe püstkriipsu<sup>1</sup> ülemist otpunkti. Viimast tingimust peab täitma ka tähe *R* kaldkriips. Tähe *M* kaldkriipsude pikendused peavad läbima tähe püstkriipsude alumisi otpunkte.

Numbrit 5 ja 9 alumised osad ja number 6 ülemine osa kirjutatakse number 3 eeskujul (joon. 71).

Kirja suurus on määratud kirja mõõtega, milleks on suurtähe kõrgus mõõdetud millimeetrites. Kirja mõõdet nimetatakse ka kirja numbriks. Nii on standardkirjal mõõtega 10 ehk nr. 10, suurtähtede kõrgus 10 mm; standardkirjal mõõtega 2,5 ehk nr. 2,5, on suurtähtede kõrgus 2,5 mm. Joonistel ja muudel tehnilistel dokumentidel on soovitatav kasutada kirju mõõtega 14; 10; 7; 5; 3,5 ja 2,5.

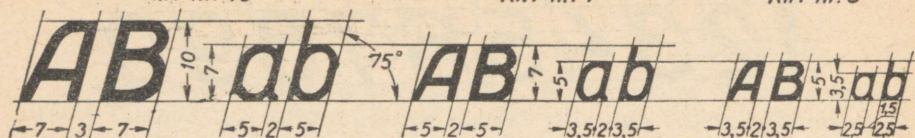
Numbrid on suurtähtedega ühekõrgused, samuti märk  $\mathcal{N}$ .

Väiketähtede, nagu *a*, *c*, *e* jne. kõrguseks tuleb võtta  $\frac{2}{3}$  suurtähe kõrgusest. Seda kõrgust nimetatakse väiketähtede normaalkõrguseks. Seega on nende väiketähtede kõrgus (väiketähtede normaalkõrgus) ligikaudu võrdne järgneva väiksema numbriga kirja suurtähe kõrgusega. Näiteks võib kirja nr. 10 väiketähe normaalkõrguseks praktiliselt valida 7 mm; kirja nr. 7 väiketähe normaalkõrguseks aga 5 mm jne. (joon. 72).



Joon. 71.

<sup>1</sup> Kuna kirja kaldenurk on  $75^\circ$ , siis püstkriipsu all on mõeldud kriipsu kaldega  $75^\circ$  rõhtjoone suhtes.



Joon. 72.

Väiketähtede *b*, *d*, *h*, *k*, *l* ja *t* kõrgus on võrdne suurtähtede kõrgusega. Tähed *f*, *g*, *j*, *p*, *q*, *y* ulatuvad rea alusjoonest, s. o. joonest, kust algavad suurtähed,  $\frac{1}{3}$  suurtähe kõrguse võrra allapoole. Täht *f* on kõige pikem täht, tema pikkus on  $\frac{4}{8}$  suurtähe kõrgusest.

Suurtähtede ja numbrite normaallaiuseks on  $\frac{2}{3}$  suurtähe kõrgusest, väiketähtede normaallaiuseks aga  $\frac{2}{3}$  nende normaalkõrgusest. Normaallaiusest kitsamad on suurtähed *I*, *J* ja number 1 (ka *L* võib olla kitsam, eriti kui talle järgneb *I*) ning väiketähed *f*, *i*, *j*, *l* ja *t*. Normaalsest laiemad on tähed *M*, *m*, *W*, *w* ja märk №. (Vt. tabel 2.)

Kirja jämedus. Joone jämedus on suurtähtedel ja numbritel normaalselt  $\frac{1}{8}$  suurtähe kõrgusest ja väiketähtedel  $\frac{1}{8}$  nende normaalkõrgusest.

Pealkirjades võib kasutada ka ainult suurtähti, kuid siis kirjutatakse esimene täht niisama suurelt kui kõik järgnevad.

Kui pealkirjas kasutatakse ka väiketähti, siis kirjutatakse esimene suurtäht niisama jämedalt kui järgnevad väiketähed.

Kirja a s e n d. Ridade vahe, s. o. kahe teineteisele järgneva rea alusjoonte vaheline kaugus peab olema nii suur, et ühe rea ükski täht ei ulatuks teise rea täheni, seega siis suurem kui  $\frac{4}{8}$  suurtähe kõrgusest. Täpsed mõõted on antud tabelis 2.

Sõnade vahe ei tohi olla väiksem kasutatud kirja ühe normaal-tähe laiusest.

Tähtede vahe üksikutes sõnades peab olema nii suur, et pindalad tähekujude vahel oleksid enam-vähem võrdsed. Seda saavutatakse järgnevatest juhistest kinnipidamisel:

1) kui vasakpoolne täht lõpeb ja parempoolne täht algab normaalkaldelise kriipsuga (näiteks *MN*), võetakse tähtede vahe tabelist 2; 2) kui vahet piirab ainult ühelt poolt normaalkaldega kriips, teiselt poolt aga normaalkaldest erineva kaldega kriips või koguni kaar (näiteks *AH*, *OE*), valitakse tähtede vahe tabelis 2 antust väiksem; 3) kui vahet mõlemalt poolt piirab normaalkaldest eri-

**RAAMATUKOGU**

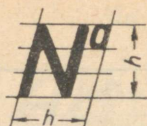
Joon. 73.

		Kirja number		10	7	5	3,5	2,5
		Ladina tähestik	Vene tähestik					
Suurtähed ja numbrid	Kõrgus	Kõik tähed ja numbrid		10	7	5	3,5	2,5
	Laius	Kõik tähed, välja arvatud <i>M, W, I</i> ning <i>J</i>	Kõik tähed, välja arvatud <i>Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ</i> ning <i>Ю</i>	7	5	3,5	2,5	1,7
		Kõik numbrid, välja arvatud <i>1</i> ja märk <i>№</i>	Kõik numbrid, välja arvatud <i>1</i> ja märk <i>№</i>					
		Tähed <i>M</i> ja <i>W</i> ning märk <i>№</i>	Tähed <i>Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ</i> ning märk <i>№</i>	10	7	5	3,5	2,5
	Joone jämedus	Kõik tähed ja numbrid		1,5	1	0,7	0,5	0,3
	Kaugus	tähtede vahel		3	2	2	1,5	1
sõnade vahel (minimaalselt)		7	5	3,5	2,5	1,5		
Väiketähed	Kõrgus	Kõik tähed, välja arvatud <i>b, d, f, g, h, j, k, l, p, q, t</i> ja <i>y</i>	Kõik tähed, välja arvatud <i>б, в, д, р, у</i> ning <i>ф</i>	7	5	3,5	2,5	1,5
		Tähed <i>b, d, g, h, j, k, l, p, q, t</i> ning <i>y</i>	Tähed <i>б, в, д, р, у</i> ning <i>ф</i>	10	7	5	3,5	2,5
	Laius	Kõik tähed, välja arvatud <i>f, i, j, l, m, t</i> ning <i>w</i>	Kõik tähed, välja arvatud <i>т, ж, м, ф, и, у, ъ, ѳ</i> ning <i>ю</i>	5	3,5	2,5	1,7	1
		Tähed <i>m</i> ning <i>w</i>	Tähed <i>т, ж, м, ф, и, у, ъ, ѳ</i> ning <i>ю</i>	7	5	3,5	2,5	1,5
	Joone jämedus	Kõik tähed		1	0,7	0,5	0,3	0,2
	Kaugus	tähtede vahel		2	2	1	1	0,5
sõnade vahel (minimaalselt)		5	3,5	2,5	1,7	1		
Reavahe				15	12	10	7	5

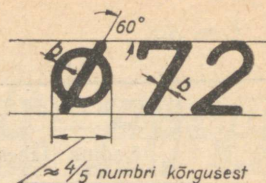
neva kaldega kriips või koguni kaar (näiteks *AA* või *DO*), jäetakse vahe veelgi väiksemaks; 4) kombinatsioonide *AT, TA, VA, LT* ja *LV* puhul ei jäeta tähtedele üldse vahet või tehakse see koguni negatiivseks, näiteks *A* alumine tipp võib ulatuda *T* rõhtkriipsu alla (joon. 73).



Joon. 74.



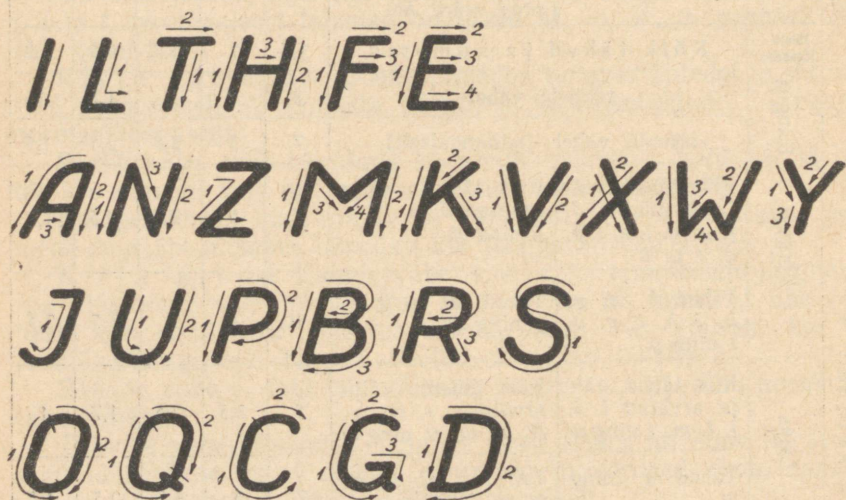
Joon. 75.



Joon. 76.

Number 1 kirjutatakse normaalsele kaugusele teistest numbritest (joon. 74).

Joonistel 75 ja 76 on kujutatud numbrimärk № ja diameetri märk ø. Mõlemate kõrgus võrdub suurtähe kõrgusega. Esimese laius on võrdne tema kõrgusega. Teine märk koosneb ringist, mille raadius on ligikaudu  $\frac{1}{6}$  suurtähe kõrgusest ja ringi keskpunkti läbivast kriipsust, mille kalle on  $60^\circ$ . Märkide joone jämedus on sama mis numbritel.



Joon. 77.

### Tähtede ja numbrite joonestamise järjekord

Tähti ja numbreid on rühmitatud nii, et ühte rühma kuuluvaid tähti ja numbreid saaks joonestada ühesuguste võtetega. Samuti on kindlaks määratud kõige otstarbekohasem kriipsude tõmbamise järjekord üksikute tähtede joonistamisel.<sup>1</sup>

Ladina tähtede rühmadeks jaotamine ja iga tähe joonestamise järjekord on näidatud joonistel 77 ja 78.

<sup>1</sup> Soovitatud kriipsude tõmbamise järjekord ei ole kohustuslik ja seda võib üksikutel juhtudel muuta.

i<sup>2</sup> z<sup>1</sup> x<sup>2</sup> v<sup>2</sup> w<sup>4</sup> k<sup>2</sup>

l t<sup>2</sup> j<sup>1</sup> f<sup>2</sup> y<sup>1</sup> r<sup>2</sup>

n<sup>1</sup> m<sup>1</sup> h<sup>1</sup> u<sup>2</sup>

o<sup>2</sup> c<sup>2</sup> a<sup>2</sup> d<sup>2</sup> q<sup>2</sup> b<sup>2</sup> p<sup>2</sup> g<sup>2</sup> e<sup>2</sup> s<sup>1</sup>

Joon. 79.

Numbrite rühmadesse jaotamine ja joonestamise järjekord on näidatud joonisel nr. 79.

1<sup>1</sup> 7<sup>2</sup> 4<sup>1</sup> 0<sup>2</sup> 6<sup>2</sup> 9<sup>2</sup>

2<sup>1</sup> 3<sup>1</sup> 8<sup>2</sup> 5<sup>2</sup>

Joon. 78

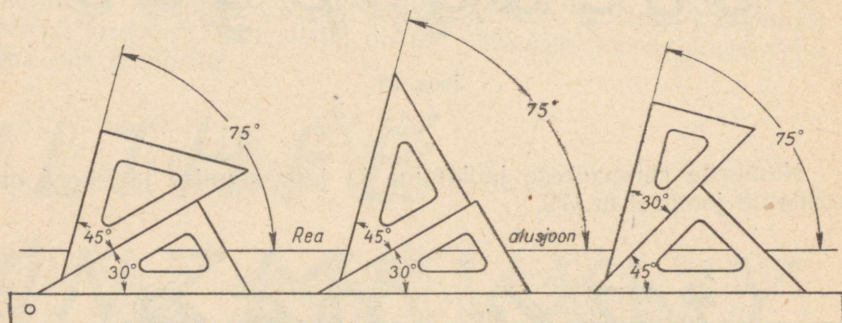
### Pealkirjade kirjutamine.

Igaüks võib õppida hästi standardkirja kirjutama. Selleks on möödapääsmatult vajalik peensusteni tunda selle kirja kohta kehivaid nõudeid ja iga tähe ning numbri konstruktsiooni. Niisama tähtis on aga kirja süstemaatiliselt harjutada. Tähtede ja numbrite joonestamise paremaks omandamiseks on soovitatav harjutada abijoonestikul suuremamõtetelist kirja, näiteks nr. 7 ja nr. 10.

Abijoonestik. Abijoonestiku moodustavad horisontaalsed sirged ja nendega 75°-se nurga all lõikuvad sirged. Sirgeid peab tõmbama hästi teritatud (joonisel 1, a näidatud viisil) keskmise kõvadusega pliiatsiga. Surve pliiatsile peab olema nii nõrk, et hiljem oleks võimalik abijoonestikku jäljetult maha kustutada.

Horisontaalsete abijoonete kaugus üksteisest peab olema kooskõlas valitud kirja numbriga, s. o. võrduma tähtede ja numbrite kõrgusega, samuti ridadevahelise kaugusega. Kaldjoonte vaheline kaugus peab olema võrdne järjekorras vastavalt iga kirjutatava tähe või numbri laiusega ja üksikute tähtede või numbrite ning ka sõnadevahelise kaugusega.

Tähtede õige kalde saavutamiseks on soovitatav tõmmata abijoonestikule ka kaldjooned  $75^\circ$  nurga all rõhtjoontega. Neid jooni võib tõmmata kas suurema või väiksema tihedusega, olenevalt kirjutaja vilumusest.  $75^\circ$  nurka on soovitatav konstrueerida joonlaua ja kahe kolmnurga abil, nagu seda on näidatud joonisel 80. Üks kolmnurkadest peab olema võrdhaarne ja teine teravnurgaga  $30^\circ$ .



Joon. 80.

Tuleb meeles pidada, et mida täpsemalt konstrueeritakse abijoonestik, seda õigemini on võimalik joonestada tähti. Sellepärast peab abijoonestiku konstrueerimisel võimalikult täpselt märkima kõik tarvisminevad mõõted ja rangelt silmas pidama tõmmatavate joonte paralleelsust.

Pealkirjade kirjutamise võtteid. Juhtumil, kui pealkiri lõplikul kujul peab olema kirjutatud pliiatsiga, tuleb algul pliiatsile tugevalt surumata abijoonestikule joonestada kõikide tähtede, numbrite ja märkide kontuurid, pidades seejuures kinni nende kindlaksmääratud kujust. Selleks kasutatav pliiats peab olema küllalt kõva ( $T$ ,  $2T$ ).

Suurema kirja, alates kirjast nr. 10 ja suurtähtede kontuurid kirjast nr. 7 joonestatakse esialgu kahe joonega, mille vahe on võrdne vastava kirja joone jämedusega (joonis 81,  $a$ ). Pärast joonestatud kontuuride kaju õigsuse kontrollimist ja abijoonestiku ettevaatlikku mahakustutamist kaetakse (joonis 81,  $b$ ) ettejoonestatud kontuur üleni pehme pliiatsiga ( $M$ ,  $TM$ ).

Väiketähtede kontuurid kirjast nr. 7 ja järgnevate väiksema-mõõtelistele kirjade kontuurid joonestatakse ühe peene joonega (joo-

*Keskkool*

a)

*Keskkool*

c)

*Keskkool*

b)

*Keskkool*

d)

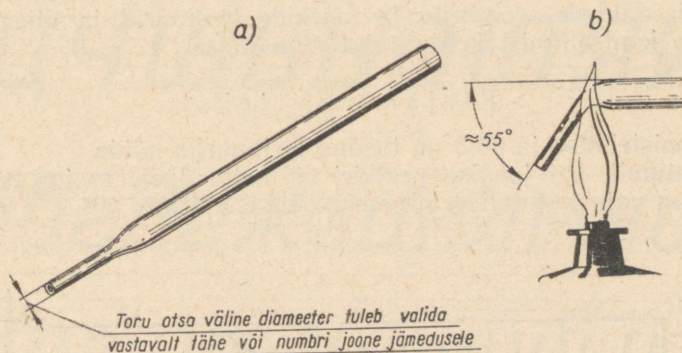
Joon. 81.

nis 81, c), millele hiljem, peale tähtede ja numbrite kuju õigsuse kontrollimist ning abijoonestiku mahakustutamist, antakse pehme pliiaatsiga tarvilik tähe joone jämedus (joon. 81, d).

Pealkirja kirjutamine tušiga. Pealkirju kirjas nr. 10, 7 ja 5 võib kirjutada tušiga joonsule abil. Pealkirju kirjas nr. 3,5 ja 2,5 võib kirjutada spetsiaalse väikese joonestussule, tavallise sule või täitesulepeasule abil.

Joonsule asemel on siiski hõlpsam kasutada spetsiaalseid pealkirjade kirjutamiseks kohandatud vahendeid. Viimaste hulka kuuluvad näiteks klaastorukesed. Iga erineva numbriga kirja jaoks peab olema oma toruke, mille väljavenitatud otsa läbimõõt oleks valitud kooskõlas vastava kirja tähe joone jämedusega (joon. 82, a).

Kirjutamise mugavamaks muutmiseks võib toru väljavenitatud otsa painutada, soojendades teda ettevaatlikult näiteks piirituslambi leegil (joon. 82, b). Soojenedes kõverdub toru otsake oma raskuse mõjul.

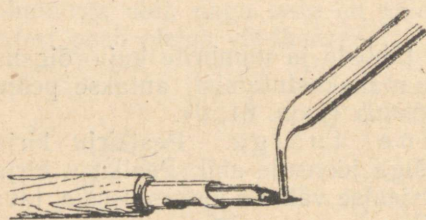


Joon. 82.

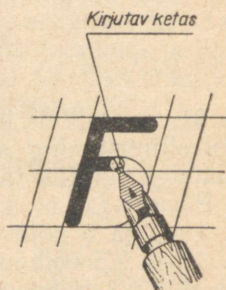
Juhul, kui toru otsa lõige pole küllalt sile ja ta seepärast paberit kratsib, tuleb teda lihvida kõvasil või peenel smirgelpaberil.

Klaastorukese tušiga täitmine sünnib järgnevalt: esiteks võetakse kas harilikku või spetsiaalse joonestussulega tušši ja puudu-

tatakse siis torukese väljavenitatud otsaga tuši pinda (joon. 83). Tuši pinnaga kokkupuutumisel täitub toru väljavenitatud ots tušiga. Pärast igakordset torukese tušiga täitmist tuleb selle välispind pehme lapiga puhtaks pühkida.



Joon. 83.



Joon. 84.

Tänapäeval kasutatakse pealkirjade kirjutamisel siiski peamiselt spetsiaalseid kirjutussulgi, nn. ketassulgi (joon. 84). Neid sulgi on müügil seitsmest sulest koosnevate komplektidena, kusjuures iga sulg vastab eri numbriga kirjale. Suled on varustatud numbritega 3; 2½; 2; 1½; 1; ¾; ½, mis näitavad kirjutatava ketta läbimõõtu mm-tes ja seega ka joone jämedust.

Enne kui alata pealkirjade kirjutamist tušiga, on soovitatav joonestada tähtede, numbrite ja märkide kontuurid ja alles pärast joonise kontrollimist kontuurid tušiga katta.

### Kirjanurga tekst.

Joonistel 85-a ja 85-b on toodud kirjanurga näide.

Juhtumil, kui joonise pealkiri ei mahu ühele reale, vaid mitmele, on vaja kasutada väiksemamõõtelist kirja.

—		 <b>KIRJAD</b>				
Joonestas	Konsap, L.	14.1.58	5	Tallinna 36,	N <sup>o</sup> 1	
Kontrollis	Normak, K.	15.1.58	Normal	Keskkoool	Klass 7a	

Dimensions: 2,5 (width of first two columns), 2,5 (width of last two columns), 3,5 (width of last column), 2,5 (width of last column).

Joon. 85-a.

M1:1	KOLMANDA PROJEKTSIOONI KONSTRUEE- RIMINE KAHE ANTU KAUDU					
	Joonestas	Konsap, L.	27.4.56	5	Tallinna 36.	N° 7
Kontrollis	Normak, K.	28.4.56	Normak	Keskkoal	Klass 7c	

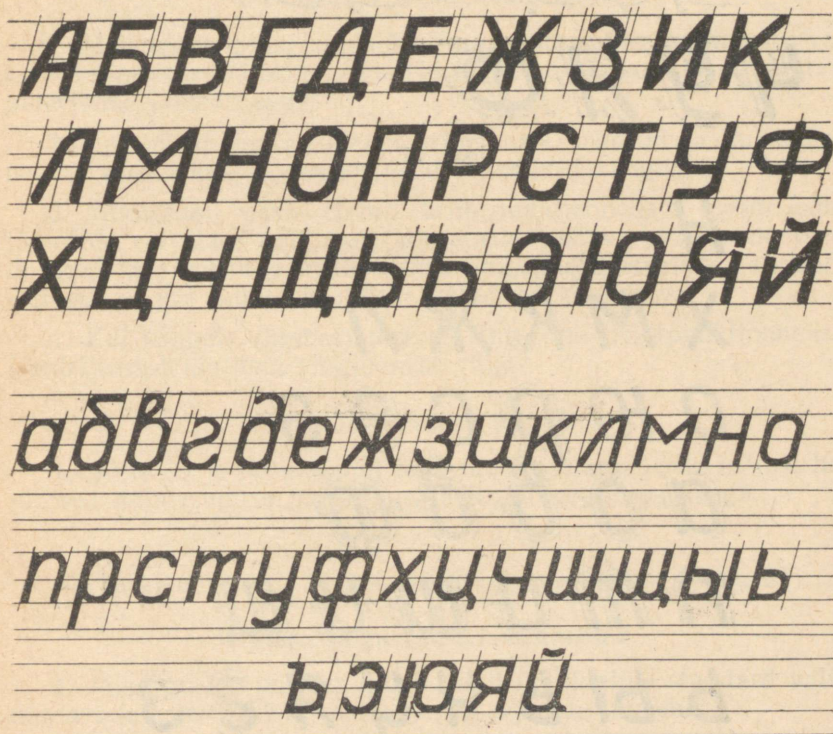
Joon. 85-b.

### Vene tähestik.

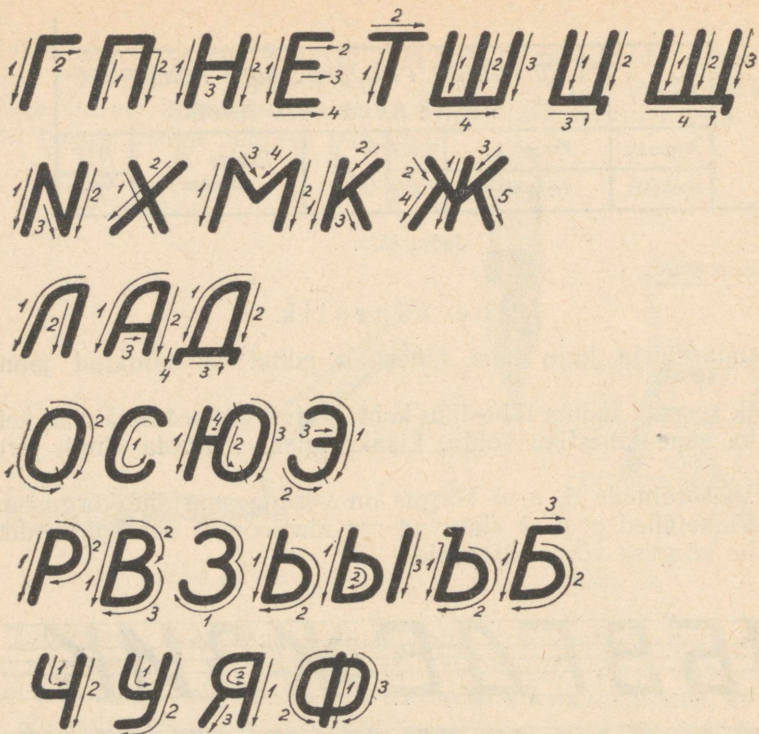
Standardkirja kuju vene tähestiku puhul on näidatud jooni-  
sel 86.

Kõik eespool ladina tähestiku kohta antud üldised eeskirjad keh-  
tivad ka vene tähestiku kohta. Lisaks tuleks mainida ainult järg-  
nevat.

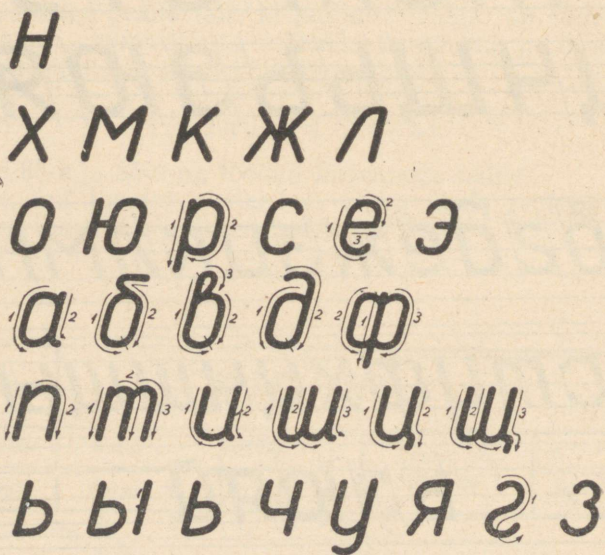
1. Väiketähtede *б, в, д* kõrgus on võrdne suurtähe kõrgusega.
2. Väiketähed *р, у, ф* ulatuvad rea alusjoonest ühe kolmandiku suurtähe kõrguse võrra allapoole.



Joon. 86.



Жоон. 87.



Жоон. 88.

3. Suurtähtede *Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ* ja *Ю* ning väiketähtede *Т, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ* ja *Ю* laius on kõrgusega võrdne.

4. Tähtede *Д, Ы* ja *Ш* ning tähtede *а, u, ы, ш* ja *щ* sabakeste paigutamiseks ei laiendata ei tähe- ega reavahesid.

5. Täht *З* kirjutatakse erinevalt numbrist *3*, nagu on näidatud joonisel 71.

Vene tähtede rühmitamine ja võtete järjestus üksikute tähtede joonistamisel on näidatud joonistel 87 ja 88.

## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. HARJUTUSED.

Ülesanne 1. **Mitmesuguse paksusega joonte tõmbamine käega** (joonised 89 ja 90).

*Ülesandega seotud küsimused.*

1. Missugune peab joonisel olema nähtamatule kontuurile vastava kriipsjoone jämedus, võrreldes nähtavale kontuurile vastava pidevjoone jämedusega?

2. Kui pikad peavad olema kriipsjoone kriipsud ja kui suured peavad olema kriipsjoone kriipsude vahelised kaugused?

3. Missugune peab olema kriipspunktjooneliste tsentrijoonte jämedus, võrreldes nähtavale kontuurile vastava pidevjoone jämedusega? Kui pikad peavad olema kriipspunktjooneliste telgjoonte kriipsud ja kui suured kriipsude vahelised kaugused?

4. Kui kaugele (umbes) peavad ringjoone kriipspunktjoonelised tsentrijooned ulatuma ringjoonest välja?

*Juhendid ülesande täitmiseks.*

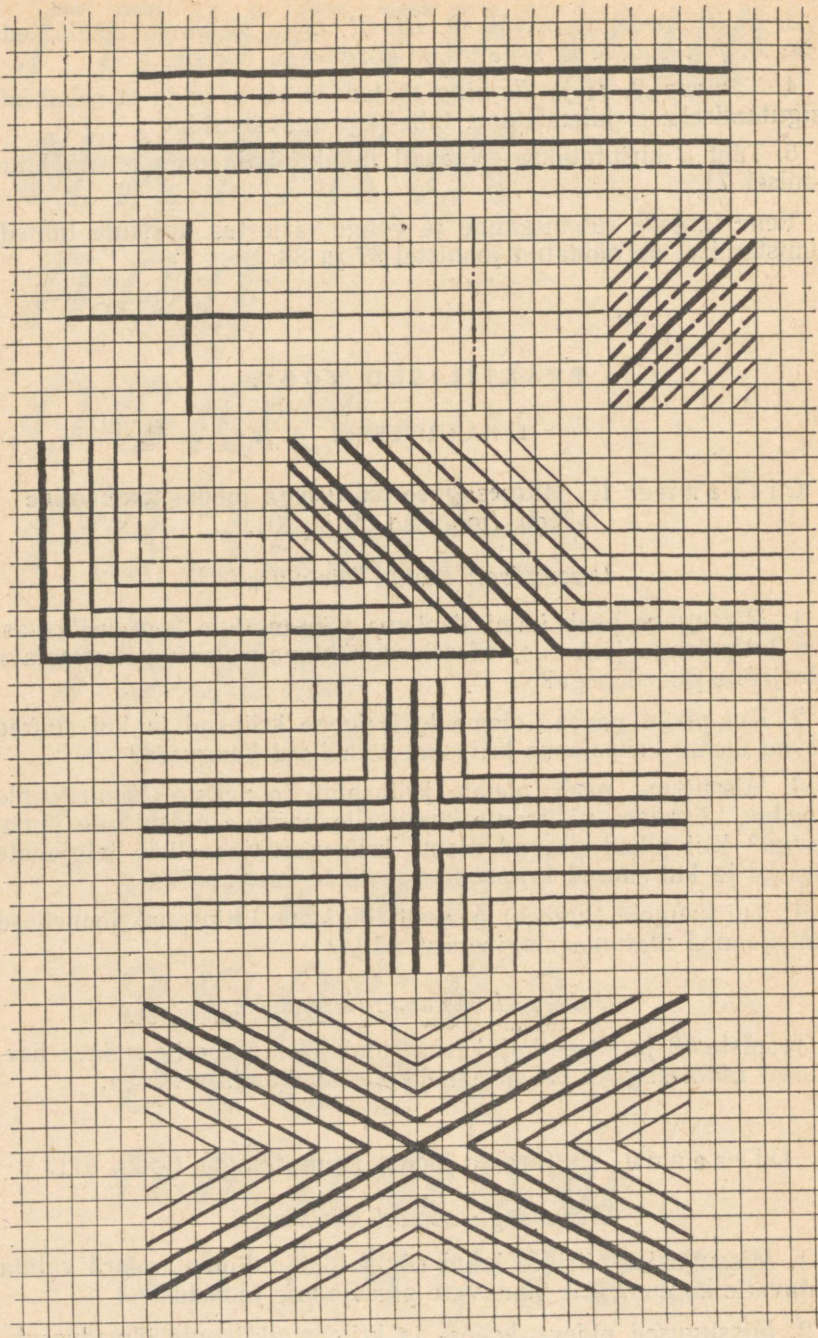
Jooniste 89 ja 90 eeskujul teha ruudulisele paberile mõned harjutused mitmesuguse paksusega joonte tõmbamises käega.

Ülesanne 2. **Sirgete joonte joonestamine** (joon. 91).

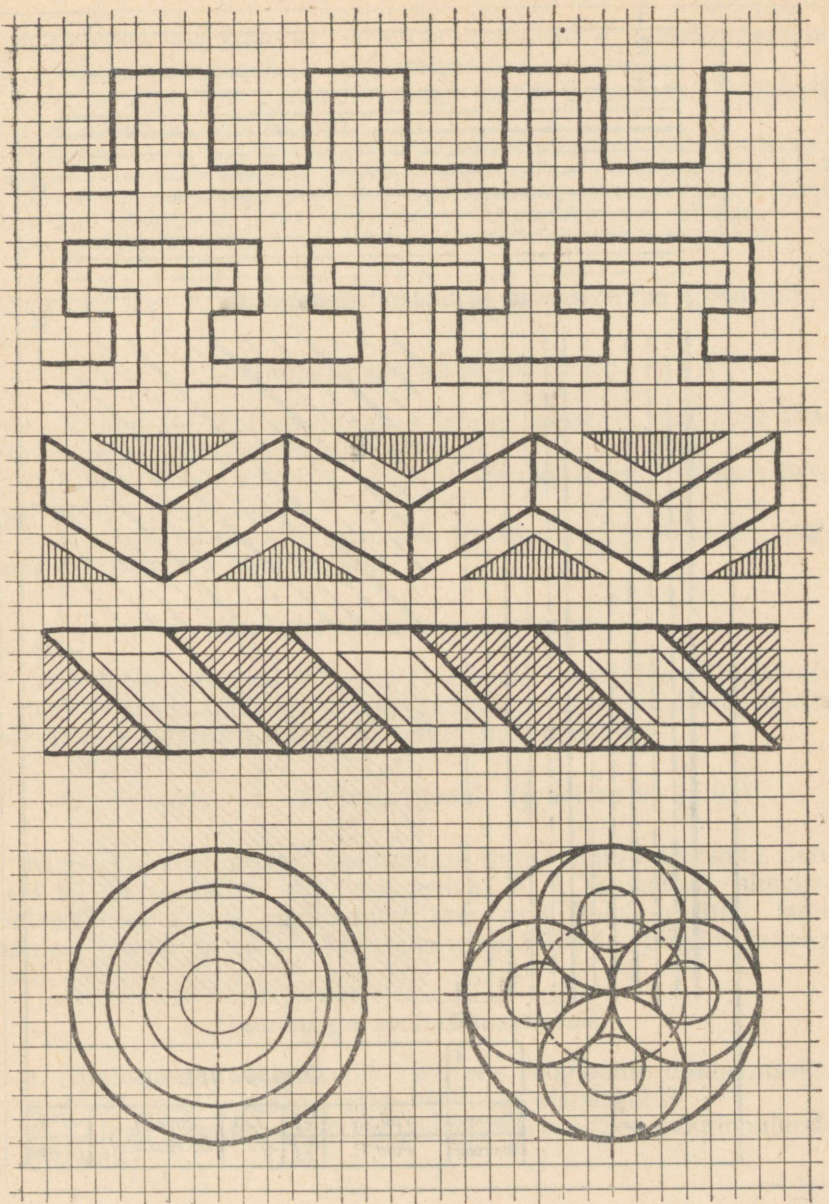
*Ülesandega seotud küsimused*

1. Missugustes piirides lubab riiklik üleliiduline standard valida nähtavaile kontuuridele vastavate pidevjoonte jämedust?

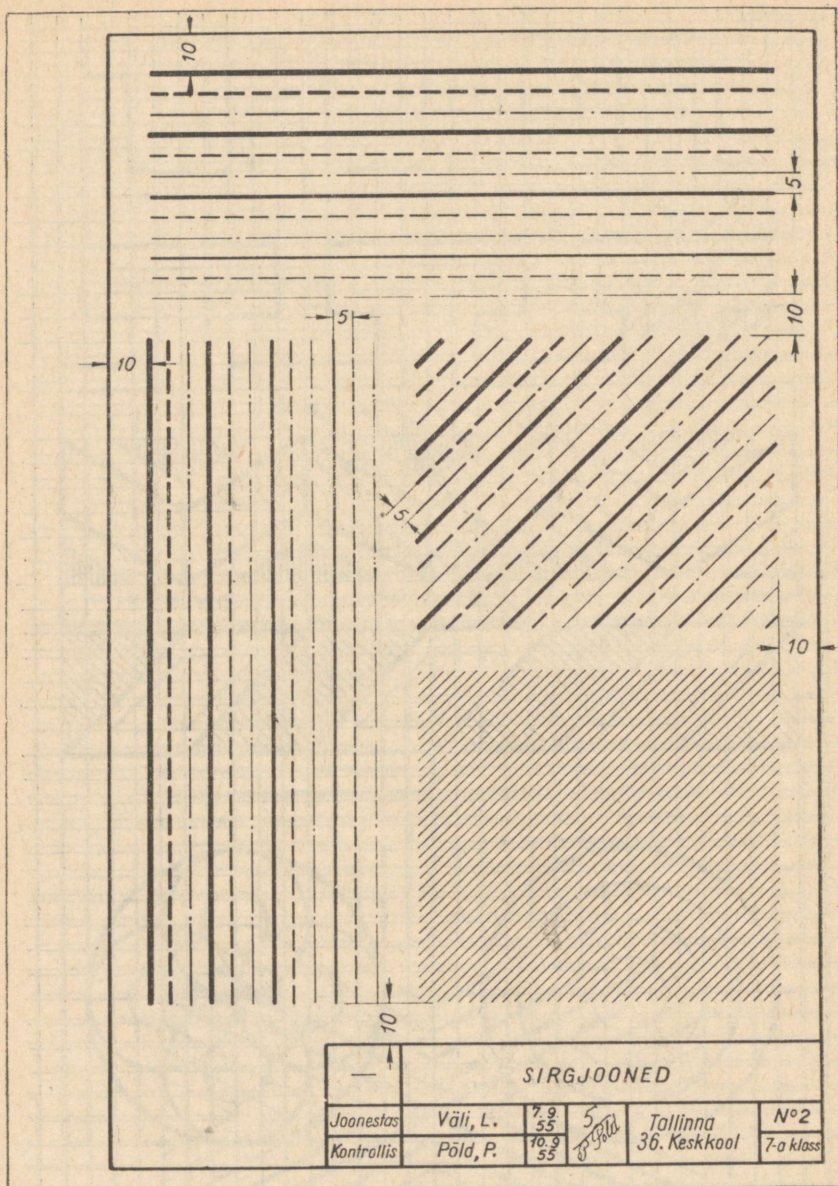
2. Missugused pidev-, kriips- ja kriipspunktjoonte jämedussuhted kehtestab standard?



Joon. 89.



Joon. 90.



Joon. 91.

### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

Juhindudes joonisest 91, teostada formaadil 4 joonestustarvete abil harjutus «Sirgjoonte joonestamine».

Joonise alumisse parempoolsesse nurka paigutada kirjanurk joonisel 52 antud mõõtmetega.

Märkus. Selle harjutuse nagu ka järgnevate harjutuste lahendamisel kirjutada kõik joonistele tehtavad pealkirjad nagu mõõtarmid, kirjanurkade tekstid jne. tavalise käekirjaga ja pliiatsit eriti surumata, selleks, et hiljem oleks hõlpus neid kõrvaldada ja asendada standardkirjas kirjutatud tekstiga.

See pealkirjade asendamine tuleb teha siis, kui õpitakse standardkirju.

### Ülesanne 3. Ringjoonte ja kaarte joonestamine (joon. 92).

#### *Ülesandega seotud küsimused.*

1. Missuguste instrumentide ja joonestustarvete abil ning milliste võtetega võib tõmmata ristsirgeid?

2. Kuidas tuleb märkida ringi keskpunkt kriipspunktjooneliste tsentrijoonte tõmbamisel?

3. Mis liiki joont tuleb kasutada 10-mm-lise läbimõõduga ringjoone tsentrijoonte tõmbamiseks?

### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

Juhindudes joonisest 92, teha formaadil 4 harjutus «Ringjoonte ja kaarte joonestamine». Joonise alumisse parempoolsesse nurka paigutada kirjanurk joonisel 52 antud mõõtmetega.

### Ülesanne 4. Telliselao joonis (joonised 94 ja 95).

Kiviseinte püstitamisel kasutatakse mitut tüüpi telliseladu. Joonisel 93 on näidatud Moskvas asuva P. I. Tšaikovski nimelise kontserthoone seinte püstitamisel kasutatud kombineeritud ladu. Joonisel 95—96 on esitatud mõnede teiste telliselao tüüpide joonestused.

#### *Ülesandega seotud küsimused.*

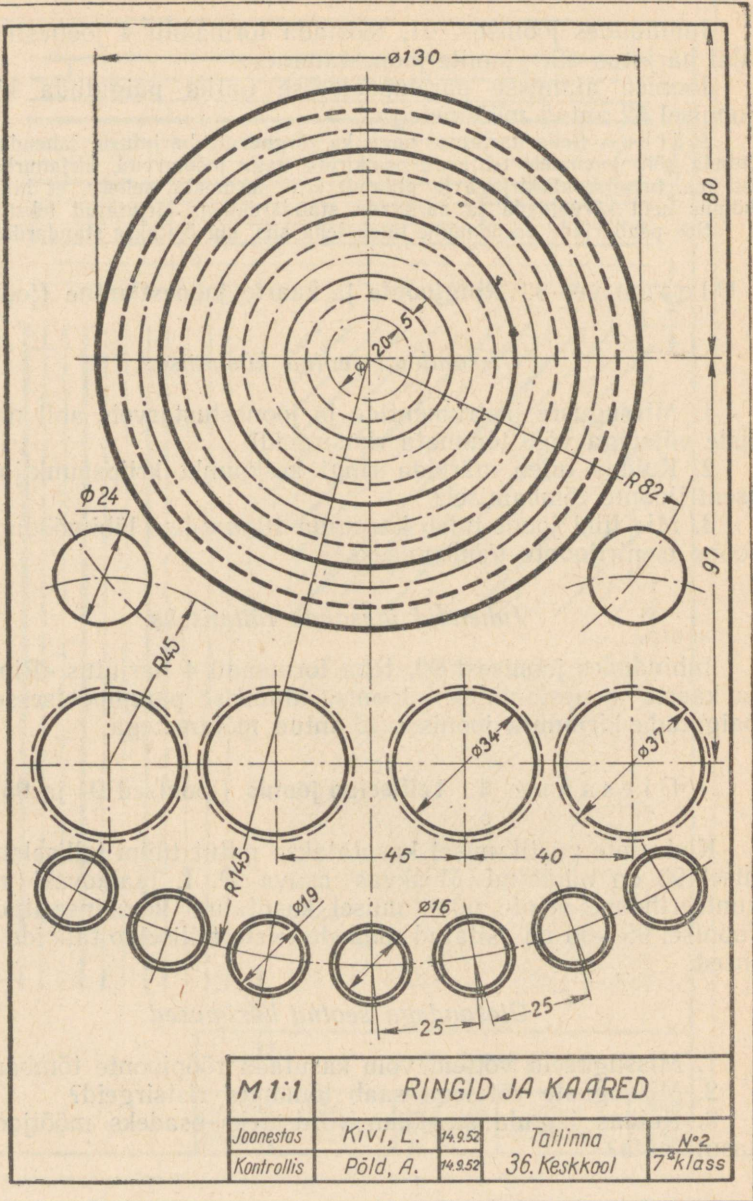
1. Missuguseid võtteid võib kasutada rööpjoonte tõmbamiseks?

2. Missuguste võtetega saab tõmmata ristsirgeid?

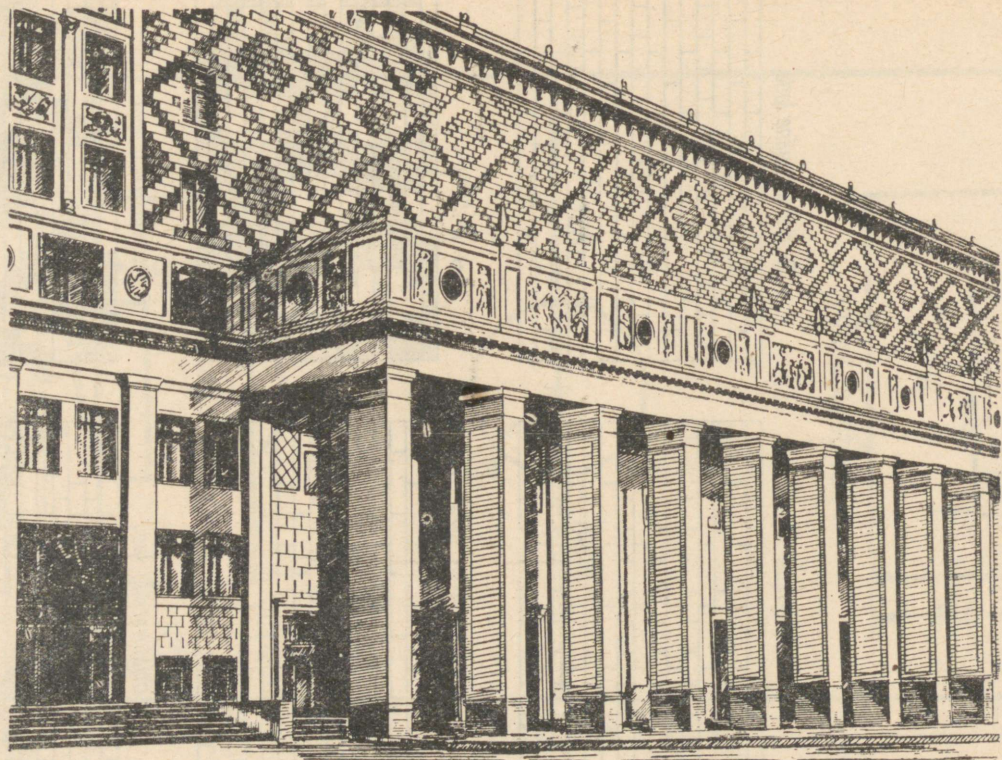
3. Kuidas jagada sirglõiku võrdseteks osadeks mõõtjoonlauda kasutamata?

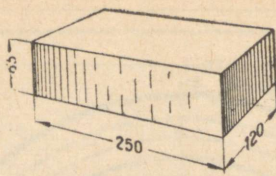
### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

1. Juhindudes joonisel 94 antud tellise mõõtmetest ja kasutades silma järgi mastaabi 1:10, teha käega viieteistkümnerealise lao kujutis ühest joonisel 95 esitatud telliselao tüübist.



Joon. 92.

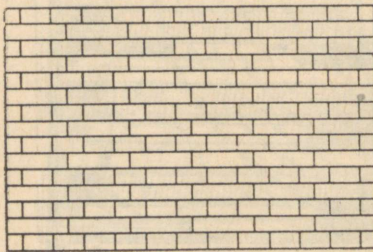




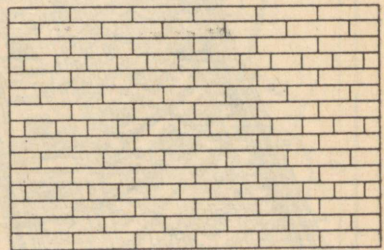
Joon. 94.

TELLISLAD TÜÜPE

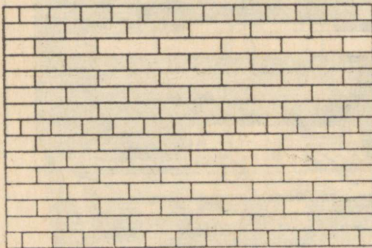
1. Ahelladu



2. Kolmerealine ladu



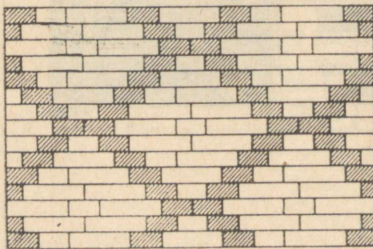
3. Mitmerealine ladu



4. Ristladu



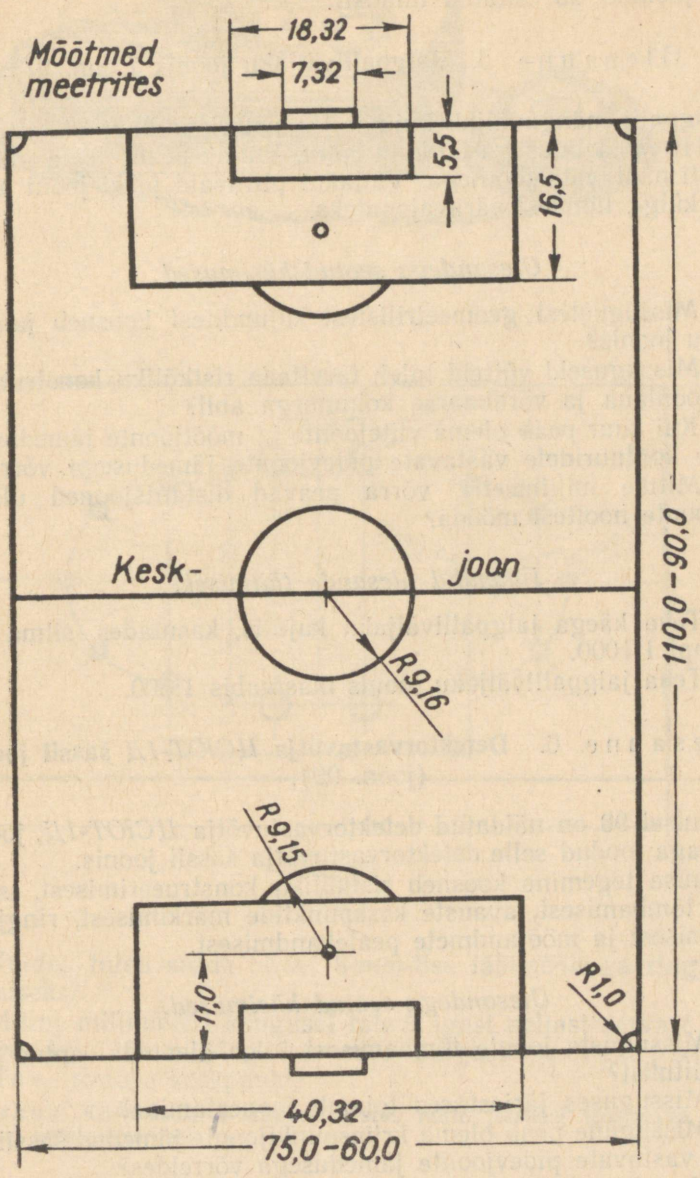
5. Kombineeritud ladu



6. Kombineeritud ladu



Joon. 95 — 96.



Joon. 97.

2. Teha mastaabis 1:5 viieteistkümneralise telliselao joonts ühest joonisel 95 esitatud tüübist.

### Ülesanne 5. Jalgpalliväljaku joonis (joon. 97).

Jalgpalli mänguväljak kujutab endast riskülikut pikkusega 90 kuni 110 *m* ja laiusega 60 kuni 75 *m*. Väljak peab olema märgitud selgesti nähtavate joontega. Väljakut piiravaid pikki jooni nimetakse kül-, lühikesi värvajoonteks.

#### *Ülesandega seotud küsimused.*

1. Missugustest geomeetrilistest kujunditest koosneb jalgpalliväljaku joonis?

2. Missuguseid võtteid tuleb tarvitada risküliku konstrueerimiseks joonlaua ja võrdhaarsete kolmnurga abil?

3. Kui suur peab olema viitejoonte ja mõõtjoonte jämedus nähtavale kontuuridele vastavate pidevjoonte jämedusega võrreldes?

4. Mitme millimeetri võrra peavad distantsjooned ulatuma mõõtjoonte nooltest mööda?

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

1. Teha käega jalgpalliväljaku kujutis, kasutades silma järgi mastaabi 1:1000.

2. Teha jalgpalliväljaku joonis mastaabis 1:500.

### Ülesanne 6. Detektorvastuvõtja ЦСИОТ-1Д šassii joonis (joon. 99).

Joonisel 98 on näidatud detektorvastuvõtja ЦСИОТ-1Д, joonisel 99 on aga toodud selle detektorvastuvõtja šassii joonis.

Joonise tegemine koosneb risküliku konstrueerimisest, tsentrijoonte tõmbamisest, avauste keskpunktide märkimisest, ringjoonte tõmbamisest ja mõõtandmete pealekandmisest.

#### *Ülesandega seotud küsimused.*

1. Missuguste joonte tõmbamisest tuleb alustada antud ülesande täitmist?

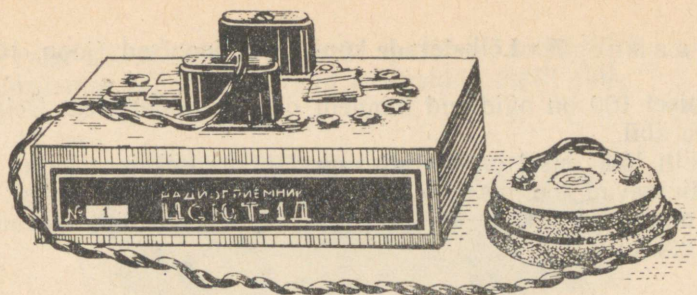
2. Missuguses järjestuses toimub joonestamine?

3. Missugune peab olema kriipspunktjoonte jämedus šassii kontuurile vastavate pidevjoonte jämedusega võrreldes?

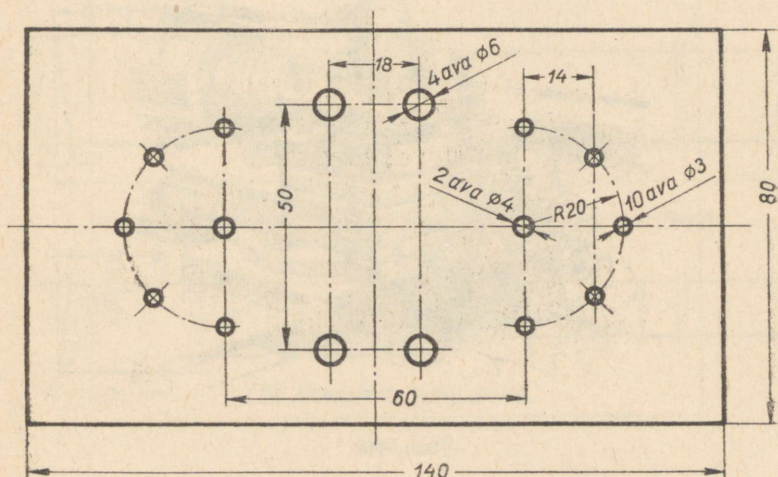
4. Kas 6-, 4- ja 3-*mm*-lise läbimõõduga avausi kujutavad jooned peavad olema ühejämedused või mitte?

5. Kuidas tuleb näidata ringi keskpunkti?

6. Kuidas näidata 3-*mm*-lise läbimõõduga avauste keskpunkte, kui need avaused asetsevad kaarel raadiusega 20 *mm*?



Joon. 98.



Joon. 99.

7. Kuidas tuleb seada sirkel 3-mm-lise läbimõõduga ringjoone tõmbamiseks?

8. Mitme millimeetri kaugusel tahvli igast neljast servast asetseb 6-mm-lise läbimõõduga avauste hulgast parempoolse ülemise avause keskpunkt?

Märkus. Küsimusele 8 leitakse vastus mitte joonisel teostatava mõõtmise, vaid arvutamise teel.

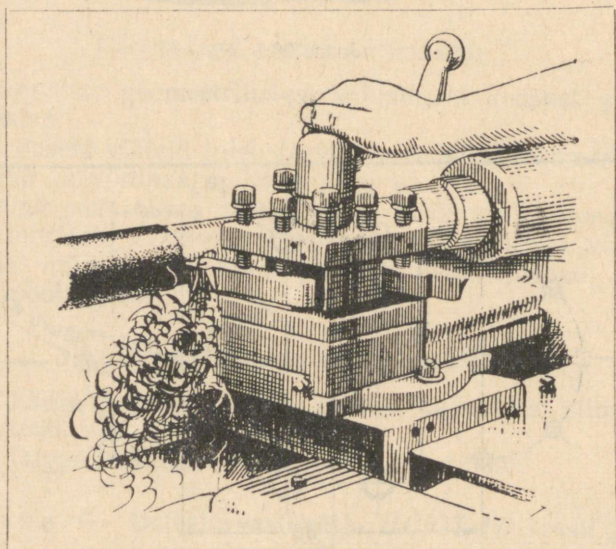
### Juhendid ülesande täitmiseks.

1. Teha käega šassii kujutis, arvestades silma järgi tema loomuliku suurust.
2. Teha šassii joonis mastaabis 1:1.

## Ülesanne 7. Lõiketerade kontuuride joonised (joon. 102).

Joonisel 100 on näidatud moment detaili töötlemisest treipingil lõiketera abil.

Metalli lõikamisel on küllalt suur tähtsus lõiketera kujul. Selle tõttu täiustavad tootmise novaatorid pidevalt oma tööriista. Nad loovad aina uusi lõiketerade konstruktsioone, mis võimaldavad töötötlikkuse tõstmist.



Joon. 100.

Joonisel 101 on näidatud üks tuntud treialli-kiirlõikaja J. Dikovi lõiketeradest.

Joonisel 102 on toodud kahe lõiketera õppeotstarbeks ümbertöötatud joonised.

### *Ülesandega seotud küsimused.*

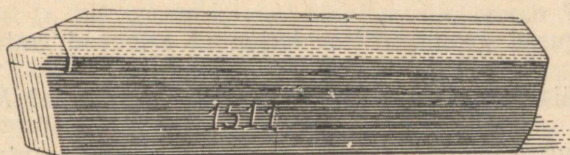
1. Missuguste joonte tõmbamisega on kõige otstarbekam iga joonist alustada?

2. Mitu täis-, nööri- ja teravnurka tekib lõiketerade kontuurjoonte lõikumisel?

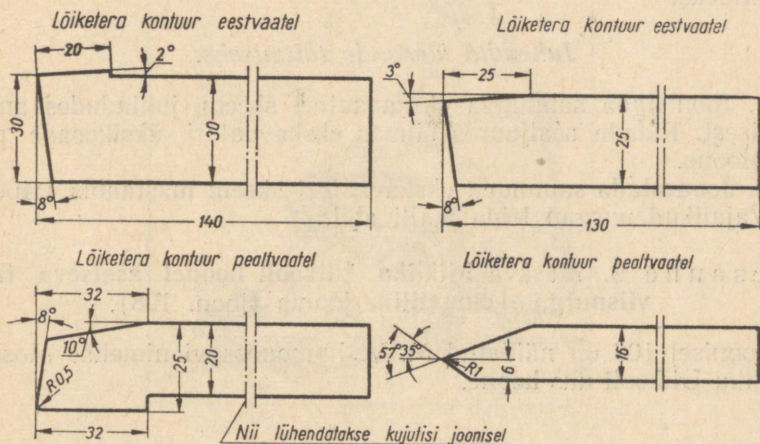
### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

1. Lähtudes joonisest 102 teha käega lõiketerade kujutised. Sealjuures pidada silma järgi kinni nurkade suurusest ja kontuuri üksikosade proportsioonidest.

2. Teha lõiketerade kontuuride joonised loomulikus suuruses. Kontuurjoonte vahelised nurgad joonestada malli abil.



Joon. 101.



Joon. 102.

## Ülesanne 8. Sammuva ekskavaatori skemaatiline joonis (joon. 105).

Joonisel 103 on kujutatud Uraali masinaehitustehase sammuv ekskavaatori kopa mahuga 14 kuupmeetrit.

Kopa suurusest annab kujutuse joon. 104. Nagu joonisest nähtub, mahub ekskavaatori kopa sõiduauto «Pobeda».

Joonisel 105 on esitatud 14-kuupmeetrise kopamahuga sammuva ekskavaatori lihtsustatud skeem.

Skeeme kasutatakse selleks, et anda lihtsustatud, üldjoonelist kujutist esemest ja tema mõõtmeist.

### Ülesandega seotud küsimused.

1. Kas joonisele on kantud kõik antud skeemi konstrueerimiseks vajalikud nurkade suurused või tuleb täiendavalt selgitada veel mõne nurga suurus?

2. Kas joonisele on kantud kõik antud skeemi konstrueerimiseks vajalikud lõikude pikkused?

3. Kui suur on Uraali masinaehitustehase sammuva ekskavaatori putka kõrgus koos pealiskonstruksiooniga? putka pikkus? noole pikkus?

4. Missugused geomeetrilised kujundid esinevad antud joonisel?

5. Mitu täisnurka esineb joonisel? Mitu teravnurka? Mitu nürinurka?

6. Missuguste joonte tõmbamisega tuleb alustada antud skeemi joonestamist?

7. Missugused punktid on antud skeemi joonestamise lähtepunktideks?

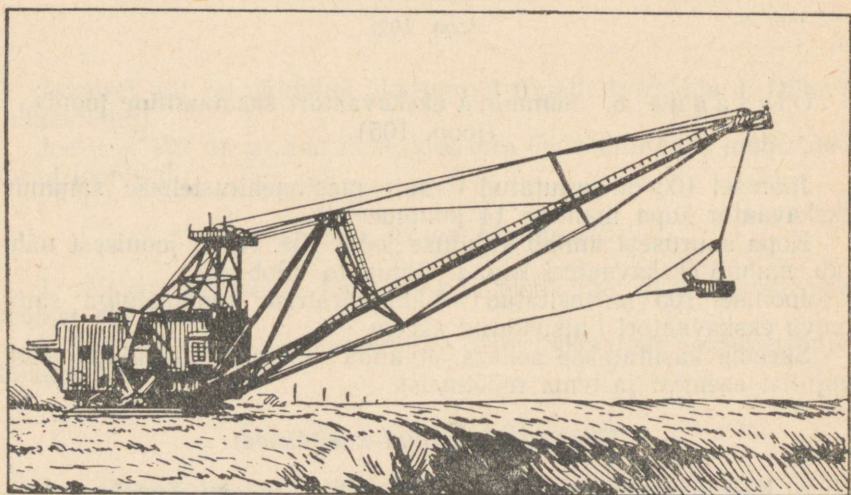
### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

1. Joonistada sammuva ekskavaatori skeem, juhindudes antud joonisest. Pidada sealjuures silmas ekskavaatori üksikosade proportsioone.

2. Joonestada sammuva ekskavaatori skeem mastaabis 1:400. Vajalikud nurgad leida malli abil.

### **Ülesanne 9. Moskva Riikliku Ülikooli hoonele asetseva tähtsurga skemaatiline joonis (joon. 108).**

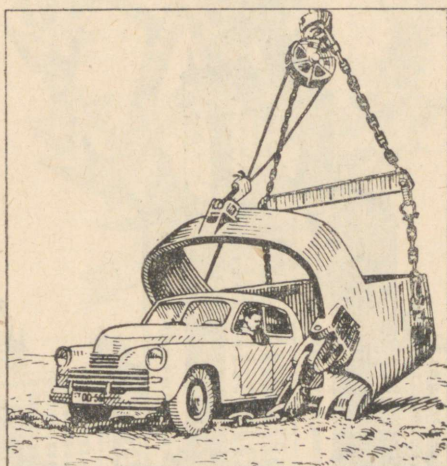
Joonisel 106 on näidatud M. V. Lomonossovi nimelise Moskva Riikliku Ülikooli uus hoone.



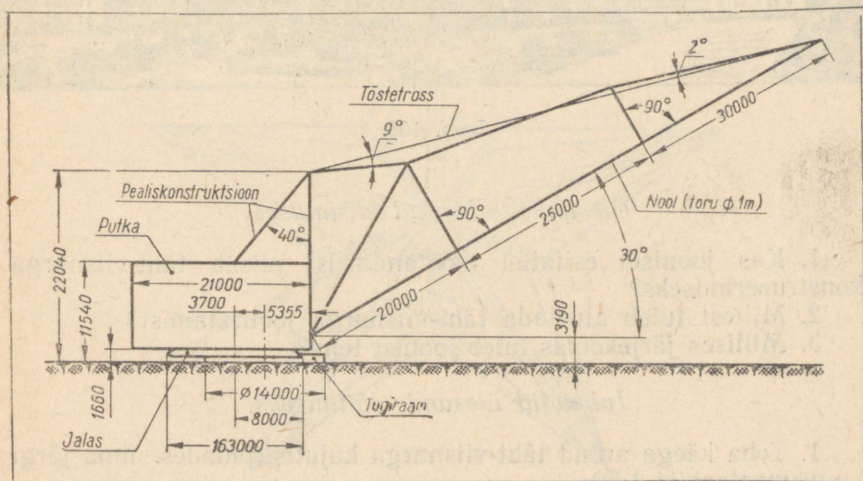
Joon. 103.

Hoone keskmine osa, mis ulatub peaaegu 240 meetrini, lõpeb torni ja tohutu täht-viisnurgaga. Täht-viisnurga raamistik (joon. 107) ja torniteravik on valmistatud roostevabast terasest. Kollane klaas alumiiniumpõhjal, mis on paigutatud täht-viisnurga raamistusse ja millega on kaetud torniteravik, annab täielikult kullasädeluse mulje.

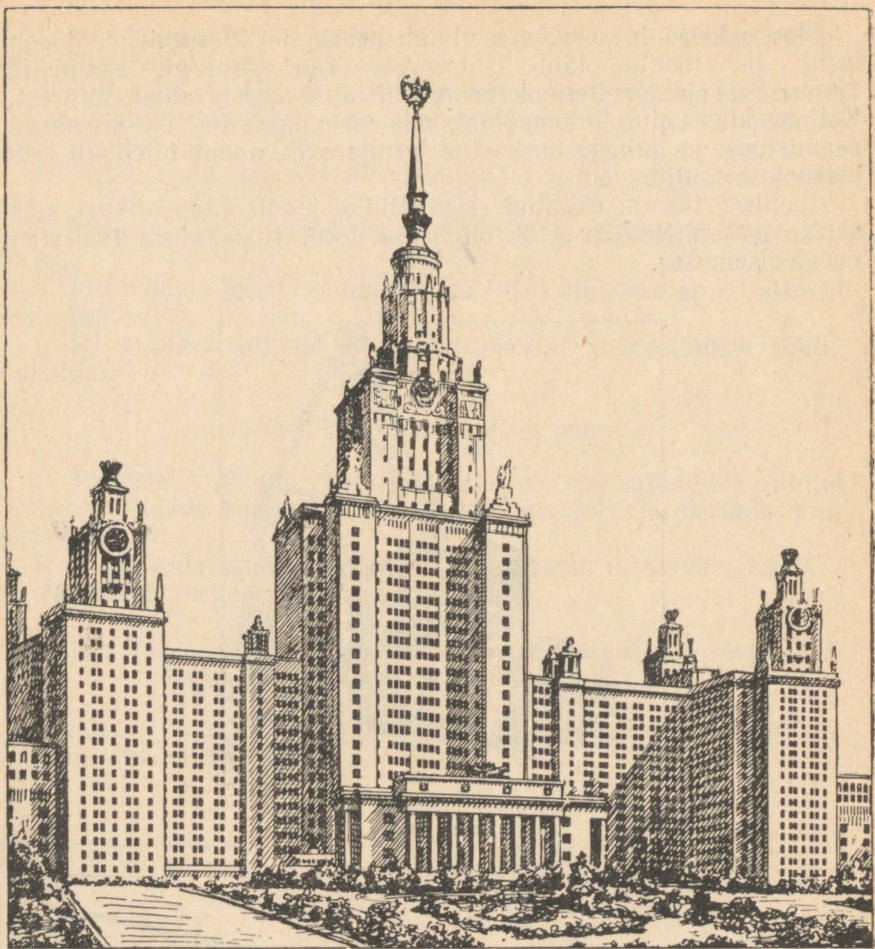
Joonisel 108 on esitatud skemaatiline joonis raamistikust, mis asub Moskva Riikliku Ülikooli hoone torni tipus oleva täht-viisnurga sisemuses.



Joon. 104.



Joon. 105.



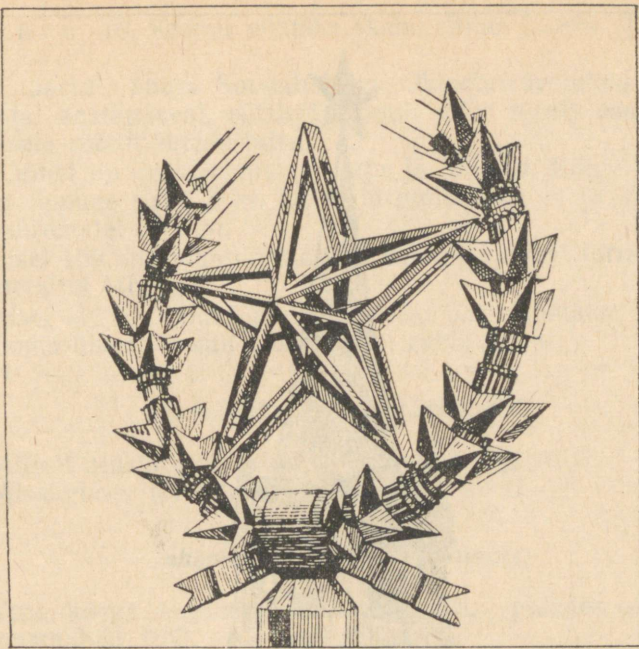
Joon. 106.

*Ülesandega seotud küsimused.*

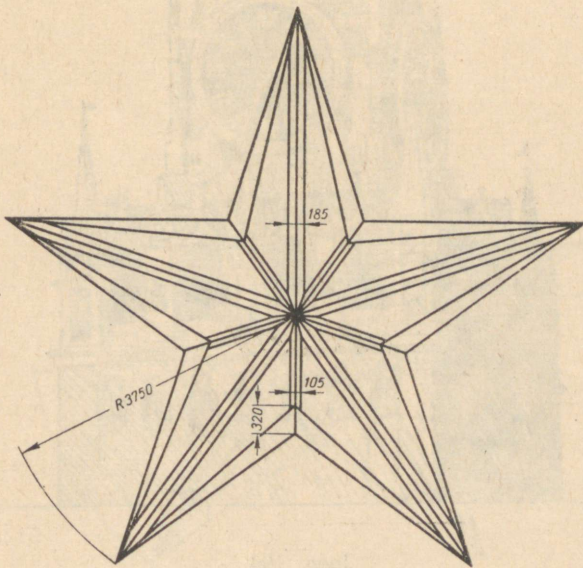
1. Kas joonisel esitatud mõõtandmeist piisab täht-viisnurga konstrueerimiseks?
2. Millest tuleb alustada täht-viisnurga joonestamist?
3. Millises järjekorras tuleb joonist teha?

*Juhendid ülesande täitmiseks.*

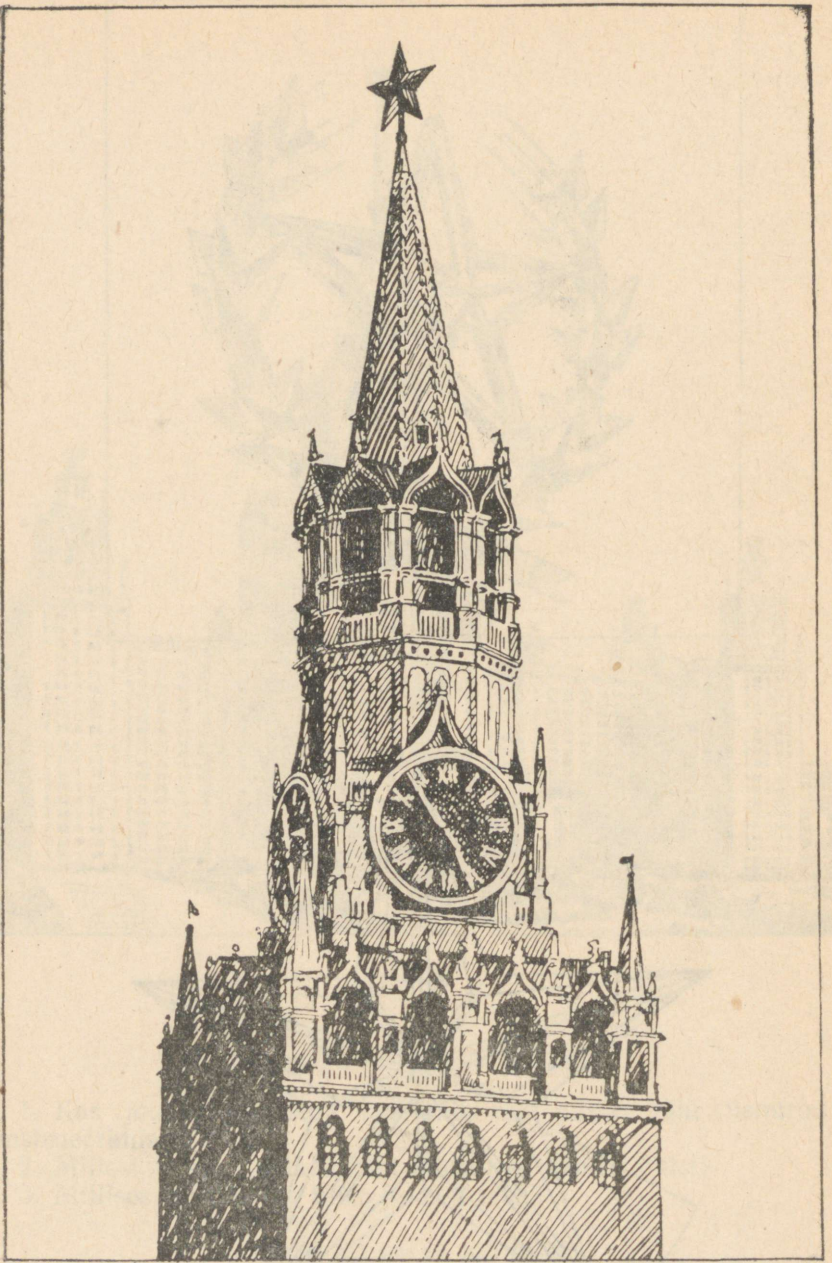
1. Teha käega antud täht-viisnurga kujutis, pidades silma järgi kinni mastaabist 1:50.
2. Teha antud täht-viisnurga joonis mastaabis 1:50.



Joon. 107.



Joon. 108.



Joon. 109.

1937. aastal, Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni kahekümnendal aastapäeval, süttisid Kremli viies tornis esmakordselt viisnurksete rubiintähtede tuled.

Igal tähel on oma joonistus, kuju ja mõõted. Kõige väiksemal neist on tippude vahe 3 m, kahel järgmisel 3,2 m ja 3,5 m ning kõige suurematel 3,75 m.

Joonisel 109 on näidatud Moskva Kremli Spasski torn koos selle tippu asetatud tähega.

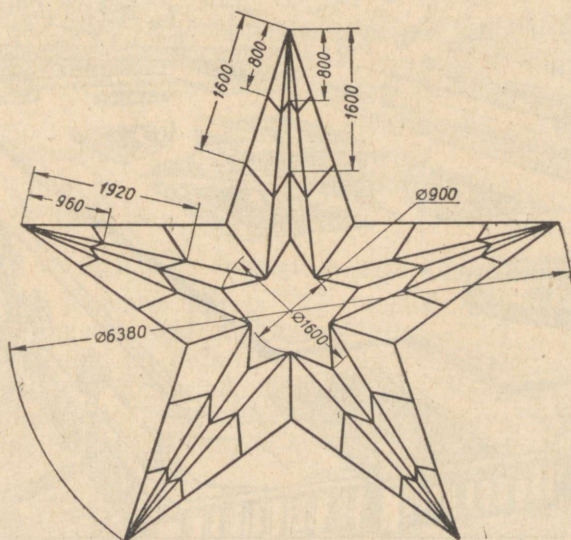
Joonisel 110 on toodud õppetstarbeks ümbertöötatud ja lihtsustatud joonis ühest Kremli viisnurksest rubiintähest.

### *Ülesandega seotud küsimused.*

1. Millest alustada joonisel 110 kujutatud joonist?
2. Missuguses järjestuses tuleb joonis teha?

### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

1. Teha käega antud rubiintähe kujutis, pidades silma järgi kinni mastaabist 1:50.
2. Teha antud rubiintähe skemaatiline joonis mastaabis 1:50.



Joon. 110.

## II. TÖÖD.

### Töö nr. 1.

Märkus. Töö nr. 1 seisneb ornamenti joonestamises ja plakatkirjaliste tekstide kirjutamises õpetaja valikul.

Töö nr. 1 jaoks valida üks alljärgnevaist ülesandest.

#### Ülesanne 1. Lillepeenra mustri joonestamine (joon. 112, lisa II).

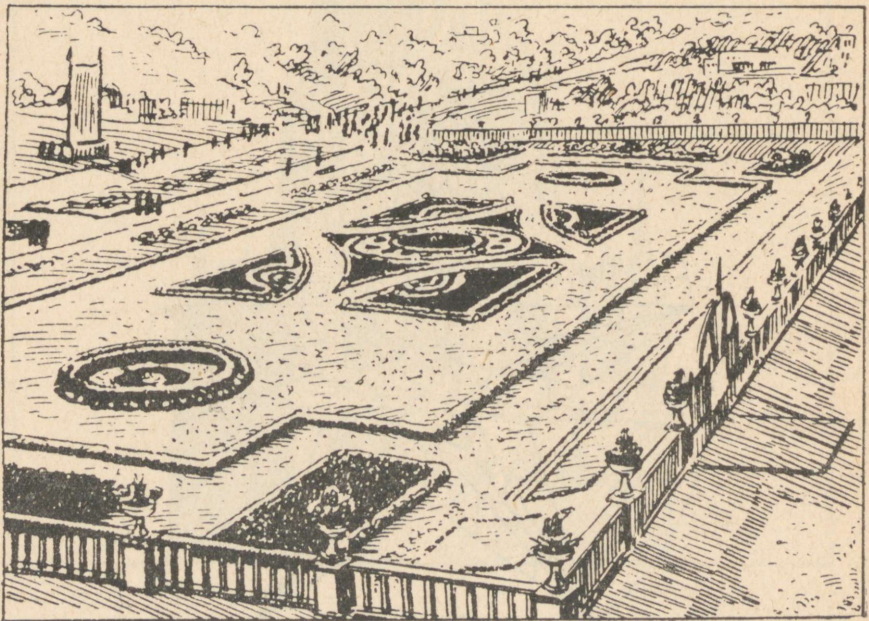
Ülesande selgitus. Joonisel 112 on näidatud üks Moskva M. Gorki nimelise kultuuri- ja puhkepargi lillepeenraist.

Lillepeenarde jaoks valmistatakse kõigepealt projekt-joonis, mis peab andma kujutise peenra kujust, mustrist, põhilistest mõõteist, lillealade värvidest jne. Projektile lisatakse tööjoonis (näiteks lillepeenra joonise parem pool joonisel 112). Tööjoonisele tuleb kanda kõik peenra rajamiseks vajalikud mõõtmed ja istutusosalad.

Joonistel 112—115 (vaata lisa II) on esitatud mõnede täisnurksete lillepeenarde joonised.

#### *Ülesandega seotud küsimusi.*

1. Missuguses järjekorras tuleb teha lillepeenra joonis?
2. Missuguste vähendusmastaapide kasutamist lubab riiklik ülelüliduline standard?



Joon. 111.

## Juhendid ülesande täitmiseks.

1. Teha käega lillepeenra ornamendi kujutis, pidades silma järgi kinni mastaabist 1:20.

2. Joonestada lillepeenra muster mastaabis 1:20.

Märkus. Joonise lõpetamisel värvida see vesivärvidega, valides värve oma äranägemisel.

Ülesanne 2. **Lillepeenra mustri joonestamine** (joon. 114—115, lisa II).

1. Teha käega lillepeenra mustri kujutis, pidades silma järgi kinni mastaabist 1:40.

2. Joonestada lillepeenra muster mastaabis 1:25.

Märkus. Joonise lõpetamisel värvida see vesivärvidega, valides värve oma äranägemisel.

Ülesanne 3. **Plakatkirjalise loosungi valmistamine.**

Juhindudes I peatüki IV osas toodud näiteist, kirjutada plakatkirjas üks allpool esitatud loosungeid.

## LOOSUNGID.

*Armastage raamatut — teadmiste allikat!*

*Pea kinni päevarežiimist!*

*Olgu tervitatud 1. mail!*

*Kõigi maade proletaarlased, ühinege!*

Edaspidise praktika jooksul on soovitav harjutada kirjutama plakatkirjas mitmesuguseid pealkirju, mis võivad olla kasulikud koolile, klassile või pioneerirühmale, nagu näiteks

*Direktor*

*Oppeala juhataja*

*Opetajate tuba*

*ÜLKNÜ Komitee*

*Raamatukogu*

*Medpunkt*

*Füüsika kabinet*

*Keemia kabinet*

Ülesanne 4. **Jooniste kausta kujundamine.**

Juhindudes joonistel 116 ja 117 toodud näiteist, kaunistada jooniste säilitamiseks määratud kaust.

Kui ornamendid on pliiatsiga valmis joonestatud ja pealkirjad (samuti pliiatsiga) lõpetatud, toimub nende ülejoonestamine. Sõltuvalt ornamendi iseloomust võib see sündida tavalise ülejoonestamise, viirutamise, tušiga katmise või värvimise teel.

## Töö nr. 2.

Märkus. Töö nr. 2 seisneb kaare kombinatsioonidest koosneva ornamendi joonestamises (ringjoone võrdseiks osadeks jagamise võtete kasutamisega). Töö tuleb teha tušiga.



Joon. 116.



Joon. 117.

Töö nr. 2 tegemiseks valida üks alljärgnevaist ülesandeist.

### Ülesanne 1. Jooniste kausta kaunistamine.

Juhindudes joonistel 118 ja 119 toodud näiteist, kaunistada jooniste hoidmiseks määratud kaust.

Kuj.ornamendid ja pealkirjad on pliiatsiga valmis, teha ülejoo-  
nestamine, tušiga katmine ja värvimine.

### Ülesanne 2. Lillepeenra mustri joonestamine (joon. 121, lisa III).

Ülesande selgitus. Joonisel 120 on kujutatud õpilasi tööl kooliaias. Ilusaks kaunistuseks kooliaiale on lillepeenrad. Need võivad olla riskülikukujulised, ringikujulised, ovaalsed jne.

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

Joonestada lillepeenra muster mastaabis 1:25. Joonise lõpetamisel tõmmata jooned tušiga üle ja värvida joonis.

### Ülesanne 3. Lillepeenra mustri joonestamine (joon. 122, lisa III).

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

Joonestada lillepeenra muster mastaabis 1:20. Joonise lõpetamisel värvida see ja tõmmata jooned tušiga üle.

### Töö nr. 3.

Märkus. Töö nr. 3 seisneb «lameda» detaili joonestamises, mõõtand-  
mete pealekandmises ja joonise kopeerimises pauspaberile (tušiga).

Töö nr. 3 teostamiseks valida üks alljärgnevaist ülesandeist.

### Ülesanne 1. Terasest valmistatud plaadi joonestamine (joon. 125).

Ülesande selgitus. Lenini mägedel asuva Moskva Riikliku Ülikooli kõrghoone «luustikuks» on metallkarkass, mida osaliselt valminuna kujutab joonis 123. Karkassi põhilisteks osadeks on massiivsed vertikaalsed terassambad ja kindlate vahemaade tagant paigutatud rõhtsad terastalad (joon. 124).

Üheks sammaste ja rõhttalade liitekohtade detailiks on terasplaad (joon. 124).

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

Teha terasplaadi joonis. Joonise mastaap valida omal äranägemisel. Terasplaadi paksuseks võtta 40 mm. Plaadi paksus näidata joonisel nii, nagu see on näidatud joonisel 125.

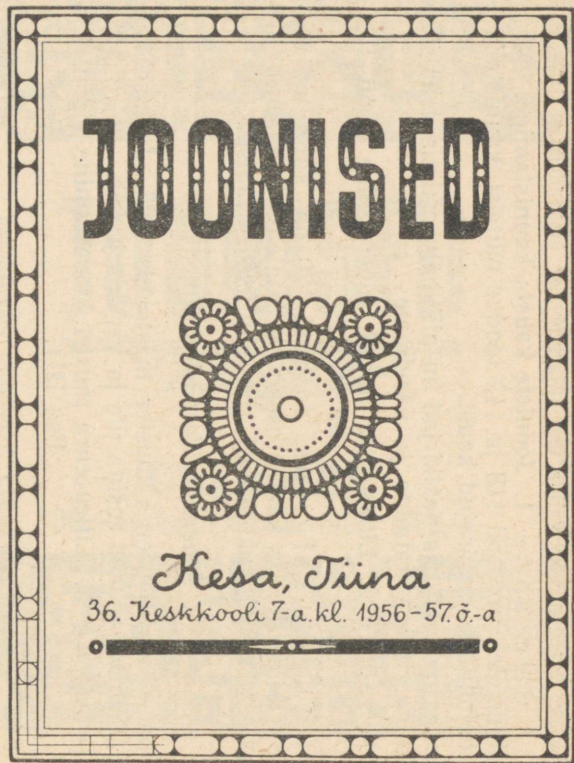
Joonise valmistamisel kopeerida see pauspaberile (tušiga).

### Ülesanne 2. Terasest sõlmlehe joonestamine (joon. 127.)

Ülesande selgitus. Joonis 126 kujutab kõrgehitusel töötavat keevitajat. Joonisel 127 on esitatud metallist sõlmlehe joo-



Joon. 118.



Joon. 119.



Joon. 120.

nis. Selliseid sõlmlehti kasutatakse teraskonstruksioonide mitmesuguste osade ühendamiseks keevitamise teel.

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

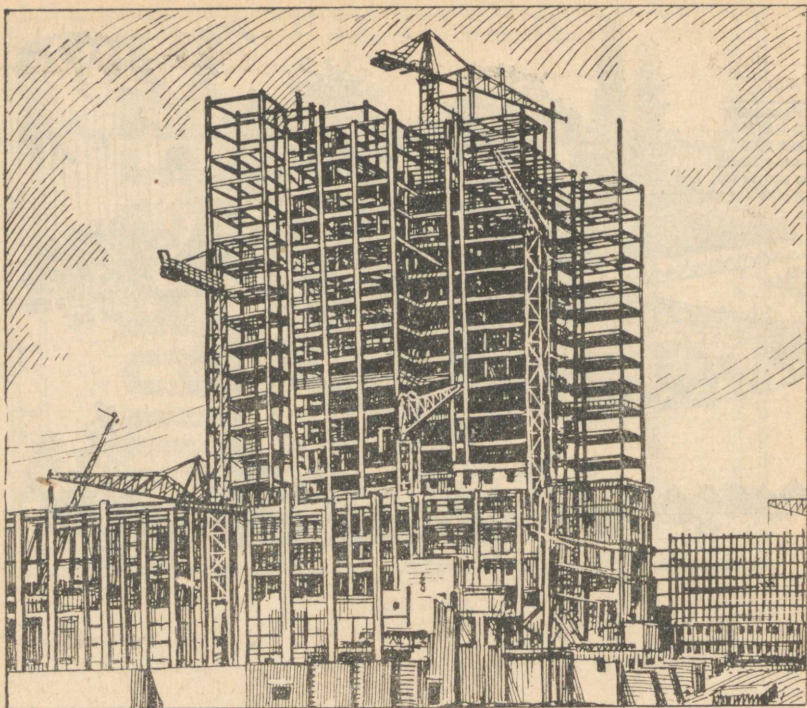
Teha sõlmlehe joonis mastaabis 1:2 ja kopeerida see pauspaberile (tušiga).

#### **Ülesanne 3. Kooli raadiosõlme võimendaja šassii joonestamine (joon. 129).**

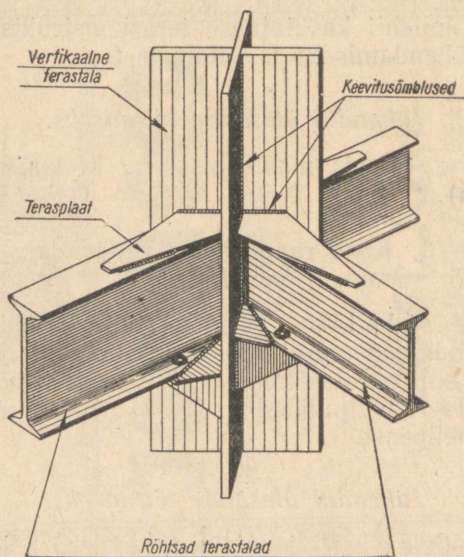
Ülesande selgitus. Joonisel 128 on näidatud kooli raadiosõlme võimendaja, joonisel 129 on aga toodud selle võimendaja šassii joonis. Kooli raadiosõlme seadmestik võib koosneda näiteks vastuvõtjast, 10—12 valjuhääldaja jaoks arvestatud võimendajast, mikrofonist ja helipeast.

#### *Juhendid ülesande täitmiseks.*

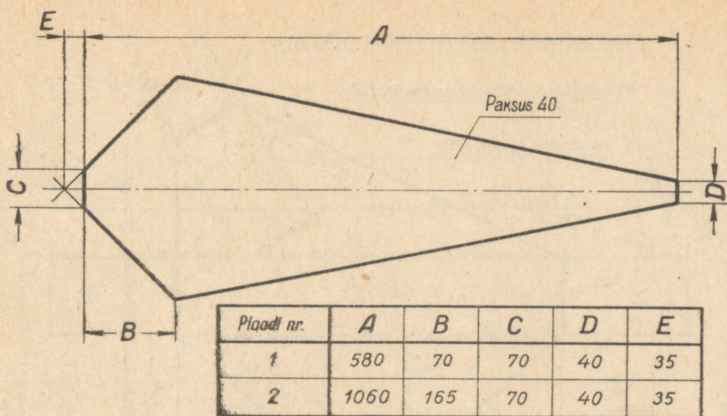
Teha võimendaja šassii joonis mastaabis 1:2 ja kopeerida see pauspaberile (tušiga).



Joon. 123.



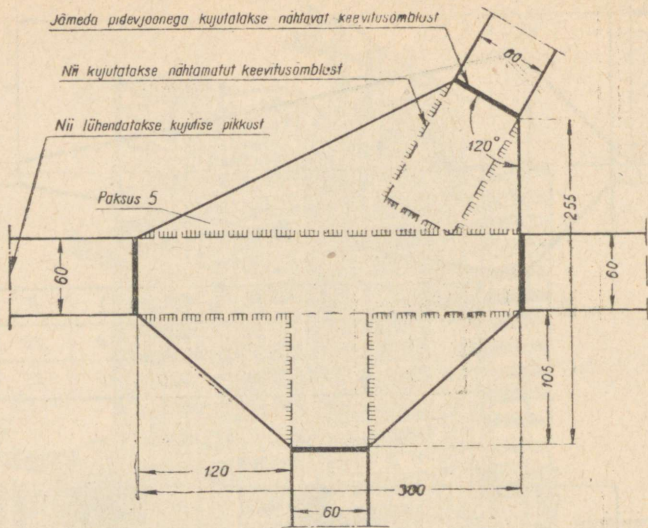
Joon. 124.



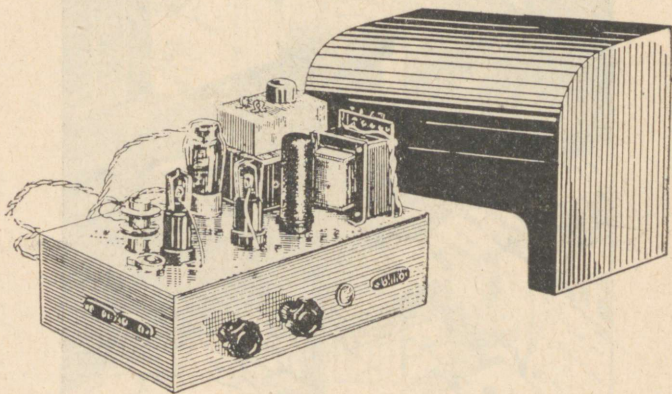
Joon. 125.



Joon. 126.



Joon. 127.



Joon. 128.



## II peatükk.

### TÄISNURKSETE ESEMETE NÄITLIKUD KUJUTISED.

#### Tasapinnale projekteerimise üldised mõisted.

Tasapinnale (näiteks paberilehele või klassitahvlile) projekteerimiseks nimetatakse eseme<sup>1</sup> kuju ülekandmist tasapinnale. Tasapinnale projekteerimisel saadavaid kujutisi nimetatakse projektsioonideks.

Projektsiooni joonestamisel tasapinnale asetatakse ese liikumatult tasapinna ja projekteerija silma vahele (või kujutletakse, et ese seal niimoodi asetseb).

Sõltuvalt sellest, kuidas paigutatakse ese tasapinna ja projekteerija silma suhtes ja millise nurga all suunatakse tasapinnale vaatekiiri, võib tasapinnal saada esemest erinevaid projektsioone.

Selleks et saada tasapinnal näiteks joonisel 130 näidatud projektsiooni, tuleb ese paigutada frontaalselt, s. o. nii, et eseme esikülge asetseks rööbiti projektsioonitasapinnaga, vaade aga tuleb suunata tasapinnale kaldnurga all. Lähtudes neist projekteerimistingimustest, nimetatakse sellist projektsiooni frontaalseks kaldprojektsiooniks. Sageli nimetatakse seda ka kabinetprojektsiooniks. Lühiduse mõttes kasutamegi edaspidi viimast nimetust.

Kabinetprojektsioon annab eseme kuju edasi näitlikult sellepärast, et ta peegeldab eseme kõiki kolme mõõdet — kõrgust, pikkust ja laiust, mis annab hõlpsasti kujutluse eseme ruumilisest kujust.

Tuleb pöörata tähelepanu kabinetprojektsiooni ühele iseärasusele ja ühtlasi kabinetprojektsiooni erinevusele eseme perspektiivkujutisest ehk joonisest.

Kabinetprojektsiooni iseärasus seisneb selles, et eseme esiküljele antava frontaalse asendi tõttu projekteerub esikülge mõnusteteta, s. o. täpselt sellisena, nagu ta tõeliselt on.

<sup>1</sup> «Esemeks» nimetame siin igasugust joonestamiseks määratud asja, näiteks geomeetrilist keha, tehnilist detaili, tarbeeset jne.

Kuna «sügavusse suunduvad», s. o. külgmised ja pealmised pinnad ei asetse frontaalselt, projekteeruvad nad moonutatud kujul ja moonutatud mõõtmeis. Esemel tõeliselt ristkülikukujulised üla- ja külgpinnad projekteeruvad rööpkülikutena (nende täisnurgad muutuvad terav- ja nürinurkadeks).

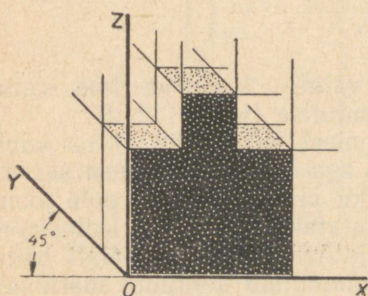
Kabinetprojektsiooni erinevus eseme perspektiivkujutisest ehk joonisest seisneb järgmises: kabinetprojektsioon, ignoreerides perspektiivireegleid, esitab eseme «sügavusse suunduvad» rööbikud servad rööpjoontena, joonis aga, perspektiivireegleid silmas pidades, esitab need lõikuvate joontena.

## I. KABINETPROJEKTSIOON.

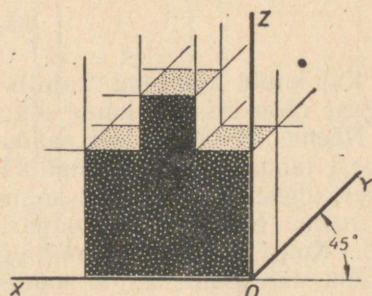
### 1. Projektsiooniteljed.

Eseme kabinetprojektsiooni konstrueerimine toimub kolme punktist  $O$  lähtuva sirge suunas (joon. 130 ja 131).

Neid sirgeid nimetatakse projektsioonitelgedeks. Üks telgedest —  $X$ -telg — asetseb horisontaalselt, teine —  $Z$ -telg vertikaalselt ja kolmas —  $Y$ -telg (nimetame seda sügavusteljeks) — moodustab horisontaalteljega  $X$  nurga  $45^\circ$ . Sealjuures ilmneb, et telgede niisuguse suuna puhul nagu joonisel 130, tulevad projektsioonis esile eseme vasakpoolsed külgpinnad, aga telgede säärase suuna puhul nagu joonisel 131, eseme parempoolsed külgpinnad.



Joon. 130.



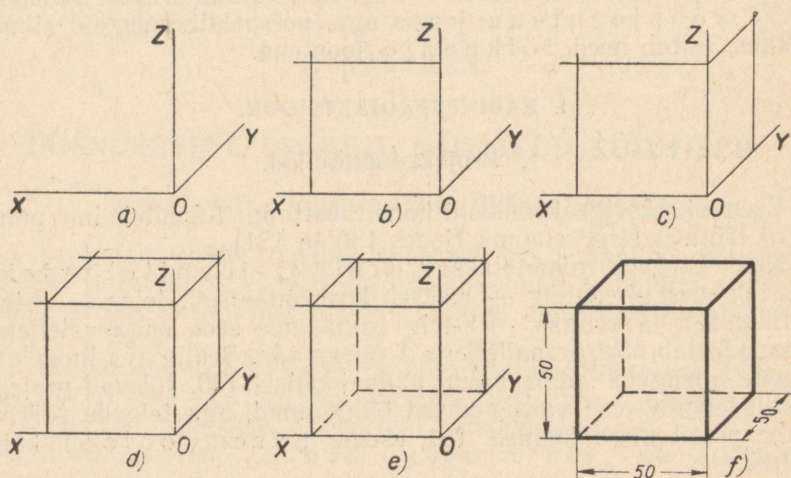
Joon. 131.

Kabinetprojektsiooni konstrueerimisel tuleb pidada silmas järgmist mõõtmete edasiandmise tingimust: kõik mõõtmed  $X$ -teljel ja  $Z$ -teljel ning neile rööbikuil joontel tuleb anda edasi vähendamatat kujul, kõik mõõtmed  $Y$ -teljel ja sellele rööbikuil joontel aga kaks korda vähendatult.

### 2. Kuubi kabinetprojektsiooni konstrueerimine.

Olgu tarvis konstrueerida 50-mm-lise servaga kuubi kabinetprojektsioon.

Tõmbame kõigepealt peente joontega ja hoidudes pliitsit rõhust — projektsiooniteljed (joon. 132, *a*). Siis konstrueerime telgedele *X* ja *Z* 50-mm-lise küljega ruudu (joon. 132, *b*), mis on kuubi esitahu kujutiseks. Edasi konstrueerime telgedele *Y* ja *Z* kuubi külgtahu kujutise (joon. 132, *c*). Selleks on rööpkülik, mille pikemate, s. o. püst-külgede pikkus on 50 mm, lühemate, s. o. «sügavusse suunduvate» külgede pikkus aga 25 mm.



Joon. 132.

Kui kuubi külgtahu kujutis on valmis, konstrueerime samasuguse rööpkülikuna kuubi ülatahu kujutise (joon. 132, *d*).

Näeme, et meie poolt saadud joonisel (joon. 132, *d*) on kuubi kuuest tahust kujutatud ainult kolm, aga kaheteistkümnest servast ainult üheksa. Ülejäänud kolme tahku ja kolme serva pole joonisel näha. Nähtamatut kontuuri kujutatakse joonistel kriipsjoone abil. Kuigi nähtamatu kontuuri väljatõmbamine pole alati hädavajalik, täiendame antud joonist nähtamatuid kontuure märkivate joontega. Selleks tõmbame kolm sirget kriipsjoont (joon. 132, *e*), mis vastavad kuubi kolmele nähtamatule servale.

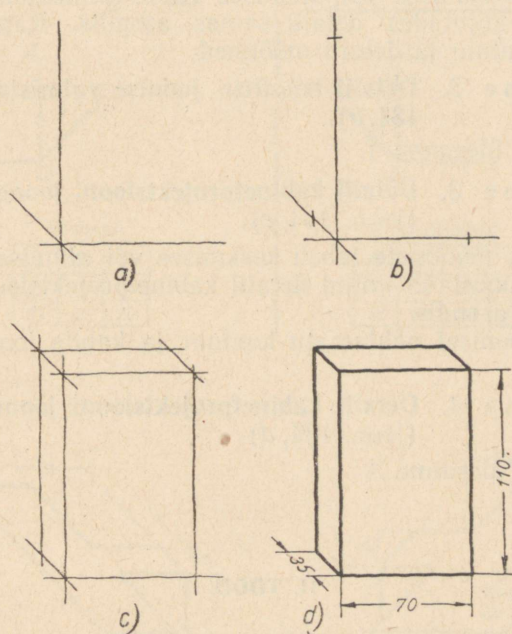
Lõpetame joonise sellega, et kõrvaldame kõik abijooned, tõmbame nähtava kontuuri jooned üle ja kanname joonisele mõõtandmed (joon. 132, *f*).

## II. TEHNILINE JOONISTAMINE.

Tehniliseks joonistamiseks nimetatakse projektsiooni, näiteks kabinetprojektsiooni joonistamist käega, instrumentide abita, pidades ligikaudu silmas telgede suundi ja kujutatava eseme osade proportsionaalsust.

Tehnilised joonised tuleb teha võrdlemisi pehme ja hästi teritatud pliitsiga. Kuni vajaliku harjumuse omandamiseni võib esimesed harjutused teha ruudulisel paberil. Tuleb harjutada  $45^\circ$  nurga võimalikult täpset määramist silma järgi ja  $Y$ -telje tõmbamist  $45^\circ$  nurga all  $X$ -telje suhtes. Joonis tuleb esialgu teha peente joontega ja pliitsit rõhutada. Alles siis, kui on veendunud, et joonis on tehtud õieti, võib pärast abijoonete kustutamist tõmmata kujutise kontuurid tugevamini üle.

Joonisel 133 on näidatud antud mõõtmetega risttahuka tehnilise joonise valmistamise töö järjekord. Nagu varem kuubi joones-



Joon. 133.

tamisel, nii alustame ka siin joonist  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telje tõmbamisega (joon. 133, *a*).  $X$ - ja  $Y$ -teljele anname aga siis suuna, mis on vastupidine samade telgede suunaga joonisel 132. Siis, pidades silma järgi kinni risttahuka kohta antud mõõtmetest, märgime järjekorras telgedele lõigud, mis vastavad risttahuka vastavate servade mõõtmeile (joon. 133, *b*), misjärel tõmbame läbi märgitud punktide telgedele rööbikud sirged (joon. 133, *c*). Risttahuka tehnilise joonise lõpetame kõigi tarbetute joonte kõrvaldamisega, kontuuri ületõmbamisega ja mõõtandmete joonisele kandmisega (joon. 133, *d*).

## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. HARJUTUSED.

Märkus. Harjutused seisnevad tehniliste jooniste valmistamises ja kabinetprojektsioonide joonestamises nii loodusest kui ka joonistelt.

Tehniliste jooniste valmistamiseks ja kabinetprojektsioonide joonestamiseks joonistelt kasutada allpool toodud ülesandeid.

Ülesanne 1. **Detaili tehnilise joonise valmistamine** (joon. 134, a).

Arvestades silma järgi mõõtmeid, mis on märgitud joonisel antud tabeli keskmises või alumises reas, valmistada detaili tehniline joonis, kujutades detaili samas asendis. Kanda joonisele nähtamatu kontuur ja detaili mõõtmed.

Ülesanne 2. **Detaili tehnilise joonise valmistamine** (joon. 134, b).

Sama mis ülesanne 1.

Ülesanne 3. **Detaili kabinetprojektsiooni joonestamine** (joon. 134, c).

Juhindudes mõõtmete tabeli keskmises või alumises reas antud mõõtmetest, joonestada antud detaili kabinetprojektsioon, kujutades detaili samas asendis.

Näidata joonisel nähtamatu kontuur ja kanda joonisele detaili mõõtmed.

Ülesanne 4. **Detaili kabinetprojektsiooni joonestamine** (joon. 134, d).

Sama mis ülesanne 3.

### II. TÖÖD.

#### Töö nr. 4.

Märkus. Töö nr. 4 seisneb täisnurkse eseme kabinetprojektsiooni joonestamises eseme enda või eseme mudeli järgi.

Mudeli valikul võib juhinduda joonistel 134, a, b, c ja d esitatud kujundeist ja mõõtmetest ning nende juurde kuuluvaist ülesandest.

Ülesanne 1. **Detaili kabinetprojektsiooni joonestamine** (joon. 134, a).

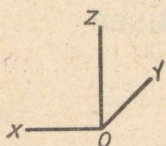
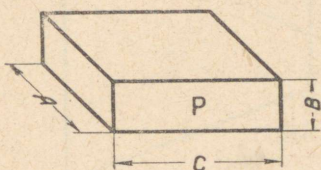
Joonestada detaili kabinetprojektsioon, valides X-, Y- ja Z-telje suunad nii, nagu näidatud mõõtmetetabeli kohal.

Ülesande täitmisel võtta arvesse, et detailil «E»-ga tähistatud pind (s. o. esipind) on frontaalasendis. Enne joonise tegemist selgitada, millised detaili pinnad osutuvad tema uues asendis nähtavaiks ja millised nähtamatuiks. Kujutada joonisel nähtamatud kontuurjooned.

Ülesanne 2 (joon. 134, b). Sama mis ülesanne 1.

Ülesanne 3 (joon. 134, c). Sama mis ülesanne 1.

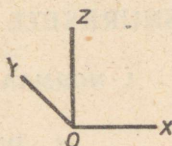
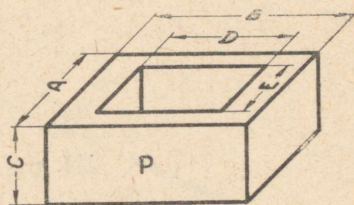
Ülesanne 4 (joon. 134, d). Sama mis ülesanne 1.



Mõõtmed

A	B	C
70	18	60
85	20	70

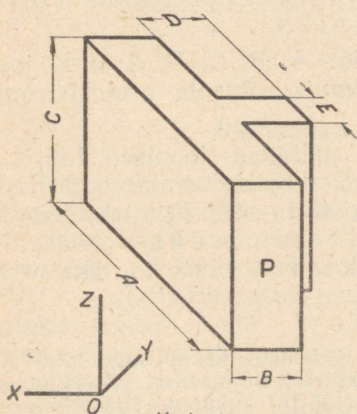
a)



Mõõtmed

A	B	C	D	E
72	72	28	45	45
80	80	30	50	50

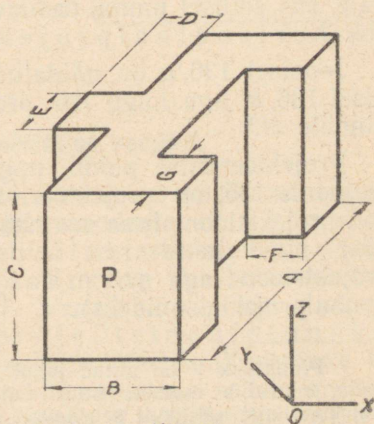
b)



Mõõtmed

A	B	C	D	E
150	25	60	25	25
120	20	45	20	20

c)



Mõõtmed

A	B	C	D	E	F	G
160	48	60	20	35	20	35
120	32	40	15	25	15	25

d)

Joon. 134.

### III peatükk.

## TÄISNURKSETE ESEMETE JOONISED.

### I. NORMAALPROJEKTSIOON.

#### 1. Põhimõisted.

Joonisel 135 on näidatud punkti  $A$  normaal- ehk ortogonaalprojektsiooni leidmine püstpinnal  $V$ . Punkt  $A$  asetseb ruumis projekteeerija silma (punkt  $O$ ) ja pinna  $V$  vahel.<sup>1</sup>

Projekteeerija vaatekiir suundub läbi punkti  $A$  täisnurga all pinnale  $V$  ja lõikab viimast punktis  $a'$ . Punkti  $a'$  nimetatakse punkti  $A$  püst- ehk vertikaalprojektsiooniks.<sup>2</sup>

Kui projekteerimine toimub mitte püst-, vaid näiteks rõhtpinnale, siis sellisel pinnal saadavat projektsiooni nimetatakse rõht- ehk horisontaalprojektsiooniks.

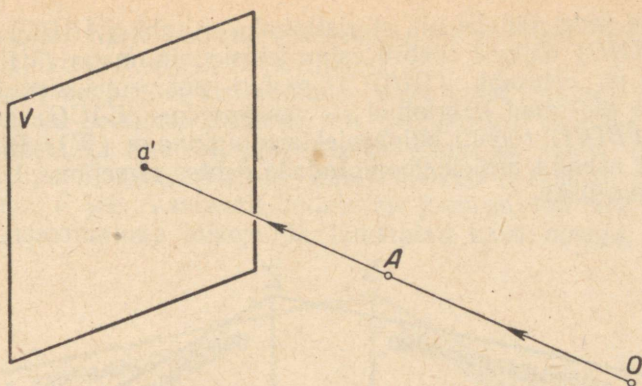
Joonisel 136,  $a$  on näidatud punktide  $A, B, C, D, E$  ja  $F$ , joonisel 136,  $b$  aga lõigu  $AB$  projekteerimine rõhtsale projektsioonipinnale  $H$ .<sup>3</sup>

Projekteerimise puhul, nagu seda näitavad joonised 136,  $a, b$  ja joonis 135, on projekteerivad kiired projektsioonipinnaga risti (on projektsioonipinna normaaliks), mistõttu sellist projekteerimisviisi nimetatakse risti projekteerimiseks, saadavaid projektsioone aga normaalprojektsioonideks (ka ortogonaalprojektsioonideks).

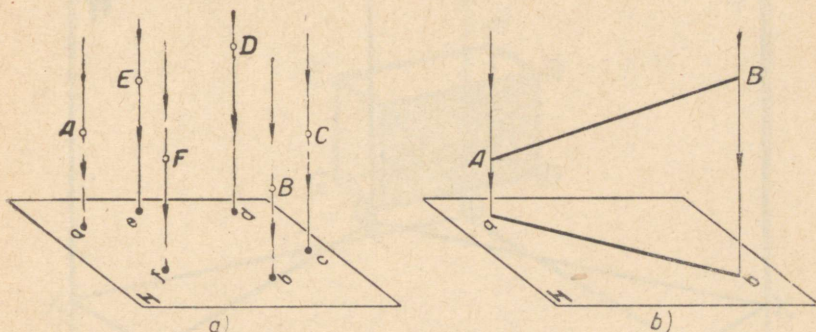
<sup>1</sup> Pinnatükk  $V$  on antud juhul mõistagi ristkülikukujuline. Nagu eelnevast teada, moonduv esemete kuju nende projektiivsel kujutamisel. Seetõttu on projekteerimist näitlikult selgitavil joonistel (135 jj.) kujutatud täisnurki moonutatult — terav- ja nürinurkadena, pindu endid aga rööpkülikutena (võrdle pinna  $V$  kujutist joonisel 135 kuubi parempoolse külgtahu kujutisega joonisel 132).

<sup>2</sup> Kokkuleppe kohaselt tähistame ruumis asetsevaid punkte suurte tähtede või numbritega, nende punktide püst- ehk vertikaalprojektsioone aga vastavate väikeste tähtedega või ülakomaga numbritega.

<sup>3</sup> Punktide rõht- ehk horisontaalprojektsioone tähistame vastavate väikeste tähtedega või numbritega.



Joon. 135.



Joon. 136.

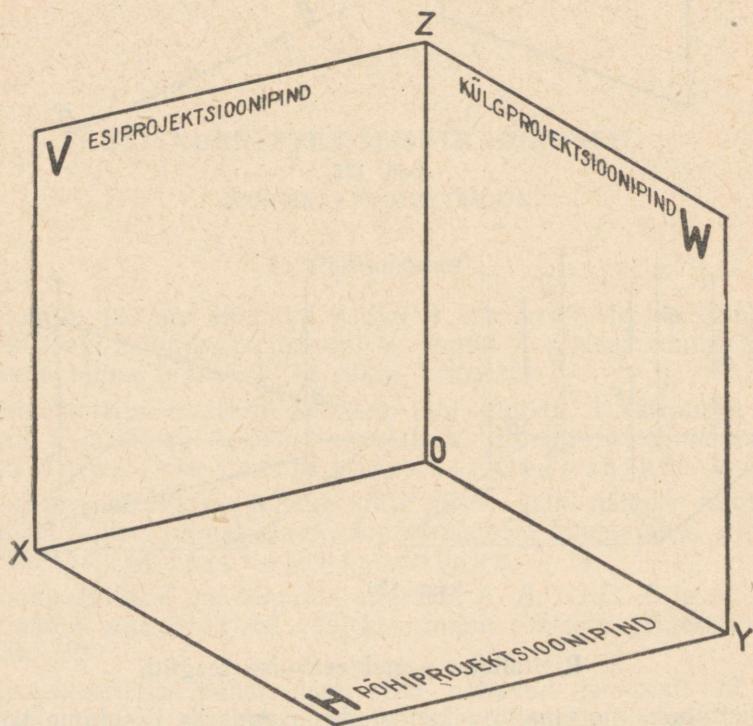
## 2. Risttahuka projekteerimise reeglid.

Risttahuka normaalprojektsioonide saamiseks kasutame kolme vastastikku risti seisvat tasapinda, mis moodustavad kolmetahulise täisnurga. Kolme sellise vastastikku risti seisva tasapinna — kahe vertikaalse ( $V$  ja  $W$ ) ning ühe horisontaalse ( $H$ ) — kujutis on antud joonisel 137. Vertikaaltasapinda  $V$  nimetatakse esi- ehk frontaalprojektsioonipinnaks, kuna sellele projekteeritakse eseme esikülj. Vertikaaltasapinda  $W$  nimetatakse küljprojektsioonipinnaks, sellele projekteeritakse eseme külj. Horisontaaltasapinda  $H$  nimetatakse põhi- ehk horisontaalprojektsioonipinnaks.

Nende tasapindade lõikejooni  $X$  ( $OX$ ),  $Y$ , ( $OY$ ) ja  $Z$  ( $OZ$ ) nimetatakse projektsioonitelgedeks.

Asetame risttahuka ülalmainitud kolmetahulisse nurka nii, et tema kaks vastastikku rööbikut tahku oleksid rööbiti vastavate projektsioonitasapindadega (joon. 138).

Teeme seda näiteks nii, et risttahuka esitahk ( $ABDC$ ) ja tagatahk ( $EFHG$ ) oleksid rööbiti esiprojektsioonipinnaga ( $V$ ), ülatahk ( $AEFB$ ) ja põhitahk ( $DHGC$ ) rööbiti põhiprojektsioonipinnaga ( $H$ ), aga mõlemad külgtahud — vasakpoolne ( $EACG$ ) ja parempoolne ( $FBDH$ ) rööbiti külgsprojektsioonipinnaga ( $W$ ). Risttahuka niisugust asendit projektsioonipindade suhtes nimetame lihtsaimaks asendiks.

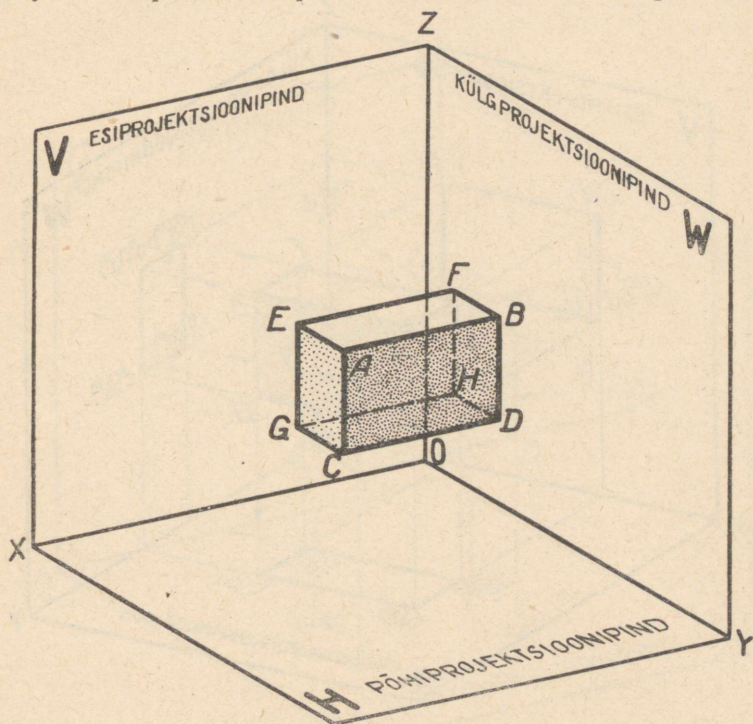


Joon. 137.

Risttahuka normaalprojektsiooni joonestamine seisneb tema tahke määravate punktide järgemööda igale projektsioonipinnale projekteerimises. Tähendab, esiprojektsioonipinnale ( $V$ ) (joon. 138) tuleb projekteerida esi- ja tagatahke määravad punktid, s. o. risttahuka tipud  $A, B, C, D$  ja  $E, F, G, H$ , põhiprojektsioonipinnale ( $H$ ) üla- ja alatahku määravad punktid, s. o. tipud  $A, E, F, B$  ja  $D, H, G, C$ , külgsprojektsioonipinnale ( $W$ ) aga vasakpoolset ja parempoolset külgtahku määravad punktid, s. o. tipud  $E, A, C, G$  ja  $F, B, D, H$ . Risttahuka normaalprojektsiooni saamiseks suuname sellepärast tema tippudest vastavaile projektsioonipindadele rist-

jooned (joon. 139). Esiprojektsioonipinnale suuname näiteks ristjooned tippudest  $A, B, C, D$  ja  $E, F, G, H$ .

Jooniselt selgub, et risttahukale meie poolt antud lihtsaima asendi juures seesama ristjoon, mis projekteerib pinnale  $V$  meile lähemal asetseva tippu  $A$ , projekteerib sinna ka meist kaugemal asetseva tippu  $E$ , sama ristjoon, mis projekteerib tippu  $B$ , projekteerib ka tippu  $F$  jne. Vastavalt sellele on joonisel 139 iga ristjoone ja projektsioonipinna lõikepunkt tähistatud kahe tähega, kuna ta



Joon. 138.

osutub ühtaegu risttahuka kahe tippu projektsiooniks. Et aga eraldada lähemal asetsevate tippude projektsioone kaugemal asetsevate tippude projektsioonidest, on viimastele vastavad tähed asetatud sulgudesse.

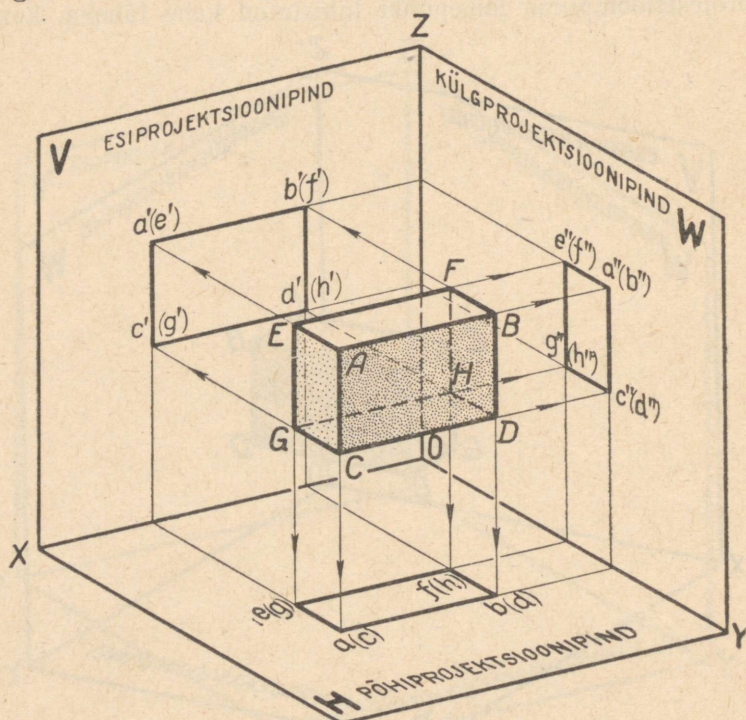
Ristjoonte lõikepunktid projektsioonipinnaga  $V$ , s. o. punktid  $a'$  ( $e'$ ),  $b'$  ( $f'$ ),  $c'$  ( $g'$ ) ja  $d'$  ( $h'$ ) osutuvad risttahuka vastavate tippude frontaalseiks normaalprojektsioonideks.

Suunates tippudest  $A, E, F, B$  ja  $D, H, G, C$  ristjooned põhiprojektsioonipinnale, saame vastavate tippude põhiprojektsioonid.

Tippude külgsprojektsioonid saame siis, kui suuname punktidest  $E, A, C, G$  ja  $F, B, D, H$  ristjooned külgsprojektsioonipinnale<sup>1</sup>.

Ühendades tippude projektsioonid sirgetega, saame risttahuka esi-, külgs- ja põhisprojektsiooni (joon. 140).

Risttahuka joonise saamiseks ühendame kaks projektsioonipinda — põhi- ja külgsprojektsioonipinna — kolmandaga, esiprojektsioonipinnaga.



Joon. 139.

Ühendamise sooritame järgmisel viisil.

Kujutledes, et kolmetahuline nurk on lahti lõigatud mööda  $Y$ -telge (joon. 141), ning jättes liikumatuks esiprojektsioonipinna ( $V$ ), pöörame põhisprojektsioonipinda ( $H$ ) ümber  $X$ -telje allapoole, külgsprojektsioonipinda ( $W$ ) aga ümber  $Z$ -telje paremale — kuni mõlemate pindade ühtimiseni esiprojektsioonipinnaga ( $V$ ).

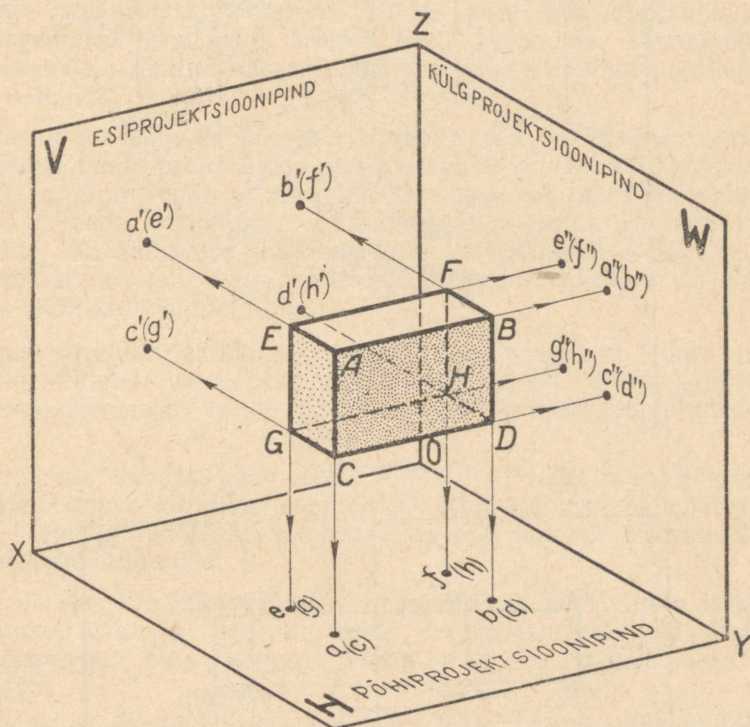
Selle tulemusena muutuvad kolm tasapinda üheks, millel on kujutatud risttahuka normaalprojektsioonid (joon. 142).

<sup>1</sup> Punktide külgsprojektsioone märgitakse kokkuleppe kohaselt kahe ülakomaga väikeste tähtedega.

### 3. Projektsioonide nimetused ja nende paigutus joonisel.

Vaadeldes jooniseid 140 ja 142 märkame järgmisi normaalprojektsiooni iseärasusi: eseme projekteerimiseks esiprojektsioonipinnale ( $V$ ) peab projekteerija vaade suunduma eseme esiküljele, näiteks risttahuka esitahule  $ABCD$ .

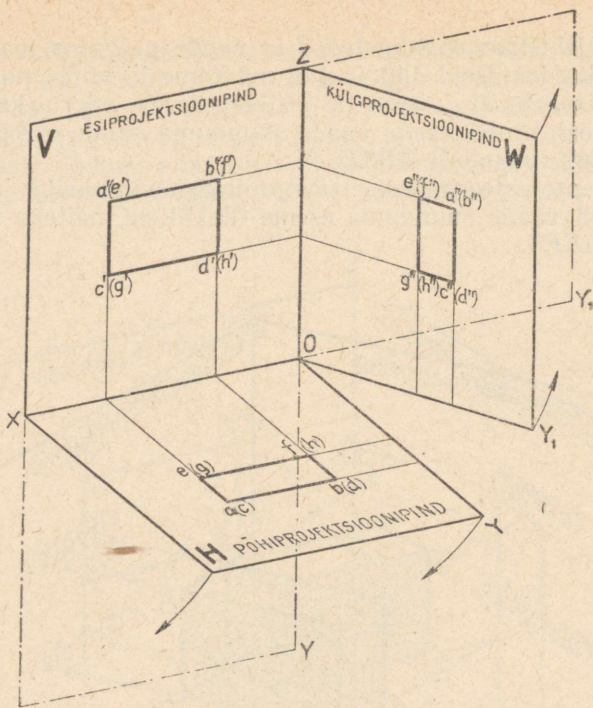
Eseme projekteerimiseks põhiprojektsioonipinnale ( $H$ ) peab projekteerija vaade suunduma eseme ülaküljele, näiteks risttahuka ülatahule  $AEFB$ .



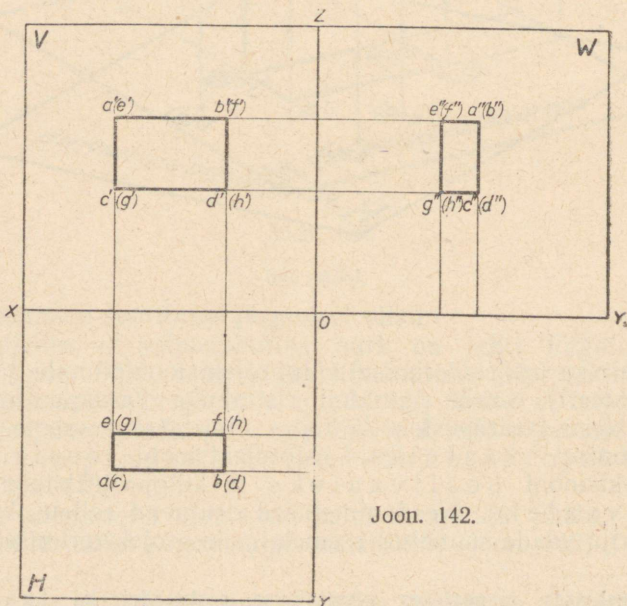
Joon 140.

Risttahuka projekteerimisel külprojektsioonipinnale (joon. 140) oli projekteerija vaade suunatud risttahuka vasakpoolsele tahule  $EACG$ . Neist iseärasustest lähtudes nimetatakse eseme projektsioone joonisel vaateiks: esiprojektsiooni eestvaateks, põhiprojektsiooni pealtvaateks ja külprojektsiooni külgehk otsvaateks. Need nimetused osutavad sellele, kuidas oli projekteerija vaade suunatud esemele selle projekteerimisel.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ehitusalases joonestuses nimetatakse eestvaadet ka fassaadiks. Ulaltvaadet nimetatakse ka plaaniks.



Joon. 141.



Joon. 142.

Uurides jooniseid 140 ja 142 märkame kindlat korda vaadete paigutuses joonisel: pealtvaade asetseb alati allpool  $X$ -telge, kusjuures ta ei saa eestvaate suhtes nihkuda ei paremale ega vasakule. Külgvaade asetseb alati  $Z$ -teljest paremal, täpselt eestvaate kõrgusel. Sellist vaadete vastastikuse asetsemise korda joonisel nimetatakse projektsiooniliseks seoseks.

On kerge näha, et kaugus eestvaate ja  $X$ -telje vahel sõltub risttahuka asendist põhiprojektsioonipinna ( $H$ ) suhtes. Näiteks, mida kõrgemale põhiprojektsioonipinna kohale paigutada risttahukas, seda kõrgemal  $X$ -telje kohal asetseb tema eestvaade. Risttahuka tahk, mis oleks asetatud vahetult põhiprojektsioonipinnale, projekteeruks  $X$ -teljele.

Samasugune sõltuvus ilmneb risttahuka teiste vaadete ja tema asendi vahel teiste projektsioonipindade suhtes. Uurides edasi joonist 140, märkame näiteks, et mida lähemale esiprojektsioonipinnale ( $V$ ) asetada risttahukas, seda lähemal  $X$ -teljele asetseb ta pealtvaade. Kui me lõpuks võrdleme külgvaate kaugust  $Z$ - ja  $Y$ -telgedest risttahuka kaugusega projektsioonitasapindadest  $V$  ja  $H$ , märkame siin samasugust seost.

Õeldust järeldub, et kaugus mõne joonisel asetseva vaate ja projektsioonitelgede vahel peab võrduma antud või valitud kaugusega projekteeritava eseme ja vastavate projektsioonipindade vahel<sup>1</sup>.

Vaadete arv joonisel peab olema võimalikult väike ja sealjuures piisav ammendava kujutluse saamiseks antud esemest. Sellepärast pole ka kõigil juhtudel vaja projekteerida eset kolmele ülalvaadeldud projektsioonipinnale.

Mõnede esemete kuju võidakse ammendavalt edasi anda isegi mitte kahe vaatega, näiteks eest- ja pealtvaatega või eest- ja külgvaatega, vaid koguni üheaainsa ja nimelt eestvaatega.

Kuna kõigi vaadete asend joonisel (joon. 140 ja 142) sõltub eestvaate asendist, osutub viimane igal joonisel põhivaateks. Tavaliselt peab põhivaade andma eseme kujust ja mõõtmeist võimalikult selge kujutluse ning ühtlasi võimaldama kasutada joonestusvälja kõige otstarbekamalt.

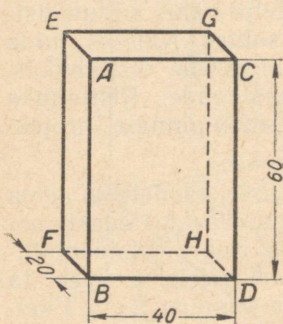
Projekteerimisreeglite senise selgitamise käigus kujutlesime projektsioonipindu ristikülikutena. Edaspidistel vaatlustel, normaalprojektsioonide konstrueerimisel ja harjutuste tegemisel kujutleme projektsioonipindu piiramatutena. Seetõttu jätame edaspidi tõmbamata ka projektsioonipindu piiravad jooned.

<sup>1</sup> Kasutades lisa I (vt. raamatu lõpus) järgi valmistatud mudelit, jälgida, kuidas suureneb või väheneb kaugus projektsioonide ja telgede  $X$ ,  $Y$  ning  $Z$  vahel sõltuvalt kauguse muutumisest risttahuka ja projektsioonipindade vahel.

#### 4. Antud mõõtmetega risttahuka joonestamine kolmes vaates.

Joonisel 143 on toodud risttahuka kujutis. Olgu tarvis kujutada antud risttahukat normaalprojektsiooni kolmes vaates: ees-, pealt- ja külgvaates.

Anname risttahukale projektsioonipindade suhtes sellise asendi, et ta 60-mm-line serv asetseb püst-, 40-mm-line serv aga rõhtsuunas, kuna 20-mm-line serv asetseb rööbiti küljprojektsioonipinnaga.



Joon. 143.

Kuna joonise jaoks olid antud ainult risttahuka mõõtmed, kaugust risttahuka ja projektsioonipindade vahel polnud aga antud, võime joonestada eestvaate  $X$ - ja  $Z$ -telgedest vabalt valitud kaugusele. Eestvaateks osutuva ristküliku joonestame peente pidevjoontega (joon. 144, a), misjärel, juhindudes joonisest 143, kanname eestvaatele risttahuka tippude projektsioonide tähistused.

Kui eestvaate konstrueerimine on lõpetatud, alustame pealtvaate konstrueerimist. Teame, et pealtvaade asetseb joonisel alati eestvaate all (ning allpool  $X$ -telge) ning ei tohi eestvaate suhtes nihkuda ei paremale ega vasakule. Seda silmas pidades tõmbame (joon. 144, b) kaks (peent ja pidevat) abijooni eestvaate püstkülgede pikendustena. Need kaks joont määravad pealtvaate pikkuse ja tema kauguse  $Y$ -teljest. Nende kahe joone piirides,  $X$ -teljest vabalt valitud kaugusel konstrueerime pealtvaate — ristküliku, mille kaks lühemat külge vastavad antud risttahuka laiuusele ja on seega 20 mm pikkused (joon. 144, c). Vastavalt joonisele 143 kanname pealtvaatele risttahuka tippude projektsioonide tähistused.

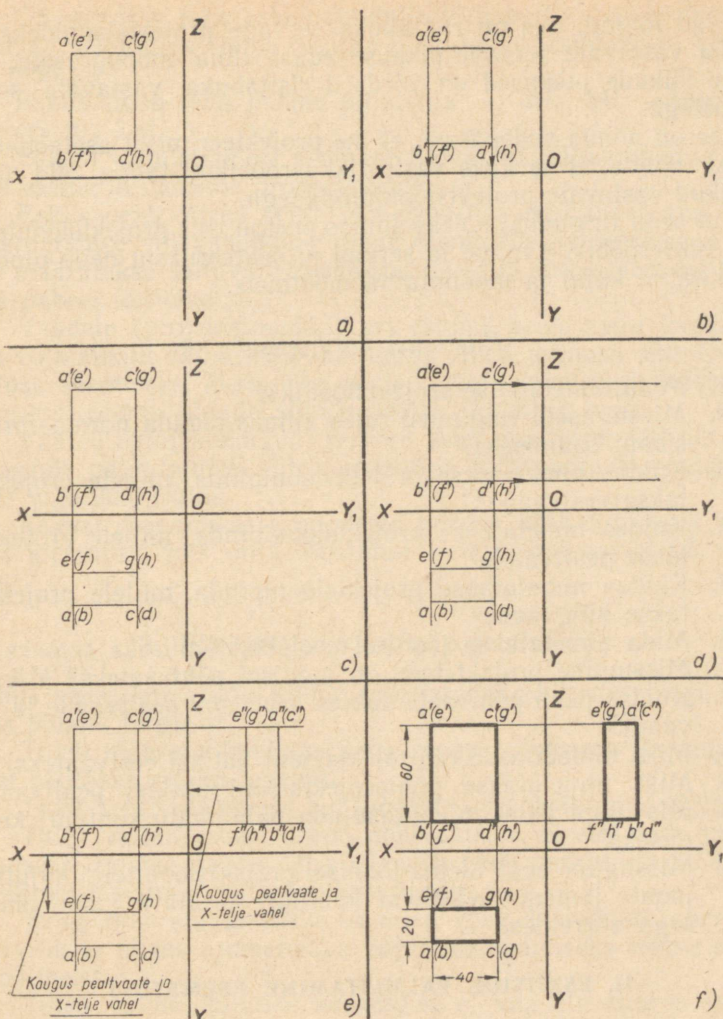
Kolmas vaade, külgvaade, peab asetsema eestvaatest paremal (ja ka  $Z$ -teljest paremal) ning peab sealjuures olema eestvaatega ühel kõrgusel. Külgvaate konstrueerimiseks tõmbame kaks (peent ja pidevat) abijooni (joon. 144, d) eestvaate rõhtkülgede pikendustena. Need kaks joont määravad külgvaate kõrguse ja tema kauguse  $Y$ -teljest.

Nende kahe joone piirides,  $Z$ -teljest samal kaugusel kui pealtvaade  $X$ -teljest, konstrueerime ristküliku, mille kaks lühemat külge vastavad antud risttahuka laiuusele, s. t. on 20 mm pikkused (joon. 144, e).

Külgvaatel risttahuka tippude projektsioonide tähistamisel peame silmas tähistusi, mis on kantud eestvaatele ja pealtvaatele.

Risttahuka joonise kolmes vaates lõpetame kõigi liigsete joonte kustutamisega, joonise joonte ületõmbamisega ja mõõtandmete pealekandmisega (joon. 144, f).

Joonisejoonte ületõmbamisel tuleb pidada meeles, et projektsiooniteljed ja projektsioonide (vaadete) konstrueerimisjooned pea-



Joon. 144.

vad olema neli korda peenemad nähtavat kontuuri kujutavast joonest<sup>1</sup>.

Paneme tähele, et meie poolt risttahukale projektsioonipindade suhtes antud asendi puhul iga meie poolt konstrueeritud tahu projektsioon (iga ristkülik) annab vastava tahu kuju edasi ilma muutmisteta, s. o. täpselt sellisena, nagu tahk tõeliselt on. Samuti

<sup>1</sup> Tuleb märkida, et tehnilistel joonistel projektsioonitelgi X, Y, Z, projektsioonide konstrueerimisjooni, samuti telgede X, Y, Z, projektsioonitasapindade V, H, ja W ning kujutise kontuuri määravate punktide tähiseid ei kasutata.

annavad lõigud, mis on risttahuka servade projektsioonideks, risttahuka vastavate servade pikkuse edasi ilma moonutuseta, s. o. nende lõikude pikkused on võrdsed risttahuka vastavate servade pikkustega.

See on nõnda sellepärast, et me projekteerimisel asetasime risttahuka nõnda, et ta kaks vastastikku rööbikut tahku olid ühtlasi rööbikud vastavate projektsioonipindadega.

Kui seda tingimust poleks silmas peetud, siis projektsioonipindadega mitterööbikud tahud ja servad projekteeruksid neile pindadele moonutatud kujul ja moonutatud mõõtmeis.

### *Küsimusi kordamiseks.*

1. Mida nimetatakse projektsiooniks?
2. Missuguseid tingimusi tuleb silmas pidada normaalprojektsiooni saamiseks?
3. Kuidas nimetatakse projektsioonipinda, millele projekteeritakse eestvaade?
4. Kuidas nimetatakse projektsioonipinda, millele projekteeritakse pealtvaade?
5. Kuidas nimetatakse projektsioonipinda, millele projekteeritakse külgsaade?
6. Mida nimetatakse joonisel projektsiooniliseks seoseks?
7. Missugune projektsioon on joonisel põhivaateks? Miks?
8. Kuidas peab põhivaate suhtes asetsema pealtvaade ja külgsaade?
9. Miks nimetatakse esiprojektsiooni ühtlasi eestvaateks?
10. Miks nimetatakse põhiprojektsiooni ühtlasi pealtvaateks?
11. Mis tüüpi joont tuleb kasutada nähtamatu kontuuri kujutamiseks?
12. Missugune peab olema joonisel projektsioonitelgi kujutavate joonte jämedus nähtavat kontuuri kujutava joone jämedusega võrreldes?

## **II. ESKIISIDE VALMISTAMINE ESEMESTEST.**

### **1. Üldised andmed.**

Eskiisid valmistatakse silmas pidades riikliku üleliidulise standardiga jooniste kohta kehtestatud norme ja tingimusi. Tavaliselt tehakse detaili eskiis detaili enda järgi. Detail osutub lähtematerjaliks joonisele.

### **2. Eskiiside valmistamine.**

Eskiiside valmistamisel tuleb pidada kinni järgmistest põhilistest reeglitest.

1. Eskiis, nagu juba öeldud, tehakse käega; ainult ringjooni ja nende osi — kaari — tohib tõmmata sirkliga.

2. On soovitav teha eskiis ruudulisele paberile; paberi formaadil peavad sealjuures olema riikliku üleliidulise standardiga kehtetatud mõõtmed.

3. Eskiis tuleb teha pehme pliiaatsiga — *M*, *2M*, «*Moskva*», «*Pioneer*» nr. 2 jt.

4. Eskiisi valmistamisel peetakse ligikaudu (silmamõõdu järgi) silmas eseme üksikosade proportsioone.

5. Eskiis peab olema selge ja ülevaatlik; eskiisil tehtava kujutise suurenduse või vähenduse määr eseme tõelise suurusega võrreldes määratakse sõltuvalt eseme suurusest ja ehitusest ning kasutatava paberi formaadist.

6. Vaadete (projektsioonide) arv eskiisil peab, nagu jooniselgi, olema võimalikult väike, kuid sealjuures piisav esemest ammendava kujutluse saamiseks, kusjuures eskiisil, nagu jooniselgi, tuleb vaadete asendi juures pidada silmas projektsioonilist seost.

7. Vaated (projektsioonid) peavad asetsema formaadil ühtlaselt ning nende paigutamisel tuleb arvestada mõõtandmete pealekandmiseks vajalikku ruumi.

8. Eskiisi parempoolses alumises nurgas peab asetsema käega tehtud kirjanurk, mis on joonistatud vastavalt joonisel 52 antud kujule.

### 3. Ettevalmistus eskiisi tegemiseks.

Enne seda, kui asuda eskiisi valmistamisele eseme järgi, tuleb silmas pidada järgmist.

1. Tuleb määrata kindlaks selle eseme ülesanne ja nimetus, millest asutakse eskiisi tegema.

2. Tuleb selgitada eseme kui terviku ja ta üksikosade ehitus.

3. Tuleb valida eseme asend põhivaate, s. o. eestvaate projekteerimiseks. Peame meeles, et põhivaade peab andma eseme kujust ja mõõtmeist võimalikult selge kujutluse.

4. Tuleb määrata kindlaks vaadete (projektsioonide) arv, mis on tarvilik ja piisav ammendava kujutluse saamiseks eseme kujust ja mõõtmeist.

5. Tuleb valida kujutise suurus, s. o. vaadete suurus eskiisil (kas vastav eseme tõelisele suurusele, vähendatud või suurendatud).

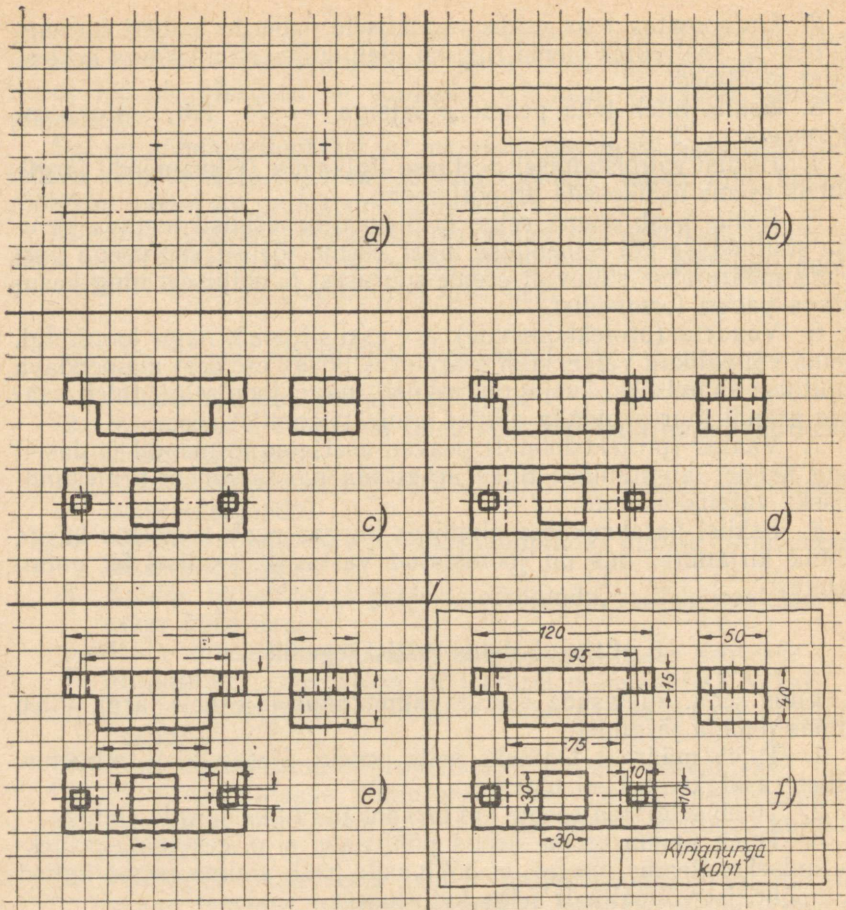
### 4. Töö järjekord eskiisi valmistamisel.

Joonisel 145 on näidatud töö järjekord eskiisi valmistamisel.

Pärast seda, kui on valitud kujutise suurus ja määratud kindlaks vajalike vaadete arv, tuleb:

1. tõmmata iga vaate (projektsiooni) sümmeetriateljed ja märkida vaadete paigutuskohtadesse eseme gabariitsed mõõted (joon. 145, a);

2. kanda peente joontega joonisele iga vaate kontuur (joon. 145, b);



Joon. 145.

3. täiendada kõik projektsioonid nähtava kontuuri joontega, kontrollida kujutise õigsust ja tõmmata eskiisi jooned üle (joon. 145, c);

4. tõmmata kriipsjoontega nähtamatu kontuuri jooned neil projektsioonidel, kus nähtamatud kontuurid esinevad (joon. 145, d);

5. määrata kindlaks, kuidas on otstarbekas paigutada eskiisile mõõtandmed, ja sellele vastavalt tõmmata viit- ja mõõtjooned (joon. 145, e);

6. sooritada eseme mõõtmine, kanda eskiisile mõõtandmed (joon. 145, f) ja valmistada eskiisi kirjanurk vastavalt eeskirjadele (vt. joon. 52).

I. JOONISTE LUGEMINE.

1. Jooniste lugemise näiteid.

Eseme pindade asendi määramine joonise järgi.

Joonisel 146, *a* (vt. lisa IV) on esitatud kolmes vaates (projektsioonis) — ees-, pealt- ja külgvaates — nurkraua — joonis. Et hõlbustada antud nurkraua joonise lugemist, on sama nurkraud joonisel 146, *b* kujutatud näitlikult. Nagu näeme, koosneb antud detail kahest risttahukast. Punased nooled näitavad eestvaate, sinised pealtvaate ja rohelised külgvaate projekteerimise suunda.

Vaatleme joonistel 146, *c*, *d* ja *e* antud normaalprojektsioone ning detaili näitlikku kujutist ja uurime nurkraua pindade asendeid projektsioonipindade ja projekteerija suhtes.

Joonisel 146, *c*, eestvaatel, on üks detaili kahest esipinnast (projekteerimisel nähtavast pinnast), nimelt vasakpoolne esipind kujutatud helepunast värvi ristkülikuna. Pealtvaates on sama pind kujutatud helepunast värvi lõiguna, mis on rööpne *X*-teljega. Külgvaates on sama pind kujutatud helepunast värvi lõiguna, mis on rööpne *Z*-teljega.

Detaili teine (parempoolne) esipind on eestvaates (joon. 146, *c*) kujutatud tumepunast värvi ristkülikuna. Pealtvaates on sama pind kujutatud tumepunast värvi lõiguna, mis on rööpne *X*-teljega. Külgvaates on aga sama pind kujutatud tumepunast värvi lõiguna, mis on rööpne *Z*-teljega.

Oeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui detaili mõlemad esipinnad pealt- ja külgvaates on kujutatud lõikudena, siis need pinnad asetsevad nii põhi- kui ka külgprojektsioonipinnaga risti.

2. Kui pealt- ja külgvaates detaili esipindu kujutavad lõigud on vastavate projektsioonitelgedega (*X* ja *Z*) rööbiti, siis on mõlemad esipinnad rööbiti ka esiprojektsioonipinnaga.

3. Kui detaili mõlemad esipinnad on rööbiti esiprojektsioonipinnaga, siis nende mõlema kujutised eestvaates — helepunane ja tumepunane ristkülik — annavad edasi nende pindade tõelise kujud ja tõelised mõõtmed.

Määrame nüüd joonise järgi (normaalprojektsioonide järgi joonisel 146, *c*) kindlaks, kumb detaili kahest esipinnast asetseb projekteerimisel meile lähemal. Selleks kõrvutame eestvaadet mõne teise vaatega, näiteks pealtvaatega.

Eespool ütlesime, et detaili mõlemad esipinnad, mida eestvaates kujutasime helepunase ja tumepunase ristkülikuna, on pealtvaates kujutatud kahe vastavat värvi lõiguna. Sealjuures asetseb pealtvaates tumepunane lõik, mis kujutab detaili parempoolset esi-

pinda, X-teljest kaugemal, kui helepunane lõik, mis kujutab detaili vasakpoolset esipinda. See tähendab, et parempoolne esipind asetseb esiprojektsioonipinnast kaugemal, meile aga lähemal kui vasakpoolne esipind.

Detaili projekteerimisel nähtamatuks jääva tagumise pinna kujutis ühtib eestvaatel (joon. 146, c) kahe esipinna kujutistega. Pealtvaates on ta kujutatud musta värvi rõhtlõiguna, külgvaates aga samasugust musta värvi püstlõiguna.

Detaili ülapind (joon. 146, d) on pealtvaates märgitud sinisena, eestvaates ja külgvaates aga samasugust sinist värvi lõikudena. Detaili alumise, projekteerimisel nähtamatuks jääva pinna kujutis (joon. 146, d) ühtib pealtvaates ülapinna kujutisega. Eest- ja külgvaates on alumine pind kujutatud mustade rõhtlõikudena.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui eest- ja külgvaates detaili ülapind on kujutatud lõikudena, siis asetseb see pind risti nii esi- kui ka külgprojektsioonipinnaga.

2. Kui eest- ja külgvaates detaili ülapinda kujutavad lõigud on vastavate projektsioonitelgedega ( $X$  ja  $Y_1$ ) rööbiti, siis on detaili ülapind rööbiti põhiprojektsioonipinnaga.

3. Kui detaili ülapind on põhiprojektsioonipinnaga rööbiti, siis tema kujutis pealtvaates (sinise värviga kaetud kujund) annab edasi selle pinna tõelise kju ja tõelised mõõtmed.

Üks detaili külgpindadest (joon. 146, e) ja nimelt vasakpoolne, on külgvaates kujutatud tumerohelist värvi ristkülikuna. Eestvaates on sama pind kujutatud tumerohelist värvi püstlõiguna, mis on rööbiti Z-teljega. Pealtvaates on see pind aga kujutatud tumerohelist värvi püstlõiguna, mis on rööbiti Y-teljega.

Detaili teine, parempoolne külgpind on külgvaates (joon. 146, e) kujutatud helerohest värvi ristkülikuna. Eestvaates on sama pind kujutatud helerohest värvi püstlõiguna, mis on rööbiti Z-teljega. Pealtvaates on aga see pind kujutatud helerohest värvi püstlõiguna, mis on rööbiti Y-teljega.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui eest- ja pealtvaates detaili mõlemad külgpinnad on kujutatud lõikudena, siis need pinnad on risti nii esi- kui ka põhiprojektsioonipinnaga.

2. Kui eest- ja pealtvaates külgpindu kujutavad lõigud on vastavate projektsioonitelgedega rööbiti, siis on detaili mõlemad külgpinnad rööbiti külgprojektsioonipinnaga.

3. Kui detaili mõlemad külgpinnad on külgprojektsioonipinnaga rööbiti, siis nende mõlemad kujutised külgvaates — tumerohelist värvi ristkülik ja helerohest värvi ristkülik — annavad edasi vastavate pindade tõelise kju ja tõelised mõõtmed.

Määrame nüüd joonise järgi (normaalprojektsioonide järgi joonisel 146, e) kindlaks, kumb detaili kahest külgpinnast asetseb projekteerimisel meile lähemal. Selleks kõrvutame külgvaadet mõne teise vaatega, näiteks eestvaatega. Eespool ütlesime, et detaili

mõlemad külgpinnad, mida külgvaates kujutasime tumerohelise ja helerohelise ristkülikuna, on eestvaates kujutatud kahe vastavat värvi rõhtlõiguna. Sealjuures asetseb eestvaates tumeroheline lõik, mis kujutab detaili vasakpoolset külgpinda, Z-teljest kaugemal kui heleroheline lõik, mis kujutab detaili parempoolset külgpinda. See tähendab, et vasakpoolne külgpind asetseb külgprojektsioonipinnast kaugemal, meile aga lähemal kui parempoolne külgpind.

Joonisel 146, *f* on toodud sama nurkraua joonis, ainult detail on sellele projekteeritud eelmisest erinevas asendis.

Võrreldes antud joonist nurkraua joonisega joonisel 146, *a*, näeme, et nurkraua uues asendis need pinnad, mis varem osutusid projekteerimisel nähtavaiks — mõlemad esipinnad (joon. 146, *c*) ja mõlemad külgpinnad (joon. 146, *e*) — on muutunud nähtamatuiks (joon. 146, *f*). Selle asemel on aga varem projekteerimisel nähtamatuiks osutunud pinnad — tagapind ja külgpind — nurkraua uues asendis muutunud nähtavaiks. Kriipsjoonega on joonisel 146, *f* kujutatud nurkraua pindade nähtamatu kontuur uues asendis.

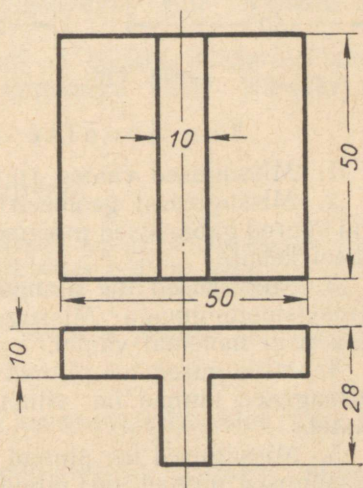
## 2. Jooniseid lugemiseks.

Liuguri joonise lugemine (joon. 147).

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?
2. Missugustest geomeetrisest kehast koosneb antud detail?
3. Missugused liuguri pinnad on antud asendi puhul esiprojektsioonipinnaga rööbiti? Missugused pinnad on esiprojektsioonipinnaga risti? Näidata neid mõlemal vaatel.
4. Missugused liuguri pinnad on rööbiti põhiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on põhiprojektsioonipinnaga risti? Näidata neid mõlemal vaatel.
5. Missugused liuguri pinnad on rööbiti külprojektsioonipinnaga? Millised pinnad on külprojektsioonipinnaga risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

Kanduri joonise lugemine (joon. 148).

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?
2. Missugustest geomeetrisest kehast koosneb antud kandur? Kui suured gabariitsed mõõtmed, s. o. suurimad mõõtmed on kanduri moodustavatel geomeetrisel kehadel?
3. Kui suured on kanduri gabariitsed mõõtmed?

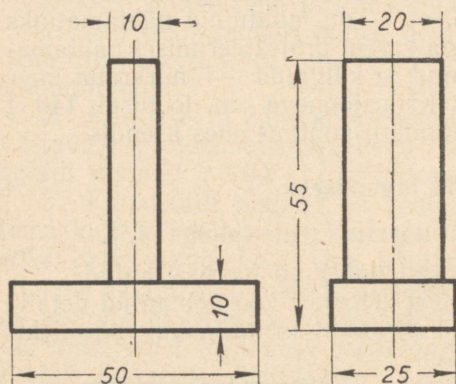


Joon. 147.

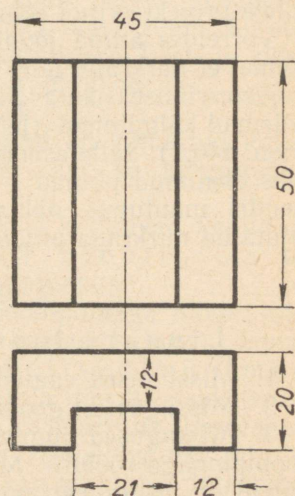
4. Missugused kanduri pinnad on antud asendi puhul rööbiti esiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

5. Missugused kanduri pinnad on rööbiti põhiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

6. Missugused kanduri pinnad on rööbiti külgsprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.



Joon. 148.



Joon. 149.

### Toe joonise lugemine (joon. 149).

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?  
 2. Missugustest geomeetristest kehast koosneb antud tugi? Kui suured gabariitsed mõõtmed on igal teda moodustaval geomeetristelisel kehal?

3. Missugused toe pinnad on antud asendi puhul rööbiti esiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

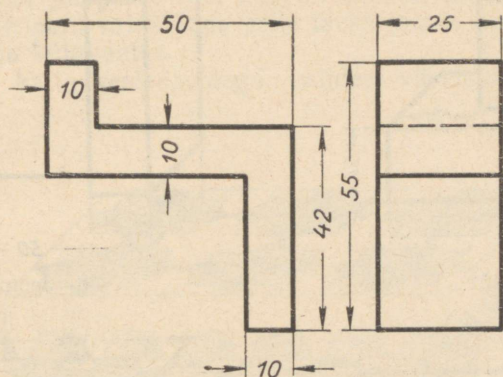
4. Missugused toe pinnad on rööbiti põhiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

5. Missugused toe pinnad on rööbiti külgsprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

### Kronsteini joonise lugemine (joon. 150).

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?
2. Missugustest geomeetristest kehast koosneb antud

kronstein? Kui suured gabariitsed mõõtmed on igal teda moodustaval geomeetrilisel kehal?



Joon. 150.

3. Missugused kronsteini pinnad on antud asendi puhul rööbiti esiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

4. Missugused kronsteini pinnad on rööbiti põhiprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

5. Missugused kronsteini pinnad on rööbiti külprojektsioonipinnaga? Missugused pinnad on viimasega risti? Näidata neid mõlemal vaatel.

## II. HARJUTUSED.

Märkus. Harjutused seisnevad eskiiside tegemises täisnurksete esemete või nende mudelite järgi ning jooniste tegemises eskiiside järgi.

Harjutuste tegemiseks peab olema käepärast mõõtjoonlaud mõõtmiste tegemiseks ja mõõtandmete pealekandmiseks.

Mudeli valikul võib lähtuda detailide joonistest joonistel 151, 152, 153 ja 154 ning alljärgnevaist ülesandeist.

### Ülesanne 1. Detaili eskiisi ja joonise valmistamine (joon. 151).

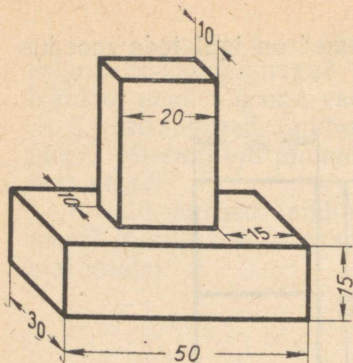
1. Valmistada detaili eskiis kolmes vaates — eest-, pealt- ja külgvaates, kujutades nähtamatut kontuuri seal, kus see esineb ja kandes eskiisile mõõtandmed.

2. Teha eskiisi järgi joonis.

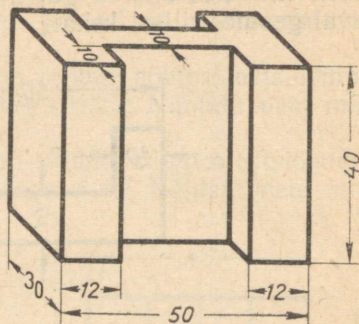
Ülesanne 2 (joon. 152). Sama mis ülesanne 1.

Ülesanne 3 (joon. 153). Sama mis ülesanne 1.

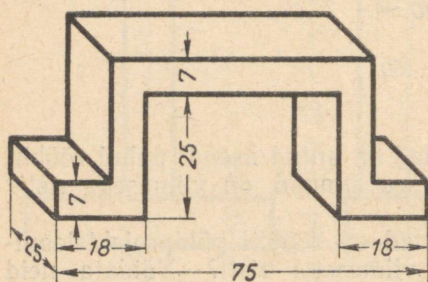
Ülesanne 4 (joon. 154). Sama mis ülesanne 1.



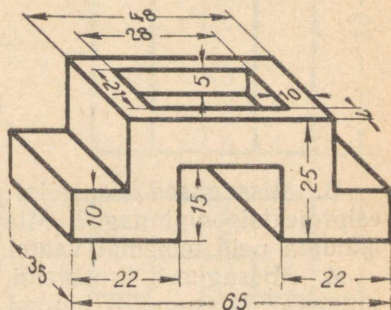
Joon. 151.



Joon. 152.



Joon. 153.



Joon. 154.

### III. TÖÖD.

#### Töö nr. 5.

Märkus. Töö nr. 5 seisneb detaili (või detaili mudeli) tehnilise joonise, eskiisi ja joonise valmistamises normaalprojektsioonis. Tehniline joonis ja eskiis tuleb teha eseme järgi.

Mudeli valikul võib lähtuda joonistel 147, 148, 149 ja 150 esitatud detailide ja mõõtmeist ning nende juurde kuuluvaist allpooltoodud ülesandest.

#### Ülesanne 1. Detaili tehnilise joonise, eskiisi ja joonise tegemine (joon. 147).

1. Teha antud detaili tehniline joonis.
2. Teha detaili eskiis kolmes vaates — eest-, pealt- ja külgsuunas, kujutades ka nähtamatud kontuurid ja kandes eskiisile mõõtandmed.

#### 3. Teha eskiisi järgi joonis.

Ülesanne 2 (joon. 148). Sama mis ülesanne 1.

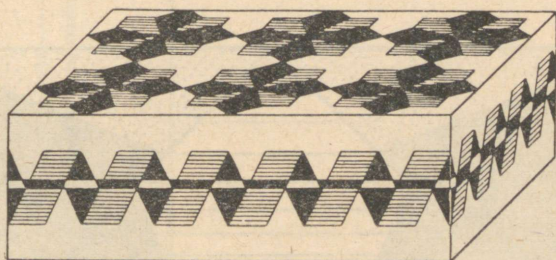
Ülesanne 3 (joon. 149). Sama mis ülesanne 1.

Ülesanne 4 (joon. 150). Sama mis ülesanne 1.

**Ülesanne 5. Joonise valmistamine kaunistusega laekast kolmes vaates (joon. 155).**

1. Lähtudes joonisest 155, kus on toodud kaunistusega laeka kabinetprojektsioon, valmistada selle laeka joonis kolmes vaates — eest-, pealt- ja külgs vaates.

2. Joonis katta vesivärvidega, valides värvitoonid oma äranägemisel.



Joon. 155.

**Ülesanne 6. Kabinetprojektsiooni valmistamine kaunistusega laekast (joon. 156).**

1. Lähtudes joonisest 156, kus kaunistusega laegas on kujutatud kahes vaates — eest- ja pealtvaates, joonestada selle laeka kabinetprojektsioon.

2. Joonis katta vesivärvidega, valides värvitoonid oma äranägemisel.

**Töö nr. 6.**

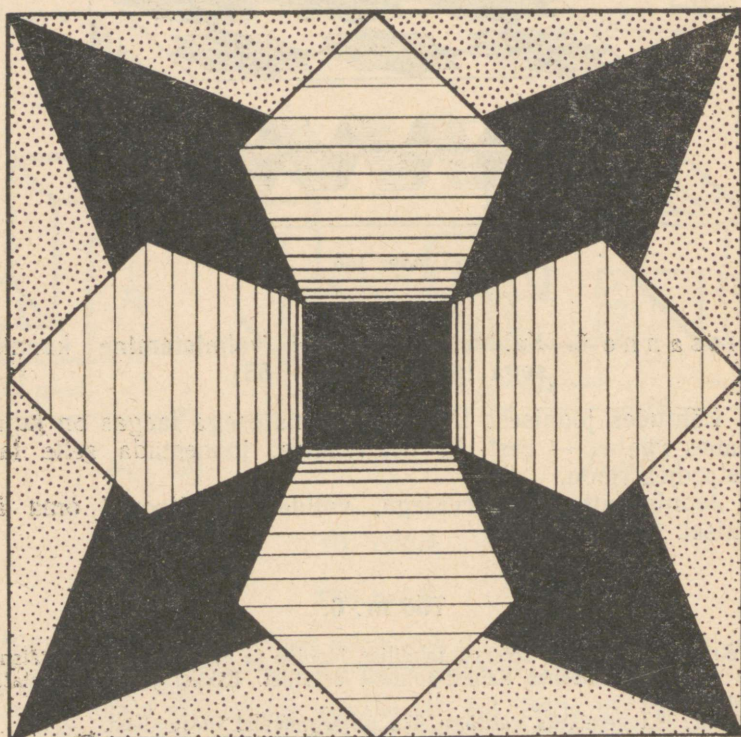
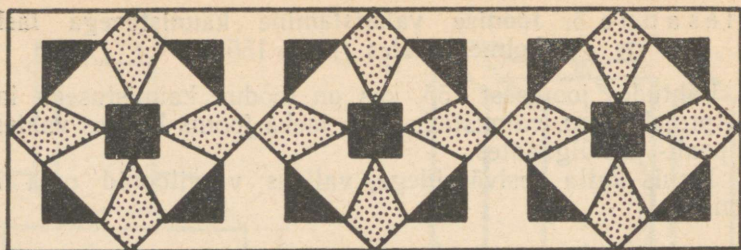
Märkus. Töö nr. 6 seisneb tehnilise joonise ja eskiisi tegemises täisnurksest esemest, mis koosneb kahest-kolmest detailist. Eskiisi järgi valmistatakse siis joonestus.

Töö nr. 6 tegemiseks valitagu üks alljärgnevaist ülesandeist.

**Ülesanne 1. Tehnilise joonise ja eskiisi valmistamine esemest, mis koosneb kahest-kolmest detailist (joon. 157).**

Joonisel 157 on toodud tislari nurkjoonlaua kabinetprojektsioon. Nurkjoonlaud koosneb kahest detailist.

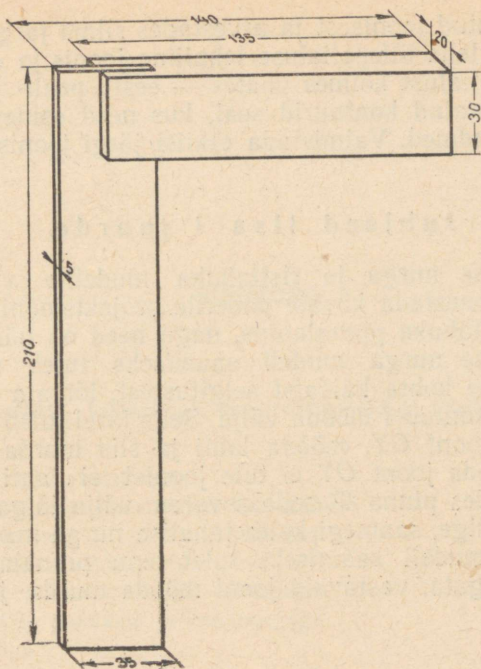
Lähtudes antud joonisest ja arvestades silma järgi joonisel toodud mõõtmeid, teha nurkjoonlaua tehniline joonis ja eskiis. Kujutada nurkjoonlauda eskiisil kolmes vaates — eest-, pealt- ja külgs vaates. Märkida nähtamatud kontuurid seal, kus need esinevad, ja kanda peale mõõtandmed. Valmistada eskiisi järgi joonis.



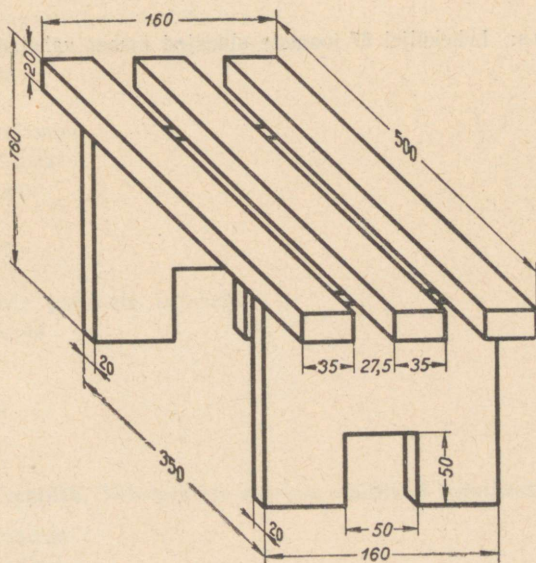
Joon. 156.

Ülesanne 2: Valmistada tehniline joonis ja eskiis esemest, mis koosneb kahest-kolmest detailist (joon. 158).

Joonisel 158 on toodud lillepotialuse kabinetprojektsioon. See puidust valmistatud lillepotialus koosneb kolmest ühesugusest liistust ja kahest ühesugusest jalast.



Joon. 157.



Joon. 158.

Lähtudes antud joonisest ja arvestades silma järgi joonisel toodud mõõtmeid, teha lillepotialuse tehniline joonis ja eskiis. Eskiisil kujutada lillepotialust kolmes vaates — eest-, pealt- ja külgvaates, märkida nähtamatud kontuurid seal, kus need esinevad, ja kanda eskiisile mõõtandmed. Valmistada eskiisi järgi joonis.

### Juhised lisa I juurde.

Kolmetahulise nurga ja risttahuka mudelite valmistamiseks tuleb esmalt joonestada kõvale paberile projektsioonipinnad ( $V$ ,  $H$  ja  $W$ ) ning risttahuka pinnalaotus, nagu need on näidatud lisa I.

Kolmetahulise nurga mudeli saamiseks tuleb siis, lähtudes joonte tähenduse kohta käivaist selgitustest, lõigata projektsioonipindade joonis kontuuri mööda välja. Selle järel tuleb väljalõigatud joonis lõigata joont  $OY$ , mööda lahti ja siis murda mööda jooni  $OX$  ja  $OZ$ . Mööda joont  $OY$  ei tule joonist ei lahti lõigata ega murda. Kinnitades pinna  $W$  selleks varem välja lõigatud keelekeses abil pinna  $H$  külge, saamegi kolmetahulise nurga mudeli.

Risttahuka mudeli saamiseks tuleb tema pinnalaotus kontuuri mööda välja lõigata, vastavaid jooni mööda murda ja siis kokku liimida.

---

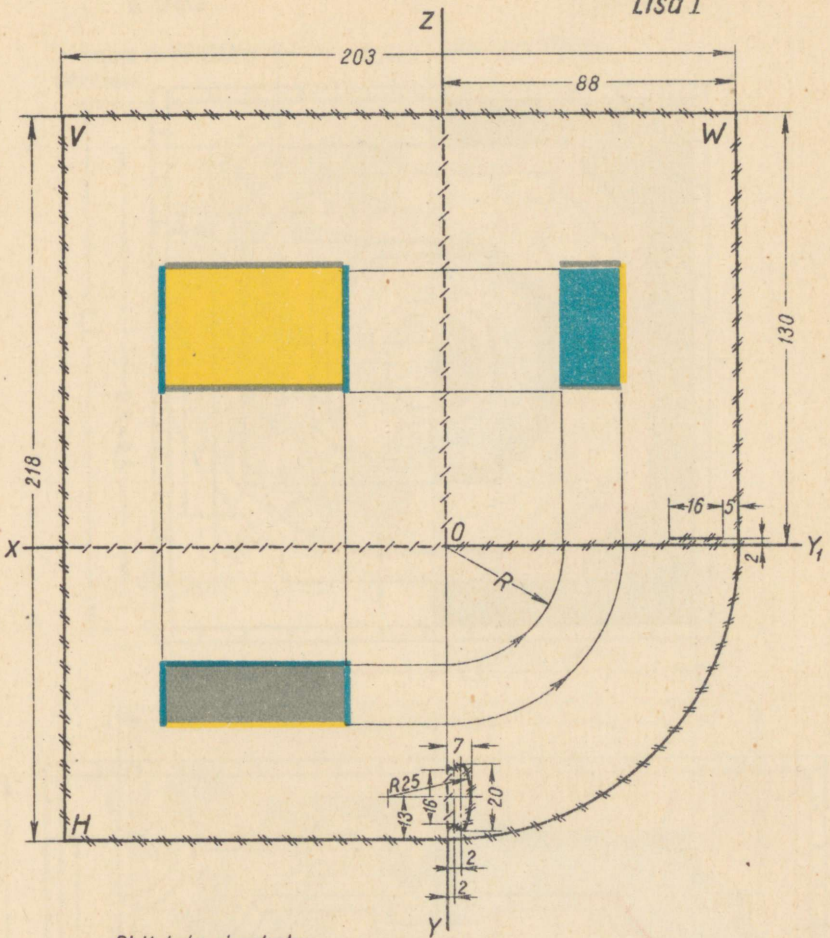
Märkus: Leheküljel 57 jooniste allkirjad ümber vahetada.

## SISUKORD

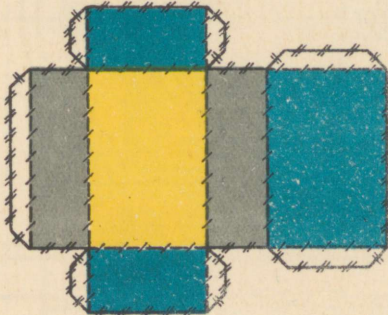
Sissejuhatus . . . . .	3
<b>I peatükk. Lihtsaimad konstruktsioonid ja pealkirjad.</b>	
I. Töö organiseerimine . . . . .	5
1. Tööpaiga ettevalmistamine . . . . .	5
2. Töötarvete ja -riistade töökorda seadmine . . . . .	5
3. Joonestustarvete ja -riistade hoidmine . . . . .	8
4. Istumine töö juures . . . . .	9
II. Töövõtted joonestustarvete ja -riistadega . . . . .	9
1. Töö pliiatsi-, joonlaua- ja kolmnurgaga . . . . .	9
2. Töö sirkliga . . . . .	14
3. Töö mõõtsirkliga . . . . .	16
4. Töö tušiga . . . . .	17
III. Lihtsaimad geomeetrilised konstruktsioonid . . . . .	22
1. Rööpjoonte tõmbamine . . . . .	22
2. Sirglõigu jagamine võrdseteks osadeks . . . . .	23
3. Tasapinnaliste kujundite konstrueerimine . . . . .	24
4. Ornamendid . . . . .	32
IV. Plakatkirjad . . . . .	34
V. Joonise kujundamine . . . . .	41
1. Joonise formaat . . . . .	41
2. Joonise raam . . . . .	42
3. Kirjanurk . . . . .	43
4. Arvmastaap . . . . .	43
5. Jooned . . . . .	45
6. Mõõtandaemete joonisele kandmine . . . . .	47
7. Standardkirjad . . . . .	52
<i>Praktilised tööd . . . . .</i>	63
I. Harjutused . . . . .	63
II. Tööd . . . . .	82
<b>II peatükk. Täisnurksete esemete näitlikud kujutised.</b>	
I. Kabinetprojektsioon . . . . .	93
1. Projektsiooniteljed . . . . .	93
2. Kuubi kabinetprojektsiooni konstrueerimine . . . . .	93

II. Tehniline joonestamine . . . . .	94
<i>Praktilised tööd</i> . . . . .	96
I. Harjutused . . . . .	96
II. Tööd . . . . .	96
<b>III peatükk. Täisnurksete esemete joonised.</b>	
I. Normaalkonstruksioon . . . . .	98
1. Põhimõisteid . . . . .	98
2. Risttahuka projekteerimise reeglid . . . . .	99
3. Konstruksioonide nimetused ja nende paigutus joonisel . . . . .	103
4. Antud mõõtmetega risttahuka joonestamine kolmes vaates . . . . .	106
II. Eskiiside valmistamine esemetest . . . . .	108
1. Üldiseid andmeid . . . . .	108
2. Eskiiside valmistamine . . . . .	108
3. Ettevalmistus eskiisi tegemiseks . . . . .	109
4. Töö järjekord eskiisi valmistamisel . . . . .	109
<i>Praktilised tööd</i> . . . . .	111
I. Jooniste lugemine . . . . .	111
II. Harjutused . . . . .	115
III. Tööd . . . . .	116
Lisad . . . . .	120

Lisa I



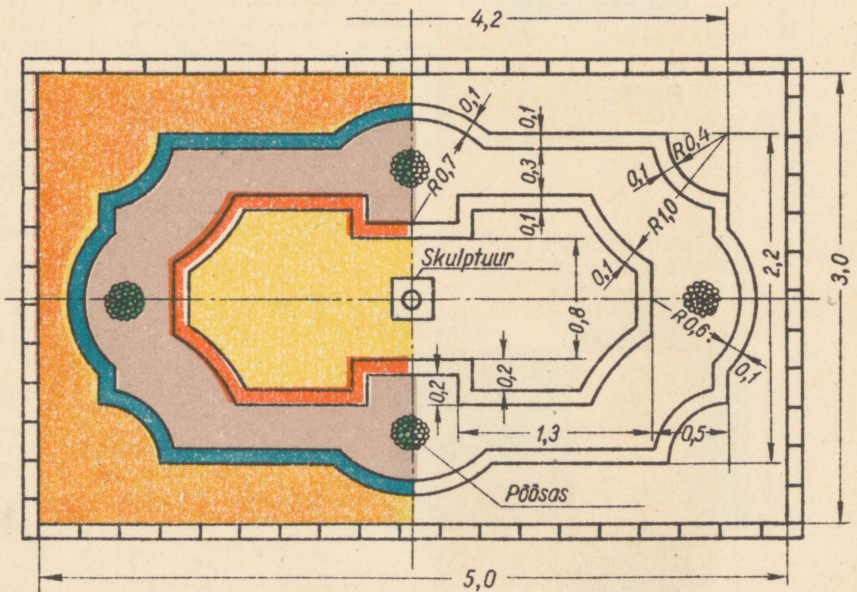
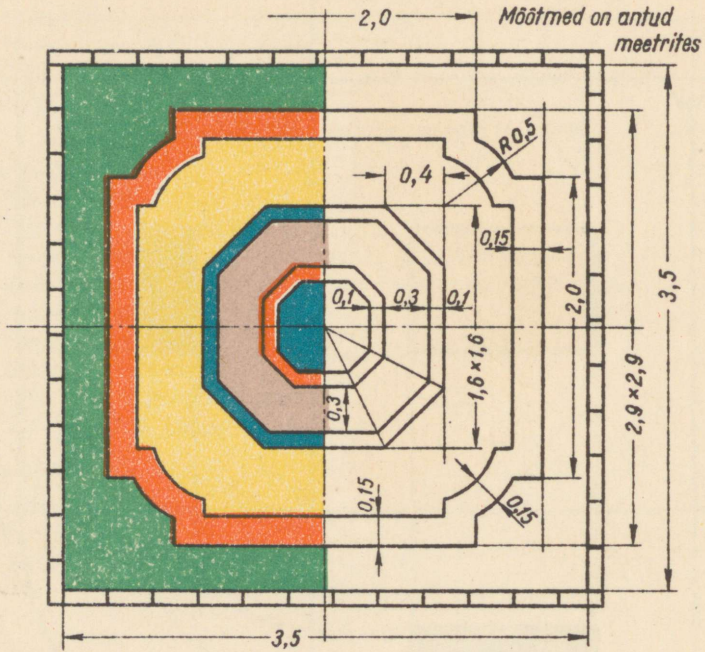
Risttahuka pinnalaotus  
(risttahuka valmistamiseks)



--- Painutusjoon

### Lõikejoon

Lisa II

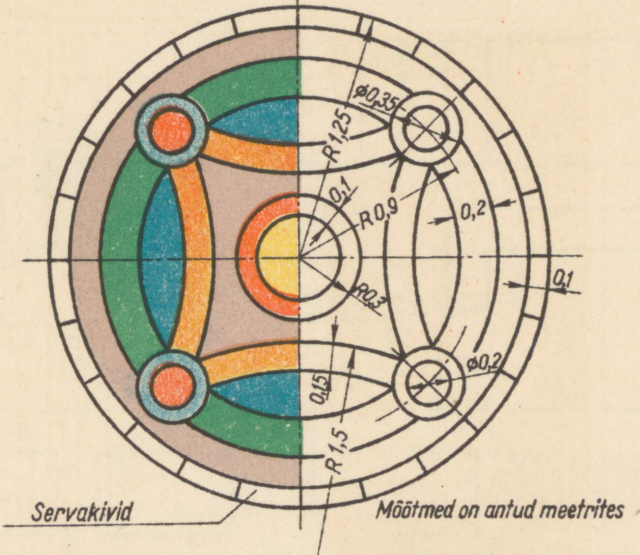


Mõõtmed on antud meetrites

Lisa III

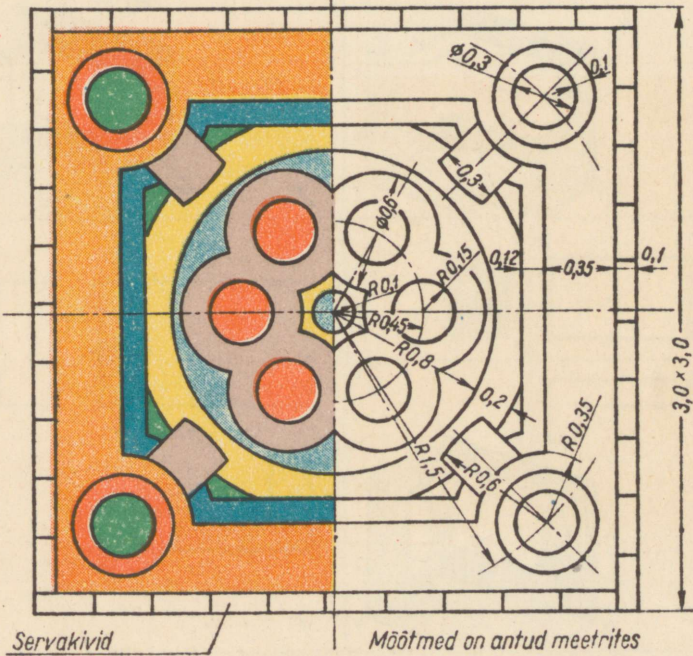
Lillepeenra projekt

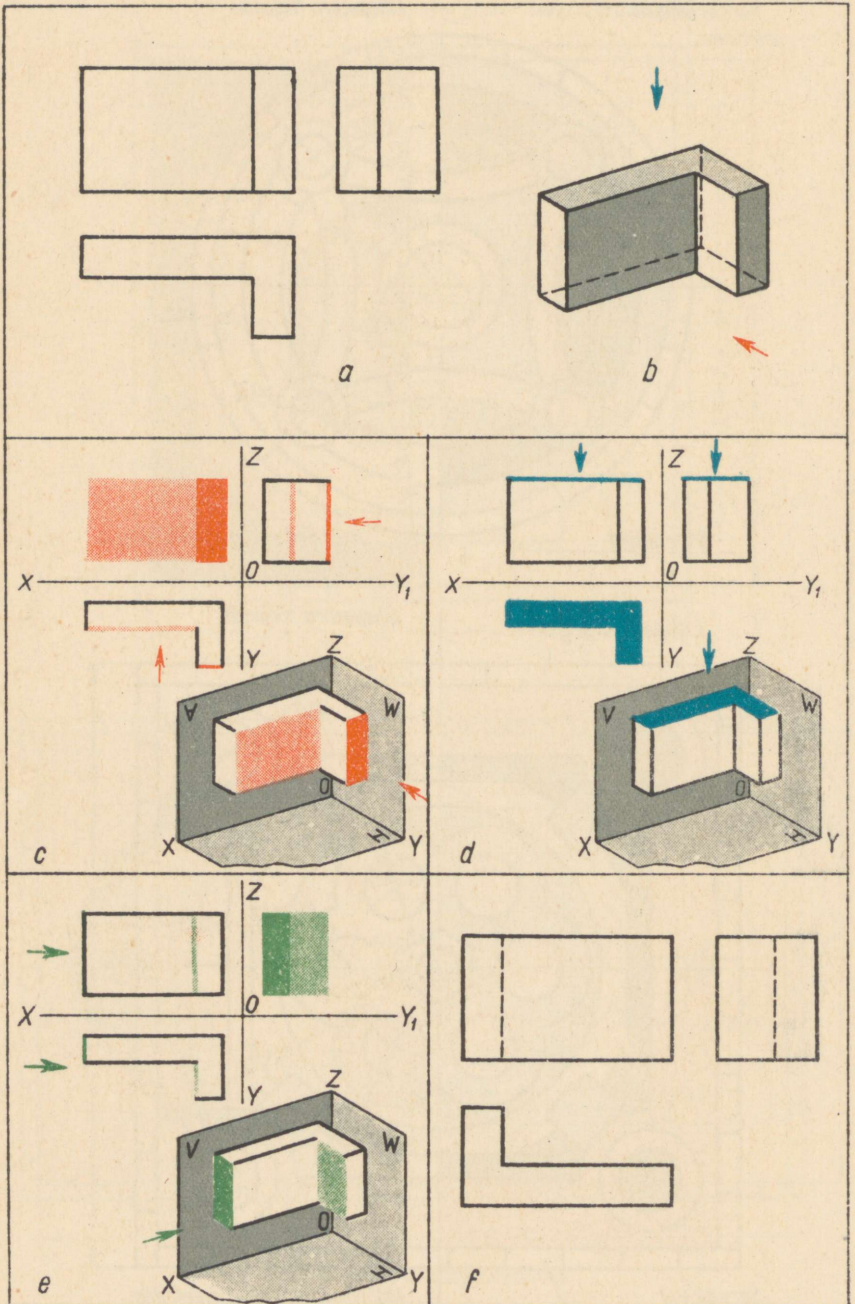
Lillepeenra tööjoonis



Lillepeenra projekt

Lillepeenra tööjoonis





А. Абрикосов  
ЧЕРЧЕНИЕ  
для VII кл.

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство  
Таллин, Пярну маантес, 10

---

Toimetaja R. Siirak

Tehniline toimetaja A. Sepp

Korrektorid P. Hiie ja H. Viljamaa

---

Ladumisele antud 10. V 1956. Trükkimisele  
antud 9. VII 1956. Paber 60×92, 1/16. Trüki-  
pognaid 7,75 + 2 kleebist. Arvutuspognaid  
7,59. Trükiarv 14 000. MB-04497. Tellimise  
nr. 3259. Trükikoda «Kommunist», Tallinn.  
Pikk tn. 2.

---

Hind rbl. 1.90.

6—6

Rbl. 1.90

A  
A-21100

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00365805 3