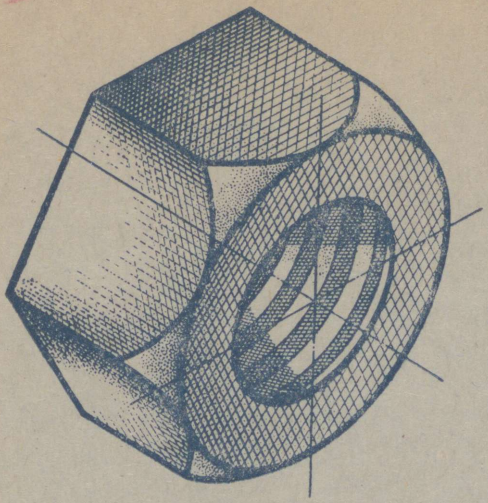


TEODOR
USSISOO

TEHNILINE JOONESTAMINE

METALLITÖÖ

RK

„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS" · TALLINN · 1947

TEODOR USSISOO

TEHNILINE JOONESTAMINE

METALLITÖÖ

TÖÖSTUS- JA RAUDTEEKOOLIDELE

2359

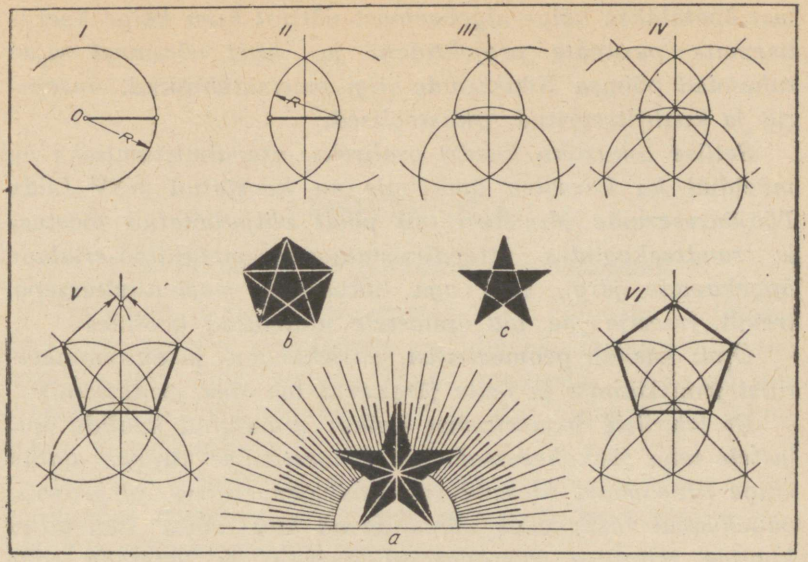
RK
„PEDAGOOGILINE KIRJANDUS"
TALLINN 1947

2.

Bibliotheca
Universitatis
Tartuensis

~~A 947. 4913~~
35080

A- 16620



Eessõna.

Riigi industrialiseerimisele asudes seadis Üleliiduline Kommunistlik (bolševike) Partei ja nõukogude valitsus endale ülesandeks rajada lühikese ajaga võimas kodumaine tööstus. See ülesanne lahendati stalinlike viisaastakute jooksul hiilgavalt.

Toodangu mahu poolest kuulub praegu Nõukogude Liidu tööstusele ja eriti masinaehitustööstusele esikoht Euroopas ja teine koht maailmas.

Nõukogude Liidu tööstus pidas sõja karmidele katsumustele auga vastu. Sõjaaja nõuetele vastavalt ümber kujunedes jätkas ta kiiret arenemist, varustades rinnet ülivõimsate tankide, kahurite ja lennukitega.

Et jõuda selliste hiiglatulemusteni, on NSV Liidus loodud tuhandeid tööstuskoole ja instituute, kus masinate ehi-

tust õpetatakse kõige algelisemast võttest kuni kõige keerulisemate masinate projektideni ja kust võrsuvad sajad tuhanded võimsa Nõukogude riigi masinatehnikud, -inseneri ja kvalifitseeritud oskustöölised.

Sellise oskusliku kaadri osaliseks ettevalmistamiseks on mõeldud ka käesolev õpik, mis on koostatud NSV Liidu Tööjõureservide Ministeeriumi poolt väljatöötatud tööstus- ja raudteekoolides ettevalmistatavate metallitöö-erialade õppekavade järgi, eriti aga lukussepa, masina-lukussepa, treiali, freesija jne. ala õpilastele nimetatud koolides.

Õpik käsitab geomeetrilist, projektsioon- ja aksonomeetrilist joonestamist ja neile järgnevat tehnilist joonestamist.

Et tehnilise joonestamise õpikut nimetatud koolide õpilastele teha jõukohasemaks, on joonestamise kursust alatud kõige lihtsamaist ülesandeist, mis geneetilises järjekorras vähehaaval raskenedes võimaldavad läbi võtta nimetatud koolide tehnilise joonestamise kursuse ja lõpetada selle joonestiste lugemisega.

Õpiku lõppu on paigutatud „Sõnastik", kus õpikus ettetulevad võõrsõnad leiavad seletust.

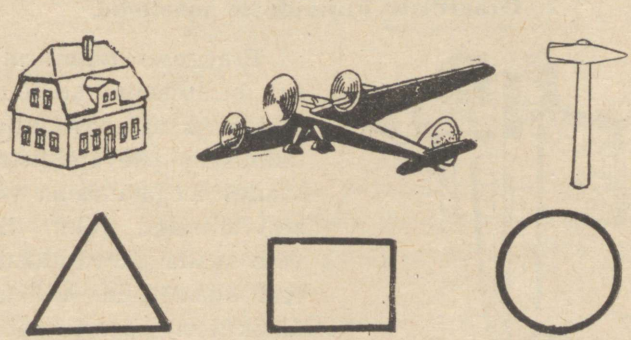
SISSEJUHATUS.

1. Mida õpetab tehniline joonestamine?

Tehniline joonestamine õpetab meid õigesti ja täpselt kujutama paberil tehnilisteks tarvidusteks igasuguseid esemeid ja asju, nagu majade plaane, masinaid, nende osi jne. Asjade kujutamist joonestusriistade abil nimetatakse tehniliseks joonestamiseks.

Kui töölisele tööstuses antakse korraldusi tööks, siis ei tehta seda mitte suusõnal, vaid selleks antakse vastav joonis, kus kõik on selgesti kujutatud.

Mitte üksi tööstuses, vaid ka igapäevases elus on joonis kui ka selle tundmine ja lugemine väga vajalik.



Joon. 1

Vaadates joonisele 1 võime kohe ütelda, et joonis kujutab maja, millel näeme alumisel korral seitset akent ja üht ust, teisel korral nelja akent jne. Samuti näeme siin lennukit, vasarat, geomeetrilist kolm- ja nelinurka ning ringi.

Nii võime ütelda, et üks joonis seletab rohkem, kui seda suudavad kümme külge teksti.

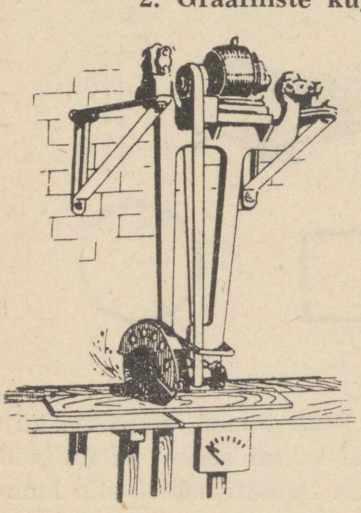
Peale jooniste valmistamise õpetab tehniline joonestamine ka õigelt ja asjatundlikult tehniliste jooniste arutlemist, nende järgi töötamist ja peaasjalikult nende õiget l u g e m i s t.

Tehniliste jooniste lugemist omandatakse süstemaatiliste harjutuste kaudu, mis algavad lihtsaist jooniseist, üle minnes järk-järgult raskemate ja keerulisemate jooniste tundmisele ja l u g e m i s e l e.

Tehniliste jooniste tundmine ei kuulu mitte ainult inseneride, tehnikute jne. teadmiste valda, vaid neid peab tundma ja eriti oskama l u g e d a iga tööline, kellel tuleb tehniliste jooniste järgi töötada.

Joonestust, eriti aga tehnilist joonestust võib nimetada rahvusvaheliseks keeleks, ja tema tundmine ning lugemine on vajaline igale kvalifitseeritud töölisele.

2. Graafiliste kujunduste meetodid.



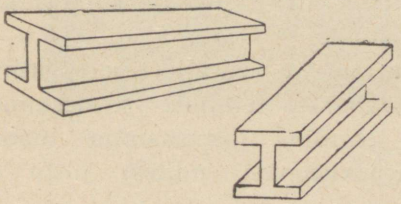
Joon. 2

Praegusel tehnilisel ajastul on lihtsaim abinõu esemetest ja asjadest kujundite saamiseks päevapildistamine, saades seega masina välimusest üliselge pildi. Samuti võib saada päevapildistamise teel ülesvõtteid ka masina üksikutest sisemistest osadest. Kuid need ülesvõtted ei ole tehnilised joonised, nad ei võimalda nende järgi tööde valmistamist, olgugi et annavad ülesvõetud asjust selge pildi. Sellist üles-

võtet nimetatakse ka perspektiivpildiks (joon. 2). Perspektiivjoonis, mis kujutab eset kolmest küljest, on sageli tehniliste jooniste selgitamiseks väga kasulik ja vahel isegi vajalik (tsentraal-perspektiiv).

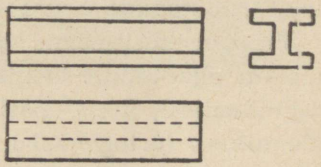
Kuid sellele vaatamata on perspektiivjoonistel see puudus, et neile on võimatu asetada mõõtjooni ja et kaugenedes nende mõõdud vähenevad. Sellist mõõtude vähenemist nimetatakse perspektiivseks moonutuseks, olgugi et me näeme oma silmaga iga asja perspektiivselt („moonutatult").

Tehnilistes joonistes esineb veel teine perspektiiv, mida nimetatakse aksonomeetriliseks perspektiiviks või lihtsalt aksonomeetriaks (paralleel-perspektiiv).



Joon. 3

Joon. 4



Joon. 5

Joon. 3 on toodud perspektiivne vaade I-talast, milles kaugenedes on näha tala külgede kitsenemist.

Joon. 4 kujutab sama tala paralleel-perspektiivis (aksonomeetriliselt), ilma talakülgede ja -servade kitsenemiseta nende kaugenemisel. Sellist paralleel-perspektiivi kasutatakse tehnilisel joonestamisel.

Sellisel paralleel-joonestamisel on veel see hea külg, et saab joonisele märkida vajalisi mõõte, mida võimatu on märkida tsentraal-perspektiivjoonisele.

Nagu eelpool selgus, annab paralleel-perspektiiv ülevaatliku ja selge pildi joonestatavast esemest, mispärast ta leiabki laialt kasutamist igasuguste masina-, laeva-, jne. ehituste joonestamisel.

Joon. 5 annab lähema ülevaate täisnurksest projektsioonist eeltoodud I-tala joonestamiseks. Vajame kolme tasapinda, et saada selle profiilterase joonestamiseks kolm vaadet.

3. Jooniste tähtsus tehnikas ja tehniliste jooniste jaotus.

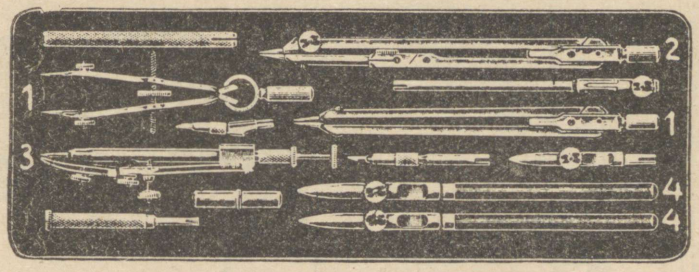
Tehnilised joonised leiavad laialdast kasutamist tehnikas, kuna nende abil teostatakse hiiglaehituste, -sildade, -tunnelite, -masinate jne. ehitamine, mis ilma tehniliste joonisteta osutuks täiesti võimatuks.

Eriti laialdaselt kasutatakse tehnilisi jooniseid masinaehituse alal, nimelt erilise Üleliidulise Standardi — OCT (OST) — normide ja süsteemi alusel, mis on sunduslikud kogu Nõukogude Liidu tööstuses.

Eelpool käsitlesime tsentraal- ja paralleel-perspektiivi, mis on aga ainult selgitusabinõuks tehnilise joonestamise kujundamisel, kuna päris tehniline joonestamine toimub täisnurkses (ortogonaal-) projektsioonis, millest juttu on pärastpoole.

I peatükk.

JOONESTUSVAHENDID JA NENDE KASUTAMINE.



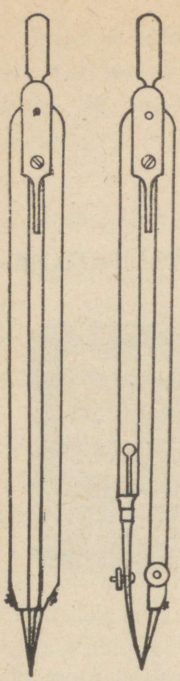
Joon. 6

Sirklikarp. Joon. 6 on esitatud komplekt joonestusvahendeid, nn. sirklikarp. Üksikud esemed on märgitud numbritega:

1 — mõõtesirkel;
2 — joonestussirkel;
3 — nullsirkel;
4 — joonsuled.

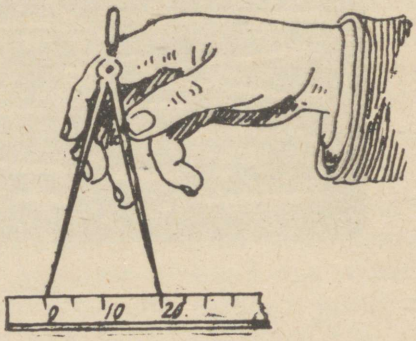
Mõõtesirklil on kaks teravat haru. Teda tarvitatakse joonte mõõtmiseks ja mõõtude ülekandmiseks (joon. 6[1]). Mõõtesirkli harude tipud olgu täiesti ühepikkused ja nõelteravad.

Mõõtesirkli harude alumistesse otstesse on kinnitatud kruvikeste abil kaks teravat nõelakest, mõõtude võtmiseks ja nende ülekandmiseks jooniseile.



Joon. 7 Joon. 8

Mõõtesirkliga töötamisel tuleb juhtida suurt hoolt ja tähelepanu sellele, et sirkli teravad nõelotsad oleksid hästi hoitud ja ühepikkused (joon. 7), mis võimaldab täpset mõõtude võtmist (joon. 9).



Joon. 9

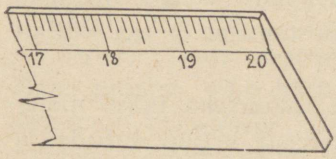
Joonestussirklil (joon. 6[2] ja 8) on üks haru nõelaotsaga ja teine varustatud pliiatsi või joonsulega ringide joonestamiseks. Suuremate ringide joonestamisel tuleb pliiatsit või joonsulge hoidvale sirkliotsale anda joonestamiseks vajaline täisnurkne kallak joonestamispinnaga.

Joonsulge ehk reisfeederit kasutatakse tušiga joonestamiseks. Joonsulg nõuab korralikku käitlemist. Heal joonsulel olgu hästi teravad otsad. Töö lõpul tuleb ta puhastada lapikesega, sest sule otste vahele jäänud tušš rikuks sulge (joon. 6[4]).

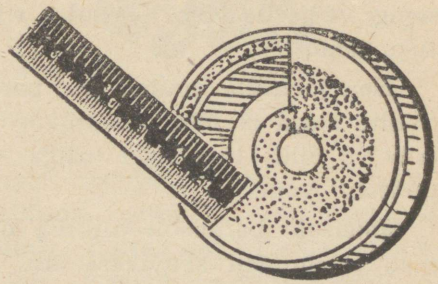
Mõõtjoonlaudu on puust kui ka metallist (joon.

10, 11). Mõõte võetakse kas joonlauaga otseselt või sirkli kaasabil (joon. 9).

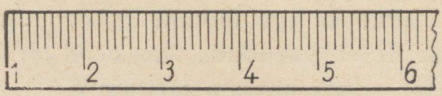
Peale eelkirjeldatud sirklite on olemas veel nõndanimetatud abisirkel, mida kinnitatakse pliiatsi külge ja mis annab teatavat abi jooniste valmistamisel (joon. 12).



Joon. 10



Joon. 11



Joon. 11-a

Nullsirkel. Väikeste ringide joonestamiseks tarvitatakse nullsirklit, mille teravikke ligendatakse kruvikese abil (joon. 6^3).

Vedru- ehk jaotussirkel, mille nõelaotsade vahe on reguleeritav vastava kruvikesega, teda tarvitatakse täpsete pikkuste kandmiseks joonisele (joon. 6^1 vasakul).

Sirklite hoidmine. Sirkleid tuleb iga kord enne karpi panemist pehme riidest lapiga puhastada, et vältida roostetamist. Sirklite teravikke tuleb hoida hästi, et nad ei murduks ega kõverduks, vaid oleksid alati teravad ja korras.

Joonsulgede kordaseadmine ja teritamine. Joonsulg vajab erilist korrashoidu, et saavutada temaga head joonte tõmbamist.

Sageli joonsulg ei anna joonte tõmbamisel häid tagajärgi. Sel juhul tuleb asuda tema kordaseadmisele ja teritamisele. Teritamisel tuleb olla eriti ettevaatlik, sest väiksemgi väärvõte võib joonsulge rikkuda või sootuks kõlbmatuks teha.

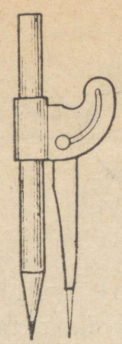
Hea joonsule huuled on parabooli-kujulised. Joonsule huulte otsad ei tohi olla niivõrd teravad, et nad lõikaksid paberit, mille tagajärjel tušiga joonestamisel ei saa küllalt puhtaid jooni.

Joonsule parabooli-kujulise otsa saamiseks tuleb mõlemad sulehuuled kruvikese abil tihedasti kokku suruda ja siis lihvida. Paraboolse kuju saamisel nürinevad ühes sellega veidi ka joonsule otsad. Nürinenud otsi tuleb omakorda õlikivil joonsule külgedelt teritada, jälgides, et otsad ei muutuks liiga teravaks ega lõikaks paberit. Avades uuesti joonsule huuled, tuleb veenduda, kas need on ühtlaselt teritatud, kui mitte — siis korrata teritamist.

Rööpjoonlauda (reissiin) kasutatakse horisontaalsete rööpjoonte tõmbamiseks kui ka kolmnurkade toetamiseks (joon. 21, 22, 26).

Rööpjoonlauad, nagu kolmnurgadki, on tehtud ühtlasest ja oksteta kõvast puidust. Parimad kolmnurgad ja rööpjoonlauad on varustatud mustast puidust servadega. Nii joonlaua kui kolmnurkade servad olgu võimalikult sirged ja tasased. Ka väiksemgi ebatäpsus on nendes lubamatu (vt. joon. 21—31).

Lekaalide ehk kurvijoonlaudade servad on segakujulised kõverjooned. Lekaali abil joonestatakse igasuguseid kõverjooni, mida on võimatu joonestada ringi kaarjoonte abil (joon. 13).

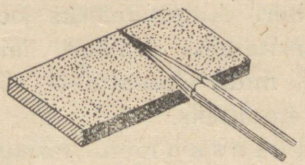


Joon. 12

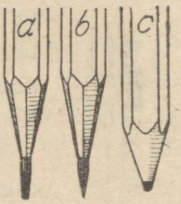


Joon. 13

P l i i a t s i d. Joonestamisel tarvitatagu häid pliiatseid. Head pliiatsit võib hästi teritada, ta süda ei tohi murduda ega puit lõikamisel tükelduda. Joonestamisel tarvitatakse pliiatseid kõvadusega H—5H, visandi valmistamiseks F või HB.



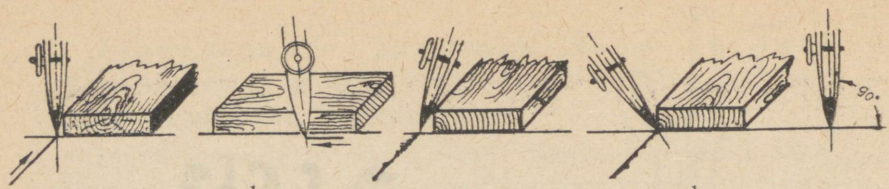
Joon. 14



Joon. 15

P l i i a t s i t e r i t a m i s e õ i g e - j a v ä ä r v õ t e. Pliiatsit tuleb teritada terava noaga. Grafiidiotsa tuleb teritada peenel liivapaberil, mis kleebitud puupulgakesele (joon. 14).

Hästiteritatud pliiatsid: a — meislikujuliselt, eriti peenjoonte tõmbamiseks ja b — kooniliselt ning c — vääralt teritatud — liiga tömp (joon. 15).



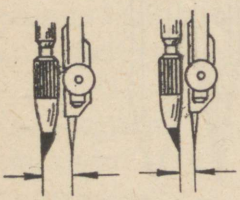
a b c d

Joon. 16

Joonsule ja pliiatsi hoidmine joonestamisel. Pliiatsit või joonsulge tuleb hoida teravotsaga hästi joonlaua serva vastas (joon. 16 a, b).

Pliiatsi teravotsa joonlauast eemal või längakil hoidmisel tekivad kas kõver- või hambulised jooned (joon. 16 c, d).

Pliiatsi südamiku asetamine sirkliharu otsasse. Pliiatsi südamikku tuleb teritada liivapaberil peitlikujuliselt ja ainult ühest küljest. Teritatud pliiatsisüdamik tuleb asetada sirkliharu otsasse joon. 17 näidatud võttel.



Joon. 17

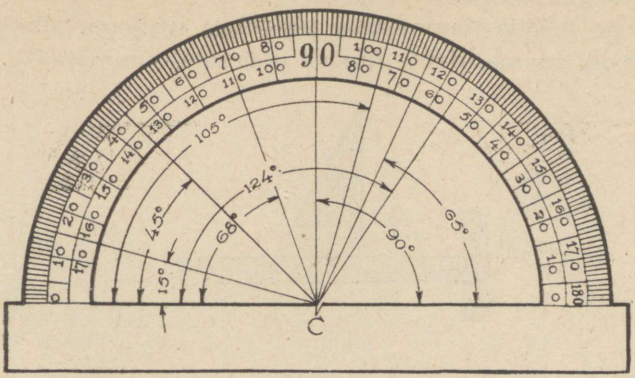
Rõhknaelakesed ehk nupplid. Paberi kinnitamiseks joonestuslauale tarvitatakse väikesi laiapealisi naelakesi, mida nimetatakse rõhknaelteks ehk nupliteks.

Kustutuskumm. Pliiatsikumm olgu pehme, ta ei tohi paberi pinda kriimustada. Libe kumm ei kustuta, vaid määrib. Tušikumm on kõva; ta sisaldab peenikest liiva või klaasipuru.

Tušš peab jooksma voolavalt ja jätma paberile täiesti musta joone. Tušš olgu veekindel. Ta ei tohi kuivanult olla pühitav ega pestav. Paksuks kuivanud tušši lahjendatakse keedetud veega.

Nurgamõõtja ehk mall (transportöör). Mall on tavaliselt metallist poolringikujuline plaadikene, mille kaar

on jaotatud 180 võrdseks osaks ehk kraadiks. Joonestamisel märgitakse sõna „kraad“ ° abil (joon. 18).



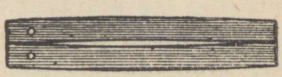
Joon. 18

K o l m n u r g a d. Geomeetrilise ja tehnilise joonestamise ülesannete lahendamiseks tarvitatakse täisnurkseid kolmnurki, millel on teravnurgad 45° ja 45° või 30° ja 60° Kolmnurga servad olgu siledad ja sirged.

J o o n l a u a j a k o l m n u r k a d e k o n t r o l l i m i n e. Joonestusi tuleb valmistada hästi täpselt. Täpsus oleneb mitte ainult hoolsast tööst, vaid ka tööriistade korralikkusest. Seepärast tuleb enne joonestamist kontrollida joonlaua ja kolmnurga servade täpsust.



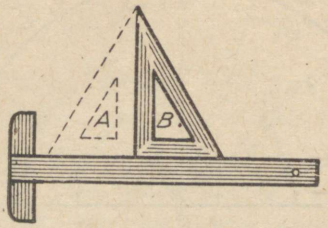
Joon. 19



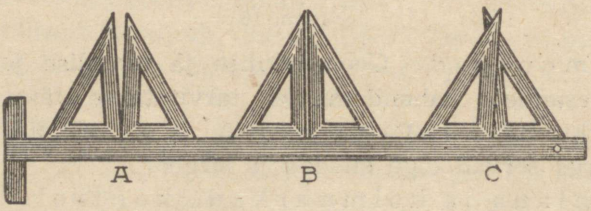
Joon. 20

J o o n l a u a j a k o l m n u r g a p r o o v i m i n e. Tõstame joonlaua silma kõrgusele ja sihime vastu valgust (joon. 19). Kui ühtegi konarust, nõgu ega kühmu pole märgata, on joonlaud sirge ja töötamiseks kõlblik. Joon. 20 on joonestamiseks kõlbmatud õõnesservadega joonlauad.

Kolmnurga täpsust kontrollitakse järgmiselt: asetatakse rööpjoonlaud ja kolmnurk paberile, surutakse üks täisnurga külgedest vastu rööpjoonlaua serva, kuna täisnurga teist külge mööda tõmmatakse pliiatsiga sirgjoon. Siis kolmnurka nagu raamatulehte ümber pöörates, tõmmatakse tema



Joon. 21



Joon. 22

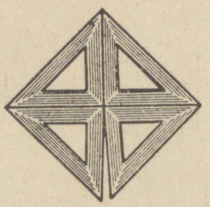
serva mööda uus joon. Kui saadud jooned täiesti ühtuvad, on kolmnurga täisnurk täpne (joon. 21 ja 22-B). Vastasel korral ei ole kolmnurk täisnurkne (joon. 22 A ja C).

Järgmistel joonistel 23—26 on näidatud kolmnurga täpsuse kontrollimisviise:

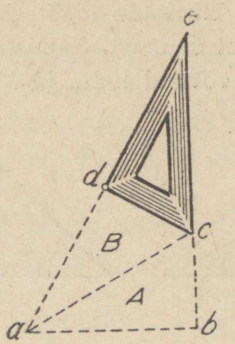
1. viis: Asetame neli ühesuurust kolmnurka täiesti tasasele pinnale. Kui 8 kaatetit vastastikku kõigis punktides täielikult liituvad, on kolmnurgad täisnurksed.

Alumises nurkade paaris kaatetid ei liitu ja nad on vähem kui 90°. Käesoleval juhul on võetud 45° nurgad, kuid samal kombel võib ka kontrollida 30° 60°-nurgalisi kolmnurki (joon. 23).

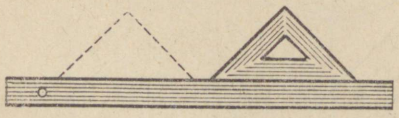
2. viis: Joonlaua serva mööda tõmmatakse sirgjoon, asetatakse sellele kolmnurk täppjoonega (kriipsjoonega) näidatud A-seisus ja tõmmatakse terava pliiatsiga ta piirjoon. Siis pööratakse ta B-ga tähistatud seisu ja tõmmatakse uus



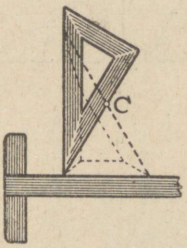
Joon. 23



Joon. 24



Joon. 25



Joon. 26

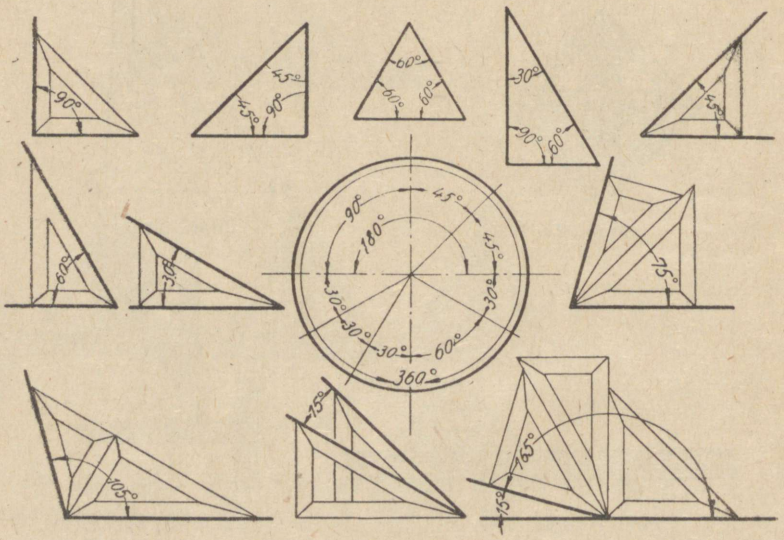
joon. Kui kolmanda pööramise järel kaatet d-e kohtub joonega a-e (joon. 24), siis on kolmnurk õige ja tarvitamiseks kõlblik.

3. viis: Asetame kolmnurga paberile ja piiritame teda terava pliiatsiga. Võtame kolmnurga paberilt ja mõõdame ta kaateteid sirkliga. Täisnurksel kolmnurgal, mille teravnurgad vastavad 45°-le, peab mõlema kaateti pikkus olema ühesuurune (joon. 25).

4. viis: Kolmnurga kontuuri joonestades antakse talle seis, mida kujutab joon. 26, ja tõmmatakse pikemat kaatetit

mööda sirgjoon: kui kolmnurk on täisnurkne, poolitab tõmmatud sirgjoon punktis C hüpotenuusi.

Nurkade mõõtmine kolmnurkade abil. Kolmnurkade abil mõõdetakse nurki allnäidatud eeskujude järgi. Nurkade mõõtmiseks tarvitatakse täisnurka kui konstantset suurust. Samuti näeme ka siin nurkade kombineerimise võtteid kahe ja kolme kolmnurga abil (joon. 27).



Joon. 27

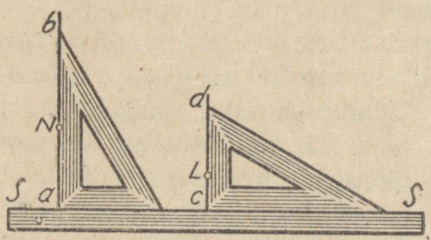
Joonestamine. Joonestuslaud tuleb asetada nii, et valgus paistaks joonestusele vasakult.

Joonestatagu aegamööda, tehtud tööd alatasa kontrollides, et ei tekiks vigu. Ühtlasi peetagu meeles, et esimesest tunnist alates tuleb hoiduda ümberjoonestamisest — iga alatud töö püütagu tingimata lõpetada. Raske on harjuda sellega kannatamatul, kes iga väiksemagi äparduse puhul võtab uue paberi. See harjumus ei tohi muutuda kombeks.

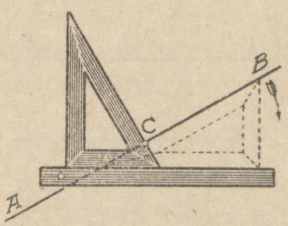
Perpendikulaaride joonestamine rööpjoonlaua ja kolmnurkade abil. Joon. 46 on näidatud ristjoonte (perpendikulaaride) joonestamist, kuid harilikult joonestatakse neid kolmnurga ja joonlaua abil. Selline ristjoonte joonestamine nõuab harjumust. Isegi vilunud joonestajad tarvitavad tihti väärvõtteid. Näit. joon. 28 on kolmnurgad pandud kaatetitega vastu sirgjoont SS_1 ja vastu joonlaua ülemist serva. Kui nihutame kolmnurgad täppideni N ja L ja tõmbame kaateteid mööda jooned ab ja cd, siis on need risti antud joonega.

See viis on kõlbmatu sellepärast, et sagedase tarvitamise tõttu kolmnurga tipud kuluvad ümmarguseks, mistõttu saadakse punktides a ja c ebatäpne ristjoon antud joonega.

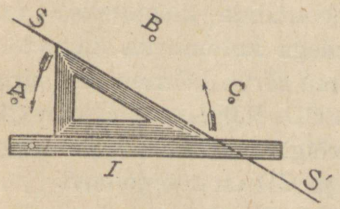
Teine puudus seisneb selles, et ristjoont võib tõmmata ainult läbi punktide, mis on asetatud ühele poole antud sirgjoont. Täpne ristjoone tõmbamine on lähemalt näidatud jooniseil 29—31.



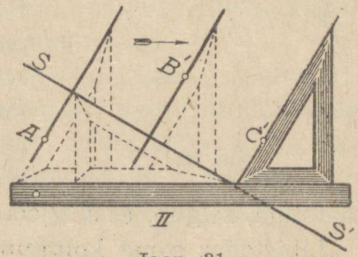
Joon. 28



Joon. 29



Joon. 30

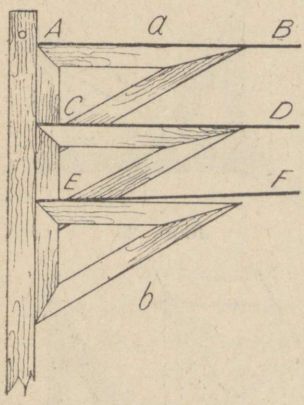


Joon. 31

Antud sirgjoonele AB tõmmata läbi C ristjoon. Seame kolmnurga hüpotenuusiga rööpselt vastu antud sirgjoont AB, nagu see on näidatud täppjoonega joon. 29. Surume joonlaua või teise kolmnurga vastu pikemat kaatetit ja vasaku käega teda paigal hoides pöörame kolmnurga lühema kaatetiga vastu joonlaua serva. Hüpotenuusi mööda läbi C tõmmatud sirgjoon on risti antud joonega AB.

Joon. 30 ja 31 on näidatud võtted, mida tarvitatakse ristjoonte tõmbamiseks läbi punktide A, B ja C, mis asuvad ülal- ja allpool antud sirgjoont SS^1.

Paneme kolmnurga hüpotenuusi-pidi antud joonele SS^1 (joon. 30). Vastu pikemat kaatetit surume joonlaua, hoiame ta vasaku käega kindlasti paigal ja pöörame kolmnurga lühema kaatetiga vastu joonlaua serva, nagu seda näitavad nooled joon. 30 ja 31. Siis tõmbame hüpotenuusi mööda (joon. 31) ristjooned antud joonele SS^1, mis läbivad punkte A^1, B^1 ja C^1. Seesugusel viisil võib tõmmata ristjooni ka kolmnurgaga, mille nurk on 45°.



Joon. 32

Sirgjoonte rööpsuse kontrollimine. Joonlaua ja kolmnurga abil, nagu näidatud joon. 32, kontrollitakse sirgjoonte rööpsust, kusjuures üksikkolmnurga kaatet asetatakse rööbiti sirgjoonega AB, kuna teise kaateti serva vastu surutakse joonlaud. Hoides pahema käega kindlalt paigal joonlauda, libistatakse parema käega kolmnurka allapoole, kuni tema serva kohtumiseni sirgjoonega CD. Nähes, et sirgjoon CD ühtub kõigis punktides kolmnurga kaatetiga, selgub, et sirgjoon AB ja CD on rööpjooned.

Libistades sama kolmnurka veel allapoole kuni sirgjoo-

neni EF, selgub, et kolmnurga kaatet ei ühtu kõigis punktides sirgjoone EF-ga, nagu see on näha joon. 32. Nii ei ole sirgjoon EF rööbiti sirgjoontega AB ja CD.

JOONESTUSPABER.

Olenevalt joonise otstarbest valitakse joonestuspaberi liik ja headus.

Üldnõuded joonestuspaberile on, et ta oleks ühtlaselt tihe, et ta venivus niiskuse muutumisel harilikus olukorras ei muutuks segavaks ja et ta võimaldaks parandamist ja kustutamist.

Joonestuspaberid jaotatakse üldiselt kolme põhiliiki:

1) läbipaistmatu joonestuspaber,
2) läbipaistev joonestuspaber ja
3) kopeerimispaber.

Läbipaistmatut joonestuspaberit kasutatakse tähtsamatele originaaljoonistele. Sellise paberi halvaks omaduseks on, et temast on raske läbivalgustamise teel valmistada koopiaid. Koopia valmistamine sellelt on võimalik läbipaistvale joonestuspaberile vaid käsitsi või fotomehaanilisel teel.

Läbipaistev joonestuspaber leiab laialdast kasutamist tehnilises joonestamises. Paberi heaks omaduseks on, et ta võimaldab isegi pliiatsijoonisest valmistada läbivalgustamise teel selgeid koopiaid.

Parimate läbipaistvate jooniste valmistamiseks kasutatakse vastavalt prepareeritud kalingurriiet.

Kopeerimispaber leiab kasutamist valguskoopiate valmistamisel. Paber on kaetud valgustundliku kihiga. Kihiküljele asetatakse läbipaistev originaaljoonis ja selle läbi valgustatakse kihikülge tugevajõulise valgusallikaga või päikesevalgusega. Pärast valgustamist ilmutatakse paber vastavate vedelikkude või aurudega.

Koopia evib väga suurt tähtsust. Kunagi ei anta töökotta originaaljoonist, sest see võib seal kergesti rikutud saada või halvemal juhul koguni hävida. Uue joonise valmistamine aga on seoses suurte kuludega ja sageli osutub see võimatukski.

Paberi kinnitamiseks joonestuslauale kasutatakse rõhknaelakesi. Juhuks, kui läbipaistmatul joonestuspaberil töötatakse vesivärvidega, tuleb paber joonestuslauale liimida. Selleks tehakse joonestuspaber märjaks, ta servad kaetakse liimiga või kliistriga ja ta liimitakse ning ühtlasi pingutatakse joonestuslauale. Kuivades tõmbub paber siledaks ja jääb pingule. Liimimata paber peale värvimist vesivärvidega tõmbub lainjaks.

Joonestuspaberi suurus (formaat). Tehaseis, töökodades, tööstuskoolides jne. valmistatav töö tehakse vastavate tehniliste jooniste järgi. Tehastes on neid jooniseid tuhandeid.

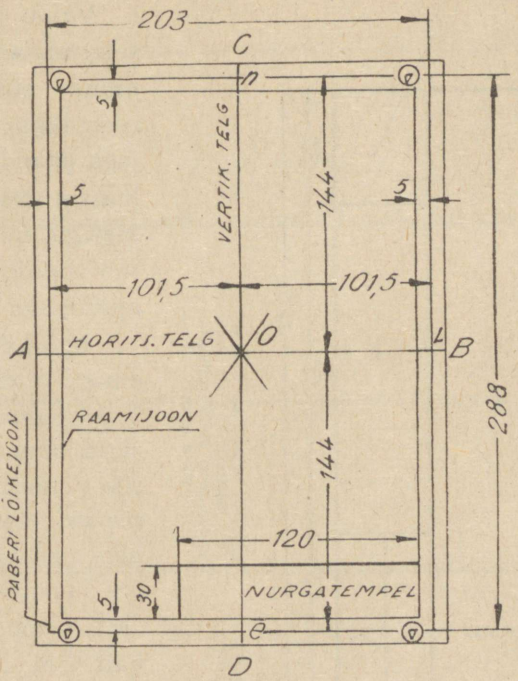
Sellise suure jooniste kogu korrashoidmine vajab suurt tööd, aega ja hoolt. Selleks on tehastes jooniste hoiuruumid ja vastavad panipaigad nende alalhoidmiseks. Et korraldada hästi jooniste alalhoidmist, selleks peavad need olema valmistatud kindlaksmääratud suuruses. Joonestuslehtede suurus on antud OCT-normides nr. 7532.

Sellepärast võib jooniseid valmistada ainult standarditud lehtede suuruses, mis on loetletud alltoodud tabelis.

Joonestuspaberi suurus OCT-i järgi.

Lehe formaadi nr.	a 0	a 1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6
Lehe suurus millimeetrites peale äärte mahalõikamist	814x1152	576x814	407x576	288x407	203x288	144x203	101x144
Lehe suurus	Terve leht	1/2 lehte	1/4 lehte	1/8 lehte	1/16 lehte	1/32 lehte	1/64 lehte

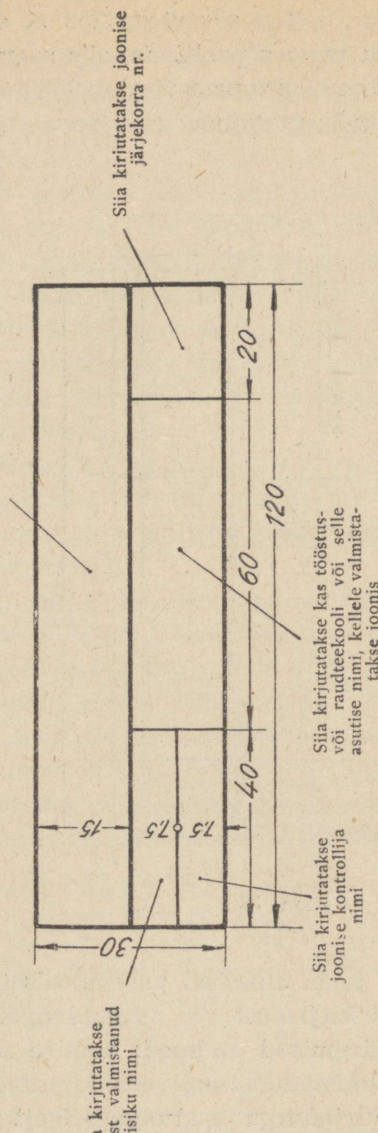
Kui näit. võtta leht nr. a 3 mõõtmetega 288 × 407 mm ja see täisnurkselt kokku pannes poolitada, siis saame kaks uut lehte nr. a 4, mille kummagi suurus võrdub 203×288 mm. Iga joonis olgu piiratud raamjoonega, nagu näidatud joon. 33.



Joon. 33

Igal joonisel tehakse tema alumisel parempoolsel nurgal nõndanimetatud vajaline kirjanurk või nurgatempel. Kirjanurgas olgu märgitud järgmised andmed: asutise nimetus, joonise nr. ja joonist valmistanud ning seda kinnitanud isikute nimed. Kõik need kirjanurga osad olgu selgelt ja puhtalt kirjutatud normkirjas (vt. „Normkiri" joon. 38—40).

Joonise kirjanurga vorm (Joon. 34).



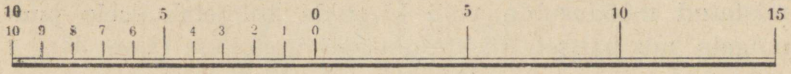
Kõik allkirjad olgu selged, kuid kirjutatud mitte normkirjas, vaid hariliku kirjaga.

Vajab joonis veel seletusi, andmeid või muud, siis tehakse seda ikkagi normkirjaga (standardkiri) ja kunagi mitte hariliku kirjaga, mis on lubatud ainult allkirjade andmiseks (joon. 34).

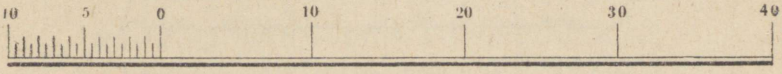
Mõõdusuhe ehk mastaap. Kui joonis on niisama suur kui ese, siis öeldakse, et joonis on loomusuurune, ja tähistatakse see joonisel tähega „M" mõõdusuhte ees, näit. M 1 : 1. Kui joonis on väiksem kui ese, siis nimetatakse teda vähendiseks. Tarvitatakse järgmisi vähendusi: 1 : 2, 1 : 2,5; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 50 jne. (joon. 35).



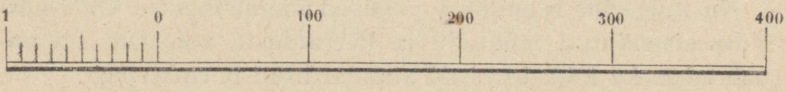
1 : 1



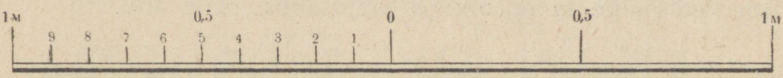
1 : 2,5



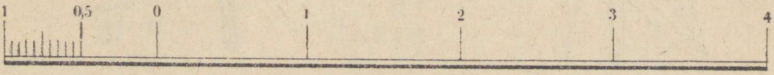
1 : 5



1 : 10



1 : 20



1 : 50

Joon. 35

Kui joonis on suurem kui ese, siis nimetatakse teda suurendiseks. Tarvitatakse järgmisi suurendusi: 2:1, 5:1, 10:1 jne.

Kuna eeltoodud mõõdusuhted on tööstuses kehtivad (OCT-7533), on soovitav, et õpilased, kes on omandanud joonestamise tehnika, püüaksid endale ise valmistada heal paberiribal õpikus toodud mõõdusuhteid, mida nad hästi võivad kasutada endale jooniseid valmistades. Selliselt valmistatud mõõdusuhte võib kleepida kolmetahulisele puupulgale, mis kaitseb mõõdusuhet hävinemisest (joon. 36).

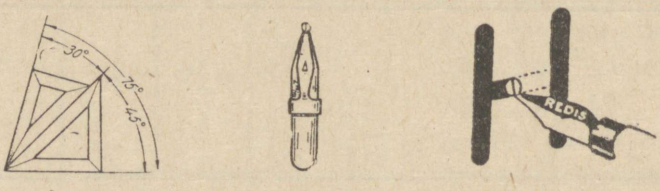


Joon. 36

NORMKIRI.

Nii kui kõik tehnilised joonised valmistatakse OCT-normides ettenähtud mõõtude ja korralduste kohaselt, nii varustatakse ka kõik joonised standarditud normkirjaga.

Normkirja tuleb kirjutada 75° nurga all. Joon. 37 näitab 75°-lise nurga saamist kahe kolmnurga abil (30°+45°=75°) ning redissulge ja normkirja kirjutamist selle abil.

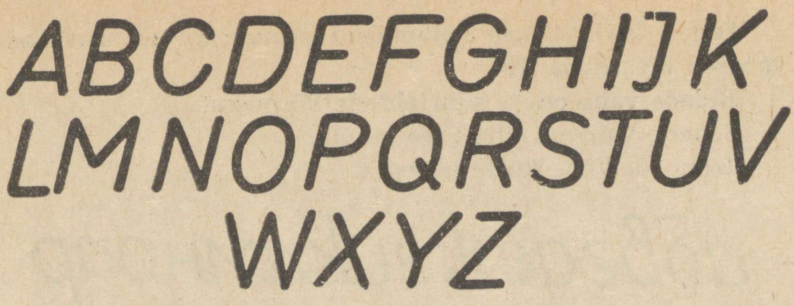


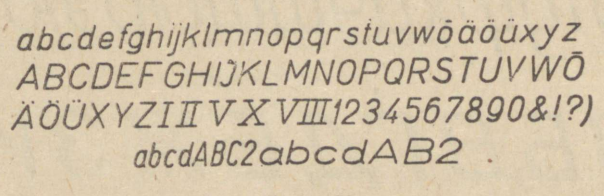
Joon. 37

Normkirja kirjutatakse kindlate normide järgi. Joon. 38 on näidatud suure ja väikese normkirja tähestik.

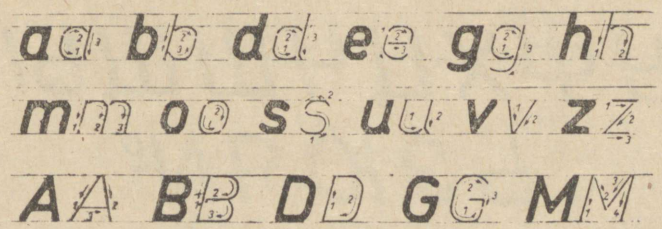
Joon. 39. Üksikute tähtede kirjutamise võtted.

OCT-kirja normid on järgmised: 1,5; 2,5; 3,5; 5; 7,5; 10; 14 ja 20 mm.





Joon. 38



Joon. 39

Väiketähtede kõrgus on $^{2}/_{3}$ suurtähtede kõrgusest.

Normaaltähe laius on $^{2}/_{3}$ tähe kõrgusest, välja arvatud tähed M ja W, millede laius vastab kõrgusele.

Vene keele tähestikus vastab tähtede Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю laius nende kõrgusele.

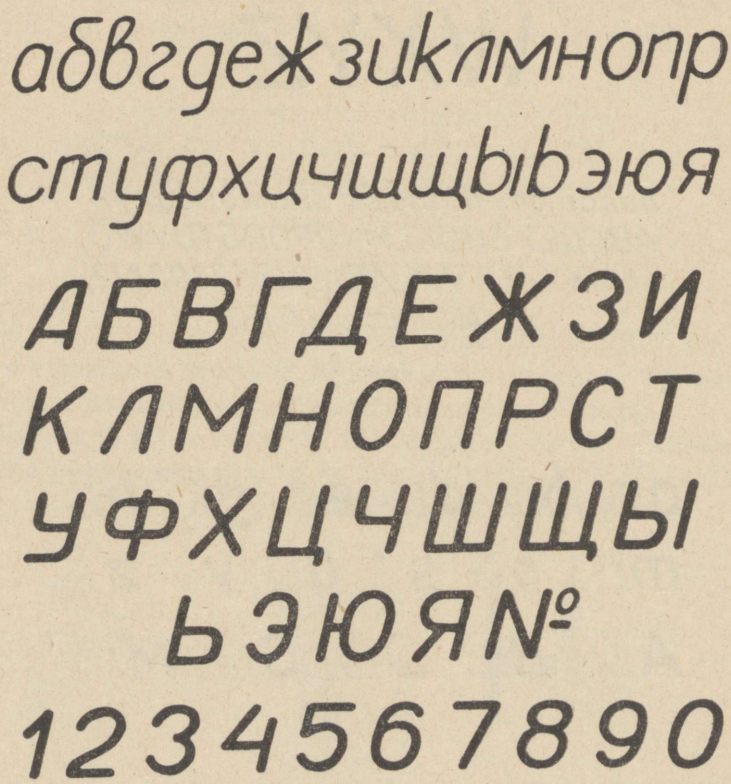
Tähtede jämedus on $^{1}/_{8}$ suurtähtede kõrgusest.

Sageli kirjutatakse väiketähed peenemalt, et saavutada tähtede täpsust ja ilu.

Ridade vahe on ¼ suurtähtede kõrgusest.

Sõnade vahe on ühe tähe laiune.

Joon. 40. Vene keele tähestik.



Joon. 40

Käesolevas õpikus on kasutatud suuri (alg-) kirjatähti, millega on siin kirjutatud ka jooniste pealkirjad. Omades vilumust väikeste tähtede kirjutamiseks, võib üle minna pealkirjade kirjutamisele.

II peatükk.

GEOMEETRILINE JOONESTAMINE.

JOONESTAMISE LIIGITUS.

Joonestamine liigitatakse kolme ossa:

1) geomeetriline joonestamine,
2) projektsioon-joonestamine,
3) tehniline joonestamine.

Geomeetriline joonestamine õpetab tundma geomeetriliste ülesannete lahenduste seadusi ja võtteid ühel tasapinnal. Geomeetriline joonestamine on joonestamise aabits.

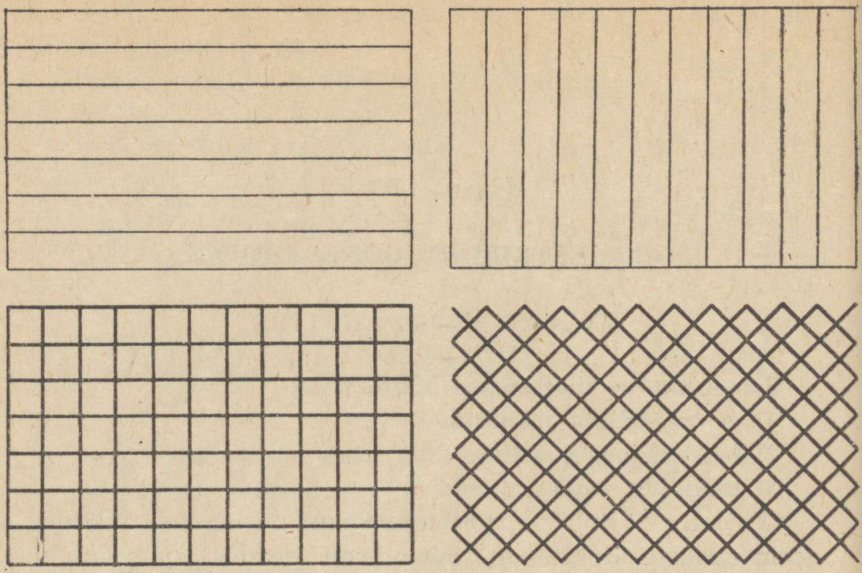
Projektsioon-joonestamine õpetab tundma kujundeid kolmel tasapinnal, see on joonestamise grammatika.

Tehniline joonestamine on joonestamise lõpptulemus, kus on tegemist üksikute asjade joonestamisega. Tehniline joonestamine jaguneb järgmistesse tähtsamaisse osadesse: masinaehitus-, laevaehitus-, elektrotehnika-, ehitus- arhitektuur- jne. alade joonestamine.

ESIMESED TEGELIKUD JOONESTAMISVÕTTED.

Sirgjoonte tõmbamine kolmnurga ning rööpjoonlaua abil.

Võtame paberilehe, kinnitame ta rõhknaelakestega joonestuslauale ja joonestame 4 ristkülikut. Jagame mõõte-



Joon. 41

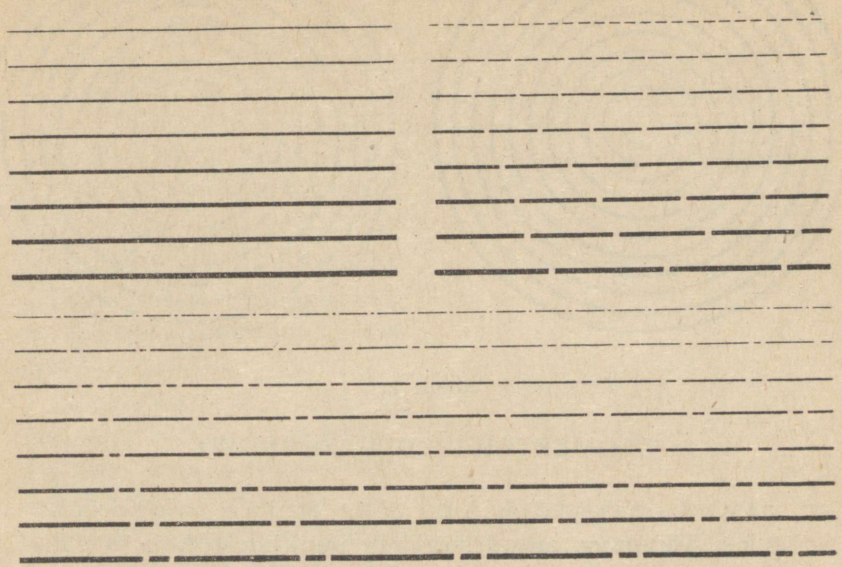
sirkli (joon. 7) abil ristküliku püstküljed näit. 7-ks või 11-ks ühesuuruseks osaks ja tõmbame rööpjoonlaua abil paralleelsed sirgjooned (joon. 41, 1). Rööpjoonlauda liigutatagu ainult vasaku käega, surudes teda tugevasti vastu vasakut joonlaua äärt.

Joon. 41 (2—4) on eelmise joonestuse kordamine. Ristküliku küljed jagada võrdseiks osadeks ja tõmmata joon. 3 kolmnurga 90° nurga külge mööda ja joon. 4 45° nurga kaldkülge mööda jämedad ristsirged.

Neid jooni tõmmates suruda kolmnurk vastu joonlaua ülemist serva ja nihutada teda järgmisele jaotusele vasaku käe keskmise ja nimetissõrmega.

Sirg- ja kriipsjoonte joonestamine. Järkjärgult jämenevate sirg-, ring- ja kriipsjoonte tõmbamine on kasulik harjutus õpilasele, mis temalt nõuab täpsust ja osa-

vat silmamõõtu joonte paksuse valikul. Joon. 42 käsitleb mitmesuguse paksusega pidevaid ja kriips-sirgjooni.

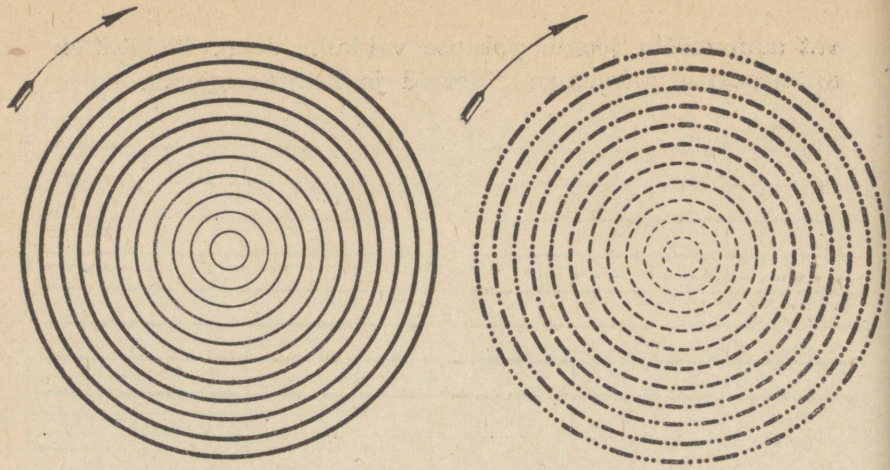


Joon. 42

Kriipsjoonte tõmbamisel iga kriipsu tõmbamise järel tuleb pliiats või joonsulg paberilt veidi üles tõsta. Kriipsude vahed ei tohi olla alla 1 mm. Kriipsude pikkus 3—10 mm.

Kontsentrilised ringid. Ringjooned veetagu ühe hooga ja päri päikest, nagu seda näitab joon. 43 olev nool. Ringjoone liitumise kohad olgu nähtamatud ja jõnkudeta.

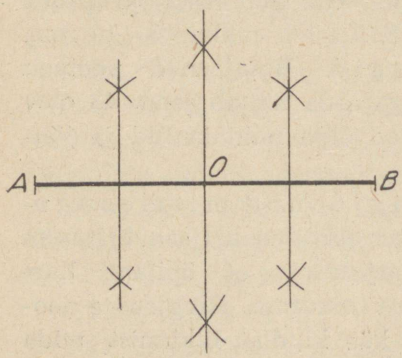
Pidevad ja kriipsringjooned mitmesuguses jämeduses. See harjutus on joonsule (joon. 8) huulte lähendamise ja eemaldamise harjutuseks, et õpilane harjuks silma järgi joone jämedust muutma. Ringjoonte joonestamine nõuab osavust ja käe kindlat liikumist, mida omandatakse ainult püsiva harjutamisega (joon. 43).



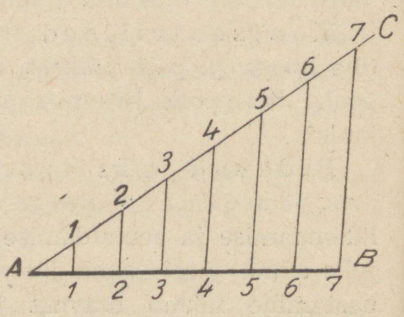
Joon. 43

GEOMEETRILISED ÜLESANDED.

Jagada sirglõik AB 2, 4, 8 jne. võrdseks osaks. Tõmbame antud sirglõigu punktidest A ja B vaba raadiusega, mis on pikem kui pool antud sirglõigust, kaared ülal- ja allpool sirglõiku AB. Sama raadiusega tõmbame punktist B kaared, lõigates nendega eelmisi kaari. Ühenda-



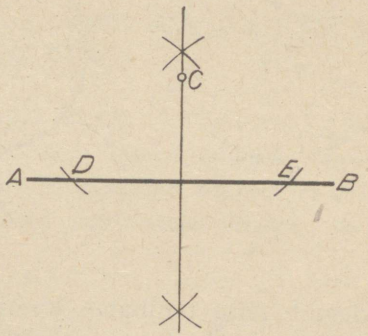
Joon. 44



Joon. 45

des kaarte lõikepunktid sirgjoonega, näeme, et sirgjoon poolitab antud sirglõigu punktis O. Korrates seda võtet punktide AO ja OB vahel, jagame sirglõigu neljaks võrdseks osaks, siis 8 jne. võrdseks osaks (joon. 44).

Jagada antud sirglõik AB seitsmeks võrdseks osaks. Kujutame punktist A sirgjoonega AC vaba suurusega teravnurga. Asetame mõõtesirkliga kaldjoonele AC, alates punktist A, seitse võrdset osa. Ühendades punkt 7 B-ga, tõmbame kolmnurga ja joonlaua abil (joon. 32) seitse rööpjoont, jagades seega sirglõigu AB seitsmeks võrdseks osaks (joon. 45).



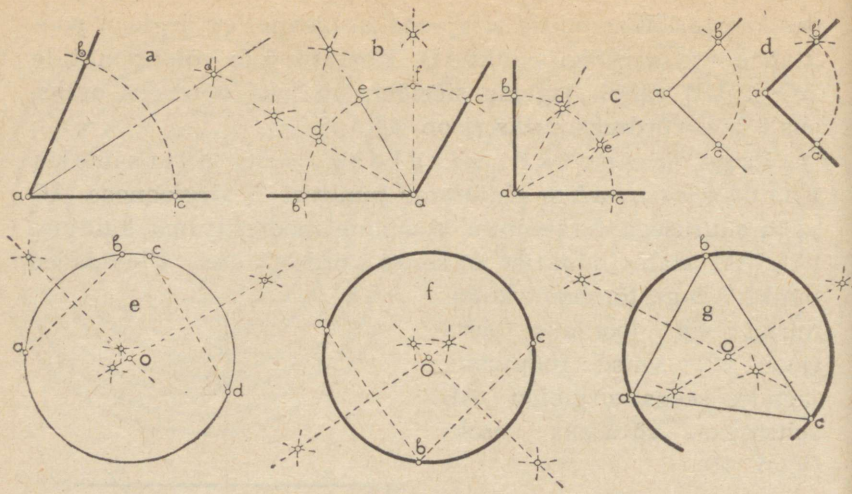
Joon. 46

Joonestada sirglõigule AB punkti C läbiv ristsirge (perpendikulaar). Asetades joonestussirkli ühe haru punkti C, joonestame teise haruga kaare, mis lõikab sirglõiku AB punktides D ja E. Võtame sirkli harude vahele raadiuse, mis on pikem kui pool antud sirglõigust, ja tõmbame kaared, nagu see on näidatud joon. 44. Ühendades kaarte lõikepunktid, saame ristjoone CO (joon. 46).

Poolitada antud teravnurk. Tõmbame antud nurga tipust a vaba raadiusega kaare, mis lõikab nurga haaru punktides b ja c. Poolitanud kaare, ühendame punktid d ja a sirgjoone abil, mis jagab antud nurga kaheks võrdseks osaks (joon. 47-a).

Samal viisil jagatakse nürinurk 4-ks võrdseks osaks (joon. 47-b).

Jagada täisnurk kolmeks võrdseks osaks. Nurgatipust a vaba raadiusega tõmbame kaare bc. Punkti-



Joon. 47

dest b ja c tõmbame kaarele sama raadiusega kaarekesed d ja e.

Saadud punkte d ja e nurgatipuga ühendades jagame antud nurga 3-ks võrdseks osaks (joon. 47-c).

Joonestada antud nurgaga võrdne nurk. Kujutame vabas suuruses nurga bac ja ühise raadiusega kaks kaart, esimese punktist a, lõigates temaga mõlemat antud nurga haara ab ja ac, teise punktist a^1, lõigates temaga sirgjoont a^1c^1. Võtame sirkliga bc ja asetame selle kaarele c^1b^1. Ühendades punkti a^1 punkti b^1-ga, saame soovitava nurga, mis on võrdne antud nurgaga (joon. 47-d).

Leida ringi keskpunkt. Antud ringjoonele tõmbame kaks vabalt valitud kõõlu ab ja cd ja joonestame nende keskpunktist ristjooned. Leitud keskristsirgete lõikepunkt O on otsitav keskpunkt kaarele või ringjoonele abcd (joon. 47-e).

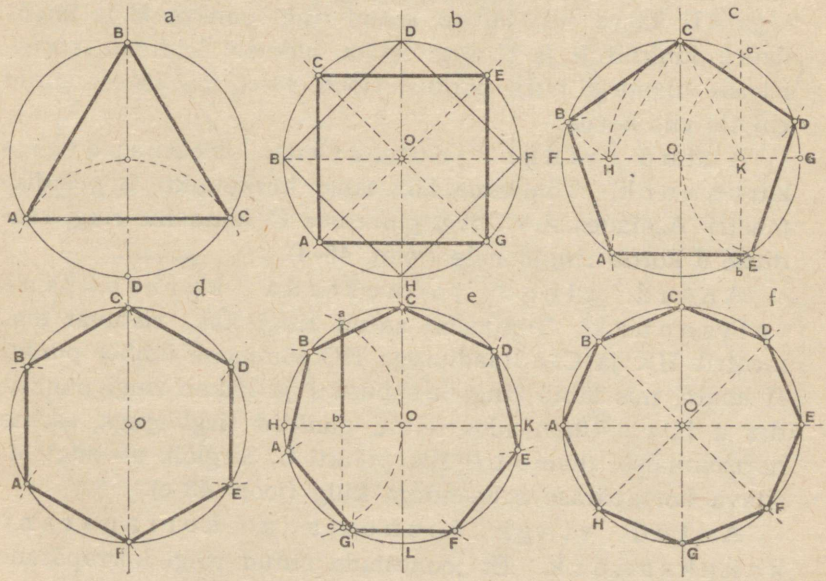
Joonestada ringjoon läbi kolme punkti.

Ühendame punktid a, b ja c kahe sirgega ja leiame nende keskristsirged. Nende lõikepunkt O on otsitav keskpunkt ringile abc (joon. 47-f).

Joonestada kaar antud kolmnurga abc ümber (joon. 47-g). Kui kolmnurga külgede keskelt joonestada keskristsirged, saame nende lõikepunktis O otsitava kaare keskpunkti.

GRAAFILINE VÕRDKÜLGSE 3—8-NURGA JOONESTAMINE ANTUD RINGI.

Antud ringi joonestada võrdkülgne kolmnurk. Võrdkülgse kolmnurga joonestamiseks ringi tõmbame esiti püstdiameetri. Siis joonestame diameetri otspunktist D antud ringjoonele ühise raadiusega kaare, mis



Joon. 48

lõikab ringjoont punktides A ja C. Ühendades punktid A, B ja C sirgjoontega, saame võrdkülgse kolmnurga (joon. 48-a).

Antud ringi joonestada ruut. Tõmbame antud ringi kaks ristuvat diameetrit BF ja DH. Ühendades nende lõikepunktid ringjoonega sirglõikudega (kõõludega), saame otsitava ruudu BDFH. Et leida ruut ACEG, selleks tõmbame läbi ringi keskpunkti 45° all eelmistele veel kaks ristuvat diameetrit. Ühendades nende lõikepunktid ringjoonega sirglõikudega, saame ruudu ACEG (joon. 48-b).

Antud ringi joonestada korrapärane viisnurk. Tõmbame antud ringi kaks ristuvat diameetrit FG ja CO. Asetades sirkli teraviku punkti G, tõmbame läbi ringi keskpunkti O kaare, mis lõikab antud ringi punktides a ja b. Ühendame leitud punktid sirglõiguga, mis poolitab raadiuse OG punktis K. Ümber punkti K raadiusega KC tõmbame kaare CH. Tõmmates ümber punkti C raadiusega CH kaare, mis lõikab antud ringi punktis B ja ühendades punktid B ja C sirglõiguga, olemegi leidnud korrapärase viisnurga külje pikkuse (joon. 48-c), mis asetub antud ringile viis korda.

Antud ringi joonestada korrapärane kuusnurk. Tõmbame läbi ringi keskpunkti O püstdiameetri. Asetades sirkli otsa punktisse C, kanname ringi raadiuse 6 korda ringjoonele (joon. 48-d).

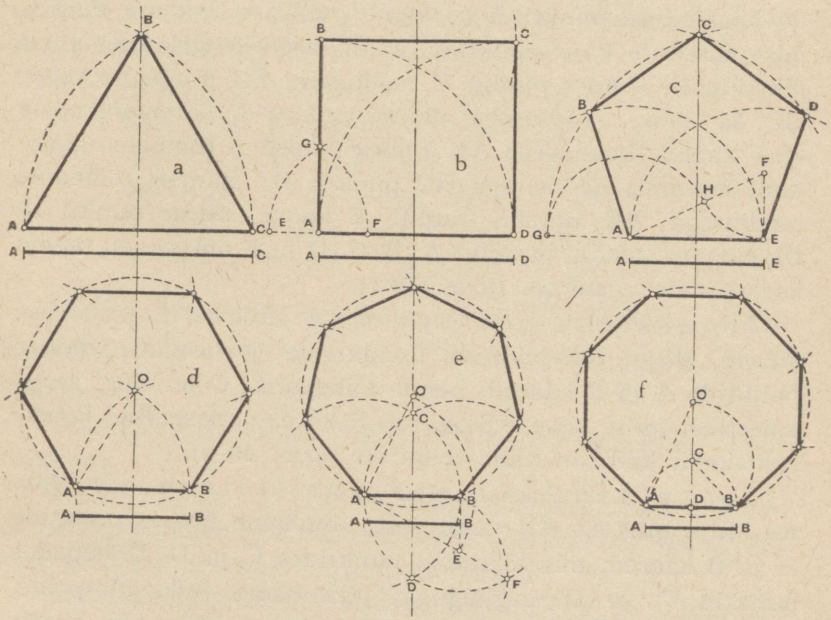
Antud ringi joonestada korrapärane seitsenurk. Tõmbame antud ringi kaks ristuvat diameetrit HK ja CL. Raadiusega HO tõmbame ümber punkti H kaare, mis läbib ringi keskpunkti ja lõikab ringi punktides a ja c. Ühendades leitud punktid sirglõiguga, saame horisontaalsel diameetril HK punkti b. Sirglõik ab ongi otsitava korrapärase seitsenurga külg (joon. 48-e).

Antud ringi joonestada korrapärane kaheksanurk. Et joonestada antud ringi korrapärane kaheksanurk, selleks tõmbame antud ringi kaks ristuvat

diameetrit AE ja CG. Tõmbame veel kaks uut diameetrit BF ja HD, mis eelmistega moodustavad 45°-sed nurgad. Ühendades diameetrite ja ringi lõikepunktid, saame korrapärase kaheksanurga (joon. 48-f).

KORRAPÄRASTE HULKNURKADE JOONESTAMINE ANTUD KÜLGEDE JÄRGI.

Joonestada võrdkülgne kolmnurk. Antud on kolmnurga külg AC. Ümber punktide A ja C joonestame raadiusega AC kaks kaart, mis lõikuvad punktis B. Ühendades punktid A, B ja C sirglõikudega, saame võrdkülgse kolmnurga (joon. 49-a).



Joon. 49

Joonestada ruut. Külje AD algpunktile A joonestame ristsirge (joon. 49-b) ja kanname sellele sirglõigu AB=AD. Ümber punktide D ja A joonestame kaared raadiusega AD. Ühendades punktid A, B, C ja D sirglõikudega, saame otsitava ruudu.

Et punktist A tõmmata üles ristsirge, selleks tuleb punktist A vasakule ja paremale mahutada võrdsed osad AE ja AF. Ümber punktide E ja F tõmbame raadiusega EF kaared, millede lõikepunkt on G. Ühendades A ja G, saame ristjoone (joon. 49-b ja 46).

Joonestada korrapärane viisnurk. Antud külje AE lõpp-punktist E joonestada ristsirge EF, mis võrdub ½ AE-ga, saades punkti F, mille ühendame sirglõigu abil punktiga A. Ümber punkti F raadiusega EF tõmbame kaare kuni sirglõiguni AF, leides seega punkti H. Asetades sirkli otsa punkti A jätkame punktist H kaare tõmbamist vasakule kuni punktini G, mis asetseb viisnurga aluse pikendusel. Ümber punkti E raadiusega EG tõmbame kaare GC ja sama raadiusega ümber punkti A paremale poole teise kaare. Raadiusega AE ümber punkti A tõmbame kaare kuni lõikumiseni kaarega GC punktis B. Samuti tõmbame raadiusega AE, ümber punkti E kaare, saame punkti D. Ühendades saadud punktid A, B, C, D ja E omavahel, saame korrapärase viisnurga (joon. 49-c).

Joonestada korrapärane kuusnurk. Kuusnurga külje AB-pikkuse raadiusega joonestame ümber punktide A ja B kaared; nende lõikepunkt O on ringi keskpunktiks, mille sisse AB asetub 6 korda. Edaspidine konstruktsiooni käik on näha jooniselt (joon. 49-d).

Joonestada korrapärane seitsenurk. Võttes külje pikkuse AB raadiuseks, tõmbame ümber punktide A ja B kaared, mis lõikuvad punktides C ja D. Ühendades punktid C ja D sirglõiguga, pikendame seda ülespoole. Ümber punkti D raadiusega AB tõmbame kolmanda kaare,

mis lõikub kaare CAD pikendusega punktis F. Ühendame sirglõiguga punktid A ja F ja tõmbame punktist B ristsirge AB-le, mis lõikab AF punktis E. Võttes punkti A keskpunktiks, tõmbame raadiusega AE kaare, mis lõikab sirget CD punktis O. Raadiusega AO ümber punkti O tõmmatud ringjoon osutub otsitava seitsenurga ümber joonestatud ringjooneks (joon. 49-e).

Joonestada korrapärane kaheksanurk. Joonestame antud küljele AB keskristsirge CD. Ümber punkti D raadiusega AD joonestame poolringi, mis lõikab keskristsirget punktis C. Ümber punkti C raadiusega CB tõmbame kaare kuni keskristsirgega lõikumiseni punktis O. Võttes punkti O keskpunktiks, joonestame ringjoone raadiusega OA, millele antud külg asetub 8 korda (joon. 49-f).

Korrapärast hulknurka võib veel joonestada valemi (sisenurkade summa = 2 nd — 4 d, kus n on nurkade arv ja d = 90°) põhjal järgmiselt:

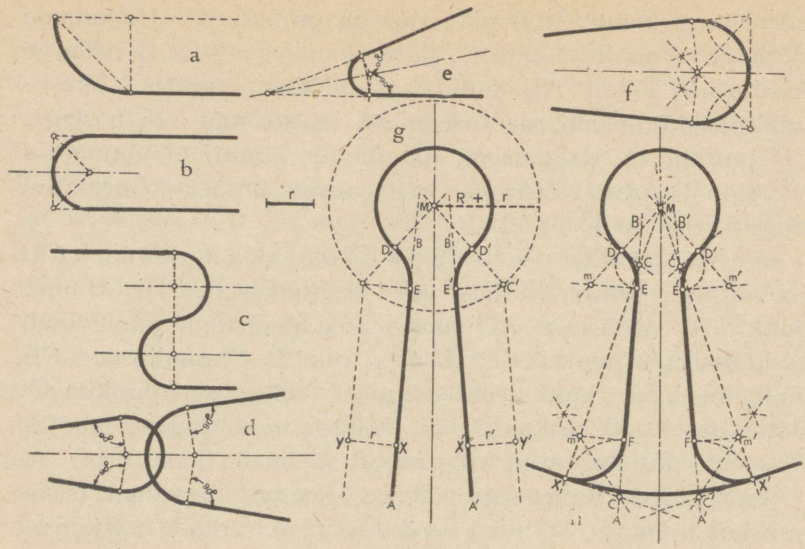
3-nurgas : $3 \cdot 2d - 4d = 2d = 180°$
4-nurgas : $4 \cdot 2d - 4d = 4d = 360°$
5-nurgas : $5 \cdot 2d - 4d = 6d = 540°$
6-nurgas : $6 \cdot 2d - 4d = 8d = 720°$
7-nurgas : $7 \cdot 2d - 4d = 10d = 900°$
8-nurgas : $8 \cdot 2d - 4d = 12d = 1080°$

Sellest järeldame, et iga sisenurk korrapärasel kolmnurgal on $\frac{180°}{3} = 60°$, ruudul $\frac{360°}{4} = 90°$, viisnurgal $\frac{540°}{5} = 108°$ jne.

Viisnurga järjestikune joonestamise võte on näidatud eessõna ees.

Kõverjoonte liitmine. Kõverjoont tuleb liita nii, et nad ei tekitaks murranguid, nurki, peenendusi ega sõlmi, vaid liituksid ühtlaseks sirg-kõverjooneks.

Et nende kõveruste liitmine sirgjoontega on näha joonistel 50 a—f, siis ei vaja nad erilist seletust.



Joon. 50

a) ¼ ringjoone ja sirgjoone liitmine,
b) ½ ringjoone ja sirgjoone liitmine,
c) ½ ringjoone ja sirgjoone liitmine,
d, e, f) ringjooneosade liitmine sirg-kõverjooneks.

KAHE KOONDUVA SIRGJOONE LIITMINE RINGJOONEGA.

1. viis:

Et leida liitjoone keskpunkti C, selleks tõmbame joonele AB kõveruse raadiuse kaugusel rööpjoone Cy ja ringjoone DD^1 ning kõveruse raadiuse kaugusel rööpringjoone C^1. Joonte lõikepunkt C on kõverjoone DE keskpunkt (joon. 50-g).

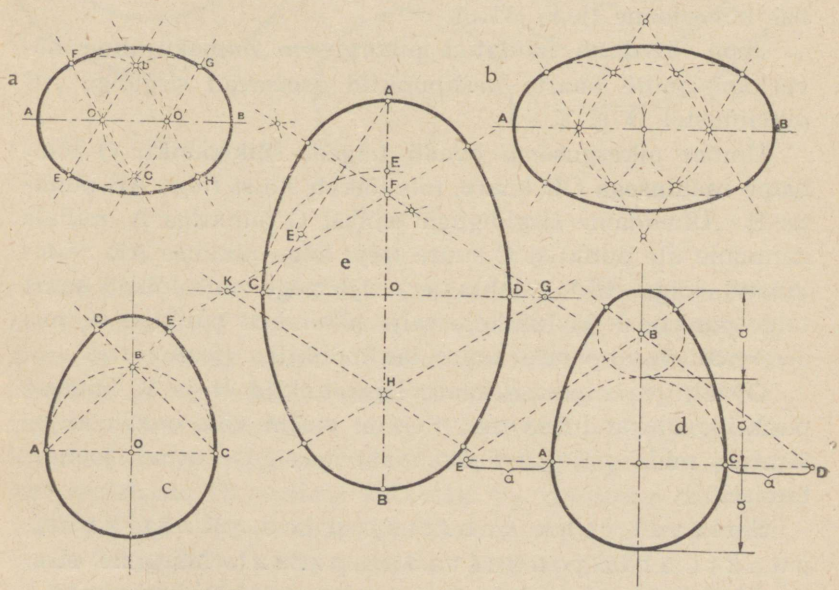
2. viis:

Kui on antud ringjoone osa DD^1, siis valime temale kõverjoone ülemineku punktis D^1, tõmbame joone MD^1 ja joo-

nestame risti sellele joone D^1C^1, mis lõikab A^1B^1 punktis C^1. Siis A^1B^1 asetame C^1E^1-le, mis võrdub C^1D^1 ja joonestame punktis E^1 joonele A^1B^1 ristjoone, mis lõikab MD^1 pikendust punktis m^1 ja annab otsitava liitkaare D^1E^1 keskpunkti. Kui keskpunktist m^1 tõmbame raadiusega $D^1m^1 = E^1m^1$ kaare, siis liitub ta antud ringjoonega punktis D^1 ja sirgjoonega A^1B^1 punktis E^1.

Joonestuse alumine osa kujutab sirgjoone üleminekut kõverjoonte abil, mille joonestamise viis on ühine eelmisega (joon. 50-h).

Ovaalide joonestamine. Jagades antud telje AB 3-ks võrdseks osaks, saame punktid O ja O^1, millede ümber joonestame ringid raadiusega ⅓ AB (joon. 51-a). Ühendades sirglõikudega ringide lõikepunktid C ja D punktidega O ja O^1 ja pikendades neid sirglõike kuni lõikumi-



Joon. 51

seni ringidega, saame ovaali liitpunktid E, F, G ja H. Ühendades punktid F ja G ringi kaarega FG, mille keskpunktiks on punkt C, ja punktid E ja H ringi kaarega, mille keskpunktiks on punkt D, saamegi otsitava ovaali (joon. 51-a). Ovaali (joon. 51-b) joonestamise viis on sarnane eelmisega, kuid selle vahega, et antud telg AB on jagatud 4-ks võrdseks osaks.

Munakujuliste kõverjoonte joonestamine. Tõmbame läbi antud sirglõigu AC keskpunkti O telgjoone BO. Ümber keskpunkti O joonestame raadiusega AO ringjoone, mis lõikab püsttelge punktis B. Tõmbame kõõlud AB ja CB ja pikendame neid väljapoole ringi. Ümber punktide A ja C joonestame raadiusega AC kaared kuni nende lõikumiseni sirgjoontega AB ja BC punktides D ja E. Ümber punkti B joonestame raadiusega BD kaare, mis ühendab punktid D ja E. Nii saamegi otsitava munakujulise kõverjoone (joon. 51-c).

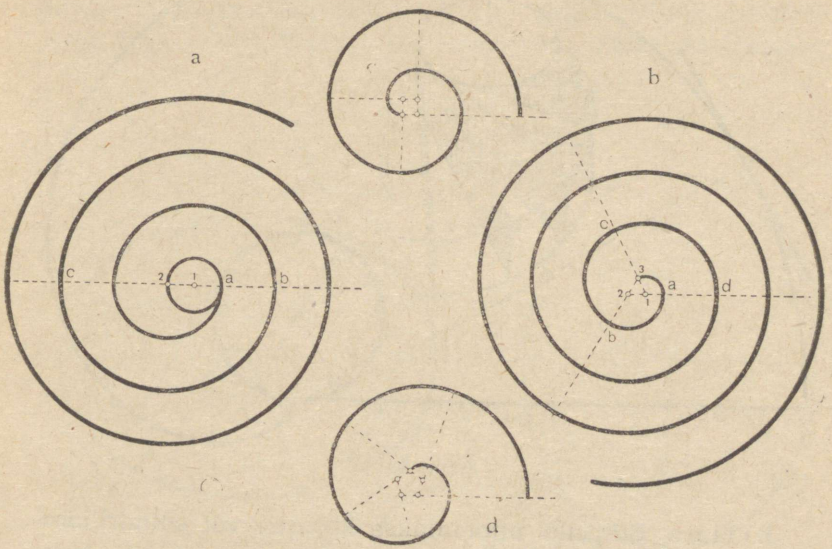
Joon. 51-d on näidatud pikergusem munakujuline kõverjoon, mille kaarte keskpunktid asetsevad sirglõigu AC pikendustel D ja E.

Ümber pikergusema ovaali telgede lõikepunkti O tõmbame raadiusega OC kaare, mis lõikab suurt telge AB punktis E. Ühendame sirglõiguga punkti C punktiga A, millele kanname üle punktist C suure telje lõigu pikkuse AE. Ülejäänud lõigu E^1A poolitame ristjoonega, mis lõikab suurt telge punktis F ja lühikese telje pikendust punktist G, mis on ovaali vasakpoolse kaare keskpunktiks (joon. 51-e).

Ovaali parempoolse kaare keskpunktid H ja K leitakse punktide ülekandmise teel. See on parim võte ovaali kujutamisel, mida võib hästi kasutada igasuguse ovaali joonestamisel.

Spiraal- ehk keeritsjooned. Kahe keskpunkti abil joonestada spiraal. Märgime sirgjoonel kaks punkti 1 ja 2, mis on spiraali keskpunktid.

Nendest spiraali keskpunktidest järgemööda poolkaari tõmmates ja neid eelmise kaarega tema lõpp-punktis liites, saame spiraali (joon. 52-a). Spiraale võib joonestada ka 3-st, 4-st, 5-st, 6-st jne. keskpunktist, mis on näidatud joon. 52 b—d.

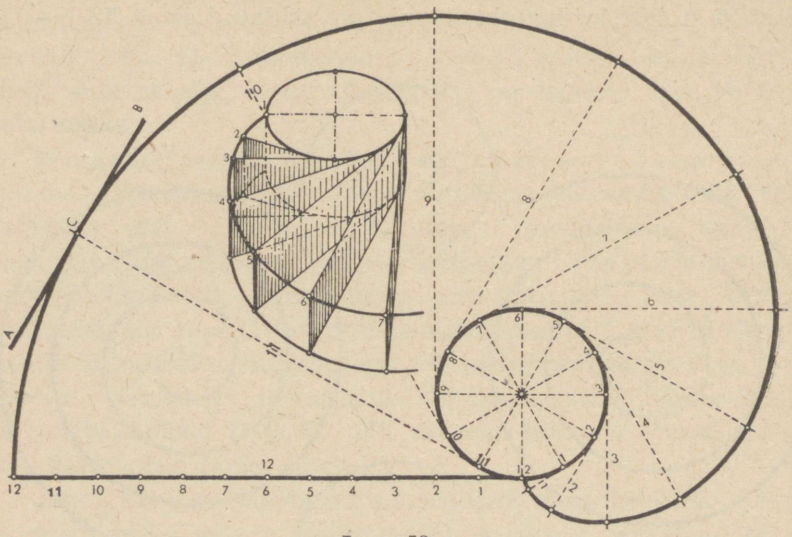


Joon. 52

E v o l v e n t (rullmähis). Evolvendi kõverjoont tarvitame hammasratta kuju joonestamisel. Antud ringjoone jagame 12 võrdseks osaks. Ühendame need punktid 12 diameetriga ja tõmbame antud ringjoonele neist punktidest puutujad; kanname puutujale 12 üle 12 korda $^1/_{12}$ ringjoone pikkusest. Puutujale 11 asetame 11 korda $^1/_{12}$ ringjoone pikkusest, puutujale 10 asetame 10 korda $^1/_{12}$ ringjoone pikkusest jne. Leitud lõpp-punkte ühendades, nagu näha joonisel, saame kõverjoone, mida nimetame evolvendiks.

Et konstrueerida evolvendile puutujat (tangens), näit.

punktis C, on selleks vaja nimetatud punktis sirgjoonele 11 tõmmata ristsirge AB, mis ongi otsitav puutuja (joon. 53).



Joon. 53

E l l i p s. Ellipsiks nimetatakse koonuse või silindri tasapinnalist kaldlõiget. Ellipsil on kaks ristuvat telge, mis jagavad ellipsi 4 võrdseks osaks. Telgede lõikepunkti nimetatakse ellipsi keskpunktiks. Sirglõiku, mis ühendab mõnda ellipsi punkti fookusega, nimetatakse raadiusvektoriks. Nende kogupikkus on jääv suurus, mis on võrdne suure telje pikkusega. Selle põhjal võime kirjutada:

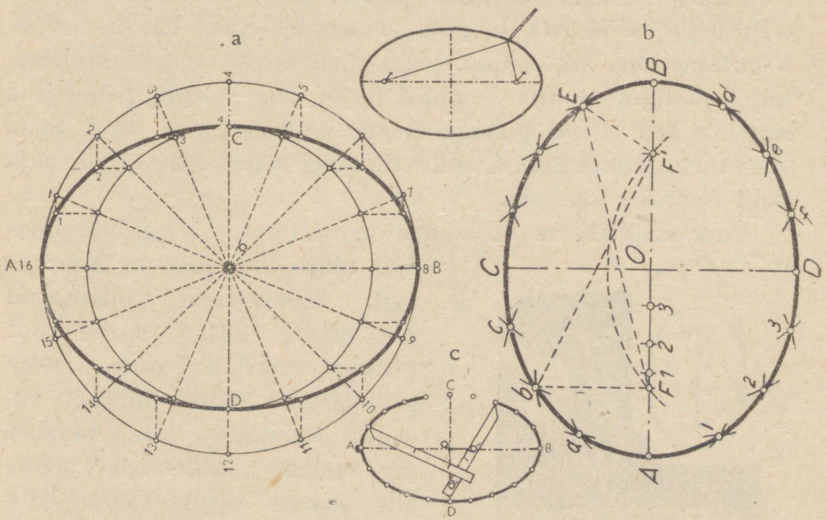
$FE+EF^1=AB$, $Fb+bF^1=AB$ jne.

E l l i p s i j o o n e s t a m i n e t e m a t e l g e d e a b i l.

1. v õ t e:

Antud on ellipsi teljed AB ja CD. Ümber nende lõikepunkti — ellipsi keskpunkti O — joonestame kaks kontsentrilist ringjoont raadiustega OA ja OC. Jagame suure ringjoone näit. 16 võrdseks osaks ja ühendame saadud punktid

diameetrite abil. Tõmbame iga suure ringjoone jaotuspunktist paralleeljooned lühikesele teljele ja samuti iga väikese ringjoone jaotuspunktist paralleeljooned suurele teljele. Nende paralleelide lõikepunktid 1, 2, 3, 4 jne. on otsitava ellipsi punktid. Ühendades neid punkte kõverjoontega esiti käsitsi ja siis joonsule ja lekaali abil, saame ellipsi ühe veerandi (joon. 54-a). Samuti joonestame ülejäänud osa ellipsist.



Joon. 54

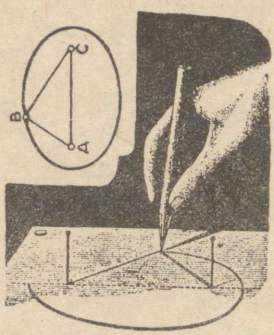
2. võte:

Joon. 54-b. Määrame kindlaks ellipsi fookuste F ja F^1 asukohad. Selleks tõmbame ümber lühikese telje otspunkti D kaare raadiusega AO, mis lõikab suurt telge punktides F ja F^1. Saadud punktid F ja F^1 ongi ellipsi fookused. Fookuse F ja keskpunkti O vahel märgime rea punkte 1, 2, 3 . . . niiviisi, et nende vahe fookusest kaugenedes pikkamisi kasvab. Ümber fookuste F ja F^1 raadiusega A1 joonestame 4 väikest kaarekest. Raadiusega B1 tõmbame ümber foo-

kuste F ja F^1 neli kaarekest, mis lõikavad eelmisi kaarekesi punktides a, 1, d, E. Saadud punktid on otsitava ellipsi omad. Et saada järgmised neli punkti, joonestame uuesti ümber fookuste F ja F^1 raadiustega A2 ja B2 kaared, mis lõikuvad punktides b, 2, e.

See joonestamise viis nõuab palju aega ja hoolsat punktide otsimist. Seepärast joonestatakse ellips sageli pabeririba abil. Selleks märgime paberiribale ½ ellipsi suurest teljest AB, s. o. AO, ja pool väikesest teljest CD, s. o. CO. Nihutame riba nii, et üks punkt püsib alatasa ellipsi lühikesel teljel ja teine punkt — pikal teljel, siis märgib pabeririba teravots rea ellipsi punkte, nagu see näha joon. 54-c. Seda viisi tarvitatakse sageli selle lihtsuse tõttu, sest ei ole vaja isegi fookuste otsimist.

Veel praktilisem on ellipsi joonestamine pinguletõmmatud niidi abil, mis on kinnitatud fookustesse püstitatud nööpnõelte külge. Selle niidi pikkus võrdub suure telje pikkusega. Kui pliiatsi otsaga tõmmata niit pingule ja vedada pliiatsiga joon, siis saame ellipsi (joon. 54-c ja 55).

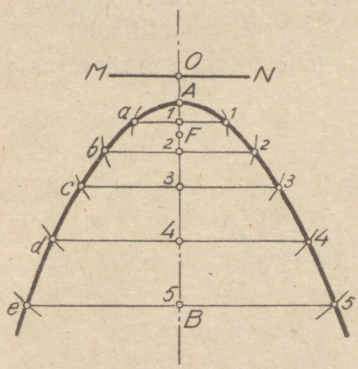


Joon. 55

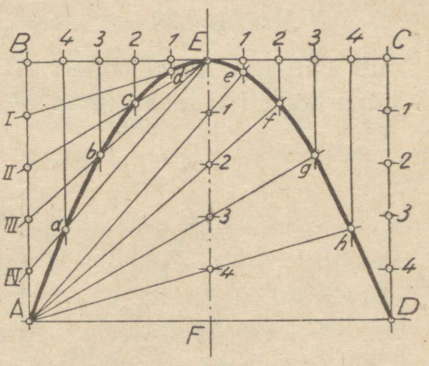
Selline ellipsi joonestamine pinguletõmmatud niidi abil on läbiviidav ainult mõne suurema eseme valmistamisel, eriti puidutööstuse alal. Tehnilisel joonestamisel seda võtet kasutada ei saa. Siin tuleb ikkagi joonestada sirkli ja lekaalide abil. (Vt. joon. 311 — ellipssirkel.)

P a r a b o o l. Parabool on koonuslõige, mille tasapind on paralleelne koonuse ühe moodustajaga.

Parabooli joonestamine. Sirglõigul AB võtame punkti F, sellest ülespoole joonestame direktrissi MN. Teljele AB märgime rea vabalt valitud punkte 1, 2, 3 ... Et parabooli paremini joonestada, valime punktid nii, et parabooli tipust kaugenedes nende vahed järjest laieneksid. Tõmbame neist läbi paralleeljooned direktrissile. Ümber fookuse F raadiusega O1, O2, O3 jne. joonestame kaared kuni lõikumiseni paralleeljoontega läbi punktide 1, 2, 3 ... Punktid 1, a, 2, b ... on otsitava parabooli punktid (joon. 56).



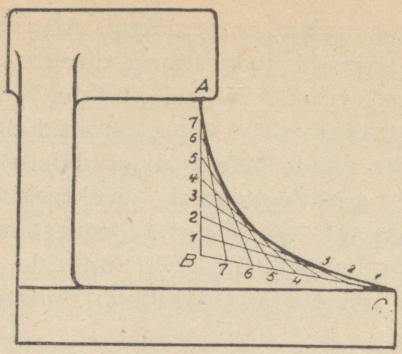
Joon. 56



Joon. 57

Joonestada parabool antud ristkülikule. Poolitame ristküliku ABCD püstteljega EF. Jagame BE ja EC võrdseiks osiks. Niisama võrdseiks osiks jagame ristküliku küljed AB ja CD. Ühendame punkti E kiirtega I, II, III ja IV ning tõmbame paralleeljooned parabooli teljele EF; lõigates nendega kiiri punktides a, b, c ja d, saame vasempoolse otsitava parabooli kõverjoone punktid (joon. 57).

Parempoolse parabooli kõverjoone saame kas punktide ülekandmise teel või järgmiselt: Teljel asetsevad osad 1, 2, 3 ja 4 ühendame punkti A kiirtega 1, 2, 3 ja 4 ning tõmbame paralleeljooned parabooli teljele punktidest 1, 2, 3

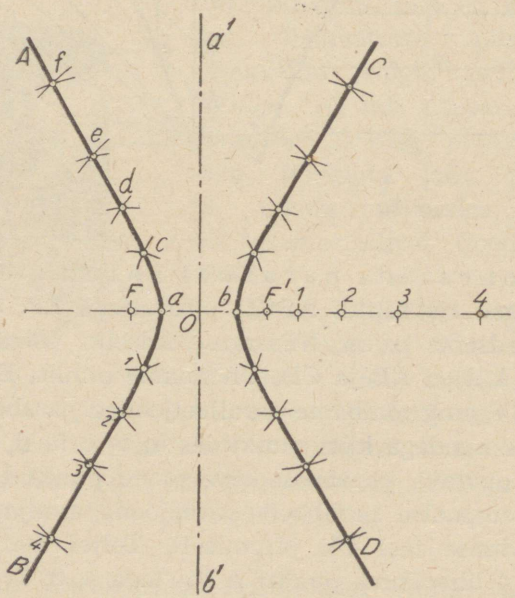


Joon. 58

ja 4, mis asetsevad sirglõigul EC. Lõikpunktid e, f, g, h on otsitava parempoolse parabooli punktid (joon. 57).

Joon. 58 kujutab parabooli rakendamist masinaosa joonestamisel.

Hüperbool. Hüperbool on kõverjoon, mis koosneb kahest ühesugusest sümmeetriliselt asetatud lahtisest kõverjoonest AB ja CD, mida nimetatakse hüperbooli harudeks (joon 59).



Joon. 59

Hüperbooli saame koonuse lõikumisel tasapinnaga, mis on paralleelne ta teljega.

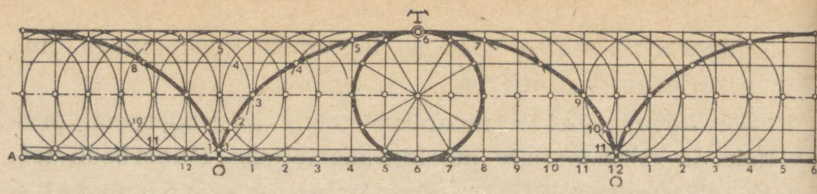
Sel kõverjoonel nimetatakse joont ab hüperbooli peateljeks ja ristjoont a^1b^1 mõeldavaks teljeks. Hüperbooli telgede lõikumispunkti O nimetatakse keskpunktiks, punkte a ja b tippudeks ning F ja F^1 tulipunktideks ehk fookusteks.

Antud fookustele F, F^1 ja teljele ab joonestada hüperbool. Fookusest F^1 tähistame paremale poole rea punkte 1, 2, 3 ja 4, millede vahed fookusest kaugenedes laienevad. Nüüd joonestame fookustest F ja F^1 kui keskpunktist raadiusega a1 neli kaart. Kui samadest fookustest joonestame raadiusega b1 kaared, siis saame nende lõikumisel esimeste kaartega punktid c, 1 jt. Selle järjes leiame kõik hüperbooli punktid. Neid kõverjoonega ühendades saame hüperbooli.

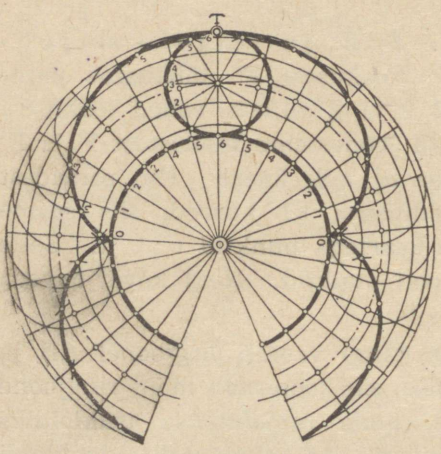
Tsükloid. Kui ketas (ring) veereb sirgjoonel AB ja sealjuures ei vaaru ega libise, siis joonestab mõni ringjoone punkt, näit. T kõverjoone, mida nimetatakse tsükloidiks (joon. 60). Liikumatut sirgjoont AB nimetatakse tsükloidi juhtjooneks ja veereva ketta serva tema kujutavaks jooneks. Tsükloidi kujutav punkt T on tema tulipunkt. Tsükloidi tarvitatakse hammasrataste joonestamisel, hammastele kuju andmisel.

Tsükloidi joonestamine. Jagame antud ringjoone 12 ühesuurusesse ossa ja asetame need juhtjoonele. Saadud punktidest joonestame ristsirged juhtjoonele ja ringjoone jaotuspunktidest tõmbame sirged, mis on paralleelsed juhtjoonega.

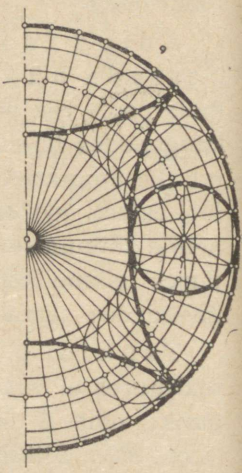
Veerevana kujutletava ringi punkt T lõikab juhtjoonega paralleelseid jooni, andes tsükloidi punktid 1, 2, 3 jne. Kui aga ühendame kõik need punktid kõverjoonega, siis saame tsükloidi (joon. 60).



Joon. 60



Joon. 61



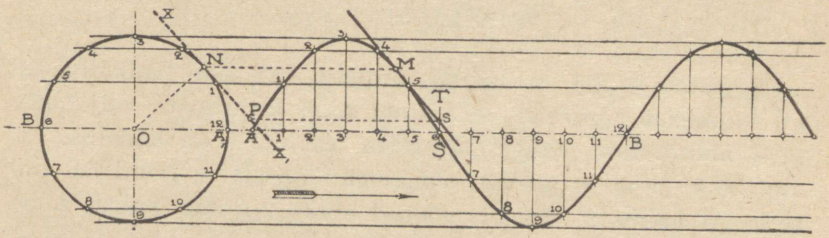
Joon. 62

Joonestada epitsükloid (pealketasjoon), kui on antud juhtjoon ja kujutav ringjoon. Jagame kujutava ringjoone 12 võrdseks osaks ja märgime need juhtjoonele. Pikendades neid punkte läbivaid juhtjoone raadiusi, saame telgjoonel punktid, millede kui keskpunktide ümber joonestatavad kaared annavad epitsükloidi punktid, mis ühendame ühise kõverjoonega (joon. 61).

Joonestada hüpotsükloid (allketasjoon), kui on antud juhtjoon ja kujutav ringjoon. Hüpotsükloidi joonestamine on sarnane epitsükloidi omaga (joon. 62).

Sinusoid. Jagame ringjoone 12 ühesuuruseks osaks. Märgime sümmeetriateljele AB 12 vabas pikkuses võrdset osa ja tõmbame neist ristsirged mõlemale poole sümmeetriatelge. Ringilt O noole sihis jaotuspunkte projitseerides kuni ristsirgete lõikumiseni, saame punktid 1, 2, 3 ..., mis isekeskis ühinedes annavad kõverjoone, mida nimetatakse sinusoidiks (joon. 63). Sinusoid leiab tegelikku kasutamist elektrotehnikas.

Ex bibl. univ. T



Joon. 63

III peatükk.

PROJEKTSIOON-JOONESTAMINE.

SISSEJUHATUS.

Kujutav kunst on üks osa üldisist, rahvaste läbikäimises nii vajalisist tegureist — mõtete ning kujutluste väljendamise abinõudest. Kõige mõjuvam osa neist on kõnelus. Et aga kõiki oma kujutlusi sõnadega täpselt väljendada on peaaegu võimatu, siis on võetud abiks kujutav kunst, s. o. oskus asjade kuju panna paberile, mis võimaldab väljendada kõiki objektiivseid kujutlusi kõigis üksikasjus ja neid edasi anda kõigile arusaadavalt ning mõistetavalt. Kujutist ehk pilti võib mõista samaselt ja täpselt igast eri rahvusest inimene vaatamata keelte oskamatusele.

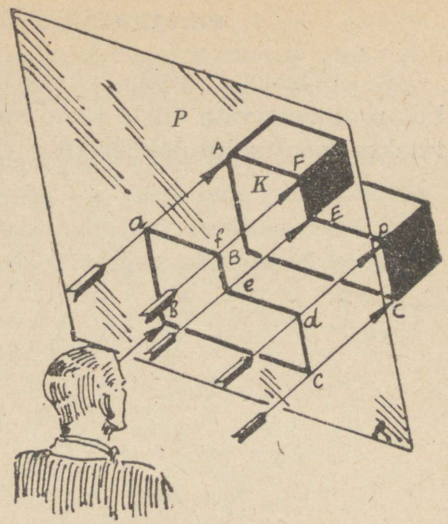
PROJEKTSIOONI ÜLDSELETUSI.

Projektsioon-joonestamine põhineb nõnda-nimetatud projitseerimise meetodil. Sõna „projektsioon" on tuletatud ladinakeelsest sõnast „projicere", mis tähendab kujutlema, ette kavatsema, sellest siis ka sõna projekt.

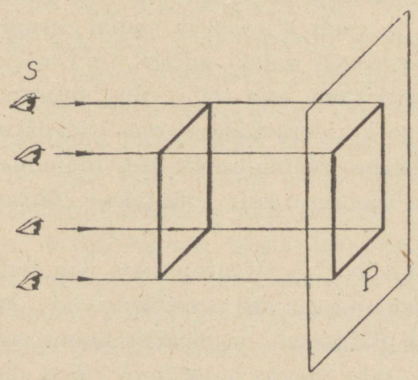
Kui mingi valgusallika ette asetada mistahes keha K ja selle taha tasapind P, siis keha vari heitub sellele tasapinnale. Valguse kiired, mis keha piirjooni riivates tungivad tasapinnani, heidavad ehk projitseerivad tasapinnale selle keha piirkujundi ehk kontuuri. Nii võib valguskiirte abil igast ruumilisest kehast saada tasapinnale varju ehk projekt-

siooni, mis teatud tingimustel võimaldab täielise ettekujutuse sellest kehast.

Samuti on lugu, kui asetame valgusallika asemele vaatleja silma ja lihtsuse pärast oletame, et kiired tulles vaatleja silmast ning riivates papist täisnurkset nelinurka tungivad kujutustasapinnani P (tõepoolest aga tulevad valguskiired vaatleja silma), siis tasapinnal P saame



Joon. 64

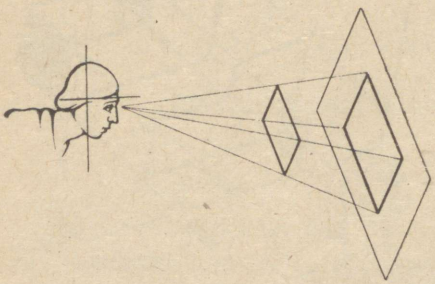


Joon. 65

selle papist nelinurga heitevarju ehk projektsiooni (joon. 65).

Tasapinda P, millele heitub keha vari, nimetatakse heitevarju-, projektsiooni- ehk kujutustasapinnaks, heitevarju ennast — asja K projektsiooniks, heitekiiri — projitseerivateks kiirteks, projitseerivate kiirte kaldenurka projektsioonitasapinna vastu — projitseerimisnurgaks ja asja — projitseeritavaks asjaks. Projektsiooni suunda tähistatakse noolega (joon. 64, 65).

Tsentraalprojektsioon. Projitseerimisviisi, kus projitseerivate kiirte kimp väljub ühest punktist, nimetatakse tsentraalprojektsiooniks (joon. 66). Kuid asja tõelisest suurusest ei anna sel viisil projitseeritud pilt otseselt mingisugust ettekujutust, samuti ka projitseeritava asja mõõdusuhtest mitte, sest et siin asja projektsioon suureneb projektsioonitasapinna kaugenemisega vaatleja silmist. Seejuures jääb ta projitseeritavast asjast vähemaks niikaua, kui projektsioonitasapind jääb vaatleja silma ja projitseeritava asja vahele; ta on võrdne projitseeritava asjaga, kui ta asub viimasega samal tasapinnal, ja on suurem projitseeritavast asjast niipea, kui projektsioonitasapind asub projitseeritava asja taga, ning suureneb järjest tasapinna liikumisega kaugenemise suunas. Seepärast see projitseerimisviis ei kõlba nõndanimetatud tööjoonestuse valmistamiseks, kus joonestuselt nõutakse täpseid mõõte (joon. 3—5).

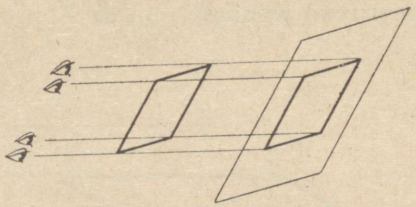


Joon. 66

Paralleelprojektsioon. Vaatepunkti kaugenedes projektsioonitasapinnast muutuvad projitseerivad kiired järjest paralleelsemaks üksteisele ja projektsiooni suurus ligineb projitseeritava asja õigele suurusele (joon. 64). Asub vaatepunkt lõpmata kaugel, siis võib väikese veaga öelda, et projitseerivad kiired on paralleelsed üksteisega ja asi projitseerub õiges (loomulikus) suuruses olenemata projektsioonipinna asukohast, kui ta aga on paralleelne asjale (joon. 65).

Seda projitseerimisviisi kutsutakse paralleelprojektsiooniks. Paralleelprojektsioon omakorda jaguneb veel kahte liiki, olenedes projitseerivate kiirte kaldest projektsioonitasapinna vastu.

Kald- ehk klinogonaalprojektsioon. Nagu eeltoodust näha, võib üht ja sama asja projitseerida mitmes suunas, kusjuures igal juhtumil projitseerivad kiired võivad langeda projektsioonitasapinnale igasuguse kaldega, olenedes projitseerija soovist, kuid ühe ja sama projitseerimise suuna juures võrdsete projitseerimisnurkade all, jäädes seejuures isekeskis paralleelseiks. Seda projitseerimisviisi nimetatakse kald- ehk klinogonaalprojektsiooniks (joon. 67).



Joon. 67

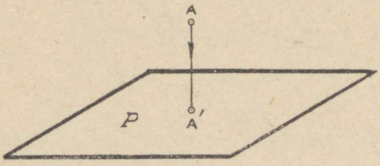
Et aga asja projektsiooni suurus selle projitseerimisviisi juures oleneb projitseerimise nurgast ning seega on muutuv, siis ei saa siin jällegi joonestiselt, s. o. projektsioonilt mõõta asja loomulikku suurust.

Et aga kord leitud projektsiooni kaudu kujutleda või leida projitseeritava asja suurust, tuleb talitada ümberpöördult: projektsiooni üksikuist punktidest püstitada perpendikulaarid teisele projektsioonitasapinnale ning neile kanda vastavate punktide kaugused projektsioonitasapinnast, mis peavad olema teada; vastasel korral on ülesanne lahendamatu.

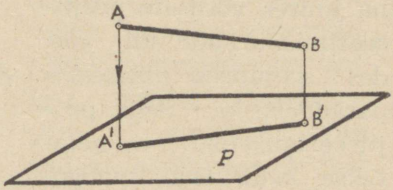
Punkti projitseerimine tasapinnale. Teatavasti punkti liikumisel ruumis tekib joon, sirgjoone liikumisel (enesele perpendikulaarses suunas) — tasapind, ja viimase liikumisel ruum. Seega on punkt ruumi elementaarseim osa. Seepärast algame punkti projitseerimisega.

Osates projitseerida punkti, on kerge projitseerida ka sirg-, murd- ning kõverlõike ja pindu ning ruumilisi kehasid.

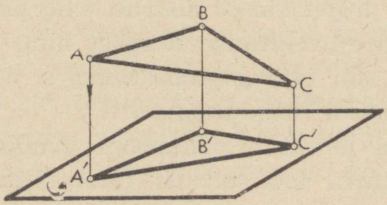
Võtame mingi tasapinna P ning punkti A selle kohal. Et projitseerida seda punkti tasapinnale, tuleb temast langetada sellele tasapinnale perpendikulaar. Punkt A^1 ongi selle punkti projektsioon. On seletamatagi selge, et kõik punktid, mis asuvad sellel perpendikulaaril, ehk teiste sõnadega: kõik punktid, mis asuvad ruumis mitmesugusel kõrgusel projektsiooni tasapinnast, kuid üksteise kohal, projitseeruvad samasse punkti A^1 (joon. 68).



Joon. 68



Joon. 69



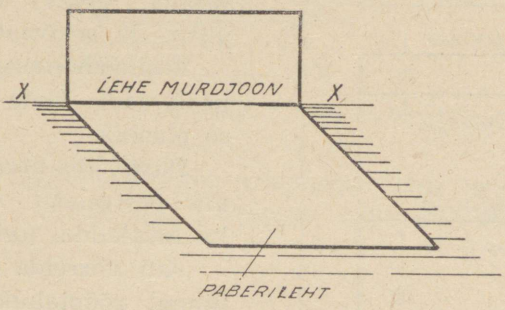
Joon. 70

S i r g l õ i g u p r o j e k t s i o o n. Ruumis asub sirglõik AB (joon. 69). Sirglõigu olek (seis) määratakse kindlaks kahe punkti abil. Et leida sirglõigu AB projektsioon, tuleb punktidest A ja B leida nende projektsioonid tasapinnal ja ühendades need omavahel sirgjoonega, saame A^1 ja B^1, mis on sirglõigu AB projektsioon.

Ruumis on kolmnurk ABC (joon. 70). Leides punktide

projektsioonid A^1, B^1 ja C^1 ja ühendades need, saame kolmnurga ABC projektsiooni $A^1B^1C^1$.

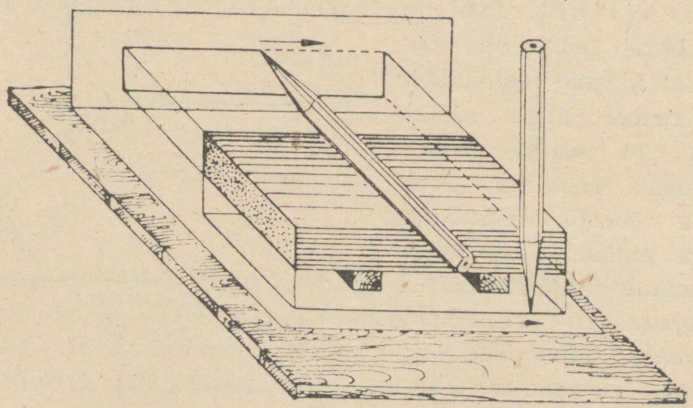
Kahele pinnale projitseerimine. Eelmised ülesanded olid projitseerimine ühele tasapinnale. Asume vastastikku risti asetsevale kahele pinnale projitseerimisele.



Joon. 71

Võtame kas lehe paberit või pappi ja murrame selle täisnurkselt, nagu näitab joon. 71.

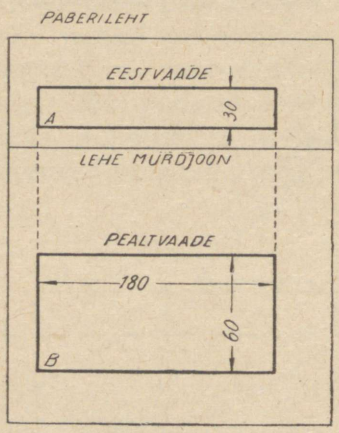
Paneme täisnurkselt murtud lehe lauale ja asetame sellele rööptahuka (joon. 72).



Joon. 72

Rööptahuka alla asetame kaks puupulgakest, tõstes seda seega vesiloodis-tasapinnalt vähe kõrgemale.

Võtame hästi teritatud pika pliiatsi ja tõmbame sellega vesi- ja püstloodis-tasapindadele rööptahuka piirjooned, nagu seda näitab joon. 72, saades seega rööptahuka pealt- ja eestvaate.



Joon. 73

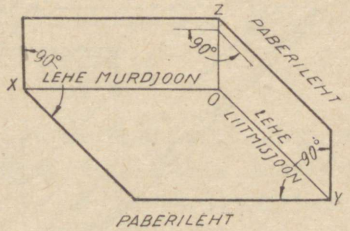
Vesiloodis-tasapinnal asub pealtvaade, mida nimetatakse plaaniks.

Püstloodis-tasapinnal asuvat eestvaadet nimetatakse ka fassaadiks (esikülg).

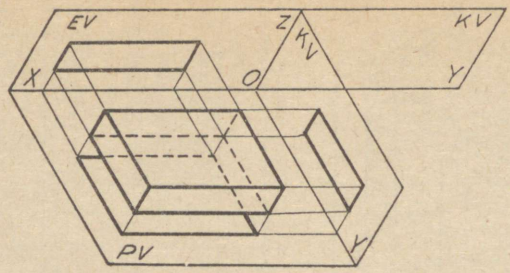
Kui võrrelda kahel tasapinnal rööptahukast saadud piirjooni, siis näeme, et need on võrdsed rööptahuka mõõtudega.

Paberileht või kartong, kuhu joonestasime rööptahuka piirjooned sirgeksmurtuna, annab ülaloleva kujundi (joon. 73).

Projitseerimine kolmele tasapinnale. Kleebime paberilehe paremale küljele veel juurde pabeririba, nagu näitab joon. 74, saame kolme seinaga täisnurga. Asetame uuesti rööptahuka tema endisele kohale ja tõmbame külgekleebitud külgpinnale risttahuka otsvaate piirjooned — saame risttahuka külgvaate, nagu seda näitab joon. 75.

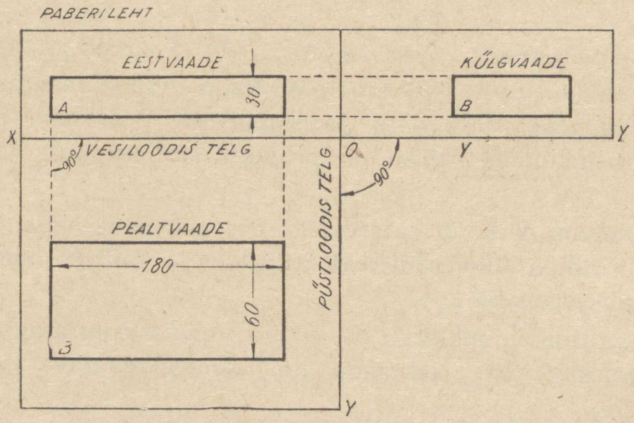


Joon. 74



Joon. 75

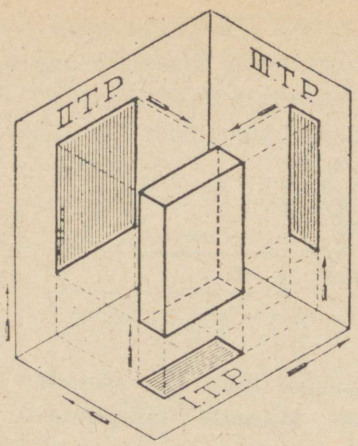
Murrame kokkukleebitud täisnurga lahti ja asetame selle lauale — saame kujutuse kolmest tasapinnast (joon. 76).



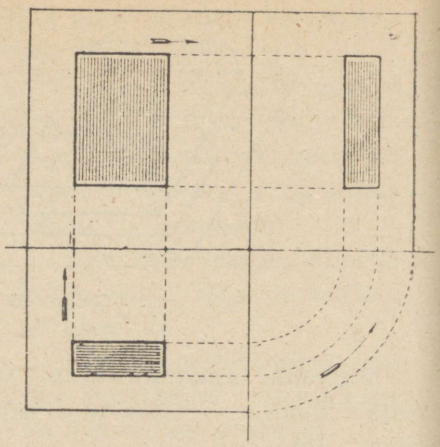
Joon. 76

Joon. 77 näitab rööptahuka projitseerimist kolmele tasapinnale (T. P.) tema püstseisundis.

Joon. 78 on seesama rööptahuka projektsioon kolmele lahtimurtud tasapinnale, nagu seda kasutatakse tehnilises joonestamises.



Joon. 77



Joon. 78

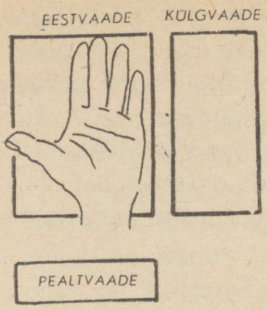
Vaadete suundade (projitseerimise suuna) kindlaksmääramine. Nagu eelpool nägime, on meil tegemist tehnilises joonestamises peamiselt kolme vaate tasapinnaga (üldse on projektsioonitasapindu olemas kuus).

Tähtsaim neist on eestvaade või peavaade, mis annab esemest kõige ülevaatlikuma kujundi ja millest enamasti ka algab joonestamine.

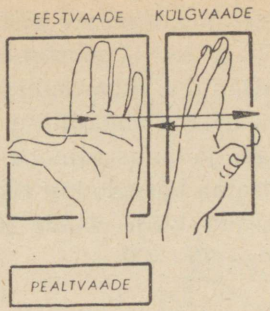
Et vältida võimalikke eksimusi projektsioonitasapindade määramisel, võib kasutada nn. „käegakatsutavat" võtet (joon. 79).

Katame eestvaate vasaku käega, peopesaga ülespoole. Sellejuures näitab meile sirgelthoitav pöial suunda, milliselt küljelt on projitseeritud eseme külgvaade. Pöörates kätt suunaga paremale poole, katame eseme projitseeritava külgvaate (joon. 80).

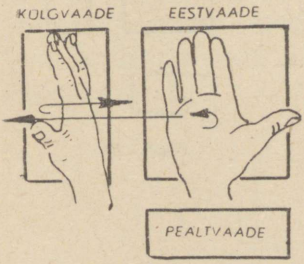
Samuti võib toimuda ka projektsioonitasapindade pealt- ja altvaadete selgitamine (joon. 81, 82).



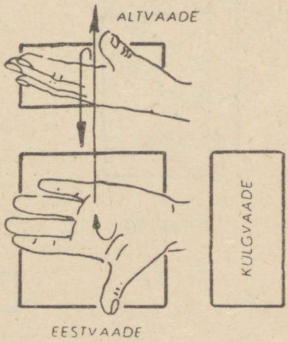
Joon. 79



Joon. 80



Joon. 81



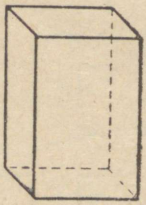
Joon. 82

VAATED (PROJEKTSIOONID).

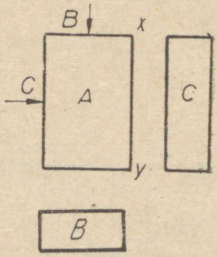
Igale joonestatavale esemele valitakse peavaade (eestvaade), kust nähtub kõige rohkem. Peavaate täienduseks antakse teisigi vaateid.

Vaadete paigutus eestvaate suhtes. Asetame risttahuka (joon. 83) enda ette ja vaatleme pinda A ristkülikuna (joon. 84), mille kõrguseks on risttahuka kõrgus ja laiuseks risttahuka laius. Saadud pilt on eestvaade — EV (peavaade). Pöörame risttahuka üle kandi (90°) allapoole, näeme ristkülikut B, mille laius on samane A laiu-

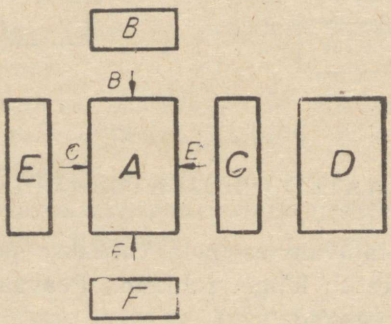
sega ja kõrguseks risttahuka paksus. See on pealtvaade — PV ja see joonestatakse eestvaate alla. Kui aga pöörame risttahuka algasendisse tagasi ja siis üle kandi paremale, siis näeme ristkülikut C, mille kõrgus on samane A kõrgusega, ja laius samane B kõrgusega. Saadud kujutus tuleb niisama kõrgele kui ristkülik A ja nii saame külgvaate — KV. Vasaku külje vaade joonestatakse peavaatest paremale (vt. joon. 79—82).



Joon. 83



Joon. 84



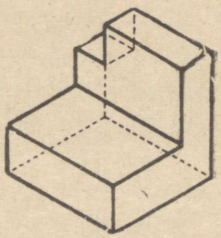
Joon. 85

Kolme vaatega ei saa kuju igakord veel selgesti esitada. Siis võib lisaks võtta muidki vaateid. Olulisemad nendest on: altvaade, teine külgvaade ja tagantvaade (selgvaade).

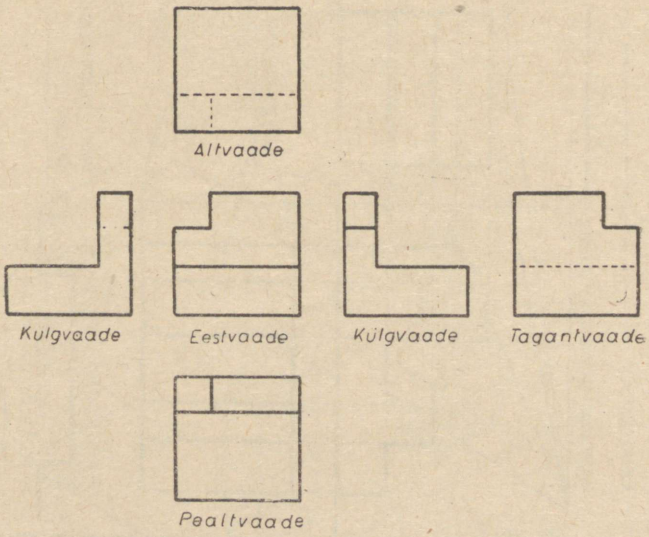
Joonisel 85 on kujutatud risttahuka kõik vaated:
A — risttahuka eestvaade (peavaade),
E ja C — külgvaated,
B — pealtvaade,
F — altvaade,
D — tagantvaade (selgvaade).

Joonisel 86 kujutatud eseme kõik vaated on esitatud joonisel 87. Peavaateks on valitud eestvaade; teised vaated on eestvaate suhtes paigutatud vastavalt kokkuleppele.

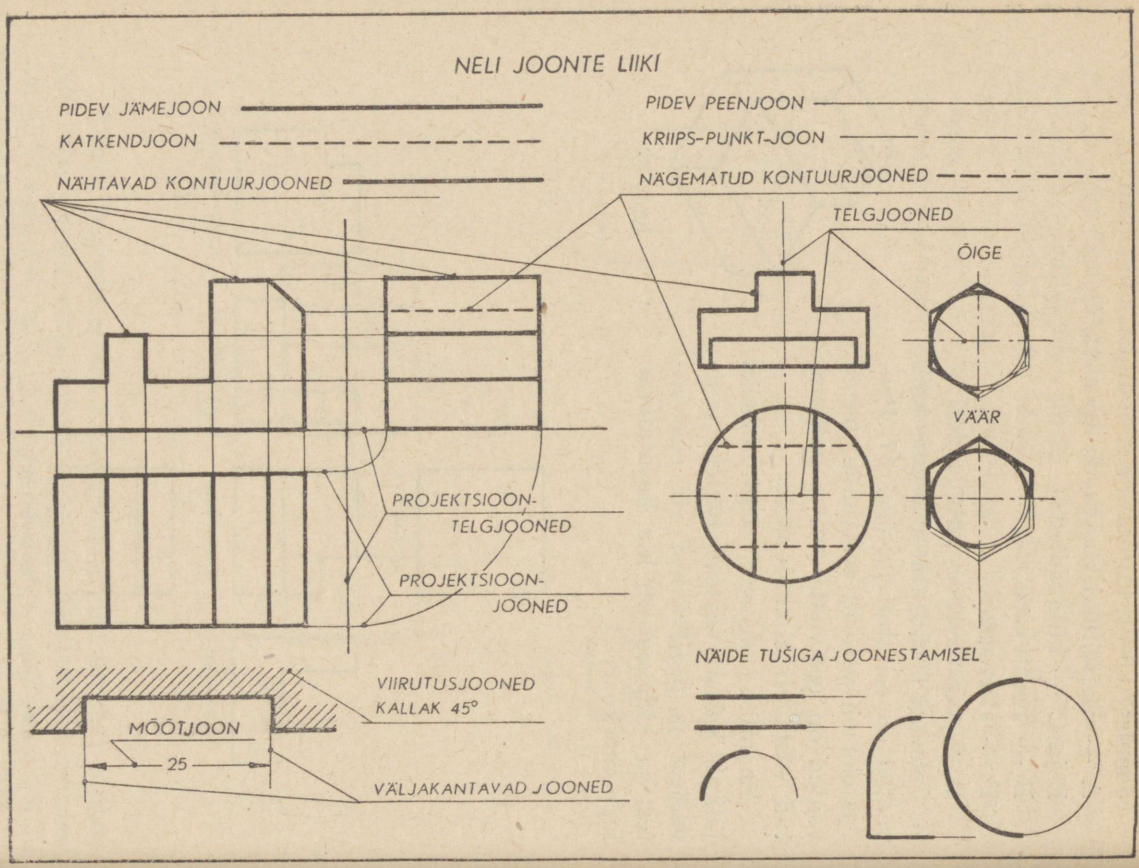
Enamiku esemete kujutamiseks jätkub kahest vaatest, näiteks eestvaatest ja pealtvaatest või eestvaatest ja külgvaatest, kui kasutatakse leppemärke.



Joon. 86



Joon. 87


NELI JOONTE LIIKI
PIDEV JÄMEJOON
KATKENDJOON
NÄHTAVAD KONTUURJOONED
PIDEV PEENJOON
KRIIPS-PUNKT-JOON
NÄGEMATUD KONTUURJOONED
TELGJOONED
ÕIGE
VÄÄR
PROJEKTSIOON-
TELGJOONED
PROJEKTSIOON-
JOONED
NÄIDE TUŠIGA JOONESTAMISEL
VIIRUTUSJOONED
KALLAK 45°
MÕÕTJOON
25
VÄLJAKANTAVAD JOONED

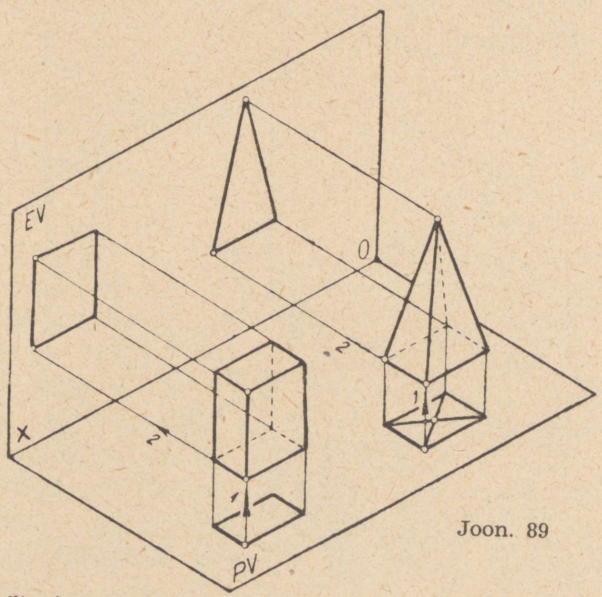
Üldiselt püütakse läbi saada võimalikult vähese vaadete arvuga. Tähtis on aga, et vaated annaksid esemest selge ja arusaadava kujutuse. Eseme üksikud vaated joonestatakse teineteisest parajale kaugusele, nii et joon. 87 pakuks selget ja ülevaatlikku pilti.

JOONTE LIIGITAMINE. JOONTE JÄMEDUSE MÄÄRAMINE

Projitseerimisjooned (perpendikulaarid) joonestatakse peente juusjoontena, kehade nähtavad servad jämedate joontena (1 mm), nähtamatud servad kriipsjoontena (0,5 mm jämeduses), telgjooned peente kriipspunktjoontena.

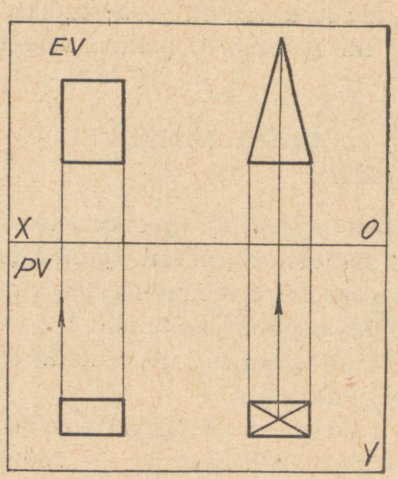
Eelolevas joon. 88 on näidatud tehnilises joonestamises vajalised jooned kui ka nende jämedused.

Geomeetriliste kehade projektsioonid. Kaks projektsiooni geomeetrilistest kehadest: a — rööptahuka ja püramiidi näitlik projektsioon paralleel-perspek-



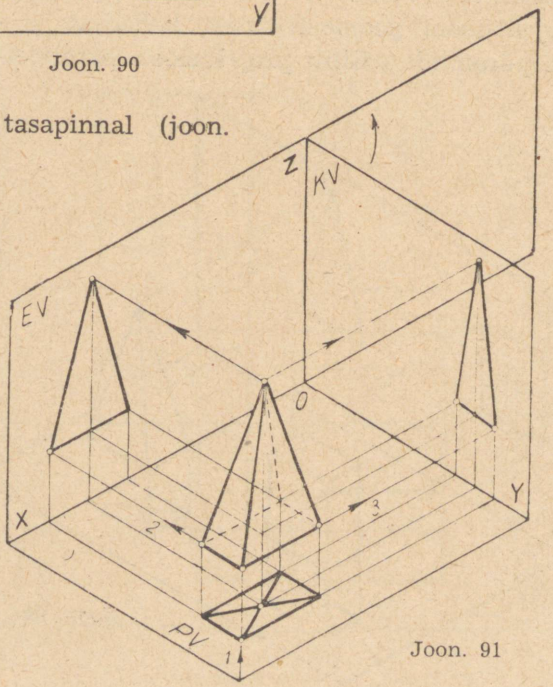
Joon. 89

tiivis (joon. 89), ja b — nende geomeetriliste kehade projektsioon kahel E- ja P-tasapinnal, nagu seda kasutatakse jooniste valmistamisel (ortogonaal-projektsioon) joon. 90, 73, 76 ja 78.



Joon. 90

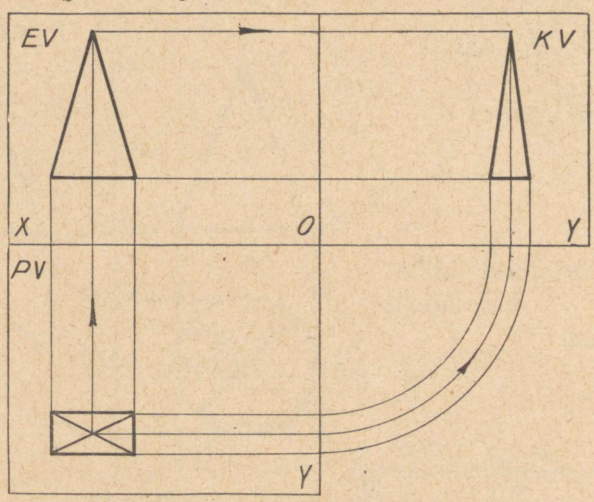
Kolm projektsiooni. Kahe projektsiooni abil suudame anda kujutatavast kehast ainult kaks vaadet, EV ja PV (eest- ja pealtvaade). Kuid me vajame veel külgvaadet — KV, mida kujutame kolmandal tasapinnal (joon. 74—78).



Joon. 91

Püramiidi projektsioon (joon. 91) on võrdne eelmise joonisega, kusjuures igast projitseeritava keha tipust tuleb lasta perpendikulaarid ka kolmandale tasapinnale, nagu seda näitab joonis 91 ja 75.

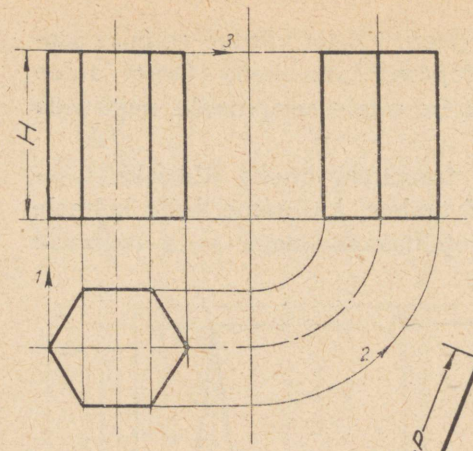
Laotades lahti kolm tasapinda üheks üldiseks tasapinnaks telgede OX ja OY ümber, kujutame neile kolmele tasapinnale püramiidi projektsiooni, nagu seda näitavad kaarjooned (joon. 92 ja 78).



Joon. 92

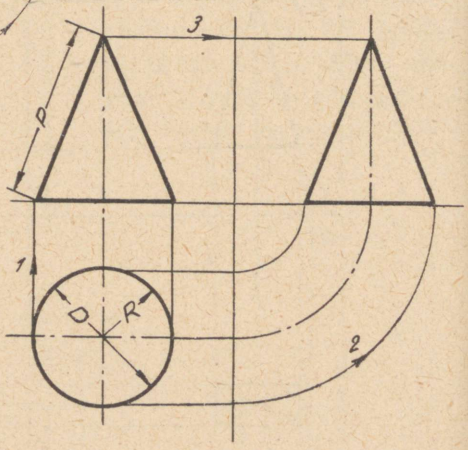
Joonisel 92 on need kolm tasapinda paigutatud ühele tasapinnale, nii nagu seda kasutatakse joonestamisel, kandes kõik projitseeritavad punktid PV-tasapinnalt EV-tasapinnale ja samuti PV-tasapinnalt kõik projitseeritavad punktid sirgjoonte ja ¼-kaarte abil kolmandale KV-tasapinnale, kus külgvaade (profiil) on leitud vertikaal- ja horisontaalprojektsiooni abil (joon. 76, 78).

Punktide projitseerimist võib teostada kahel teel: kas projitseerida igast punktist üksikult kolmandale projektsioonile või teha seda kiiremini selliselt, et projitseerida al-



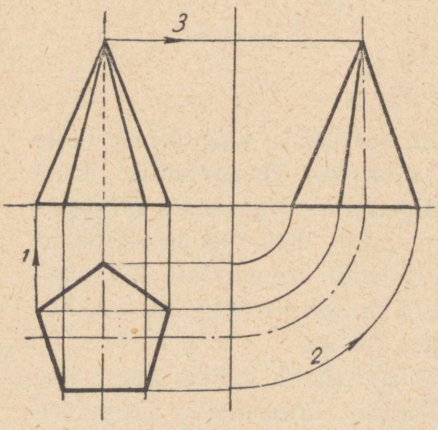
Joon. 93

guses kõik horisontaaljooned, veerandkaared ja vertikaaljooned igast pealtvaate punktist ja samuti igast eestvaate punktist ja selle järgi otsida (leida) vastavate

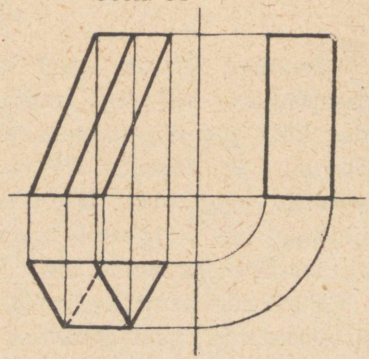


Joon. 94

joonte vajalised lõikepunktid kolmandal tasapinnal.

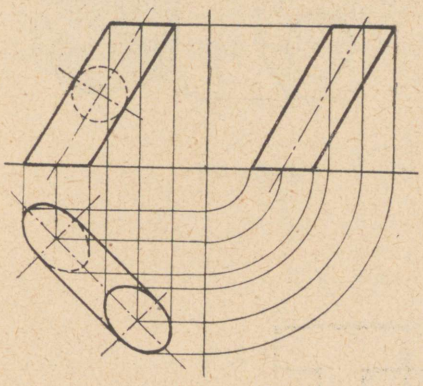


Joon. 95

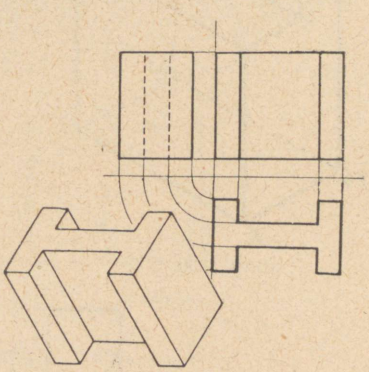


Joon. 96

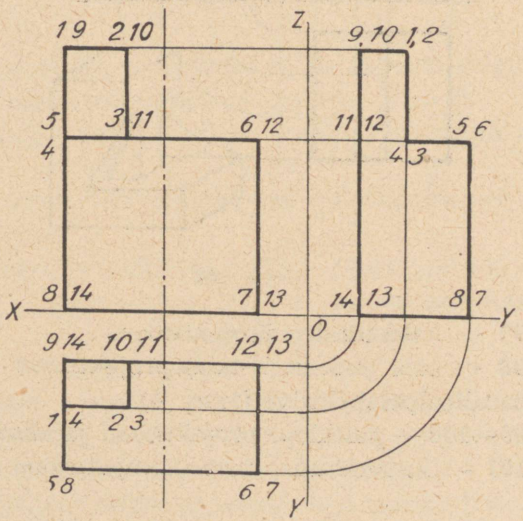
Joon. 93 — kuuetahulise prisma projektsioon.
Joon. 94 — koonuse projektsioon.
Joon. 95 — viietahulise püramiidi projektsioon.
Joon. 96 — kolmetahulise kaldprisma projektsioon.



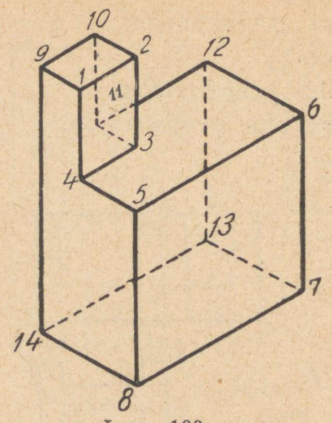
Joon. 97



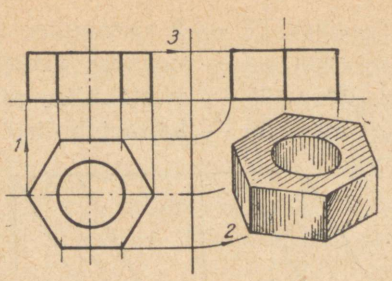
Joon. 98



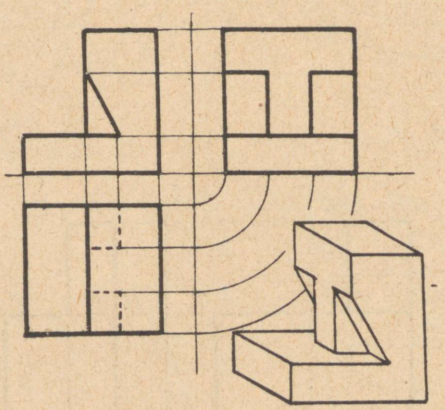
Joon. 99



Joon. 100



Joon. 101



Joon. 102

Joon. 97 — kaldsilindri projektsioon.

Joon. 98 — tala (kaksik T-tala) projektsioon ja aksonomeetria (paralleelperspektiiv) (joon. 4).

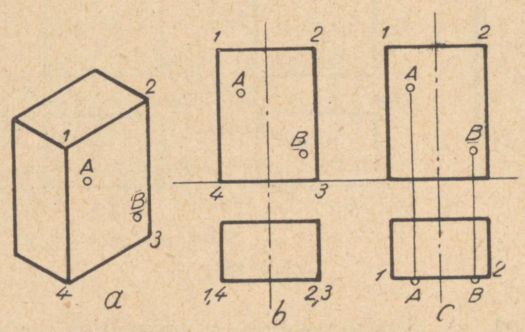
Joon. 99—100 — puitklopi projektsioon ja aksonomeetria.

Joon. 101 — kuuetahulise mutri projektsioon ja aksonomeetria.

Joon. 102 — puitklopi projektsioon ja aksonomeetria.

Joon. 75, 77, 86, 89, 91, 98, 100, 101 ja 102 on toodud selgitusena mitmesuguste esemete paralleelperspektiiv-kujutised. Nende joonestamise võtteid selgitatakse pärastpoole.

Punktide leidmine geomeetrilistel kehadel. Joon. 103 on antud rööptahukas, mille esipinnale on märgitud kaks punkti A ja B.



Joon. 103

Nende punktide leidmiseks tuleb alguses selgitada, missugusele pinnale on märgitud punktid A ja B.

Käesoleval juhul on need punktid märgitud esipinnale 1, 2, 3, 4.

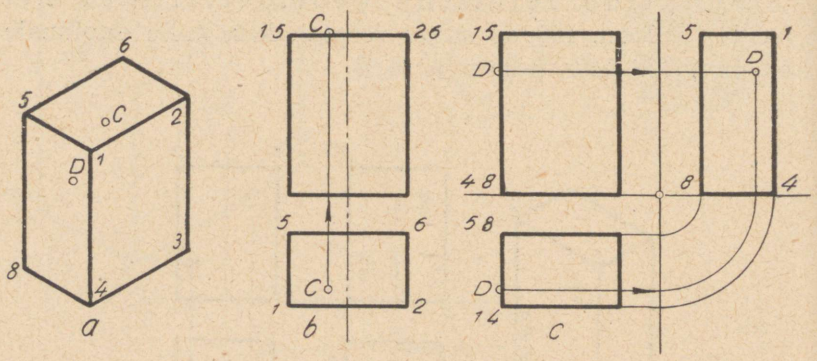
Kuidas leida neid punkte, kui rööptahukas joonestatakse projektsioonides?

Joon. 103. Rööptahukas, mille eesküljele on märgitud kaks punkti, A ja B: a) aksonomeetriline joonis, b) kaks projektsiooni, neile märgitud punktidega A ja B.

Käesoleval juhul on punktid A ja B märgitud esimese külje tasapinnale 1—2—3—4. Joon. 103 näitab nende punktide A ja B leidmist pealtvaatel (plaanil).

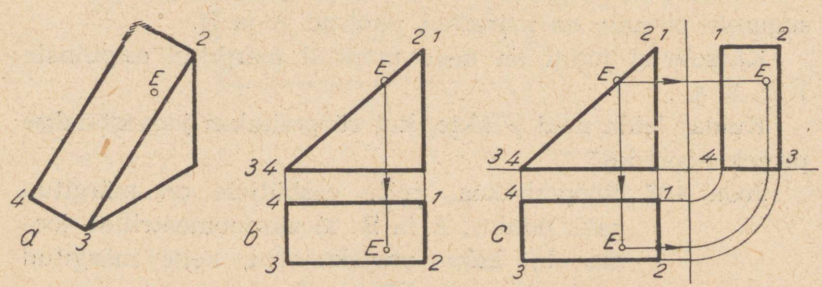
Joon. 104 on näidatud juhus, kus punktid on märgitud ülemisele ja külje-tasapinnale. Ülemine külg on mär-

gitud numbritega 1—5—6—2, külgvaade 1—4—8—5. Joon. 104 näitab nende punktide määramist kolmel projektsioonitasapinnal.



Joon. 104

Joon. 104. a) aksonomeetriline rööptahuka vaade tema tahkudele märgitud punktidega C ja D, b) eest ja ülalt, c) kolm projektsioonitasapinda ja punkt D.



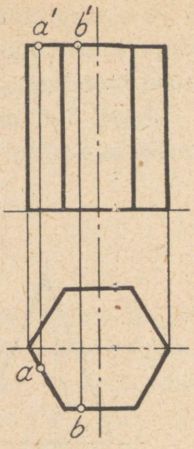
Joon. 105

Joon. 105. Kolmetahuline prisma, mille kaldküljel on märgitud punkt E; a) aksonomeetriline joonis, b) eest- ja pealtvaade, c) prisma kolm projektsiooni ja punkt E.

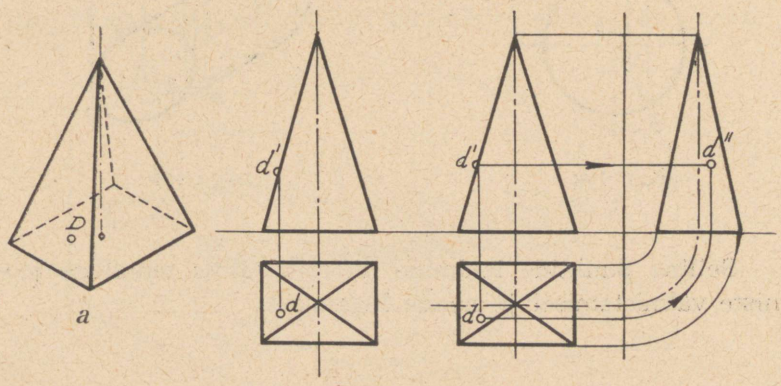
Joon. 106. Kuuetahuline prisma, mille tahkudele on märgitud punktid a ja b.

Joon. 107. Neljatahuline püramiid, mille külgtahule on märgitud punkt D; a) aksonomeetriline joonis, b) eest- ja ülaltvaade, c) püramiidi kolm projektsiooni ja punkt d.

Kõigest ülaltoodust selgub, et kui on antud kaks punkti ühe eseme eest- ja pealtvaates, on kerge leida otsitavat kolmandat punkti projektsiooni kolmandal tasapinnal tema külgvaates.



Joon. 106



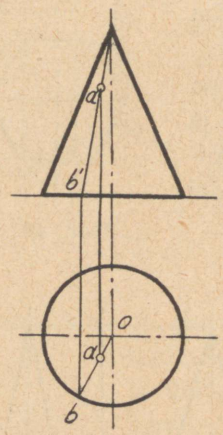
a b c

Joon. 107

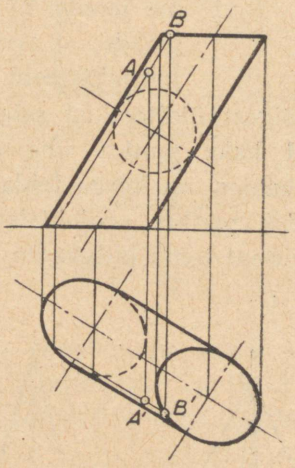
Punktide leidmine ümarkehadel. Joon. 108 on antud punkt a koonuse moodustajal. Ühendame punkti a koonuse tipuga ja pikendame seda joonlõiku kuni punktini b^1 ning sealt püstloodis alla kuni punkti b-ni. Liites punkt

b ja o sirglõiguga ja lastes punktist a alla püstloodis sirglõigu kuni lõikumiseni sirgjoonega bo, leiame punkti a koonuse moodustajal tema pealtvaates.

Joon. 109 on antud punkt a kaldsilindri moodustajal, mille leidmine tema pealtvaates on sarnane eelmisega..



Joon. 108



Joon. 109

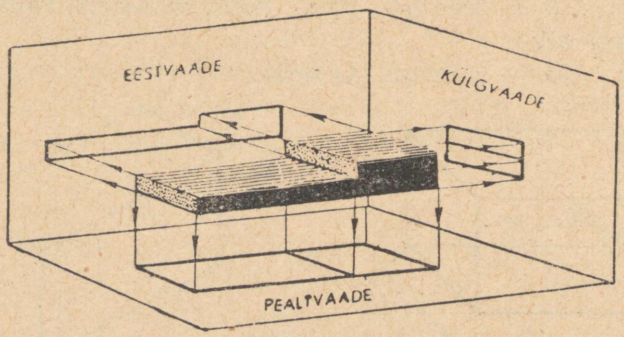
Selline punktide leidmine on eriti tähtis tehniliste jooniste valmistamisel ja nende lugemisel.

IV peatükk.

AKSONOMEETRILINE JOONIS.

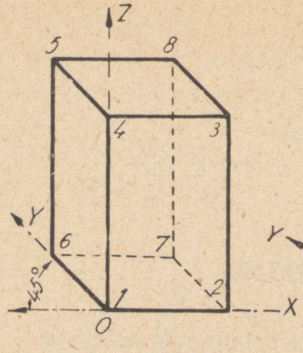
Eelmises peatükis tutvusime projektsioon-joonestamise võtetega tema kolmes tasapinnas. Tehniliste jooniste valmistamisel vajame sageli peale projektsioonjooniste valmistamise kolmele tasapinnale ka aksonomeetrilisi, mis kujutavad esemeid ühe joonisega kolmes vaates. Sellist joonist nimetatakse aksonomeetriliseks jooniseks.

Projektsiooni joonestamisel vajasime kolme vaadet (joon. 110). Samal joonisel 110 ja järgmistel näeme, et aksono-

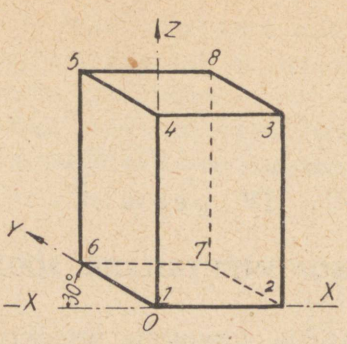


Joon. 110

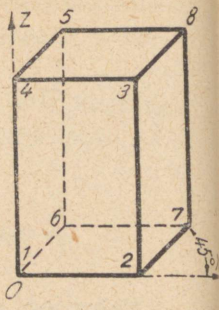
meetriline joonis võimaldab näha eseme kolme külge korraga, s. o. eest-, pealt- ja külgvaadet. Samuti on meil ka teada, et me näeme looduses iga asja või eset tsentraalperspektiivis ja parimal juhul kõiki kolme külge korraga.



Joon. 111



Joon. 112



Joon. 113

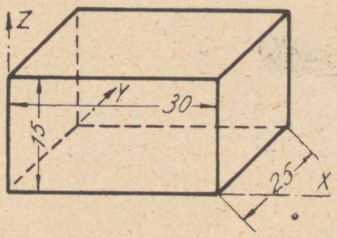
Kui vaadata joon. 111—113, siis näeme, et esimene telg OX liigub horisontaalsuunas vasakult paremale, teine telg OZ liigub punktist O alates ülespoole ja kolmas telg OY liigub meist kauguse suunas tahapoole, s. o. joonise seljataha.

Joonised rööptahukast:

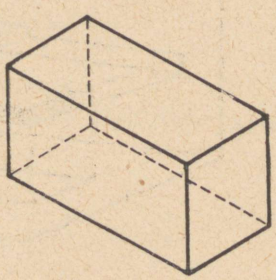
Joon. 111 — telg OY suundub vasakule 45° nurga all;

joon. 112 — seesama võte, kuid väiksema kallakuga, 30° nurga all;

joon. 113 — suunaga paremale 45° all;



Joon. 114



Joon. 115

joon. 114 — rööptahuka lihtsam joonis, mis tehtud võttega 45° all ja mida kõige enam vajatakse tehniliste jooniste valmistamisel, kuid loomulikum ja ka ilusam on mõlemapoolse kallakuga 30° nurga all (joon. 115).

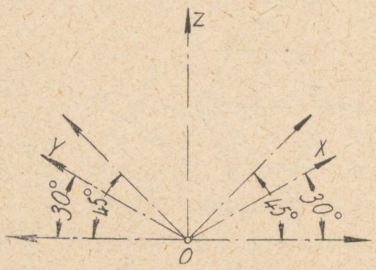
Aksonomeetriliste jooniste valmistamine algab tingimata telgede kujutamisest.

Need teljed joonestatakse mitte pidevate, vaid peente kriipspunktjoonte abil (punkt ja peen umbes 10 millimeetri pikkune pidev joon).

Samasuguste kriipspunktjoontega kujutatakse ka sümmeetriatelje joont (joon. 88).

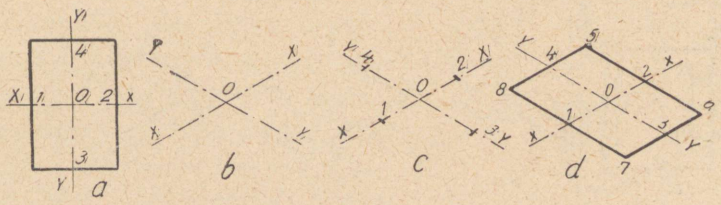
Telgede suundade kaks joonestamise võtet. Joon. 116 on näidatud aksonomeetrilise joonise telgede OX ja OY suundade kaks joonestamise võtet, mis asetsevad alates punktist O 30° ja 45° nurga all meist kauguse suunas tahapoole.

Telg OZ suundub 90° nurga all otse ülespoole.



Joon. 116

Ristküliku aksonomeetriline joonis kolme külgvaatega. Joon. 117 näitab ristküliku aksonomeetrilise joonise järjestikust kujutamist 30° nurga all.

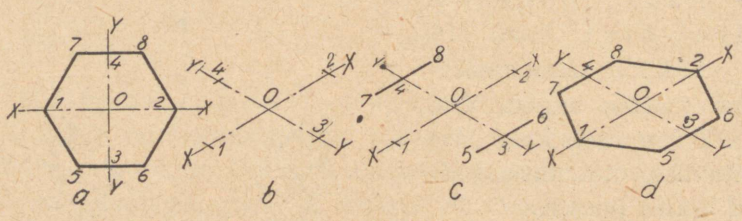


Joon. 117

Joon. 117. a) ristkülik, b) ristküliku teljed 30° nurga all, c) neile telgedele märgitud ristküliku pikkus

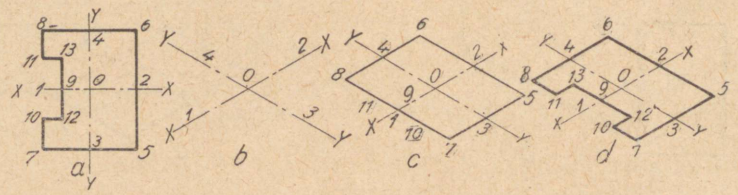
ja laius punktidega 1, 2, 3 ja 4 ühes keskpunkti (tsentrum) märkimisega, d) ristküliku aksonomeetriline joonis.

Asetades ristküliku kaks ristiolevat telge XX ja YY joon. 116 näidatud võttel 30° nurga all (b), märgime neile ristküliku pikkuse ja laiuse mõõdud (c). Ühendades neid punkte sirglõikudega, saame ristküliku aksonomeetrilise joonise d (joon. 117).



Joon. 118

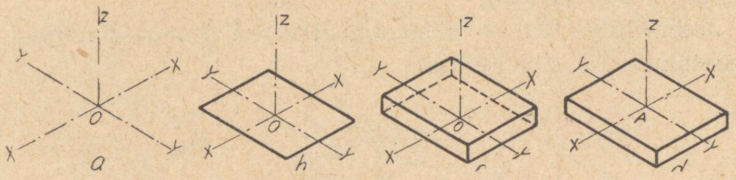
Joon. 118. Aksonomeetrilise kuusnurga joonestamine: a) kuusnurk, b) teljed, neile märgitud punktidega 1, 2, 3 ja 4 kuusnurga külgede kontuurid, c) kuusnurga kaks külge, d) lõplik kuusnurga aksonomeetriline joonis.



Joon. 119

Joon. 119. Aksonomeetrilise joonise valmistamine antud joonise järgi:

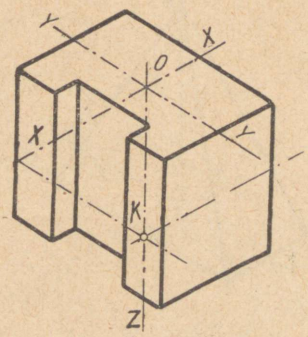
a) antud joonis, b) ja c) aksonomeetrilise joonise valmistamise vahelülid, d) lõplikult valminud aksonomeetriline joonis.



Joon. 120

Joon. 120. Rööptahuka aksonomeetria. a) rööptahuka teljed 30° nurga all, b) ristküliku aksonomeetria, c) rööptahuka aksonomeetria, mille teljed asuvad alumisel tahul, d) rööptahuka aksonomeetria, mille teljed asuvad ülemisel tahul.

Eseme aksonomeetria. Joon. 121 kujutab eelmist joonist, mis on käesoleval joonisel märgitud eseme pealtvaatena ja millest algab eseme joonestamine. Teljed XX ja YY asuvad ülalpinnal (pealtvaatel). Eseme kõrgus on OK, mis on märgitud selle keskpaigast püstloodis allapoole. Sellele kõrgusele vastavalt tuleb joon. 121 näidatud võttel igast eseme servast alla lasta püstloodis sirglõigud. Nende sirglõikude (eseme servade) otsad liita rööpselt eseme ülalservadega.

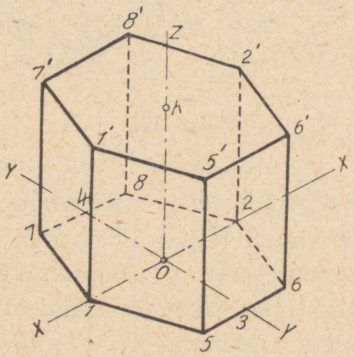


Joon. 121

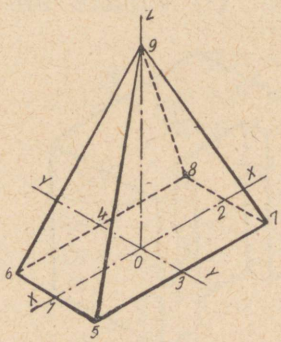
AKSONOMEETRILISED PRISMA JA PÜRAMIIDIDE JOONISED.

Joon. 122. Aksonomeetriline kuuetahulise prisma joonis (vt. joon. 118 ja 120).

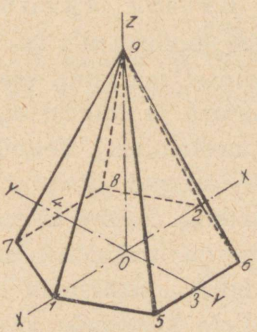
Joon. 123—124 — aksonomeetrilised joonised nelja- ja kuuetahulisest püramiidist.



Joon. 122



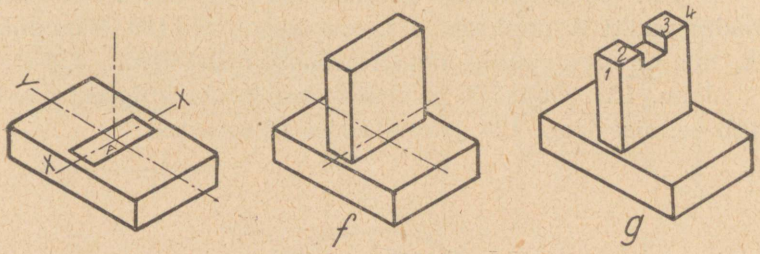
Joon. 123



Joon. 124

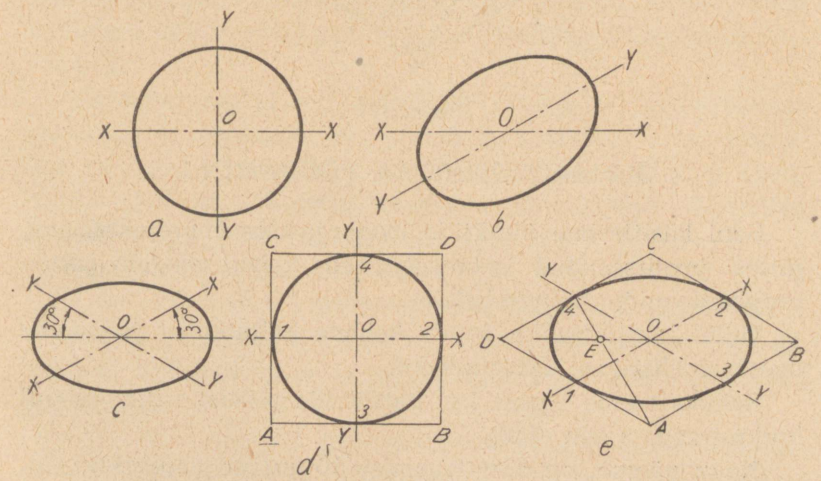
Aksonomeetriline joonis kahest esemest. Sooritada üksteisele järgnevad joonestamisvõtted 30° nurga all, nagu on näidatud joon. 117 ja 121, alates

rööptahuka aksonomeetriast, lõpetades kahest esemest saadud aksonomeetriaga (joon. 125).



Joon. 125

Joon. 126. Aksonomeetriline ringi joonestamine. a) Ring, b) ellips — täpne silindri lõige, c) ovaal — mittetäpne silindri lõige,

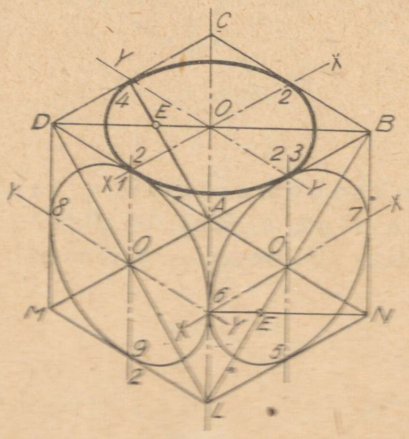


Joon. 126

mida võib joonestada sirkli abil, d) ring, mille ümber on joonestatud ruut, e) ovaali joonestamine.

Ovaali joonestamiseks leitakse punktid selliselt, et ühendades punkt A punktiga 4 saame diagonaalil DB lõikepunkti E, mis on tsentrumiks ovaali joonestamisel (joon. 126-e).

Joon. 127. Ovaalide joonestamine kuubi külgedele teostub eelmise joon. 126 joonestamise põhimõtteil.



Joon. 127

KALLUTAMINE JA PÖÖRAMINE

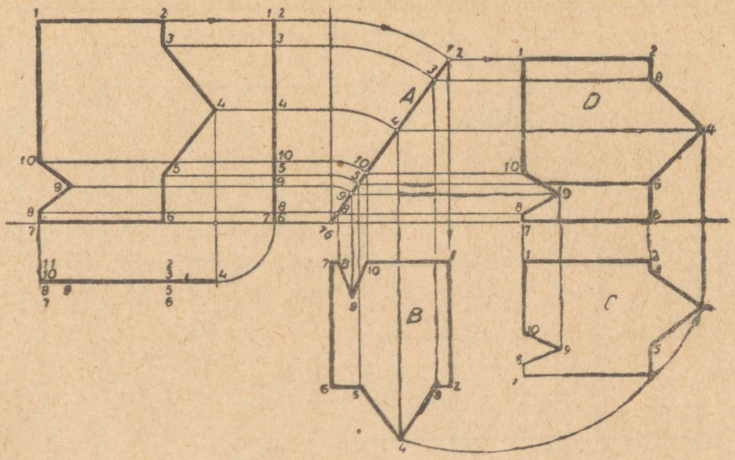
Seni käsitlesime punktide, joonte ja kehade projektsioone, jättes projitseeritud geomeetrilised kehad paigale nende projektsioonide tasapindadele.

Nüüd käsitleme ka nende kehade kallutamist ja pööramist projektsiooni tasapindadel.

Selleks teeme algust kas papist või plekist väljalõigatud hulknurgaga (joon. 128).

Nagu näeme, on siin tegemist 10-nurkse papitükiga.

Projitseerime kõik nurgad püstteljele ja andes papitüki-



Joon. 128

kesele vaba kallaku ettepoole, kanname kaarte abil nurgatipud, mis nüüd juba kallaku tõttu on vähenenud, allapoole. Märkides saadud projektsioonile papitükikese laiused, mida kanname üle eestvaatest, saame papitüki lühendatud kujundi B.

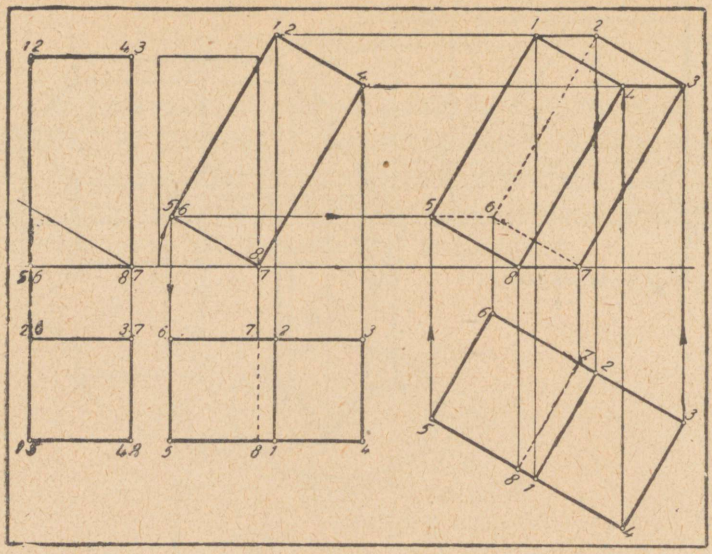
Pöörates saadud kujundit B 90° nurga all noole suunas paremale ja projitseerides pööratud kujundilt C ja esimesest kaldseisangust A kõik punktid tasapinnale D ning ühendades neid sirglõikudega, saame uuesti esialgse 10-nurkse kujundi, kuid juba lühendatud kujul (joon. 128-D).

Sama võte rööptahuka pööramisel (joon. 129).

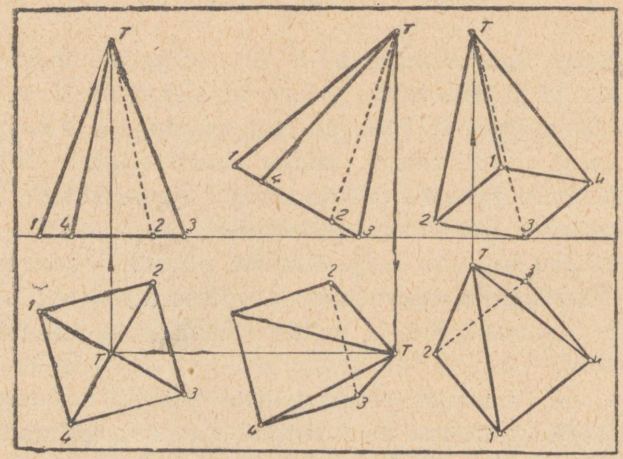
Joon. 130 kujutab nelja-tahulise püramiidi pööramist.

Et kergendada pööramiste projitseerimist, on esemete nurgad nummerdatud ja nende liikumise suund märgitud noolte abil.

Siin on tegemist geomeetriliste kehade kallutamisega. Samuti võib kasutada neid võtteid esemete kallutamisel ja nende aksonomeetriliste vaadete leidmisel.



Joon. 129



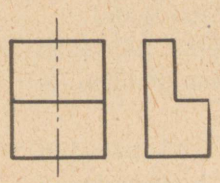
Joon. 130

Ülesandeid.

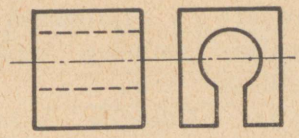
Eseme kahe vaate abil leida tema kolmas vaade.

Need ülesanded on eriti huvitavad ja nende lahendamine nõuab järelemõtlemist. Kui lahendamine tekitab raskusi, siis valmistada endale puust mudelid, mis märksa kergendavad lahendamist. Erilist tähelepanu juhtida vaadete suundade kindlaksmääramisele (joon. 79—82).

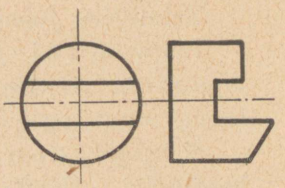
Leida teine või kolmas vaade ja joonestada igast lahendatud ülesandest aksonomeetriline vaade (joon. 131—136).



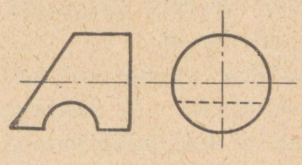
Joon. 131



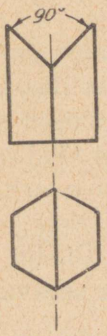
Joon. 132



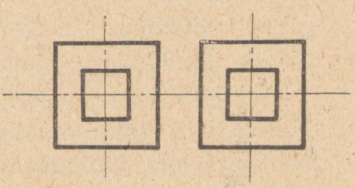
Joon. 133



Joon. 134



Joon. 135



Joon. 136

V peatükk.

TEHNILINE JOONESTAMINE.

JOONED.

Tehnilises joonestamises kasutatakse järgmisi jooni:

Pidevate täisjoontega kujutatakse eseme nähtavad kontuurid. Nende paksus valitakse kooskõlas joonise ja eseme suurusega, tavaliselt 1 mm.

Kriipsjoontega näidatakse eseme nähtamatud kontuurid. Nende jämedus on pool nähtava kontuurjoone jämedusest. Kriipsude vahed on 1÷2 mm. Kriipsu pikkus on 4÷8 mm.

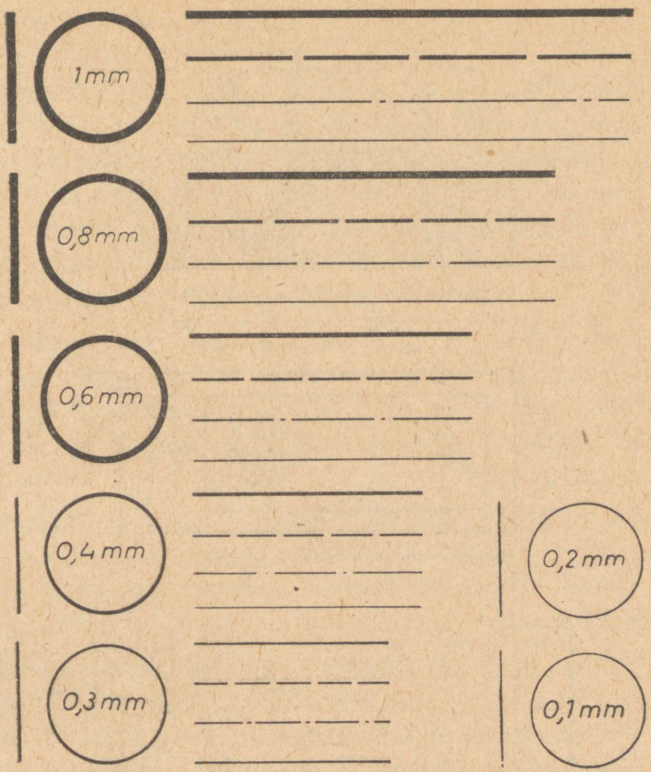
Kriipspunktjoontega tähistatakse eseme sümmeetriateljed kui ka teoreetilised jooned; sümmeetriateljed pika kriipsuga ja teoreetilised jooned lühikese kriipsuga. Nende jämedus on veerand täisjoone jämedusest.

Pidevate peenjoontega antakse eseme mõõtude ulatused ja distantsjooned. Nende jämedus on ~ ¼ nähtava kontuurjoone jämedusest. Ühelgi juhul ei tohi mõõtjooned ja distantsjooned muutuda segavaiks eseme kontuuride jälgimisele (vt. joon. 88).

Joon. 137 on antud joonte liigid vastavalt nende jämedusele, kriipsude pikkusele ja vahede suurusele.

OSA- EHK POSITSIOONINUMBER.

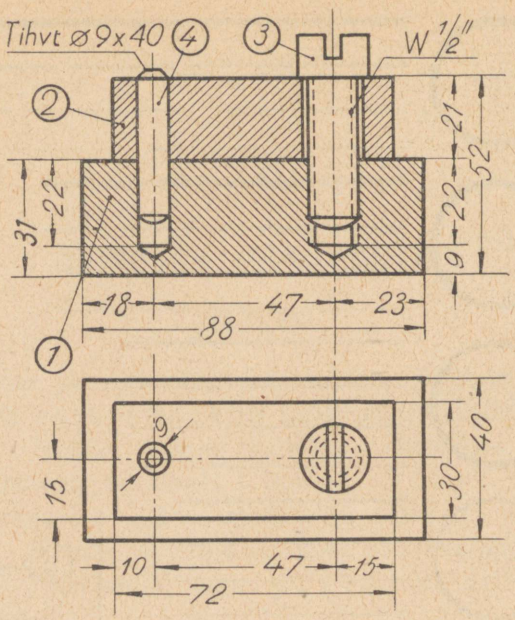
Kui ühel lehel leidub mitme detaili jooniseid, siis nummerdatakse need ja kirjutatakse järjekorras tükitabelisse.



Joon. 137

Osanumber kirjutatakse väljapoole eseme piirjooni 8÷12 mm suuruselt ja ümbritsetakse ringiga.

Montaaž-joonises näidatakse osade asukoht kokkumonteeritult. Osanumber märgitakse siis nii, nagu näha joon. 138. On soovitav, et osanumbrid asuksid võimaluse järgi ühes reas (joon. 326) ja et jooned, mis viivad vastava esemeni, oleksid võimalikult lühikesed ja kergelt jälgitavad.



	4	Kinnitustihvt	1	Teras
	3	Kruvi W ½×1½"	1	Teras
	2	Kinnitusplaat	1	Malm
	1	Alusplaat	1	Malm
	№	Eseme nimetus	Arv	Materjal

Joon. 138

MÕÕDUD.

Tehnilisel joonestamisel peetakse eseme osade suurusevahekordadest valjult kinni. Eseme suurus määratakse kindlaks mõõtarvudega. Mõõdu suurust loetagu mõõtarvult, kuna jooniselt mõõtmise teel saadud arvude kasutamine on

keelatud. Mõõdu ulatust näitavad joonisel vastavad mõõtjooned ja suurust mõõtarvud.

Et joonise järgi oleks võimalik valmistada vajalist tööd või eset (näit. valmistada masinaosi ja selle järgi neid töödelda treipinkidel jne.), ei ole selleks küllaldane vajalise joonise valmistamine, millel on näidatud eseme kuju. Kuigi joonis peaks olema täpselt valmistatud, ei täida ta siiski temale pandud nõudmisi, kuna puuduvad eseme kui ka tema üksikute osade vajalised mõõdud.

Töölisele, kes töötab joonise järgi, ei ole joonisele mõõtude märkimine mitte väiksema tähtsusega, kui hästivalmistatud joonis: õiged mõõdud ja nende õige märkimine joonisele on veel tähtsam, kui hästi ja korralikult valmistatud joonis.

Tehnilise tööjoonise ülesanne on anda töölisele selge kujutlus valmistatava eseme välisküljest kui ka tema siseehitusest. Mõõtude ülesanne seisab selles, et anda nende kaudu täpselt kõik valmistatava eseme vajalised suurused.

Masinaehituse joonistes märgitakse kõik valmistatava eseme mõõdud tema valmiskujul, seal puuduvad aga töötlemise lisandid, mida masinaehituse joonistel harilikult ei märgita. Materjali lisandamine toimub täiendavalt, vastavate eeskirjade ja normide alusel.

Mõõtude märkimisel joonistele tuleb silmas pidada joonise ülesannet ja nimelt, kas joonis on valmistatud koostamise või ülesseadmise otstarbeks. Mõlemal juhul mõõdud märgitakse isemoodi.

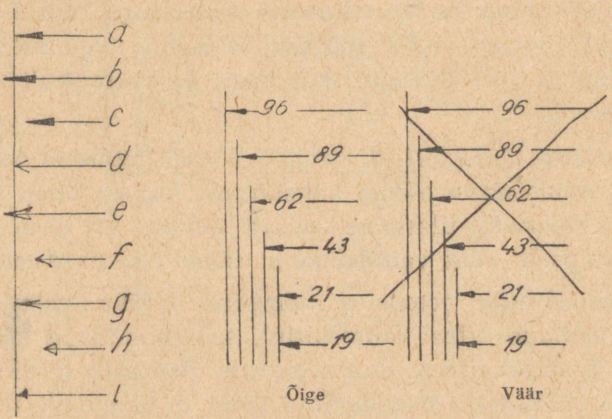
Tööjoonisele märgitakse kõik mõõdud, mis on vajalised eseme valmistamiseks.

Kehtiva korra järgi olgu mõõdud niimoodi märgitud, et töölisel ei tarvitseks jooniselt võtta mõõte kas kokku- või mahaarvamise teel.

Samuti ei kuulu töölise ülesandeks võtta jooniselt mõõte kas sirkli või mõõtlindiga. See ei kuulu töölise, vaid joonestaja ülesannetesse. Töölisel ei ole selleks aega.

Koostamis- ehk montaažjoonistele pannakse ainult need mõõdud, mis on vajalised masinate üksikute osade kokkupanemisel (montaaž).

Kui on vajalik joonisele märkida mitmeid mõõte, mõõtjoontele, mis asetsevad üksteise peal, siis ei tohi mõõtnumbreid märkida kohati üksteise alla, vaid asetada neid laiali, et nad kohati üksteise all ei oleks. (Joon. 139.)



Joon. 139

Erilist tähelepanu on vaja juhtida sellele, et joonistele märgitaks mõõdud õigesti ja täpselt. Vääralt märgitud mõõtude tagajärjel valmistatakse ka väärtöö, mitte ainult tarvitamiskõlbmatu, vaid see on peale selle veel materjali raiskamine ja asjata tööaja kulutamine.

Sellepärast on kõik tehaste joonised, mis valmistatud konstruktsioonibüroos, varustatud kahekordse märkuse ja vastavate allkirjadega:

1) joonise kontrollija ja 2) joonise kinnitaja. Joonistele mõõtude märkimiseks kehtivad korraldused, mis on ette nähtud OCT 7538.

M õ õ t j o o n e d. Mõõtjoonte otsad tähistatakse nooltega. Joon. 139 on toodud mitmesuguseid noolotsi. Õige nendest on ainult esimene a. Õiged on ka b ja c, kuid nende asetus on väär. Nool b lõikab väljakandvat joont (distantsjoon). Nool c ei puutu selle jooneni. See on lubamatu, ja samuti ka kõik teised tähistamisviisid.

M õ õ t a r v u d näitavad valmiseseme mõõte. Tehnilises joonestuses kasutatakse ainult millimeetermõõtu. Whitworth'i kruvikeermed erandina antakse inglise tollides, näit. ½", ¾" jne. Mõõtarvusid ei tohi kirjutada eseme piirjoonele liiga lähedale; vähim vahe olgu 5 mm. Telg- ja teisi jooni ei saa kasutada mõõtjoontena. Mõõtarvu ei või kirjutada telgjoonele ega joonte lõikekohta. Samuti ei ole soovitav, et mõõtarv oleks mingi joonega poolitatud.

Mõõtarvude numbrid olgu selged ja pigem suuremalt kirjutatud kui väikeselt.

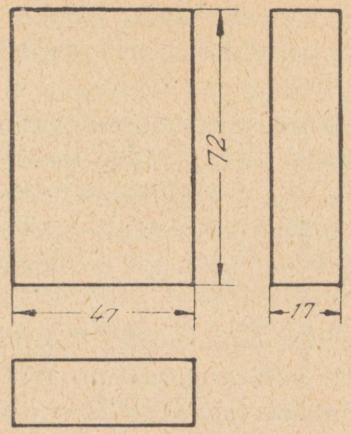
Mõõtarvusid tuleb hoolega kontrollida. Üksainuski väär mõõtarv võib põhjustada suurt ainelist kahju ja ajakulu.

Mõõtjoonte jämedus ja nende noolotste pikkus peab olema kooskõlas kogu joonisega.

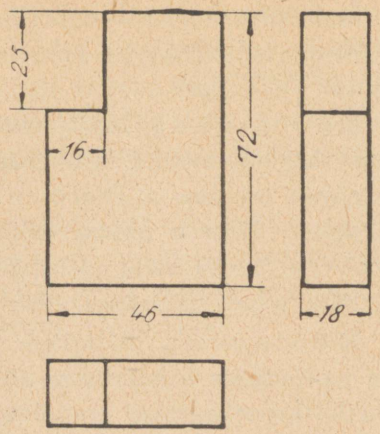
Järgnevail jooniseil on kujutatud mõningaid lihtsamaid esemeid ja nende suuruse kindlaksmääramiseks tarvilike mõõtude andmise viise.

Joon. 140 on esitatud puitklopp. Selgub, et selle kuju ja suuruse kindlaksmääramiseks aitab kahest vaatest — kolmandal vaatel ei oleks midagi uut esitada.

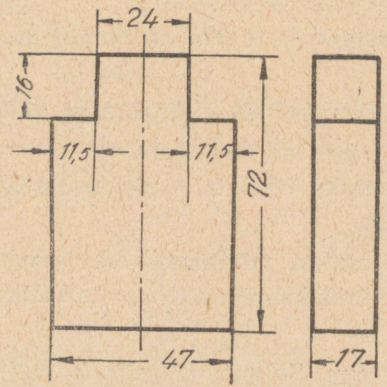
Joon. 141 on esitatud puitklopp, millel nurk on välja lõigatud. Ka selle eseme kuju ja suuruse määramiseks piisab kahest vaatest.



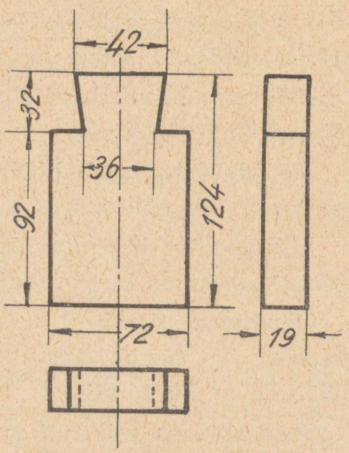
Joon. 140



Joon. 141

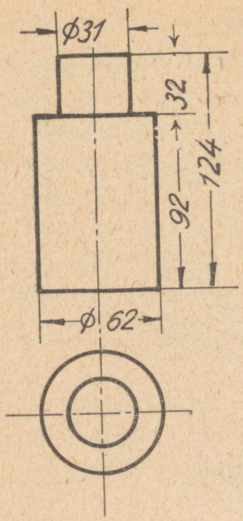


Joon. 142

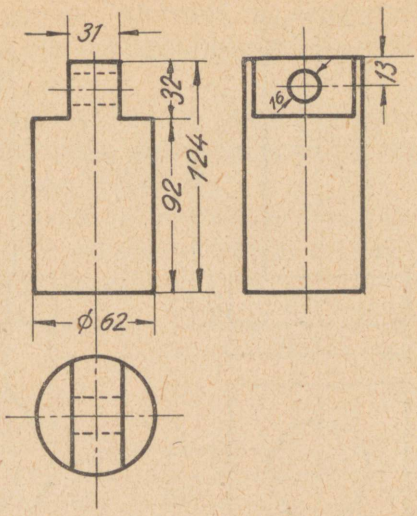


Joon. 143

Samuti on joon. 142 ja joon. 143 kujutatud esemeid võimalik täielikult määrata kahe vaatega, kusjuures ese joon. 144 vajab tingimata eestvaadet ja pealtvaadet.



Joon. 144



Joon. 145

Joon. 145 ja joon. 146 kujutavad tapitud nagasid. Tappidest on tihvtiauk läbi puuritud.

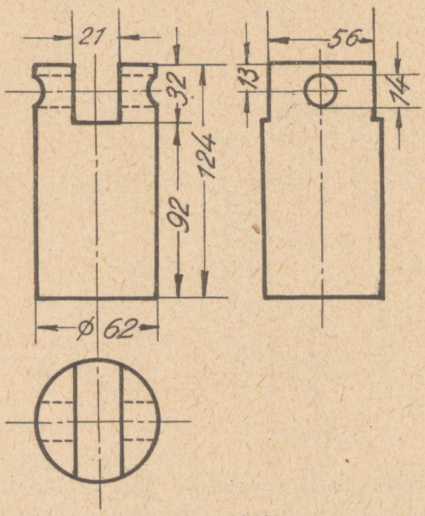
Joon. 147. Neljatahulise peaga polt.

Joon. 148. Kuuetahulise peaga polt.

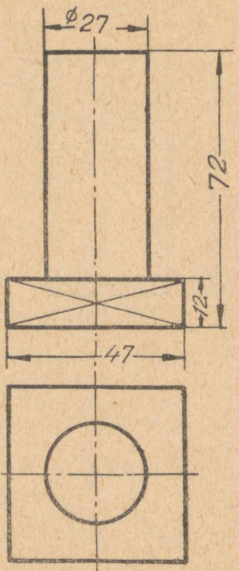
Joon. 149. Võll puuritud auguga.

Joon. 150. Toru väljalõikega.

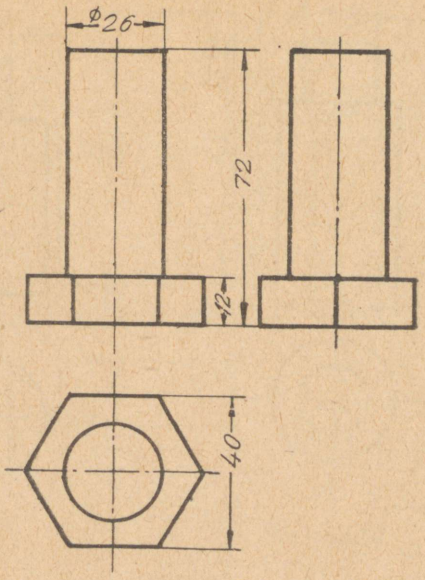
Mõõtjooned paigutatakse väljakandvate abijoonte, nn. distantsjoonte vahele. Hoiduda tuleb võimalikult mõõtjoonte



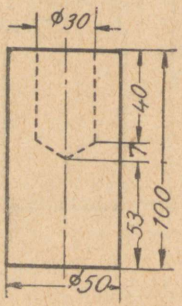
Joon. 146



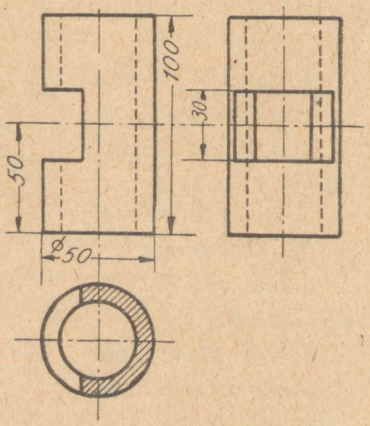
Joon. 147



Joon. 148



Joon. 149



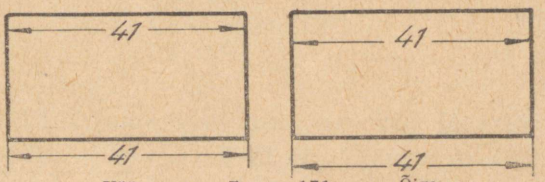
Joon. 150

paigutamisest eseme piirjoonte vahele, mida nõuab joonise selgus. Mõõtjoonte ja distantsjoonte lõikumisest teiste joon-

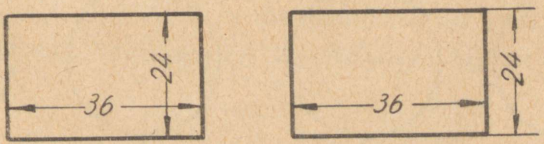
tega peab võimalikult hoiduma. Mõõtude andmise viis sõltub eseme valmistusviisist ja mõõtude kooskõla vajadusest eseme kohaleasetamiseks.

Osamõõdud olgu võrdlemiseks kokku võetud summamõõduks. Ringi läbimõõt märgitakse erilise märgiga ∅, mis kirjutatakse mõõtarvu ette (joon. 147—150).

Väär ja õige mõõtjoonte märkimine. Alljärgnevail jooniseil on näidatud vääri ja õigeid joonestamisvõtteid mõõtude paigutamise poolest.



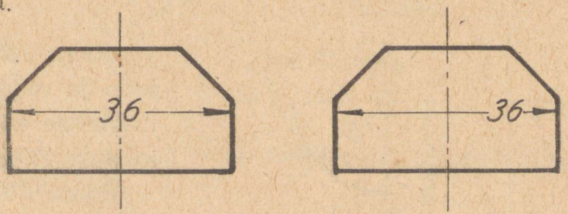
Väär Joon. 151 Õige



Väär Joon. 152 Õige

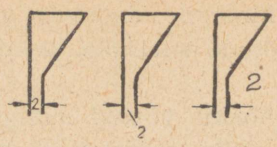
Joon. 151 mõõtjooned ja -arvud on asetatud eseme piirjoonele liiga lähedale.

Joon. 152. Mõõtjooni ei ole soovitatav anda ristuvate joontena.

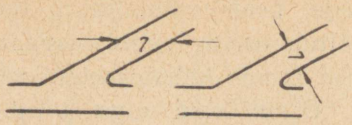


Väär Joon. 153 Õige

Joon. 153. Mõõtarvu poolitada telgjoonega ei ole lubatav.

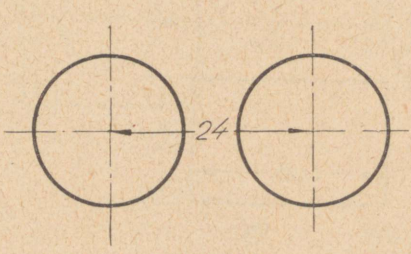


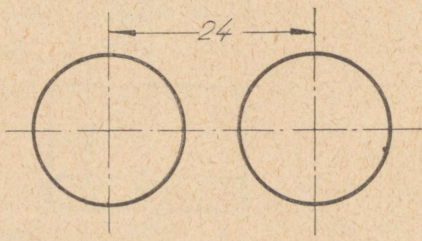
Joon. 154



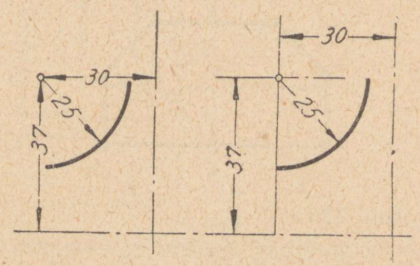
Väär Joon. 155 Õige

Joon. 154. Mõõtarvu paigutada liiga kitsasse ruumi ei ole lubatav.





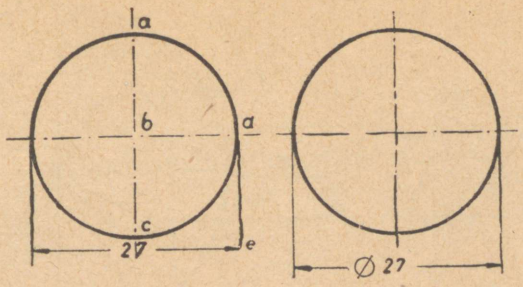
Väär Joon. 156 Õige



Joon. 157

Joon. 155. Mõõtjoon ja mõõtarv kirjutatakse eseme piirjoonele risti.

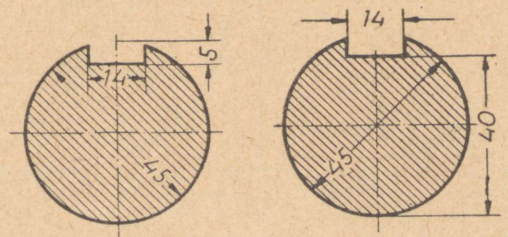
Joon. 156 ja 157 noolotsad ei tohi lõppeda ringi keskpunktis.



Väär Õige

Joon. 158

Joon. 158 vasakpoolses osas esinevad järgmised puudused: kohtades a, b, c ja d ei ole lõikepunktid telgjoontega kindlaks määratud, vaid on ebamäärased. Keskpunkt b on täiesti ebamäärane. Kohas e nooleots vaevalt puudutab distantsjoone otsa. Mõõtjoon on joonisele liiga ligidal ja puudub ∅ märk.

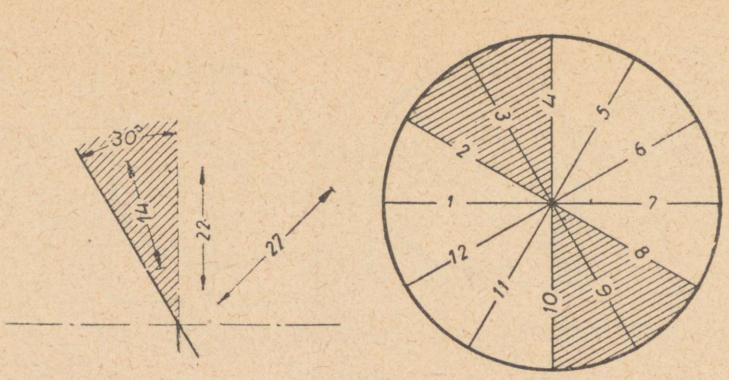


Väär Õige

Joon. 159

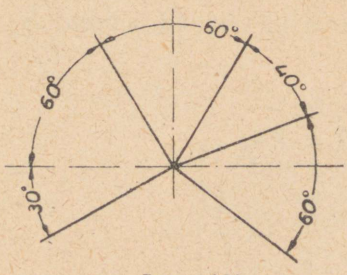
Pinnaviirutisse ei tohi mõõtjoont paigutada viirutuse suunas (joon. 159).

Kaldsete mõõtjoonte mõõtarvud kirjutatakse nii, kui näidatud joon. 160. Püstsuunast 0 . . . 30° piirides vasemale kaldunud mõõtjoontest tuleb hoiduda (viirutatud ala).

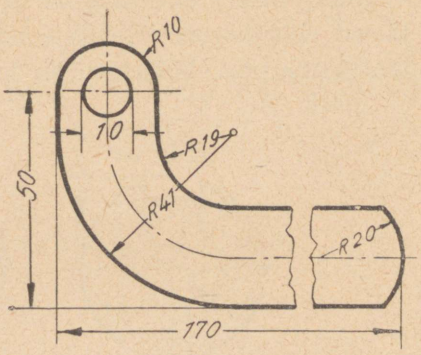


Joon. 160

Nurgasuuruse arvud kraadides kirjutatakse joon. 161 näidatud suundades.

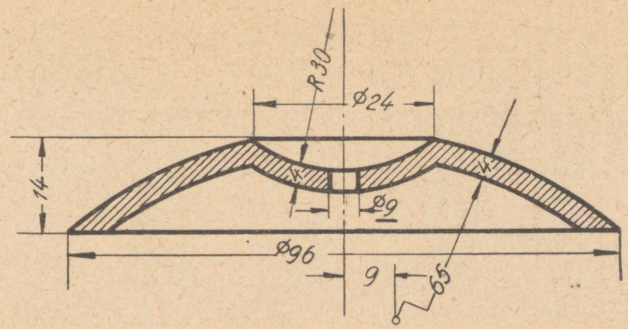


Joon. 161

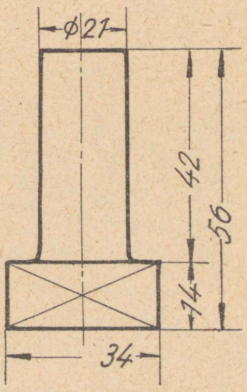


Joon. 162

Kõverusmärk R (raadius) kirjutatakse raadiuse mõõtarvu ette (joon. 162). Kui raadiust ei ole võimalik ruumi puudusel tervikuna välja joonestada, siis joonestatakse raadius osaliselt või murtult (joon. 163). Joon. 171 raadiuse märki R ei panda siis, kui raadiusejoon ulatub keskpunktist kaareni.

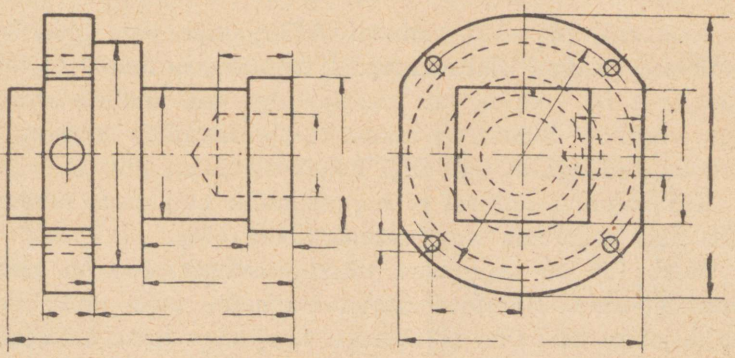


Joon. 163

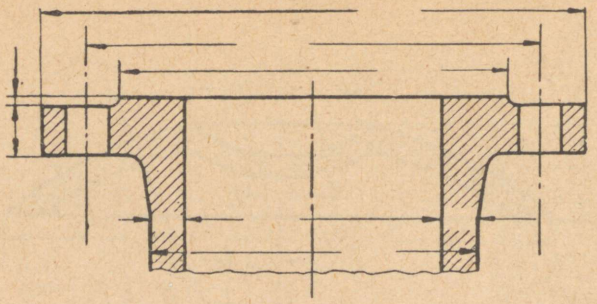


Joon. 164

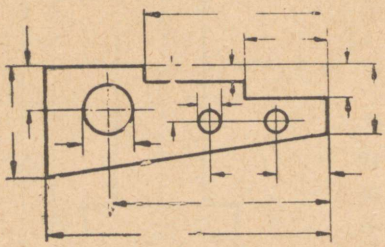
Kui eseme teisest projektsioonist selgesti ei nähtu, et esemel on nelinurkne tahk, siis tõmmatakse vaates üle tahu kaks ristuvat hästi peent diagonaaljoont (joon. 164, 147).



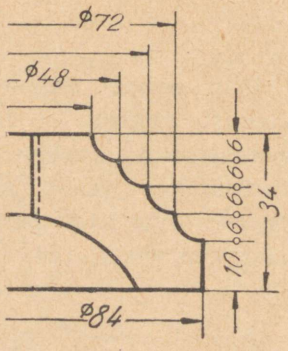
Joon. 165



Joon. 166



Joon. 167



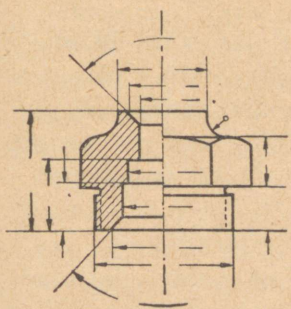
Joon. 168

Joonistel 165—167 nähtub mõõtjoonte õige paigutus. Noolotsad peavad ulatuma täpselt distantsjoonteni. Kui mitu mõõtjoont on rööbiti, siis mõõtjoonte omavaheline kaugus olgu võrdne. Mõõtarvu kohas tuleb mõõtjoon katkestada. Katkestused aga ei tohi olla kohakuti (joon. 139).

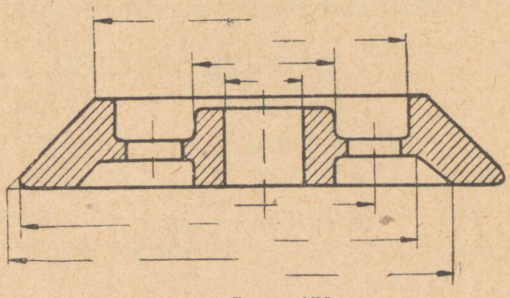
Kui ruumi puudusel ei ole võimalik paigutada noolotsi, võib neid asendada ringikestega (joon. 168).

Joon. 169 on kujutatud tihendusmutter. Ese on täiesti sümmeetriline. Sümmeetrilistel esemetel võib anda läbimõõdujoone vaid ühe noolotsaga. Seejuures teine mõõtjoone ots ulatub üle telgjoone ja lõpeb ilma nooleta. Suurel süm-

meetrilisel esemel, mil on palju läbimõõte, võib mõõtjoone pikkust tarbekorral veelgi lühendada (joon. 170).



Joon. 169



Joon. 170

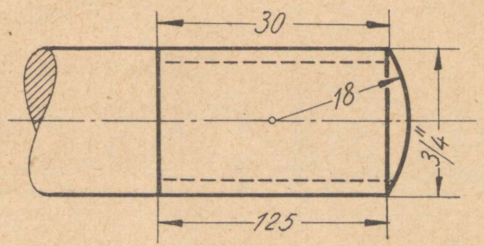
Joonistele mõõtjoonte asetamine toimub harva ja erilistel juhtumeil. Mõõtjoonte märkimine joonisel ei ole soovitav sellepärast, et nad segavad joonist.

Sellepärast kantakse mõõtjooned joonisest väljapoole, mis on õige mõõtjoonte märkimine.

Nagu eelpool mainitud, pannakse mõõdud masinaehituse joonistele ja samuti metallkonstruktsioonide joonistele ja igasugustele metalltöödele ainult millimeetrites, kusjuures tähti mõõtude juures ei märgita (need on iseenesestki oletatavad). Samuti ei tehta ka metalljoonestuste seletuste pealkirjas märkust „mõõdud mm-tes".

Kui antakse mõõdud teistes mõõtühikutes, siis märgitakse mõõdust paremal selle lühendatud mõõtühiku tähis (joon. 171).

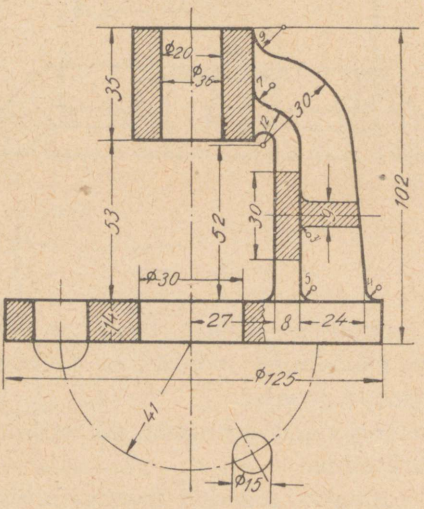
Näit. on antud joon. 171 poldi keermetamise joonis, kusjuures keerme pikkus on 30 (tähendab



Joon. 171

30 mm). Poldi ümardamise raadius on 18 mm. Poldi diameeter on ¾", mis on märgitud numbrist paremal ülal kahe väikese kriipsukesega.

Iga mõõt näidatakse joonisel ainult üks kord. Mõõtude kordamine võib toimuda ainult sel puhul, kui see osutub eriliselt vajalikuks.

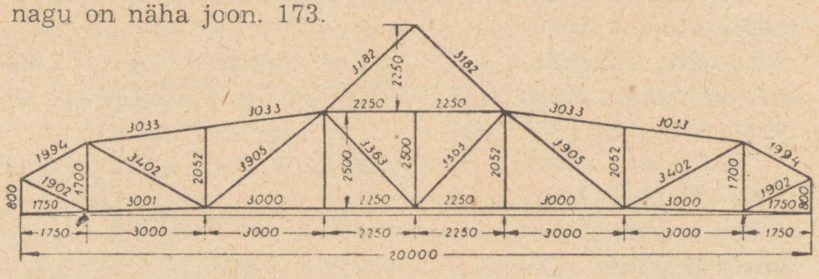


Joon. 172

Juhtudel, kus on otstarbekohane eseme vaatele kujutada lõige mõnest teisest tasapinnast, näit. kodara ristlõige, samba ristlõige jne. (joon. 172, 188), joonestatakse piirjoon peenikese täisjoonega.

Joon. 172 on toodud näide mõõtude paigutusest ja sellest, kuidas vältida tarvilikke teisi vaateid peavaate täiendamise teel. Samba ristlõige on sisse joonestatud peavaatesse. Samuti on aluse aukude kohad ja arv näidatud telgjoonega.

Raudkonstruktsiooni skeemidel antakse mõõdud nii, nagu on näha joon. 173.

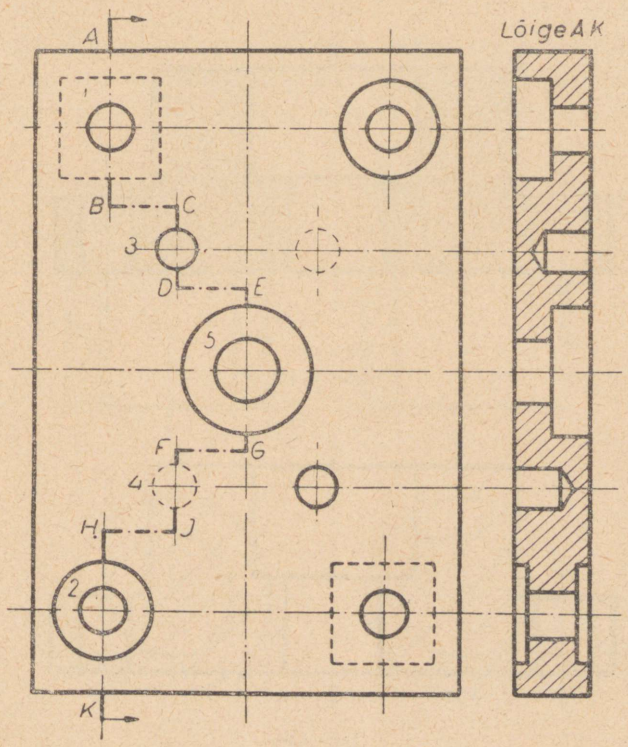


Joon. 173

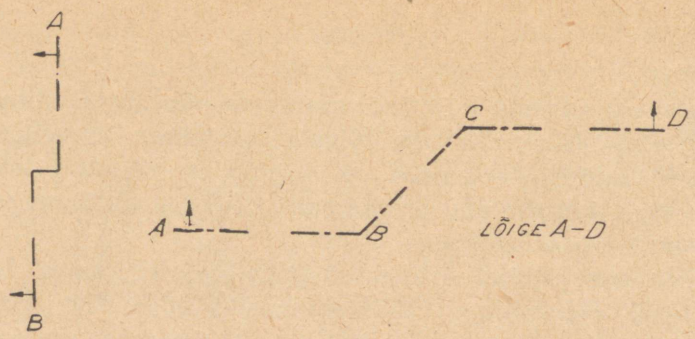
LÕIKED.

Esemest selgema kujutluse saamiseks osutub tarvilikuks teoreetiliste (kujuteldavate) lõigete tegemine. On selliseid esemeid, mille mõned osad või vormid on varjatult teiste osade taga. Lõigete abil on võimalik neid osi või kohti joonisel kujutada täisjoontega.

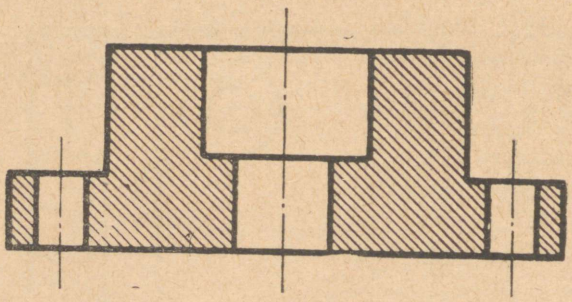
Seejuures esitatakse lõigatud pind joonisel vaates. Lõiked tehakse enamikus mööda sümmeetriatelge. Kui erandjuhul on tarvis teha lõige mujalt, siis tähistatakse see joon. 174 näidatud võttel jämedate kriips-punktjoontega (lõike-



Joon. 174

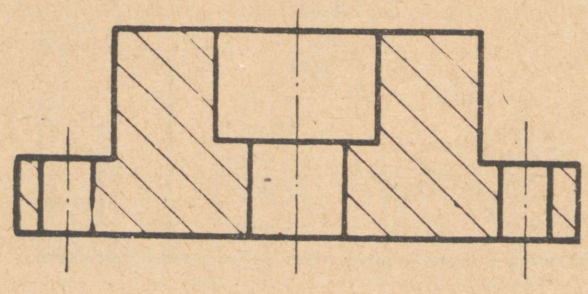


Joon. 175



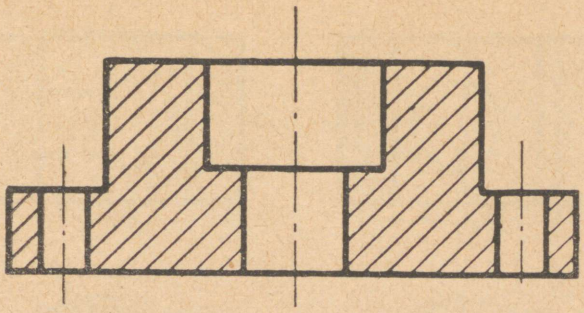
Liiga tihe

Joon. 176



Liiga hõre

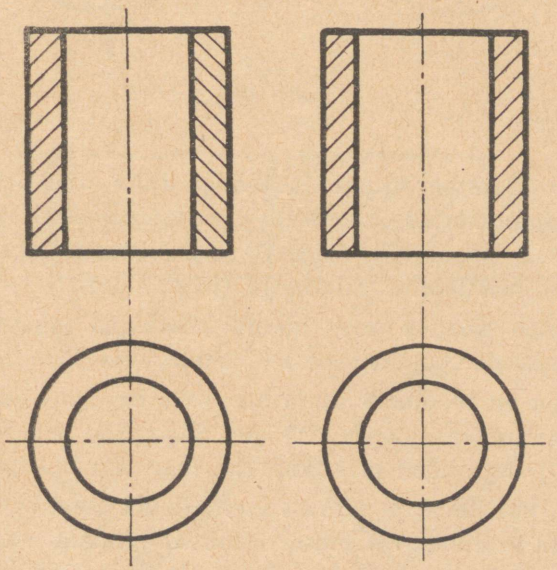
Joon. 177



Õige

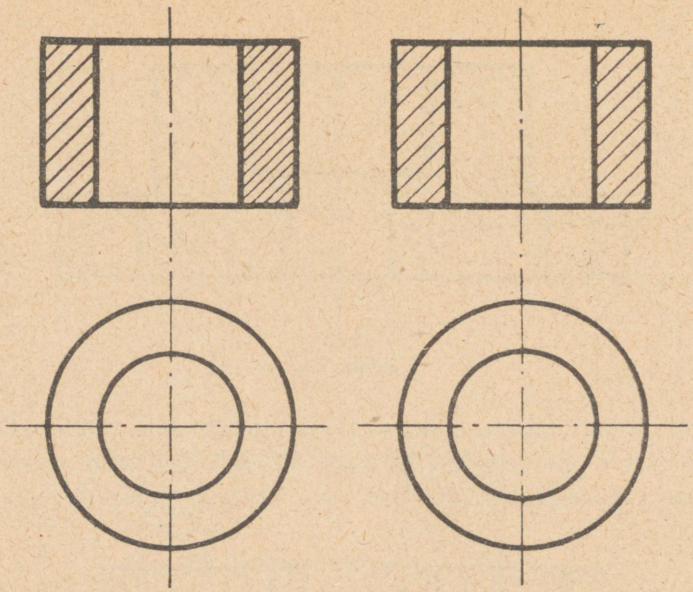
Joon. 178

joon), ja lõikepinna vaate suund tähistatakse noolekestega. Kui eseme joonisel on tarvilik näidata eri kohti erinevais lõikepindades ja kui lõiketee pole kergesti arusaadav, siis tä-



Väär Õige

Joon. 179



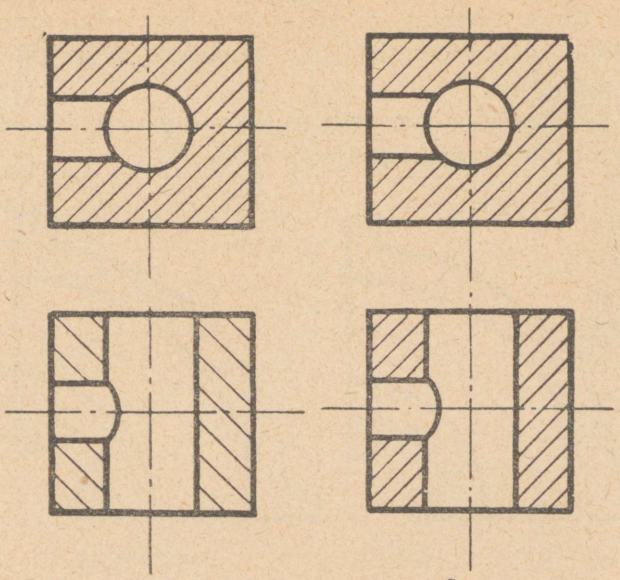
Joon. 180

histatakse lõiketee suurte tähtedega (joon. 175). Teoreetiliste lõikepindade eraldamiseks viirutatakse need kaldjoontega 45° all (joon. 174, lõige A—K). Viirutusjoonte paksus on võrdne mõõtjoonte paksusega (joon. 88, 137).

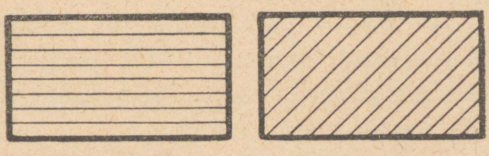
Viirutuse tihedus peab olema kooskõlas joonise suurusega. Tavaliselt võetakse see 1÷5 mm vahel (joon. 176—178).

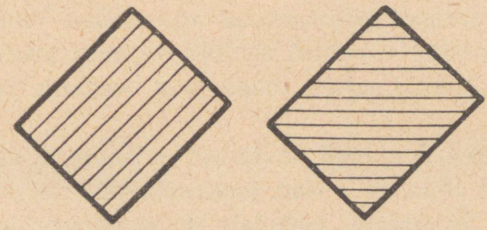
Näitena on toodud 3 juhtumit, kus võrreldes eseme suurusega, esimesel (joon. 176) on liiga tihe viirutis, teisel (joon. 177) liiga hõre ja kolmandal õige viirutis (joon. 178).

Juhul, kui ühest ja samast esemest või osast satuvad lõikesse mitu eraldiasuvat lõikes esinevat pindala, siis viirutatakse nad ühesuunaliselt ja -tiheduselt (joon. 179 ja 180, mis kujutavad toru).



Joon. 181

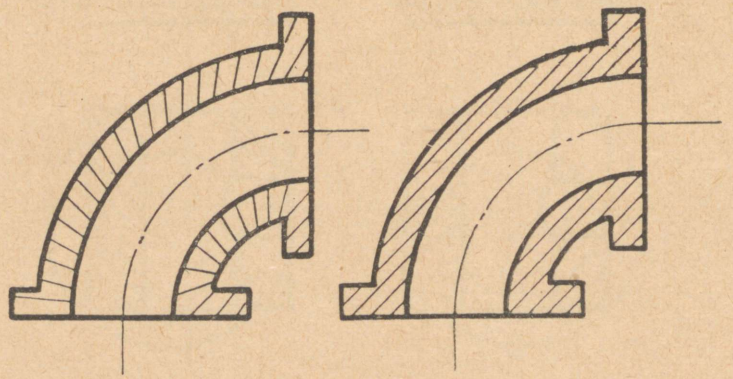




Joon. 182

Kui ühest esemest on esitatud lõikes mitu vaadet, siis tuleb kõik vaated viirutada ühesuunaliselt ja ühtlase tihedusega (joon. 181).

Ei ole lubatav, et viirutusjoonte suund langeks ühte eseme piirjoonte suunaga (joon. 182).



Väär Õige

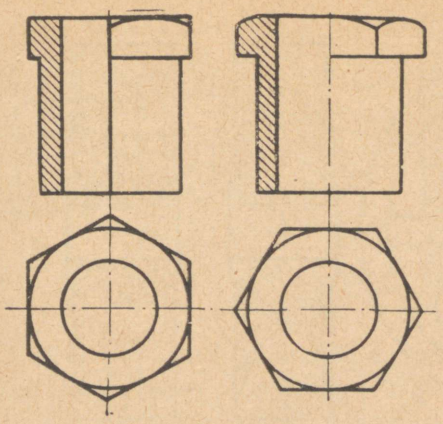
Joon. 183

Viirutusjoonte suund tuleb valida nii, et nad eseme piirjoontega moodustaksid võimalikult 45° nurga. Ka pole lubatav kõverate piirjoontega eseme lõikepinnal viirutise kord alatud suunda muuta (joon. 183).

Lõigatud kuuetahuline ese joonestatakse nii, et vaatesse satub kolm tahku (joon. 184).

Väga õhukesed lõikepinnad värvitakse üleni mustaks. Kui sellised kaks värvitud ristlõikes pinda satuvad kõrvuti, siis jäetakse nende vahele valge joon vasakule ja üles (joon. 185).

Võlle, polte, kruvisid, kodaraid ja neete ei viirutata, kui nad satuvad lõikesse. Nad joonestatakse nii, nagu oleksid nad vaates. Neetidele, poltidele ja kruvidele joonestatakse telgjooned (joon. 186, 187).

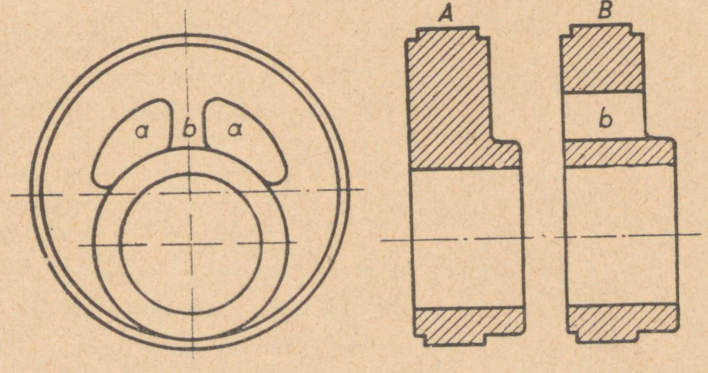


Väär Õige

Joon. 184



Joon. 185



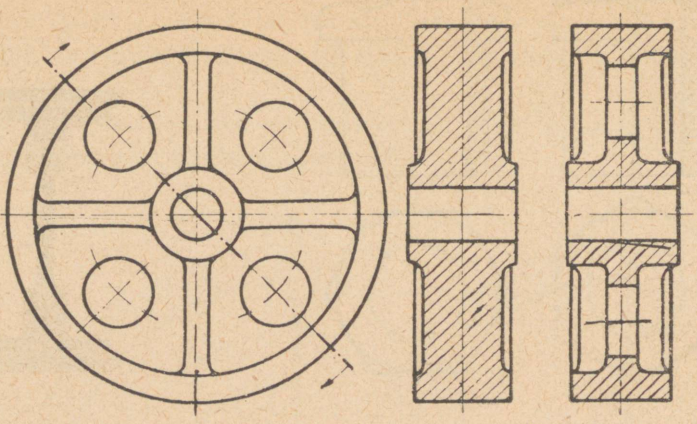
Väär Õige

Joon. 186

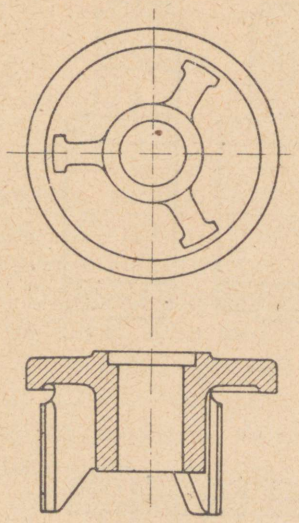


Väär Õige

Joon. 187



Joon. 188

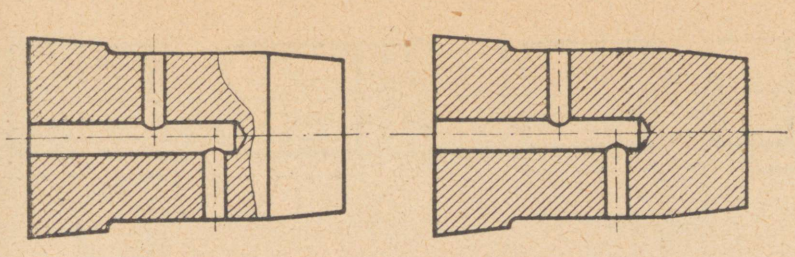


Joon. 189

Joon. 186, 188 on näidatud ekstsentrik ja ratas lõikes. Kodar joonestatakse vaates.

Klapp näidatakse lõikes nii, nagu ta on joon. 189. Klapi juhtribi ei lõigata.

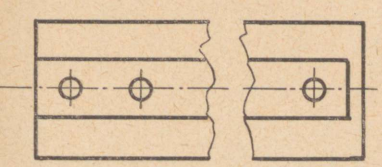
On juhtumeid, kus lõike viimine eseme lõpuni ei too enam uut esile. Joon. 190 toodud näite puhul on otstarbekohane lõige katkestada, sest siis on näha ka osa eseme väliskujust.



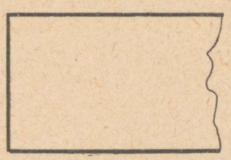
Õige Väär

Joon. 190

Katkestus- ehk murdekoha tähistamine. Juhul, kui tuleb joonestada pikki esemeid, näit. kange, võlle või torusid, kus teatud pikkuses ese jääb oma kujult täiesti muutumatuks, on võimalik ruumi kokkuhoiu otstarbel joonestada eseme laius antud mõõtkavas, kuid pikkust vähendades. Selleks tehakse teoreetiline murre, s. o. katkestatakse eseme joonestamine ja jäetakse keskmine tükk välja (joon. 191—195).



Joon. 191



Joon. 192

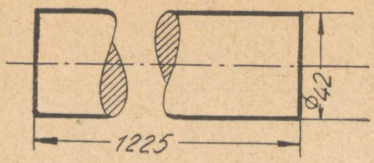


Joon. 193

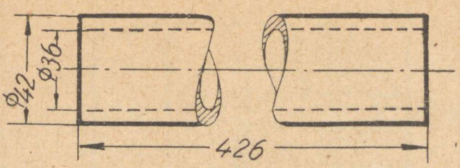
Katkestusjoon joonestatakse vaba käega peenikese täisjoonena. Joon. 191, 192 on metalli, ja joon. 193 puidu katkestusjoon joonestatud vaba käega.

Ümmarguse eseme, näit. võlli või toru joonestamisel viirutatakse osa katkestuspinda (joon. 194, 195).

Toru katkestuskoht tähistatakse joon. 195 kohaselt. Pikkuse mõõtmiseks kirjutatakse igal juhul eseme tegelik pikkus, nagu polekski katkestust.



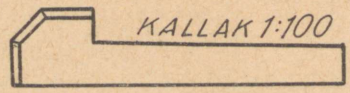
Joon. 194



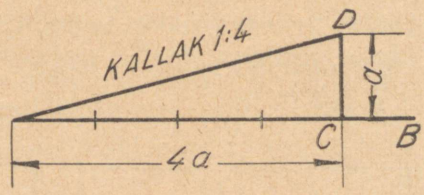
Joon. 195

KALLAK JA KOONILISUS.

On kallak liiga väike, mida võimata on näidata graafilisel teel, siis näidatakse see kallak joonisele märkimise teel, vastavalt joon. 196 näidatud võttele.



Joon. 196



Joon. 197

Kallaku mõistet seletab lähemalt joon. 197, kus on antud kallak 1 : 4.

Siin on sirglõik AB vesiloodis ja sirglõik AD kallakjoon. Asetades sirglõigule AB, alates punktist A, neli korda vabas pikkuses sirglõigu a, kuni punkt C-ni, kujutame punkt C-st perpendikulaari CD = a, saame täisnurkse kolmnurga ACD, milles kaatet AC on neli korda pikem kaatetist CD, s. o. CD : AC = 1 : 4.

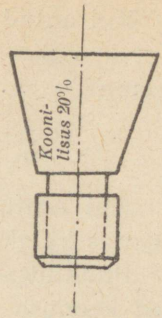
K o o n i l i s u s. Joon. 198 on näidatud kooniline prunt (kork) ja selle kõrvale (joon. 199) märgitud prundi pea koonilisus 20%. Koonilisust võib märkida ka murdarvuga 0,20



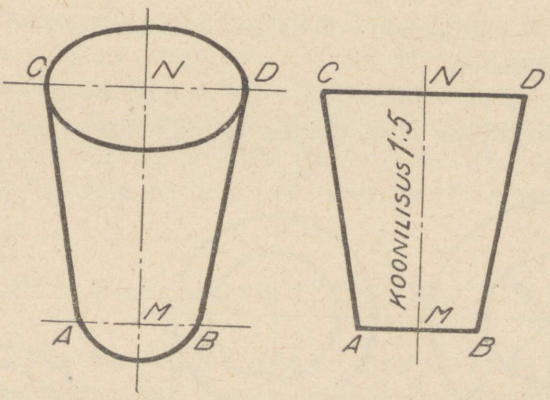
Joon. 198

või koonilisus 1 : 5 (joon. 200). Koonilisuse arvutus on sel puhul järgmine:

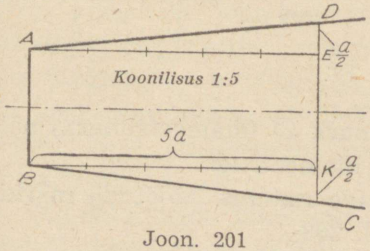
$$\frac{CD - AB}{MN} = \frac{1}{5}$$



Joon. 199



Joon. 200



Joon. 201

Seega näitab koonilisust suurema ja väiksema põhja läbimõõdu (∅) vahe, jagatud koonuse kõrgusega (joon. 201).

Kui antud koonuse mõõdud on järgmised:

AB = 15 mm, CD = 25 mm, MN = 50 mm,

saame

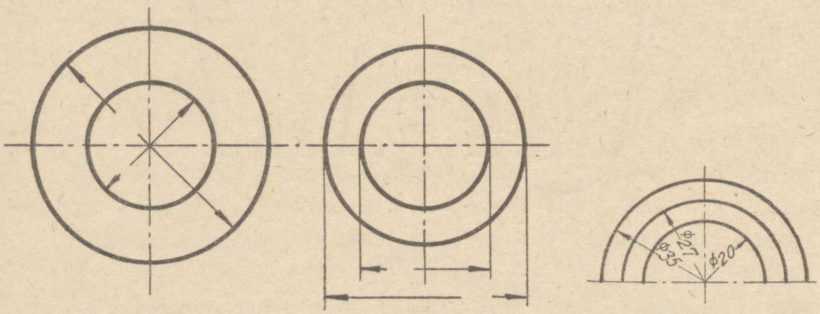
$$\frac{25 - 15}{50} = \frac{1}{5},$$ mis annab 20%.

Kui osutub vajalikuks kujundada koonuse põhjale AB koonus külgkallakuga 1 : 5, siis tehakse seda järgmiselt:

Punktidest A ja B tõmbame sirgjooned, mis on paralleelsed koonuse teljega, ja märgime neile viis vabas pikkuses võrdset joonlõiku, alates punktidest A ja B.

Selle järele märgime telje perpendikulaarile, mis läbistab kahte äärmist joonlõigu punkti E ja K, joonlõigud ED ja KC, mis võrduvad $\frac{a}{2}$. Nüüd tõmbame läbi saadud punktide D ja C kaldjooned AD ja BC, mis on koonust moodustavad kaldjooned.

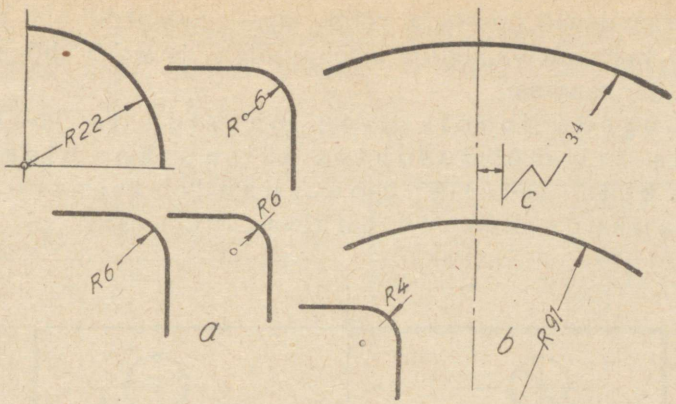
Mõõtude märkimine ringidele. Ringjoone suurus märgitakse alati diameetri pikkusega (joon. 202).



Joon. 202

Mõõdust pahemale pandud märk ∅ (diameetrimärk) näitab, et mõõdud kuuluvad ringi diameetrile.

Kaartel näidatakse alati nende raadius. Mõõtude märkimine kaartele on näidatud joon. 203.



Joon. 203

Mõõdud kaartel. Nagu näha joon. 203, on nool märgitud raadiuse peenjoonele ainult ühele otsale, mis puudutab kaart, kuna raadiuse teine, tsentrumipoolne ots on ilma nooleta või märgitakse temale kas pisikese punktikese või pisikese ringikesena. On kaare tsentrum joonest liiga kaugel, märgitakse raadius murdjoonena (vt. joon. 163).

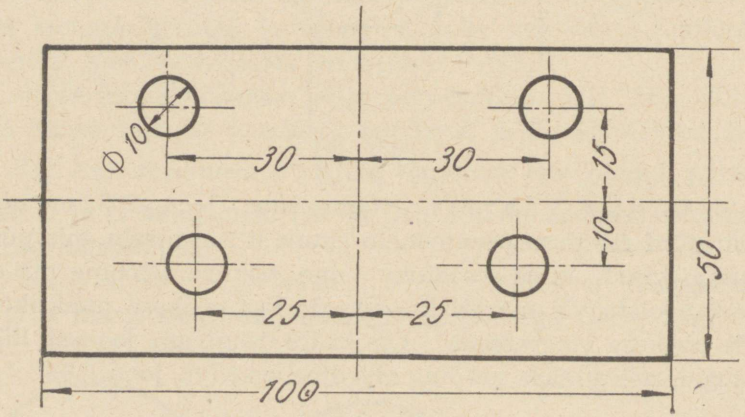
PUNKTIDE MÄÄRAMINE KOORDINAATIDE JÄRGI.

Märkimine. Tehniliste profiilide joonestamine. Sageli on vajalik tehnilistel joonistel märkida ja leida vajalisi punkte (näit. ringide tsentrumid jne.), millede jaoks on joonistel täpselt näidatud nende kaugused kindlaist sirgjoontest, mis tavaliselt moodustavad endi vahel täisnurga, s. o. täisnurga kas kahe kontuurjoone või telje ja keskjoone juures jne. Sellel juhul antud vahemaad punktidest kuni sirgjoonteni nimetatakse punktide koordinaatideks.

Tuleb juhtida tähelepanu täpsele mõõtude võtmisele ja nende täpsele märkimisele. Iga märgitavat joonlõiku peab

mõõtjoonlaualt (mastaap) võtma täpselt mõõtsirkli abil (joon. 7, 9) vastavalt vajalikule mõõdusuhtele, ja sirkli abil joonisele üle kandma.

Lugeda joonis ning märkida ja joonestada 1:1 mõõdusuhtes täisnurkne plaat ja märkida sellele ümaraukude tsentrumid ja aukude kontuurid (joon. 204).



Joon. 204

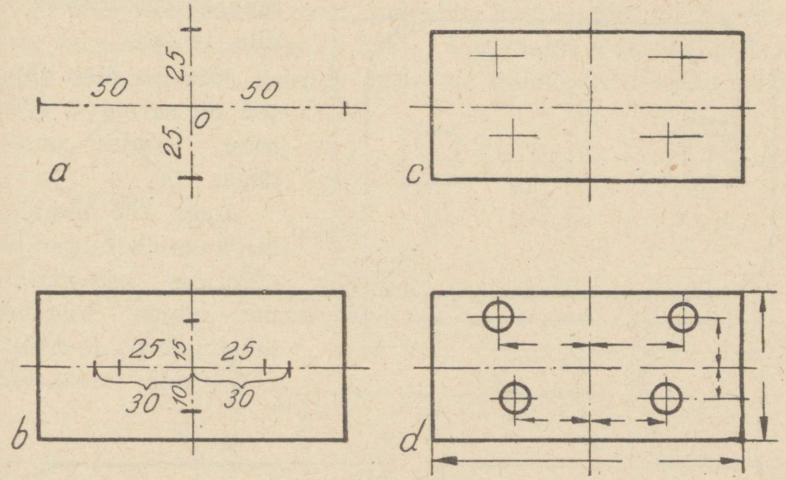
Esmalt loeme plaadi üldmõõdud (gabariitmõõdud), s. o. pikkuse ja laiuse. Plaadi pikkus on 100 mm, laius 50 mm. Plaadi ülemises osas märgitud mõõdud 30 mm näitavad mõõtu kahe ülemise ringi tsentrumist kuni keskteljeni (sümmeetriatelg). Mõõdud 25 mm näitavad mõõtu alumiste ringide tsentrumist kuni keskteljeni. Joonise paremale küljele märgitud mõõdud 15 ja 10 mm näitavad mõõte ringide tsentrumitest kuni horisontaalteljeni.

Augu läbimõõt on märgitud ühele augule — 10 mm.

Teistele aukudele ei ole mõõte märgitud, järelikult on nendel aukudel sama mõõduga diameetrid.

Märkimise ja joonestamise algvõtted on seletatud ja näi-

datud joon. 205. Tõmbame esmalt risti plaadi kaks telge ja märgime neile, alates punktist O poolpikkuse ja laiuse mõõdud.



Joon. 205

Tõmbame neist märgitud punktidest läbi kontuurjooned, mis on paralleelsed telgedega (joon. 205 a ja b). Telgedel märgime koordinaadid, s. o. mõõdud aukude tsentrumitest kuni teljeni, vastavalt mõõtudele, mis näidatud joon. 204.

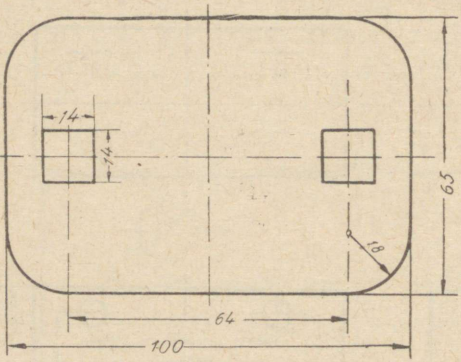
Märgime paralleelselt telgedele ristiolevate peenjoonte abil aukude tsentrid (joon. 205).

Joonestame sirkli (joon. 8) abil ringid. Jätkame joonestamist, tõmbame mõõtjooned ja nende otstesse noolekesed.

Selle järele märgime joon. 205 d mõõdud, nagu need on näidatud joon. 204. Lõpuks märgime veel joonisele vajalise mõõduvahekorra.

Joon. 204, 205. Järjestikune plaadi joonestamise ja aukude tsentrite märkimise võte.

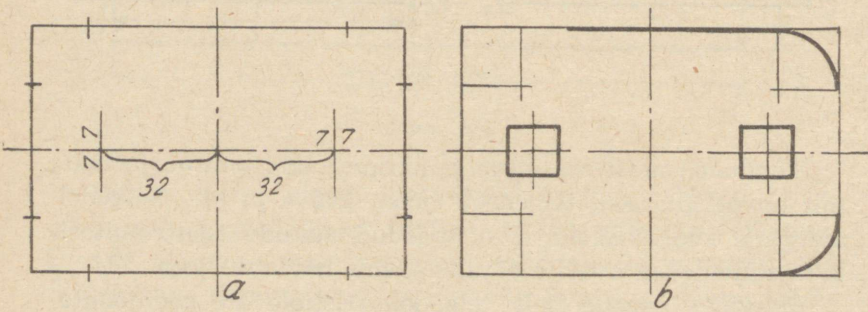
Lugeda, märkida ja joonestada mõõduvahekorras 1:1 pealisplaadi kontuur (joon. 206). Plaadi pikkus 100 mm, laius 65 mm. Aukude telgede vahe 64 mm. Ruudukujulised augud 14×14 mm. Nurkade ümardamiskaarte raadius 18 mm.



Joon. 206

Joonestamise võtted on sarnased eelmise joonise omadega.

Joon. 206 tõmbame kaks risttelge ja märgime keskpunktist nende telgede mõlemale poole mõõdud, mis vastavad

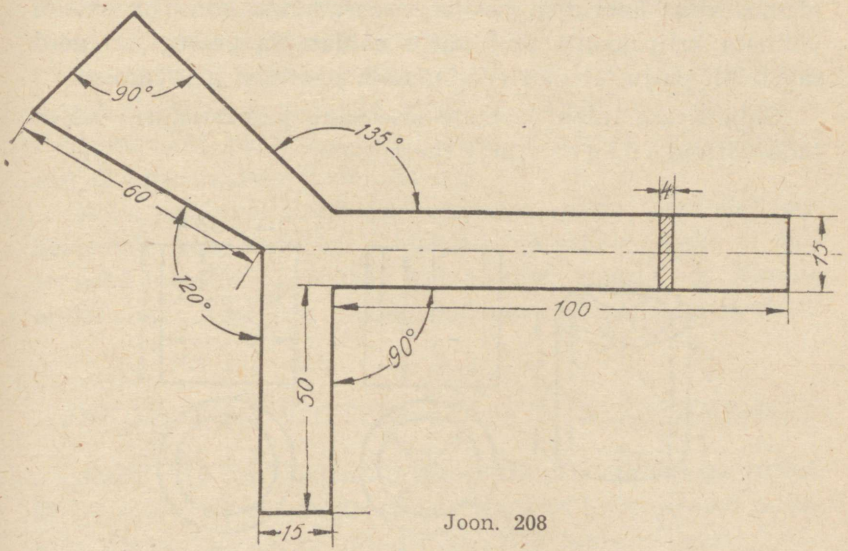


Joon. 207

plaadi pikkuse ja laiuse pooltele mõõtudele, ja tõmbame peente joontega plaadi kontuurid ilma nurki ümardamata. Selle järele märgime horisontaalteljele (joon. 207) aukude tsentrid, alates horisontaaltelje keskpunktist 32 mm, mis on pool 64 mm, ja tõmbame aukude teljed. Saadud telgedele märgime nende mõlemale poole 7 mm. Edasi mär-

gime nurkade tippudest nende ümardamiseks raadiused 18 mm. Perpendikulaarjoonte ja täisnurga poolitamise (45°) kolmnurga abil (joon. 206) leiame nurkade ümardamise tsentrid ja ümardame nurgad (joon. 207, 50 ja 203).

Nüüd joonestame välja paksude joonte abil nii ruudud kui ka ümarnurgad (joon. 207). Ühendame paksude joonte abil ümarnurkade kaared, märgime mõõtjooned neile kuu-



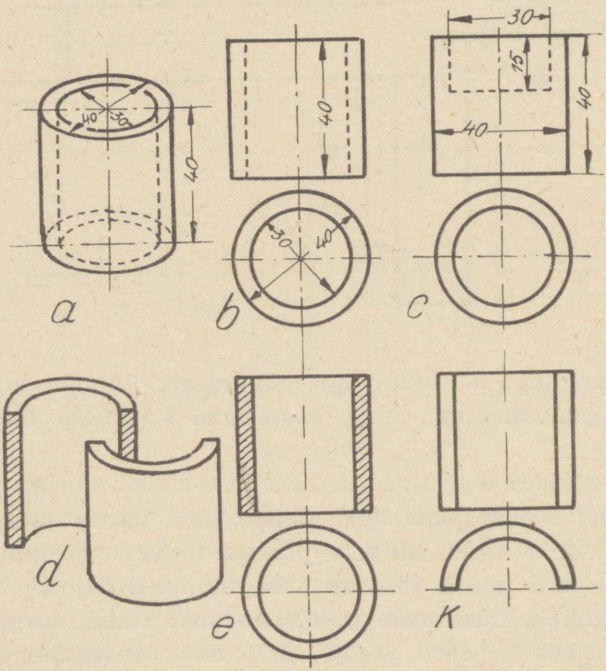
Joon. 208

luvate nooltega ja vastavate mõõtudega. Lõpuks märgime veel mõõduvahekorra ning kustutame kummiga üleliigsed jooned.

Joonestada 1:1 mõõduvahekorras lukksepa nurgik (joon. 208). Joonestame täisnurga ja märgime sellele nurgiku külgede pikkused 100 ja 50 mm. Märgime nurgiku laiuse 15 mm. Ehitame malli (joon. 12) või joonestamis-kolmnurkade kombineerimiste abil nurgad 120 ja 135° (90+45=135° ja 90+30=120°). Märgime 60 mm mõõdu ja ehitame 90° nurga.

Nähtamatute osade kujundamine lõigete abil. Nagu eelpool nägime, ei ole küllaldane ega vii igakord sihile, kui näidata joonisel eseme sisemist ehitust kriipsjoonte abil. Lihtsamate esemete korral on see veel ehk kuidagi võimalik, kuid keeruliste masinaosade joonestamisel, kus kriipsjoonte abil tuleks märkida eseme mittenähtavaid osi ja nende kontuure, ei vii see enam sihile. On olemas väga keerulisi masina siseosi, mida kõiki on täiesti võimata kriipsjoonte abil kätte näidata ja pealegi on neid sageli nii palju, et nad ei võimalda joonisest arusaamist.

Sellepärast tuleb esemete siseosade joonestamisel kasutada võtteid lõigete abil (joon. 209).



Joon. 209

Käesoleval juhul joonestame ümaraid kehasid, tehes algust torulõikega.

Joon. 209 on see toru osa näidatud kahes projektsioonis, kusjuures toru sisepind on näidatud peenema kriipsjoonega.

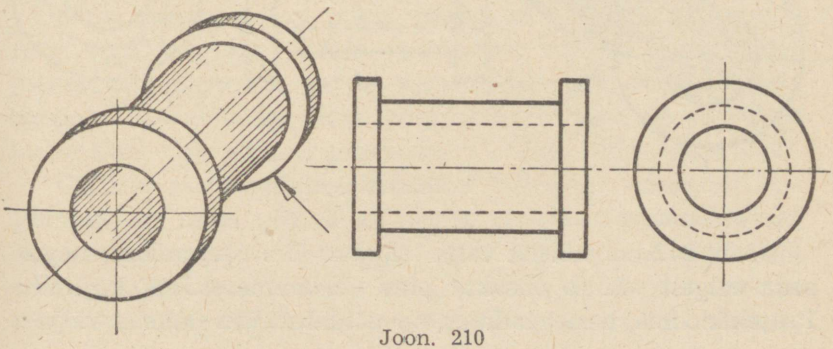
Nagu näha, võib juba siingi tekkida arusaamatust. Nii on paremal pool asuva joonise c pealtvaade võrdne joonise b omaga. Ainult eestvaate joon. 209-c abil selgub, et silindrisse on puuritud auk, mis teda ei läbi. Selge pildi annab silindrist aksonomeetriline vaade.

Joon. 209-d esineb poolitatud silindri kaks poolt aksonomeetrias. Kuna siin ei ole tegemist kujutatava läbilõikega, vaid tõeliselt püstlõikes poolitatud silindriga, siis viirutist siin ei tule näidata (joon. 209-k).

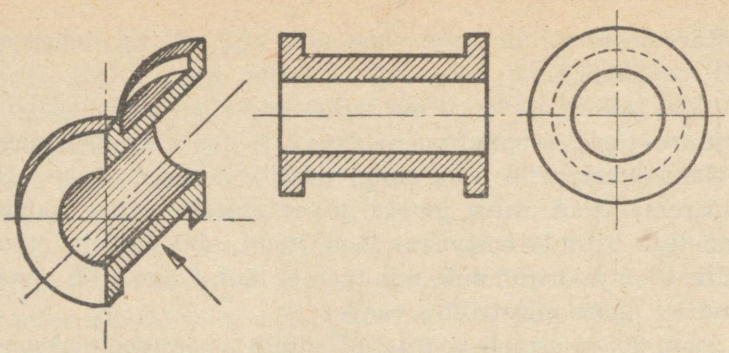
Nagu selgub ülalolevaist joonistest, tuleb tehnilisel joonestamisel olla äärmiselt ettevaatlik ja tähele panna — üks jooneke rohkem või vähem võib joonist muuta ja temale anda hoopis teise sisu. Sellepärast tähelepanu ja ettevaatust!

JUHISEID JA VÕTTEID LÕIGETE KUJUTAMISEL.

Joon. 210 on näidatud õõnessilindri (servadega prunt, puks) projektsioon ja aksonomeetria, kus kriipsjooned mõlemas vaates kujutavad silindri külgi ja tema paksust.



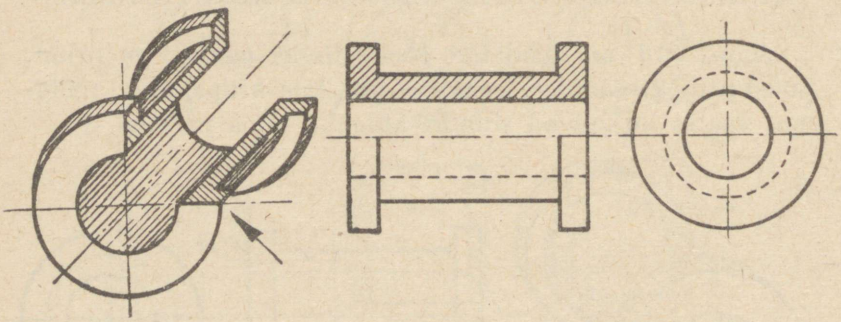
Joon. 210



Joon. 211

Joon. 211 on näidatud aksonomeetrias puksi (silinder) lõige tema püsttelje kaudu, vertikaalse tasapinnaga.

Paremal pool on toodud puksi lõige, mis võetud tema aksonomeetriast, sellele noole suunas vaadates. Selle lõikega saime puksist kaks täiesti sümmeetriliselt võrdselt poolitatud osa (joon. 211).

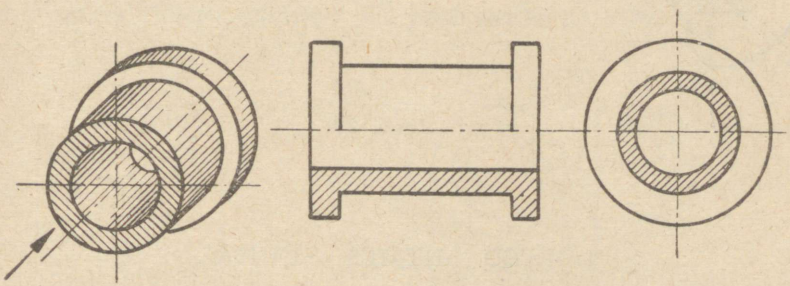


Joon. 212

Joon. 212 on puksist välja lõigatud üks veerandosa, nagu seda selgelt näitab vasakul olev aksonomeetriline kujund. Projektsioonis, eest vaadates, on näidatud üks puksist välja-

lõigatud pool puksi poolosast, kuni tema teljeni, kuna teine pool on jäetud lõikamata.

Nagu selgub aksonomeetrilisest kujundist, on see käesoleval juhul väga vajaline joonise kergemaks lugemiseks. Paremal pool oleva projektsioonjoonise kaudu on seda juba raskem lugeda.



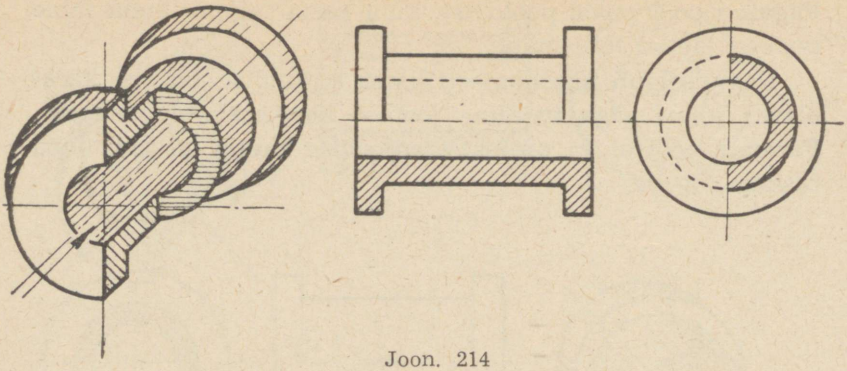
Joon. 213

Joon. 213 kujutab vertikaalset põiklõiget, mis on perpendikulaarne tema teljega.

Pealtvaatele vertikaal-põiklõige ei mõju, kuid sõltumatult põiklõikest võib pealtvaatel näidata pikuti-lõiget, mis on tehtud joon. 212, kus peavaade on antud veerand-osa väljalõikega.

Kuna pahempoolsel puksi vaatel on samuti sümmeetria telg, võib seda ka näidata veerandosa väljalõikega. Selle joonise pahempoolset vaadet nimetatakse vaateks ühes veerandosa väljalõikega, kus projektsiooni pahempool annab puksi otsa välisvaate ja parempool — tema lõike (joon. 214).

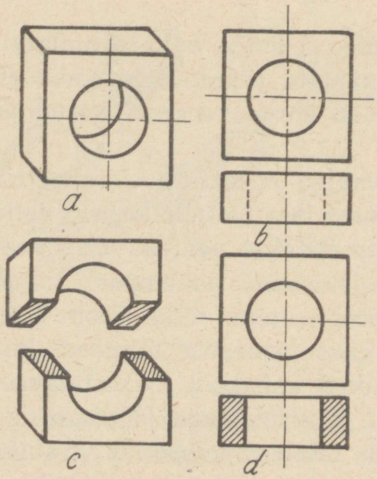
Üldiselt peab püüdma tehnilist joonestist niimoodi kujundada, et tema vaated ja lõiked annaksid joonestatavast esemest võimalikult selge pildi. Kui lõigetega ja vaadetega seda küllaldaselt ei suudeta teha, tuleb vajaduse korral abiks võtta aksonomeetrilist kujutamist, nagu seda ülalpool nägime.



Joon. 214

LÕIKED MITMES SUUNAS.

Eelolevail jooniseil näitasime lõigete tegemist vertikaalsuunas ülalt kuni joonise alumise servani, kusjuures lõige moodustus eestvaatel.



Joon. 215

Selliseid lõikeid võib teha ka horisontaalselt, lõigates eset horisontaalsuunas tema eesseinast kuni tagaseinani.

Kujutades sellist lõiget, me mõttes eraldame temalt horisontaalsuunas tema ülemise osa, mis võimaldab saada ülaltvaadet. Nüüd näeme me ülalt vaadates mitte joonise välispinda, vaid tema lõiget.

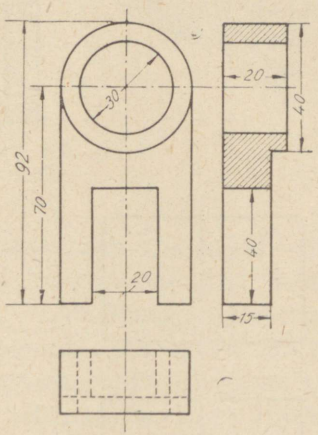
Joon. 215-a kujutab masinaosa aksonomeetrias, joon.

215-b tema kahte projektsiooni, joon. 215-c eseme põiklõiget horisontaalsuunas (aksonomeetria), kusjuures ülemine pool on tõstetud kõrgemale. Kui eraldada ülemine pool täiesti ja vaadata esemele ülalt, siis näeme teda selliselt, nagu see on kujutatud joon. 215-d, s. o. me näeme eset tema lõikes.

Siin on näha seinte paksus. On näha, et esemest on läbi puuritud ümarauk, misjuures eestvaate projektsioon jäi muutmata. Vertikaallõikes jäi pealtvaade muutmata.



a



b

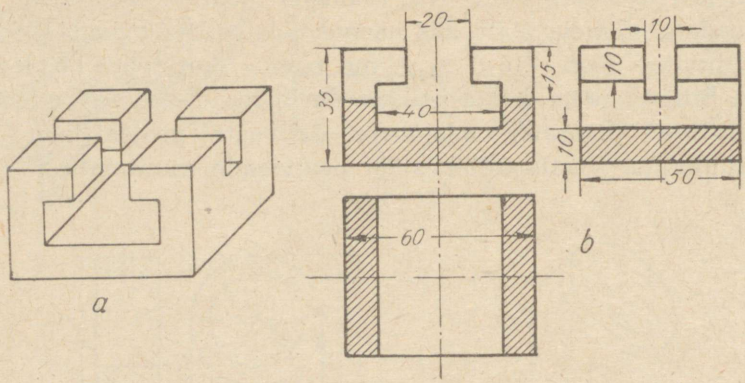
Joon. 216

Joon. 216 kujutab üksikuid detaile: a) aksonomeetriline joonis, b) kolm projektsiooni masina osast.

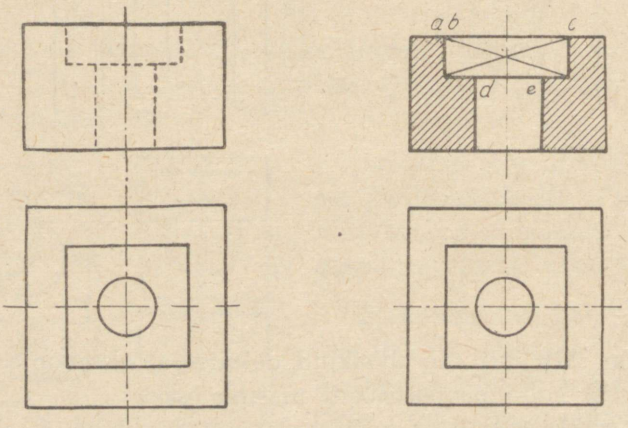
Joon. 216-a ja b on käsitatud võtet, kus lõige ei ole tehtud ei vertikaal- ega horisontaalsuunas, vaid küljelt vaadates.

Nagu joonisest selgub, võib üheaegselt läbilõikeid teha kõigis kolmes projektsioonis. Ühtlasi selgub ka joonisest, et teda on raske lugeda, kuid seda kergendab märksa vasakul olev aksonomeetriline vaade.

Sellepärast on soovitav, et keerulisemaile joonistele lisataks selgitamiseks veel aksonomeetriline vaade.



Joon. 217

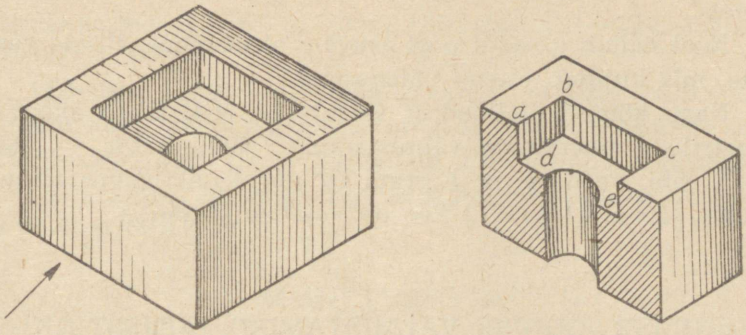


Joon. 218

Joon. 217 kujutab detaili läbilõiget tema kolmes projektsioonis: a) aksonomeetriline joonis, b) ese kolmes projektsioonis.

Ülalolev täisnurkne projektsioon (joon. 218) näitab, et see masinaosa on ruudukujuline plaat. Kriipsjooned tema

eestvaates näitavad, et temas on ruudukujuline süvendus ja läbijooksev ümarauk (joon. 219).



Joon. 219

Seda masinaosa läbi lõigates näeme selgesti tema sisemist osa, kusjuures endine kriipsjoon on nüüd joonestatud juba paksu pideva joonena. Läbilõikes näeme masinaosa siseehitust juba märksa selgemini. Masinaosa läbilõigatud seinad viirutatakse 45° kallakjoontega. Detailis olev auk jääb viirutamata. Samuti jääb ka viirutamata ruudukujuline süvendus, millesse on tõmmatud peenjoontega kaks diagonaali, mis näitavad, et ruudukujulise süvenduse külg on tasapindne (joon. 164).

Punkt a, mis on märgitud aksonomeetrilisel joonisel, projitseerub läbilõikes punkt b-sse. Kaar (aksonomeetrias) projitseerub läbilõikes sirgjoonena. Et kujundada peavaate lõiget joon. 219, peame seda püstloodis enne poolitama, ja mis peaasi, oskama seda läbilõiget mõttes kujutleda. Sellepärast nimetatakse sellist läbilõiget kujutletavaks läbilõikeks. Tõeliselt jääb detail läbi lõikamata. Samuti jääb ka läbi lõikamata detaili pealtvaate joonis. Viirutades 45° kaldjoontega detaili läbilõigatud seinad, saame

eestvaatest märksa selgema kujutise. Sageli on tegemist masinaosadega, mida on võimata kujutada isegi lõigete abil; tuleb sel puhul kasutada jällegi aksonomeetrilist kujutamisvõtet.

Nool näitab vasakul pool asuvale aksonomeetrilisele vaatele, mis kujutab eseme välisvaadet.

Nagu kõigest ülaltoodust selgub, on eriti tähtis aksonomeetriliste joonestiste valmistamine. Sellepärast — veel kord läbi vaadata ja korrata IV osa — aksonomeetriline joonis. (Joon. 111—127.) See on vajaline ja tähtis.

TEHNILISE JOONISE VALMISTAMISE JÄRJESTIKKUS.

Tehnilise joonise valmistamise järjestikkus on väga tähtis, kuna sellest oleneb mitte ainult joonise selgus, täpsus ja korralikkus, vaid ka joonise ilu.

Joonise valmistamiseks tuleb teha esmalt vajalik visand (vt. joon. 312, 313). Seejärel tuleb valida nii joonise kujule kui ka suurusele mõõdusuhe ja joonise formaat (lk. 22), määrata kindlaks kirjanurk (joon. 34) ja tükitabel, reserveerides sellele vajalik pind joonise parempoolsel alumisel nurgal. Seejärel tuleb määrata vaadetele asukohad ja tõmmata vaadete sümmeetria-telgjooned (joon. 204—207).

Nüüd tuleb märkida vaadete peamõõdud (gabariitmõõdud) ja asuda joonise valmistamisele, nagu seda näitavad joon. 224—227.

Esiteks tuleb tõmmata kõik jooned ning kontuurjoonedki õrnalt, hästi teritatud H2-pliiatsiga, et neid võiks vajaduse korral hõlpsasti kustutada. Kui on selgunud, et kõik on korras ja vastab joonise nõuetele, võib peenjooni üle tõmmata vastavalt nende iseloomule (joon. 88).

On joonisele kõik kontuur- ja teised jooned tõmmatud, tuleb joonisele märkida distants- ja mõõtjooned, joonestada

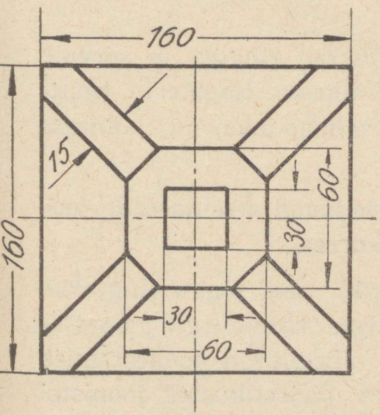
mõõtjoonte nool-otsad ja kirjutada mõõtjoonte vahele sobivatele kohtadele (vt. joon. 139) vastavad mõõdud ning lisada töödeldud pindadele juurde töötlemismärgid (vt. Pinnatöötlemismärgid lk. 164 ja joon. 286—288, 321—323, 325, 327 ja 329.

Lõpuks tuleb varustada joonise detailid positsiooninumbritega, täita kirjanurk ning kirjutada joonisele standard-normkirjas (joon. 38—40 ja 138) vajalikud seletused, märkused jne. Enne joonise allakirjutamist tuleb veel joonist kontrollida.

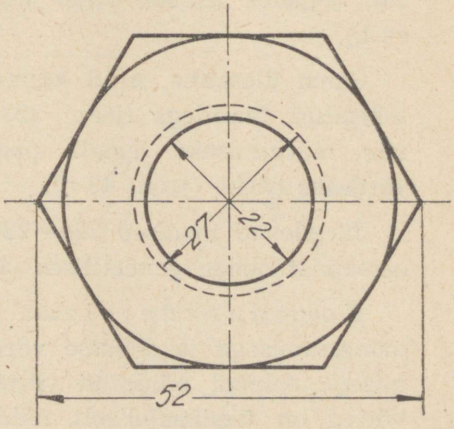
HARJUTUSTÖÖD.

Joon. 220—227 on toodud harjutustöid, kus korduvad kõik eelmised geomeetriliste kujundite ja projektsioonjoonestamise võtted, vastavate mõõtude märkimine kui ka jooniste lugemine.

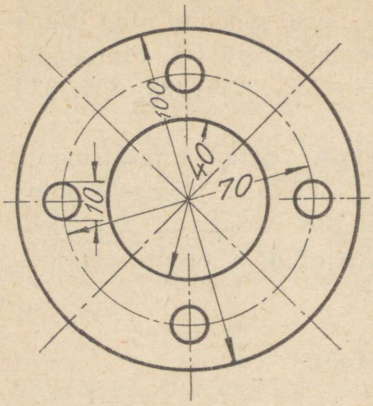
Joonestage ankurplaat mõõtvahekorras 1 : 2 ja kuuetahuline mutter — mõõtvahekorras 1 : 1 pealtvaates ning pange vastavad mõõdud. (Joon. 220—221.)



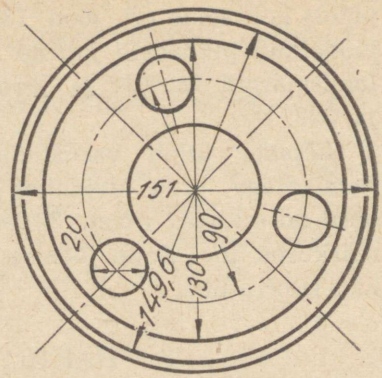
Joon. 220



Joon. 221



Joon. 222



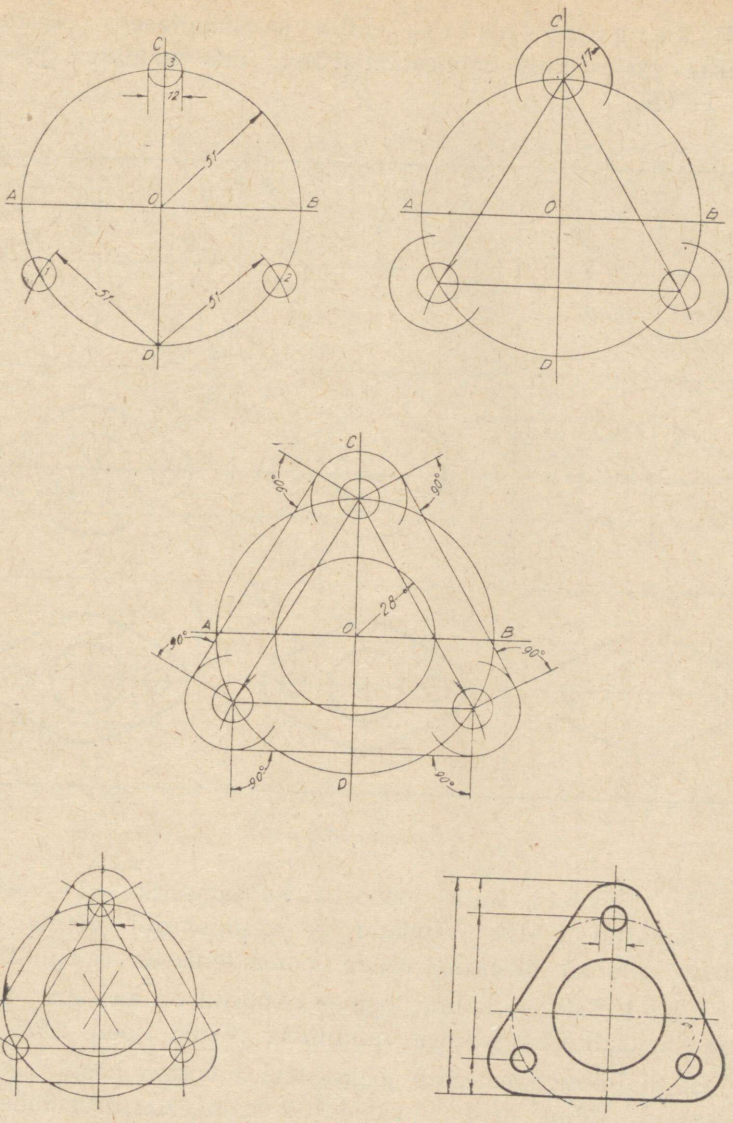
Joon. 223

Ümarplaadi (flanši) joonestamisel tõmbame sirkliga peene kriipspunktjoone ringide tsentritele, läbimõõduga 70 mm (joon. 222) ja märgime sellele väikeste ringide tsentrid, jagades esmalt ringi neljaks võrdseks osaks (joon. 48-b).

Sama ülesanne, kuid kolme väikese ringiga ja servale märgitud faasidega (joon. 223). Väikeste ringikeste tsentrite märkimiseks jagada peen kriipspunktjoon kolmeks võrdseks osaks (joon. 48-a).

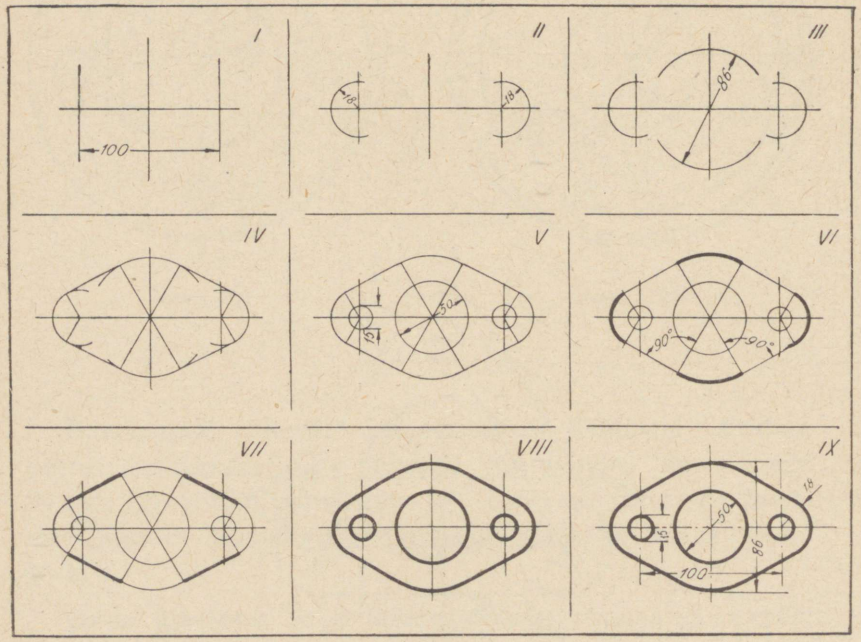
Järgnevad joonised 224—227 käsitavad masinaosade joonestamist nende geneetilises järjekorras.

Kolmnurkne plaat (äärik), mis algab ringjoone joonestamisega ja sellesse võrdkülgse kolmnurga joonestamisega eelpool näidatud võtteil. Järgnevad joonestamise võtted on üksikasjaliselt näidatud järjestikustel joonistel (joon. 224).



Joon. 224

P i k e r g u n e äärik, mille joonestamiseks vajame üheksa järjestikust joonestamisvõtet, mis näidatud joon. 225 I—IX.

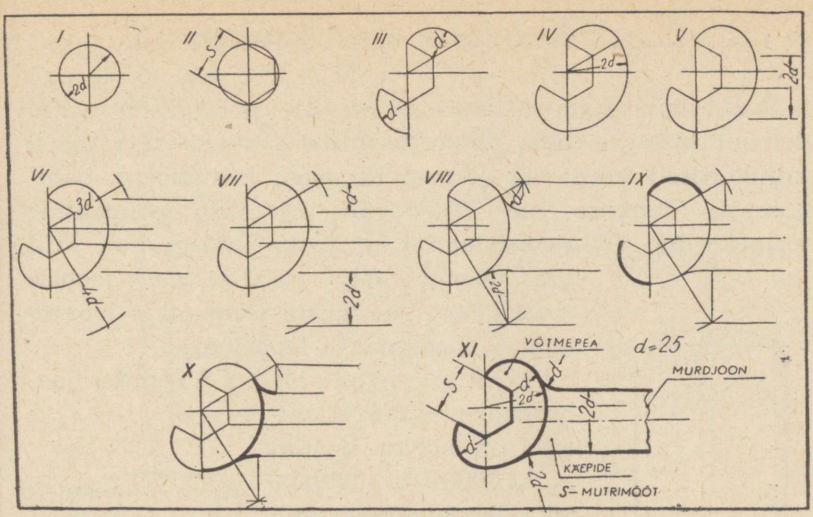


Joon. 225

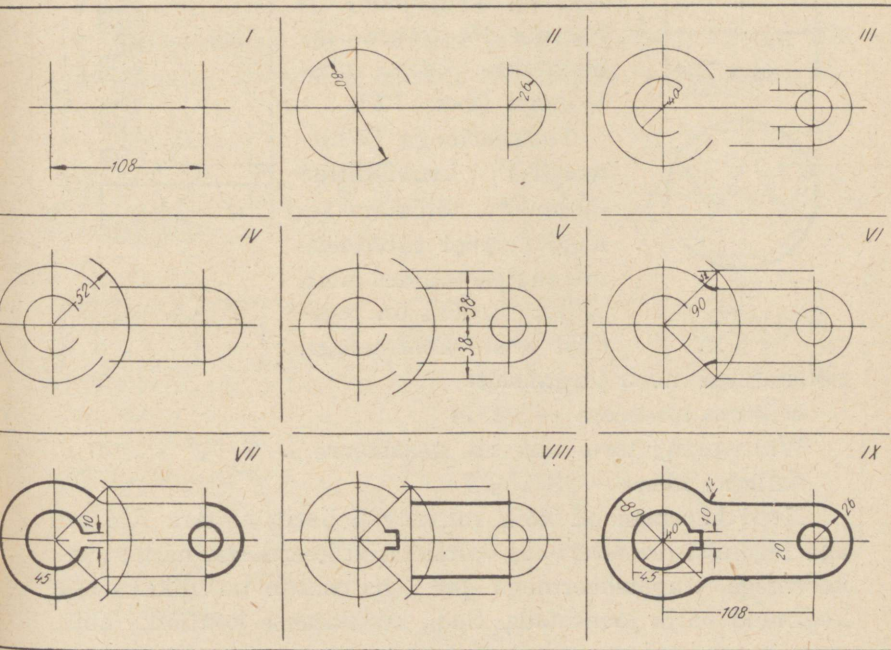
M u t r i v õ t i, mille joonestamise järjestikused võtted on näidatud I—IX. Viimane — valmiskujul võtme ots annab seletusi üksikute osade joonestamiseks (joon. 226).

V ä n t. Eelmise kolme joonise eeskujul on ka siin toodud järjestikused joonise valmimise võtted (joon. 227).

Et ülaltoodud esemete joonestamise võtted hästi meeles seisaksid, tuleb neid suurendatud kujul, harjutustöödena, lõplikult valmis joonestada.



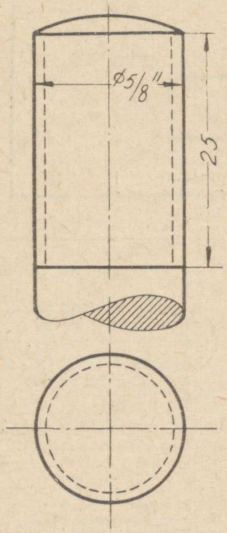
Joon. 226



Joon. 227

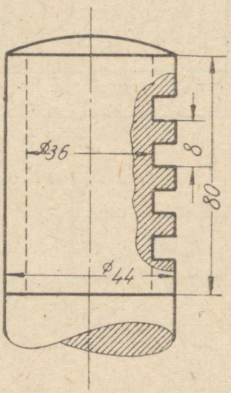
LEPPEMÄRKIDE KASUTAMINE.

Joonestamise lihtsustamiseks on ette nähtud terve rea elementide tarvis oma lihtsustusvõtted. Tavaliselt on need paljukordselt korduvad elemendid, nagu kruvikeere, hammasratta hammas jne. Korduvalt esinevate elementide mitmekordne väljajoonestamine ei tooks midagi uut, küll aga nõuaks palju tööd ja teeks joonise ebaselgeks. Seesuguste elementide joonestamisel kasutatakse leppemärke.



Joon. 228

1. K e e r m e s t i k u d. Tehnilise joonestamise ühtlustamiseks on kokku lepitud, et kruvikeere tähistatakse leppemärgiga, milleks on kriipsjoon, ja keerme lõppkohta tähistatakse pideva täisjoonega (joon. 228).



Joon. 229

Tollkeermega (Whitworth'i) kruvipoltide läbimõõtu tähistatakse, nagu eelpool tutvunesime, inglise tollides (näit. ¼", ⅝"). Kui on tegemist teiste keermetega, tähistatakse need järgmiselt:

Millimeeter-keere — M 14.

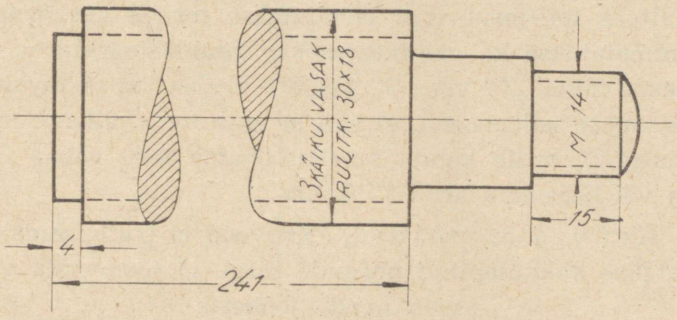
Whitworth'i toru- ehk nn. gaasikeere — T ½"

Sellers'i keere — S 1½".

Need keermed on kõik rahvusvaheliselt tuntud. Kui on aga tegemist eriotstarbeks valmistatud keermega, näit. ruutkeermega, trapetskeermega jne., siis osutub tarvilikuks osa keermeid välja joonestada. Seda kujutatakse kohtlõike abil.

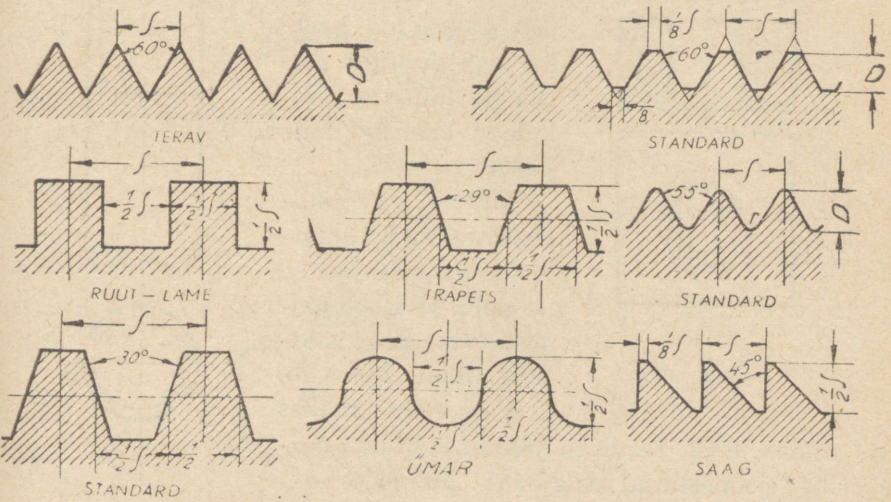
Sealjuures antakse keerme harja ning põhja mõõted ja tõus (joon. 228, 229 ja 231).

Joonisel 230 on tähistatud ruutkeere, millel on 3 keeret: vasakkeere, harja läbimõõt 30 mm ja tõus 18 mm.



Joon. 230

Keermete märkimine joonisel. Joon. 231 on näidatud keerme järgmised põhitüübid: terav, ameerika-



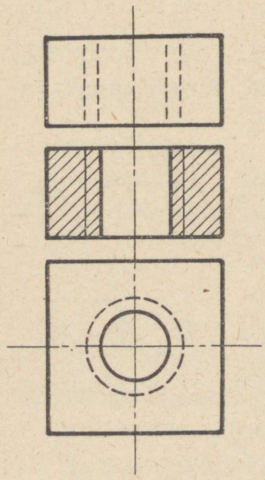
Joon. 231

standard, ruut-lame, trapets, Whitworth-standard, trapetsstandard, ümar- ja saag-keermed. Üldse on tehnikas tarvitusel üle 300 erikeerme liigi.

Peale nimetatud keermete on tarvitusel veel palju teisi.

Näiteks toll-torukeeret tarvitatakse torude keermetamisel (nimetatakse ka gaasikeermeks). Eraldusmärkidena tarvitatakse tähte „T" või „G" ja „R". Erinev on ta tavalisest tollkeermest sellepoolest, et siin ei anta toru välist ∅, vaid toru ava ∅, mille kaudu tabelist leiame toru välise ∅ ja tõusu või keermete arvu 1″ kohta.

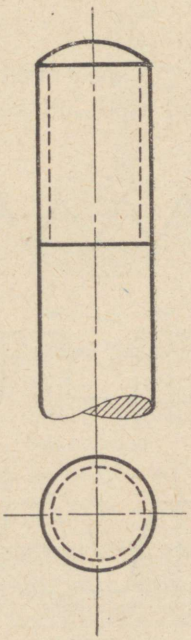
2. K r u v i d j a p o l d i d. Kruvisid ja polte, mida valmistatakse kokkulepitud normide järgi, ei joonestata välja, vaid nende joonestamisel kasutatakse leppemärke.



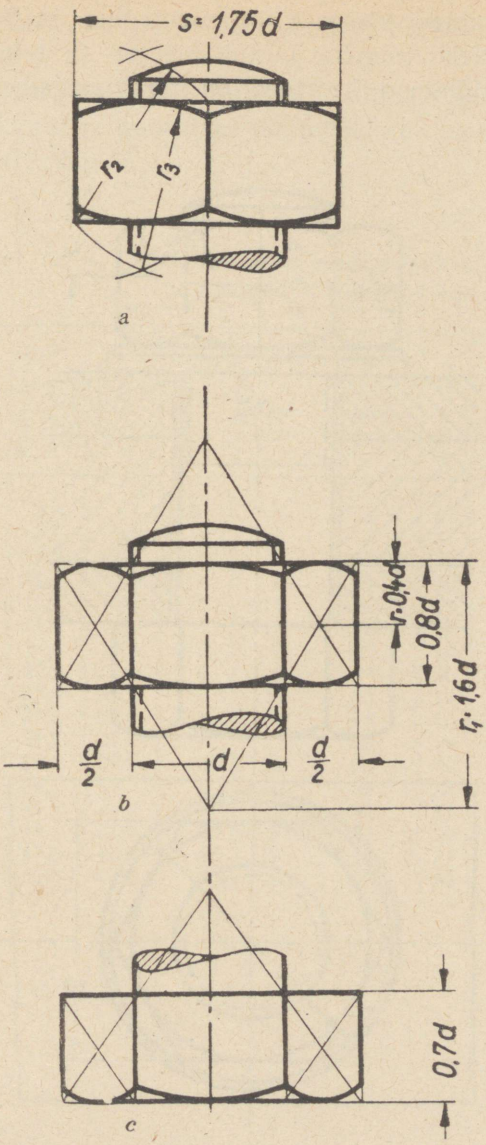
Joon. 232

Joonistel 232 ja 233 on toodud keerme leppemärgid poltide ja mutrite kõikide keermeliikide jaoks.

Mutrite ja poldipeade tahkude ümarduste kantide jooned ja poldi otsajoon joonestatakse ringi kaartena. Joon. 234 a, b, c, d on näha, kuidas määratakse raadiuse pikkus. Mutri ümber joonestatud ringjoone läbimõõt e = 1,8 kuni 2 d (joon. 226).

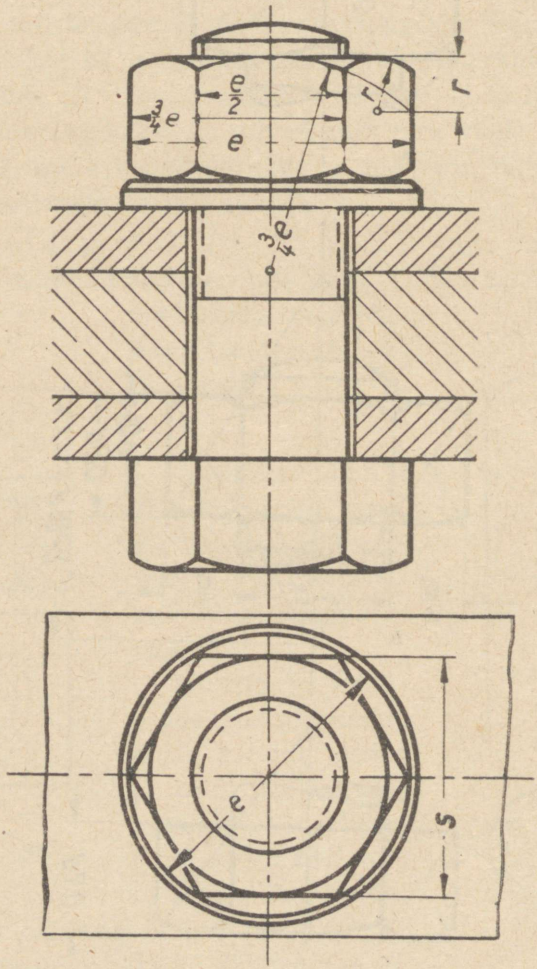


Joon. 233



Joon. 234 — *a*, *b*, *c*

Kasutatavamad keermed on meetriline ja Whitworth'i kruvikeere. Neist esimene lähtub meeter- ja teine tollmõõdustikust. Mõlemad keermed on teravnurgalised. Milli-



Joon. 234 — *d*

meeterkeermel on nurk 60° ja Whitworth'i keermel 55°. (Joon. 231.)

Allpool järgneval kahel tabelil esinevad kummagi keermeliigi mõõdud ja puuraugu läbimõõt, mis on vaja keermetamiseks ette lõigata.

Tabel nr. 1. **Kuuetahulise peaga poltide ja mutrite mõõdud Whitworth'i keermele.**

Poldi läbimõõt toll.	Poldi läbimõõt mm	Keerme harja läbimõõt d mm	Südamiku läbimõõt mm	Keermete arv 1 tollil	Kõrgus		Võtmeava	Allapandava alusseibi	
					peal mm	mutril mm		läbimõõt mm	paksus mm
1/4	7	6,4	4,7	20	5	6	11	20	1,5
5/16	8	7,9	6,1	18	6	8	14	21	1,5
3/8	10	9,5	7,5	16	7	10	17	25	2
7/16	12	11,1	8,8	14	8	11	19	27	2
1/2	13	12,7	10,0	12	11	13	22	28	3
5/8	16	15,9	12,9	11	13	16	27	34	3
3/4	20	19,1	15,8	10	16	19	32	40	4
7/8	23	22,2	18,6	9	18	22	36	45	4
1	26	25,4	21,3	8	20	25	41	52	5
1 1/8	29	28,6	23,9	7	22	28	46	58	5
1 1/4	32	31,7	27,1	7	25	32	50	62	5
1 3/8	35	34,9	29,5	6	28	35	55	68	6
1 1/2	39	38,1	32,7	6	30	38	60	75	6
1 5/8	42	41,5	34,8	5	32	41	65	80	7
1 3/4	45	44,5	37,9	5	35	45	70	85	7
1 7/8	48	47,6	40,4	4,5	38	48	75	92	8
2	51	50,8	43,6	4,5	40	50	80	98	8

Tabel nr. 2.

Millimeeterkeere.

Keerme läbimõõt mm	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
II. Ettepuuritav ava mm	—	—	—	—	1,5	1,8	2,1	2,4	2,8	3,2	4,1	4,8	6,5	8,2	9,9	11,5	13,5	15	17	19	20,5
I. Ettepuuritav ava mm	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,3	4,2	5	6,7	8,4	10,1	11,8	13,8	15,3	17,3	19,3	20,8

Tabel nr. 3.

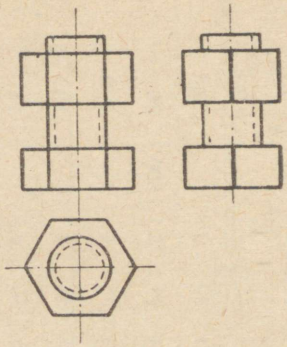
Whitworth'i keere:

Keerme läbimõõt tollides	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	2
I. Ettepuuritav ava mm	2,4	3,5	5	6,4	7,7	10,3	13,3	16,3	19	21,8	24,5	27,5	30	33	35	38,5	44
II. Ettepuuritav ava mm	2,5	3,6	5,1	6,5	7,9	10,6	13,6	16,6	19,3	22	24,8	27,8	30,5	33,5	35,5	39	44,5

Tabel nr. 4. Neetide mõõtmed:

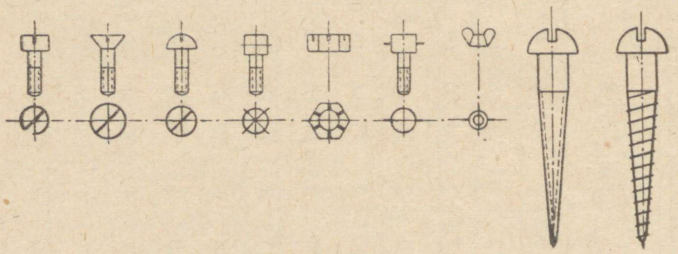
Needi alg-läbi-mõõt d	NEETIDE MÕÕTMED															Needi läbimõõt haamer-datuna d_1
	D	k	R ≈	r a	D_1	k_1	R_1 ≈	D_2	k_2	H	R_2 ≈	r_1	R_3 ≈	w	α	t	
10	18	7	9,5	1	16	6,5	8	15,4	3,5	4,5	16	3	20,5	1,5		2,8	11
13	23	9	12	1,5	21	8,5	11	21	5	5	26,5	3,5	28,5	2	750	4,3	14
16	30	12	15,5	2	26	10	13,5	27	7	6,5	29	4	37,5	2,5		6,3	17
19	35	14	18	2	30	12	15,5	30	9,5	6,5	41,5	4	39	3		8,5	20
22	40	16	20,5	2	35	14	18	35	11	7	50,5	4	45,5	3,5	600	10	23
25	45	18	23	2,5	40	16	20,5	39,5	12,5	7,5	60	4,5	51	4		11,5	26
28	50	20	25,5	3	45	18	23	39,5	14	10,5	47,5	6	51	4		12,5	29
31	55	22	28	3	50	20	25,5	44	15,5	10,5	62,5	6,5	56	4,5		14	32
34	60	24	30,5	3,5	55	22	28	48	17	11,5	69,5	7	60	5		15,5	35
37	67	26	34,5	4	60	24	30,5	52,5	18,5	12,5	80	7,5	65,5	5,5	450	17	38
40	72	28	37	4	64	26	32,5	57	20	13,5	83	8	70	6,5		18,5	41
43	77	30	40	4	69	28	35,5	61	21,5	14	89	8	75	6,5		20	44

Erijuhtudel on soovitav kasutada lihtsustatud leppemärke (joon. 235).



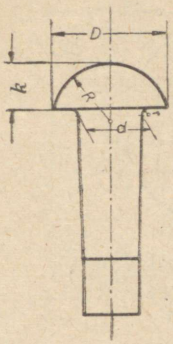
Joon. 235

Väikeste kruvide ja mutrite jaoks kasutatakse joonisel 236 toodud leppemärke.



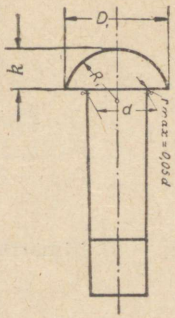
Joon. 236

3. N e e d i d. Neete on 5 põhitüüpi. Erinevused on needi pea kujus.



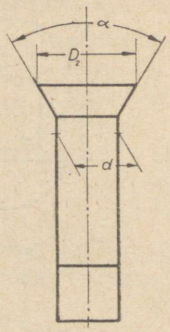
Poolümmarguse peaga katlaneet.

Joon. 237



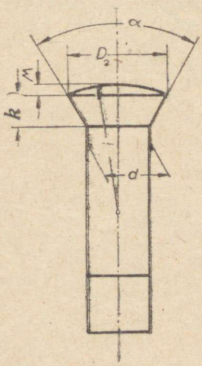
Poolümmarguse peaga raudkonstruktsiooni neet.

Joon. 238



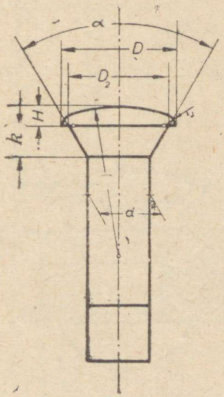
Suputatud neet.

Joon. 239



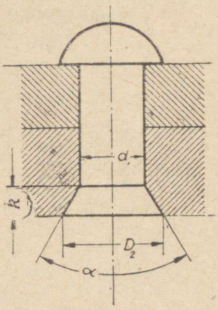
Poolsuputatud neet.

Joon. 240



Läätsepeaga madalneet.

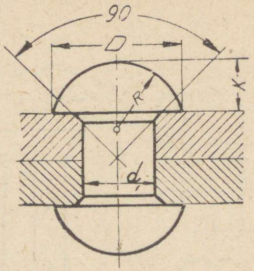
Joon. 241



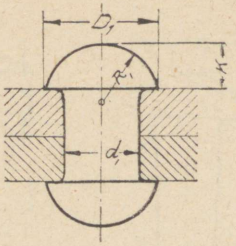
Kahe peaga neet. Juhul, kui needi kumbki pea on isetüüpi, joonestatakse need ka vastavalt.

Joon. 242

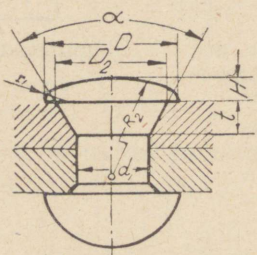
Needid, joonestatud läbilõikes.



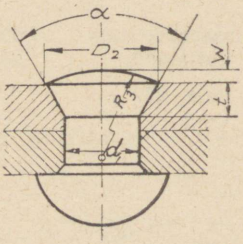
Ümarpeaga katlaneet.
Joon. 243



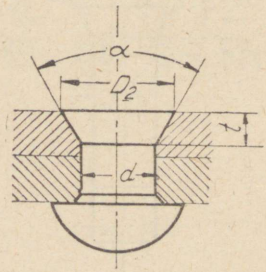
Ümarpeaga harilik neet.
Joon. 244



Läätspeaga neet.
Joon. 245

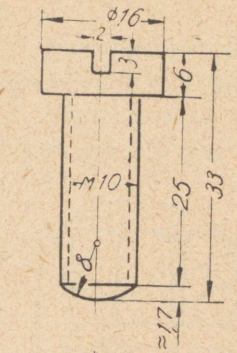


Poolsuputatud neet.
Joon. 246



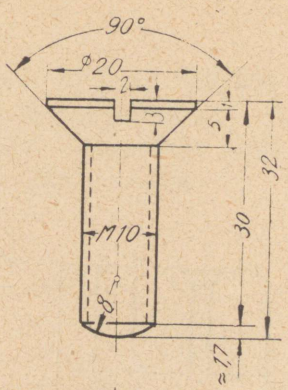
Suputatud peaga neet.
Joon. 247

Kõik joonestamise võtted, mõõtude märkimine ja tsentrumite leidmine on joonistes näidatud.



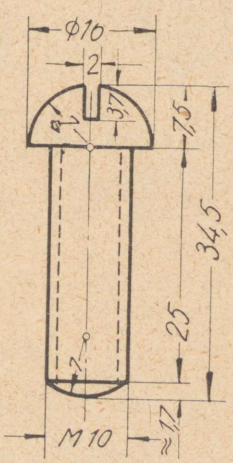
Silindrilise peaga kruvi.

Joon. 248



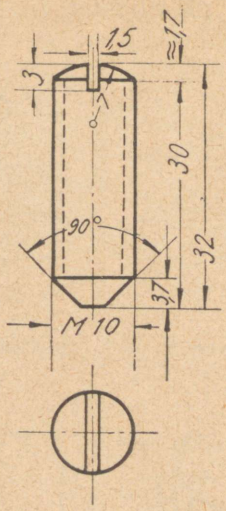
Koonilise peaga kruvi.

Joon. 249



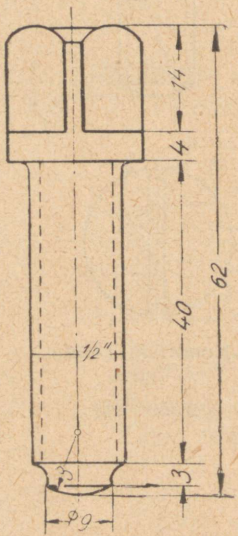
Ümarpeaga kruvi.

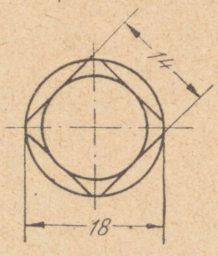
Joon. 250



Kruvitihvt.

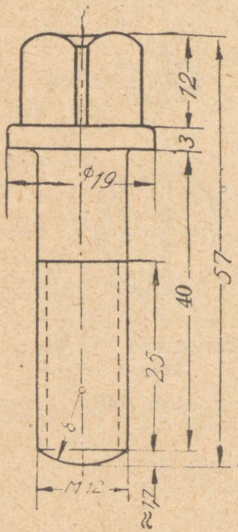
Joon. 251

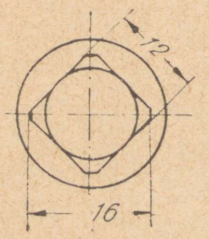




Äärikuga, nelitahkpeaga kruvi.

Joon. 252





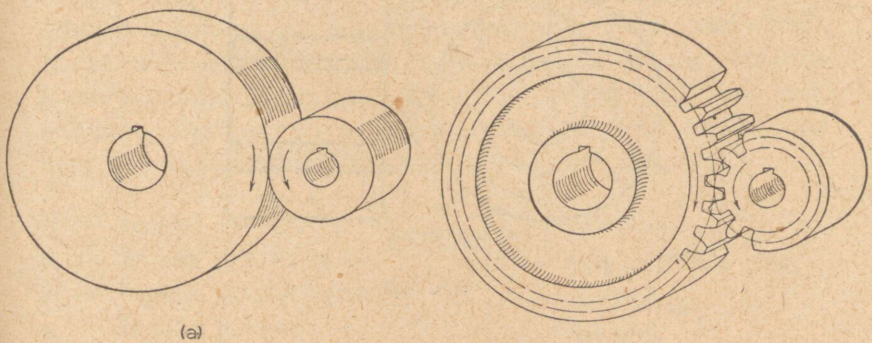
Äärikuga ja tapiga nelitahkpeaga kruvi.

Joon. 253

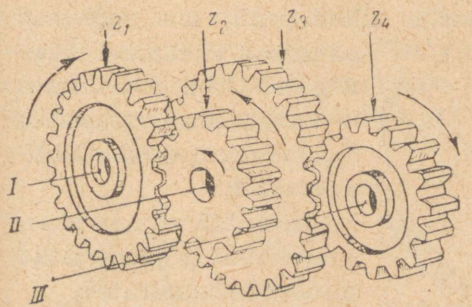
HAMMASRATASTE JOONESTAMINE JA NENDE LEPPEMÄRGID.

Hammasrattaid on väga mitmet seltsi ja laadi. Alljärgnevad joonised kujutavad neist kõige tarvitatavamaid.

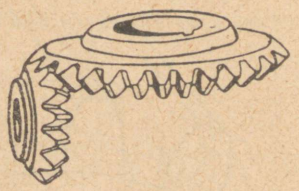
Hammasratas on eriliste hammastega varustatud ratas liikumise või jõu ülekandmiseks ühelt võllilt teisele.



Joon. 254



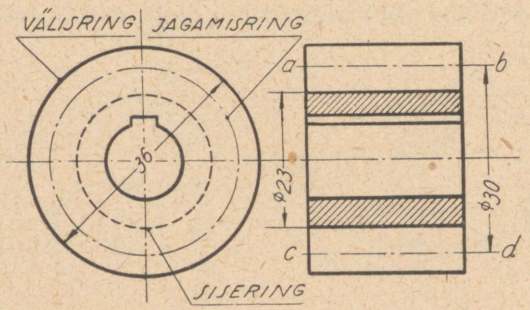
Joon. 255



Joon. 256

Sagedamini tarvitatavad hammasrattad on: 1) silinderhammasratas, mille võllid asetsevad rööbiti (joon. 254—255); 2) koonushammasratas, mille võllid lõikuvad (nurgiajam)

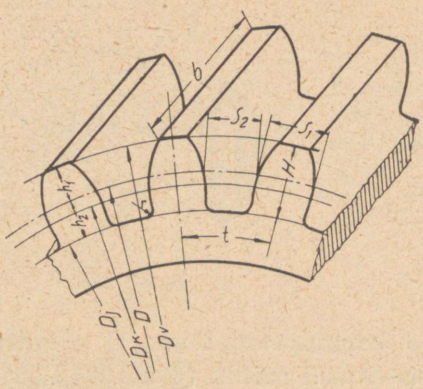
(joon. 256). Koostöötavail hammasrattail peab olema võrdne hambumissamm ja ühtlane hambumine. Hambumine on kas evolventne (joon. 53) või tsükloidne (joon. 60—62). Et jaotusringi läbimõõt oleks vastav, valitakse hambumissammuks π mitmekordne — $m\pi$. On z hammaste arv, siis on



Joon. 257

jaotusringi pikkus $m\pi z$ ja jaotusringi läbimõõt $\frac{m\pi z}{\pi} = mz$. Suurust m nimetatakse mooduliks.

Joon. 254-a kujutab kahte silinderrulli, mis mõlemad asetsevad töötamisel rööptelgedel. Joon. 254-b sama — rullid, mis varustatud hammastega (silinder-hammasrattad).



Joon. 258

Joon. 255 — neli aksonomeetriliselt joonestatud silinder-hammasratast.

Hammasrataste joonestamisel ei märgita iga hammast üksikult, vaid näidatakse ainult tingimisi kolm joont: hambapeade ring —

pideva täisjoonena, jaotusring — kriips-punktjoonena, hambatüvede ring — kriipsjoonena (nähtamatu piirjoon).

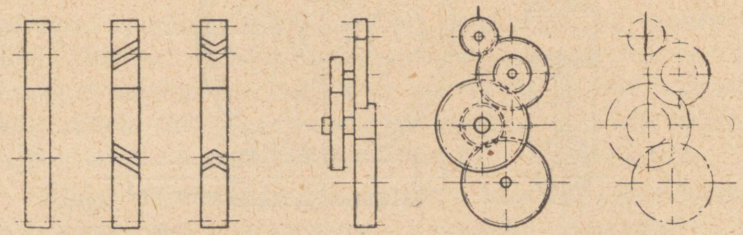
Külgvaates on hammasratas kujundatud läbilõikes, kusjuures hambad näidatakse alati lõiketa (joon. 257).

Joon. 258 on toodud aksonomeetrias hammasratta üks osa (kolm hammast), kus on näidatud hammasrataste joonestamisel tarvilikke mõisteid.

Silinderhammasratas. Üks tähtsamaist masina osadest tehnikas on silinderhammasratas (joon. 255—258). Kuna silinderhammasratta joonestamisel peame tundma konstrueerimisviiside ja arvutuste tähtsamaid osi, siis püüame alljärgnevalt selgitada mitmesuguseid meile rohkem tarvilikke mõisteid, mida tähistatakse järgmiselt:

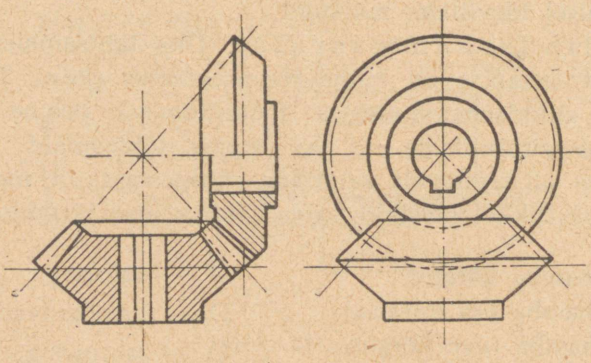
H — hamba kõrgus,
h_1 — hamba pea kõrgus,
h_2 — hamba tüve kõrgus,
s_1 — hamba paksus,
b — hamba laius,
t — hambumissamm,
D_v — välisring,
D_j — hambatüvede ring,
D — jaotusring,
m — moodul,
E — kahe hammasratta telgede vahe.

Hammasajamid. Järgnevalt on esitatud hammasrataste joonestamise leppemärke. Kui on tegemist kald- või V-hammastega (noolhammastega), siis tähistatakse nad joon. 259 kohaselt.

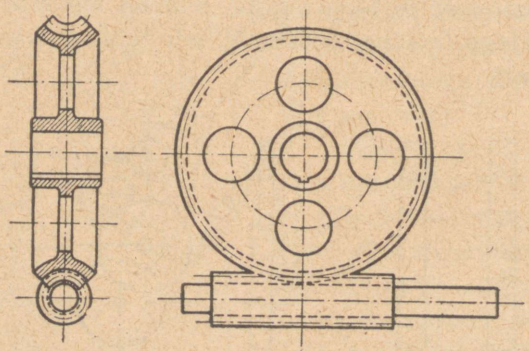


Joon. 259

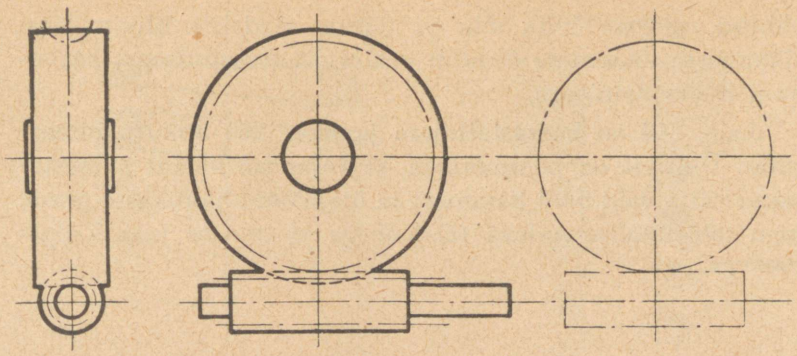
Joon. 260 on nurgiajam, joon. 261 — tiguajam ja joon. 262 — tiguajami lihtsustatud leppemärke.



Joon. 260

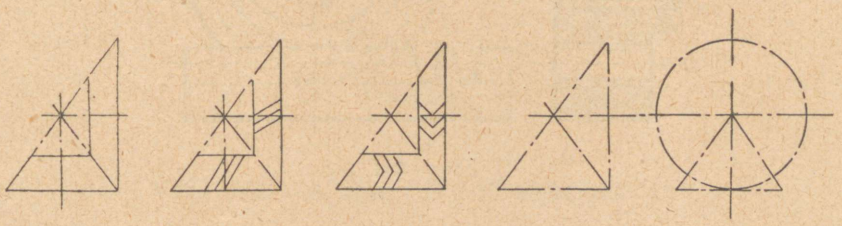


Joon. 261



Joon. 262

Joon. 263 on nurgiajamite lihtsustatud leppemärgid. Kald- ja V-hammaste puhul antakse 3 hambapea joont.



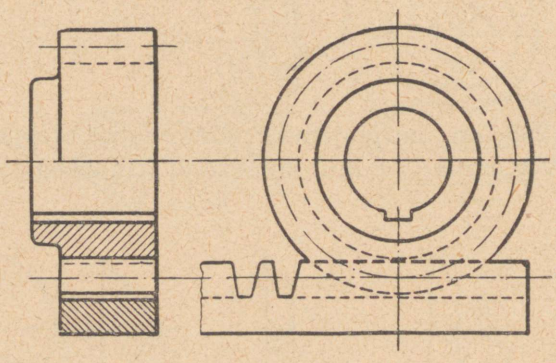
Joon. 263

Hammasrattaid valmistatakse metallist (teras, malm, pronks, messing), kas valamise, pressimise või stantsimise teel. Parimad hammasrattad valmistatakse freesimise teel. Parema hambumise saamiseks valmistatakse hammasrattaid kallutatud või kõverjooneliste hammastega, või silinderhammasrattaid noolekujuliste (nurk-) hammastega.

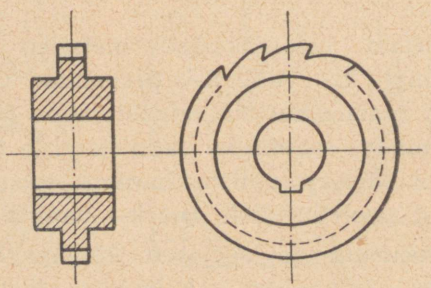
Kõige lihtsamaid ja aeglaselt käivaid hammasrattaid hammastatakse valamisega. Kiiremini töötavaid rattaid hammastatakse lõikamisega. Eriti kõrgete nõuete jaoks ette-

nähtud rataste lõplik silu ja täpsus saadakse lihvimisega. Hammaste lõikamine toimub peamiselt freesimisega, harvemini hööveldamisega.

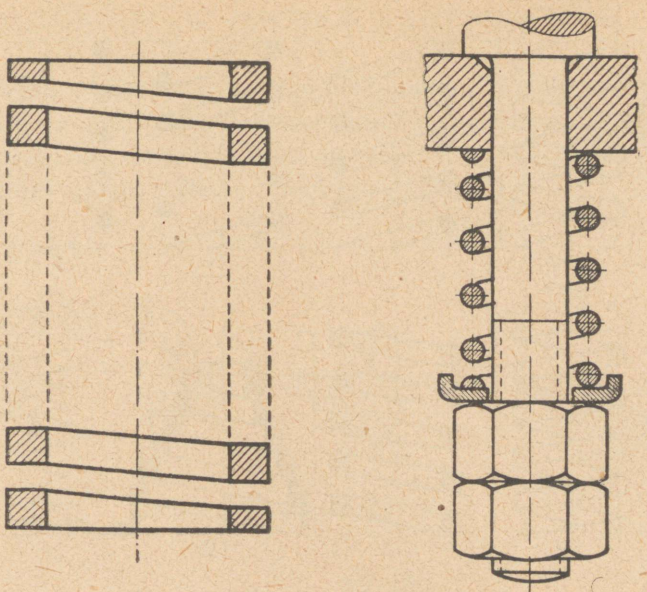
Joon. 264 on hamaslattajam ja joon. 265 ankurhammasratas. Üldiselt on põhimõtteks, et vajaduse korral joonestatakse välja vaid 3÷4 hammast ja ülejäänud hammaste peade joon tähistatakse pideva täisjoonega ja tüvede joon kriipsjoonega.



Joon. 264



Joon. 265



Joon. 266

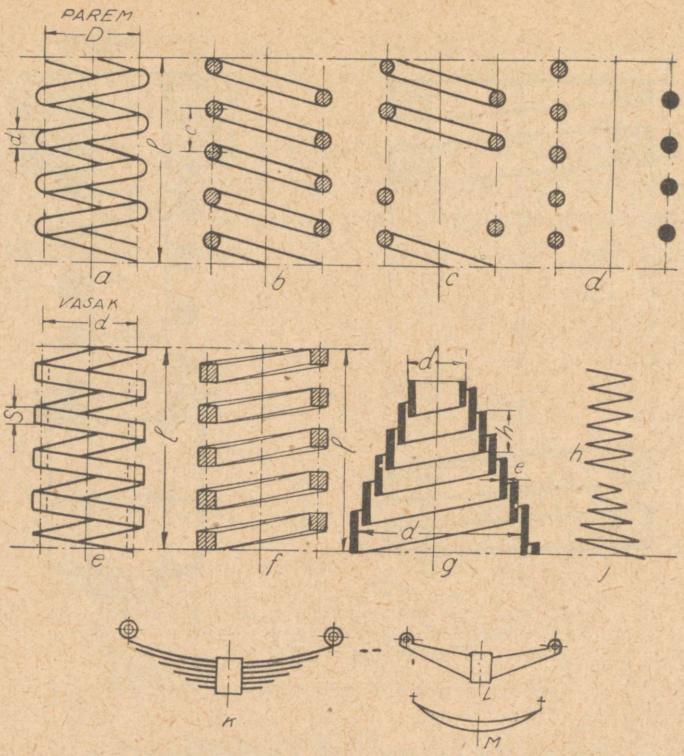
VEDRUD JA NENDE LEPPEMÄRGID.

Joon. 266, 267 kujutavad võtteid vedrude ja nende leppemärkide joonestamiseks.

Kuna spiraalne vedrujoon tekitab joonestamisel raskusi, siis on lubatav seda joonestada sirgjoonte abil, nagu seda kujutavad ülaltoodud joon. 266 ja 267.

Joon. 267 a, b, c ja d kujutab ümartraadist keeratud spiraalvedru ja e, f ja g neljatahulise ristküliku või ruut-läbilõikega terasvedru.

Joon. 267 b näitab spiraalvedru tema läbilõikes, ja c, d skemaatilist joonestamise võtet, kus on viirutise asemel lubatud läbilõiget näidata kaetud mustade ringikestena.



Joon. 267

Joon. 267-g — kooniline vedru, latt-terasest.

Joon. 267-h, j — vedru kavandi (skitsi) joonestamisel kasutatakse võtet, mida näitab h, j, eriti väiksemõõduliste jooniste valmistamisel.

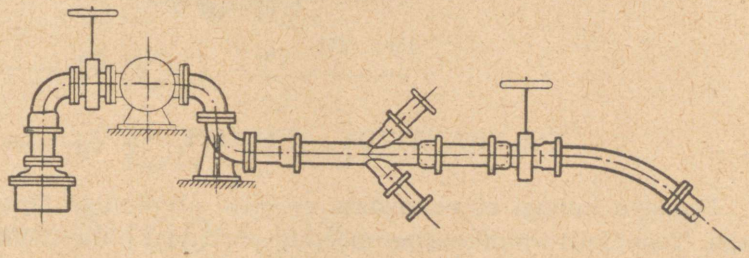
Joon. 267-k — leht-terasest vedru, mida joonestatakse kaarjoonte abil.

Skemaatiliste jooniste valmistamisel kasutatakse võtet, nagu näidatud joon 267 — L ja M.

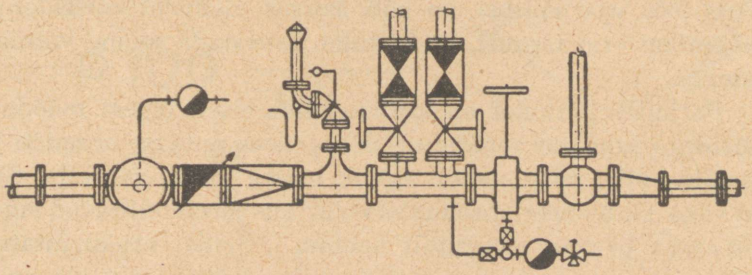
Kiirjooniste valmistamisel on lubatud piirduda ainult kaarekeste joonestamisega.

TORUDE JA VENTIILIDE LEPPEMÄRGID.

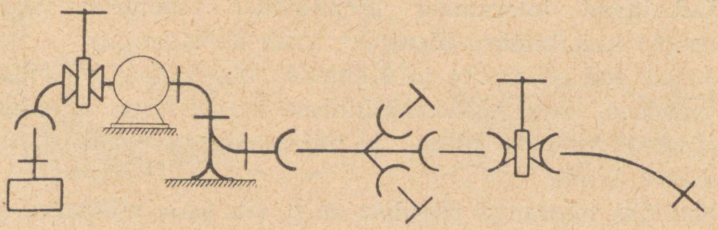
Sageli kasutatakse montaažjoonisel torude, ventiilide, siibrite ja pumpade tähistamiseks leppemärke. Joon. 268, 269 näidatud torusüsteemid on joon. 270, 271 antud leppemärkides (joon. 269 — poolskemaatiline).



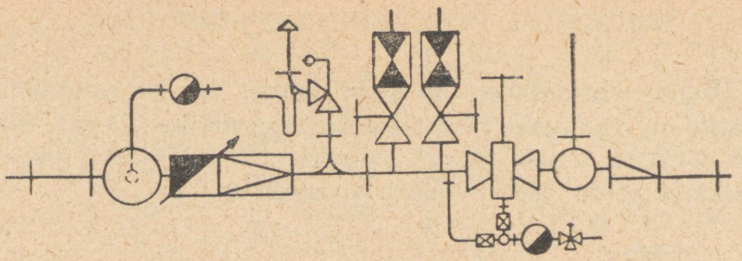
Joon. 268



Joon. 269



Joon. 270



Joon. 271

TOLERANTSIDE ANDMINE.

Peaaegu kunagi ei valmistata esemeid absoluutse täpsusega. Tegelikult valmiseseme mõõdud põikuvad nimesmõõdu teatud piirides üles- või allapoole.

Juhtudel, kus sellised kõrvalekaldumised ei tekita tegelikus töös väärnähtusi, on kõik korras. Sellistel kordadel ei määratagi ette täpsust, mida tuleb arvestada eseme valmistamisel.

Paljudel juhtudel on kõrvalekaldumised õigest mõõdust piiridega kindlaks määratud. Sellejuures antakse alumine ja ülemine piir, mille vahel tegelik eseme mõõt võib olla. See on väga tähtis seeriaproduktsioonis, kus järeletellitavad tagavaraosad peavad eranditult sobima. Sellist ettekirjutatud põikumissuurust teatud piirides nimetatakse t o l e r a n t s i k s.

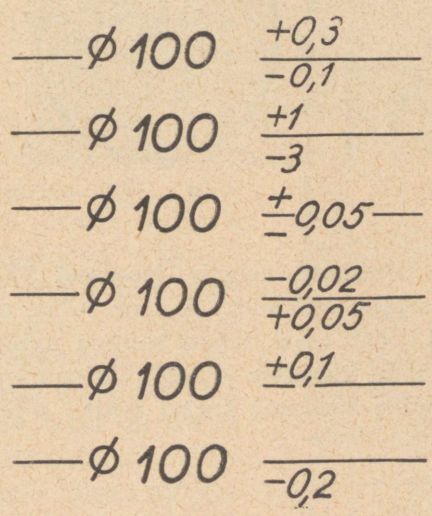
Lubatavad tolerantsid kirjutatakse mõõtarvu järele. Ülespoole kirjutatakse ülempiir, allapoole alampiir.

Juhul, kui alampiiri ja ülempiiri absoluutsed väärtused on võrdsed, kuid vastasmärkidega, kirjutatakse tolerantsi absoluutne väärtus pluss- ja miinusmärgiga (näit. ± 0,2) mõõtarvu järele.

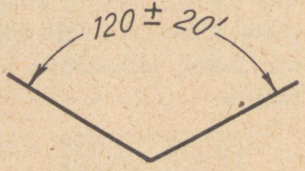
Kui üks tolerantsi piiridest on 0, siis seda mõõtarvu järele ei kirjutata. Sel juhul kirjutatakse ainult üks piir.

Joonisel 272 ja 273 on näha tolerantside kirjutamisviis.

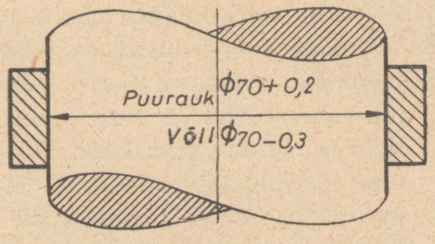
Joonistel 274, 275 ja 276 on toodud üksikuid tolerantside tähistamisviise lihtsamatel osadel.



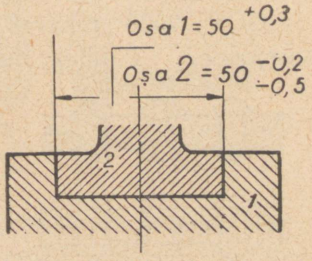
Joon. 272



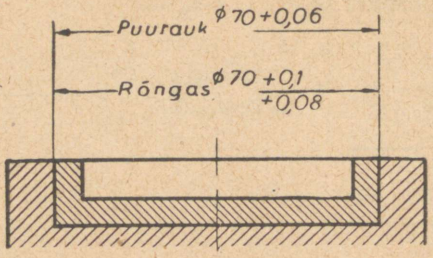
Joon. 273



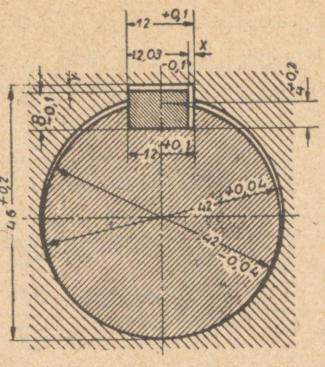
Joon. 274



Joon. 275



Joon. 276



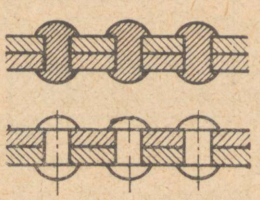
Joon. 277

Tolerantside andmise põhimõte selgub joonisest 277, mis näitab puksi ja võlli sobivusnõudeid. Kui on nõue, et võll suure seeria hulgast peab alati vabalt sobima mingi puksi sisse, siis võlli läbimõõdu ülempiir ei tohi olla suurem kui puksi läbimõõdu alampiir. Vastasel korral tekiks sobimatus.

MATERJALIDE MÄRKIMINE NENDE LÄBILÕIKES OCT 7536.

Eelmistes joonistes on näidatud peente viirutis-joontega esemete läbilõiked.

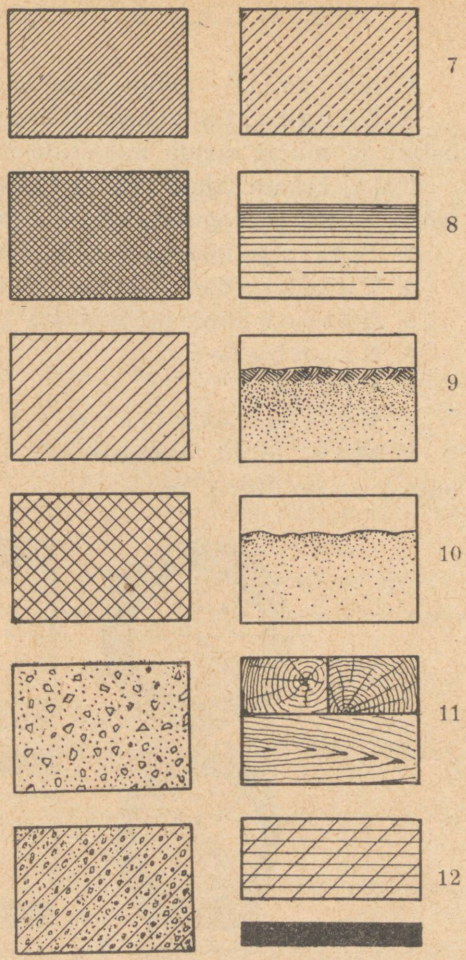
OCT 7536 määrab materjalide märkimiseks vastavad viirjooned. Tundes nende viirutusjoonte tähendust, võib joonisele vaadates öelda, mis materjalist eset ja selle üksikuid osi tuleb valmistada. Joonise läbilõigetele vaadates võime kohe öelda, missuguseid osi tuleb valmistada metallist. Kuna metalle on väga mitme-



Joon. 278

suguseid ja kõigi jaoks on võimata erilisi viirutisjooni määrata, siis tuleb metallide sortide märkimisel abiks võtta veel metallide nimede juurdekirjutamist. Neid nimetusi võib juurde kirjutada kas joonisele või teha seda joonise all, spetsifikatsiooni osas.

Viirutisjooned joonestatakse peente kaldjoontena 45° nurga all. Joonte vahede laius on sõltuv joonise suurusest. On joonis suures mõõduvahekorras, on joonte vahed laiemad ja ümberpöördult (vt. joon. 176—178). Viirutise kallak võib olla kas paremale või vasakule. Puidu, betooni, mulla viirutus joonestatakse vabalt ilma joonestusabinõudeta.



Joon. 279

Kui materjal liidetakse servapidi, siis joonestatakse viirutis ühel materjalitükil ühtepidi ja teisel teistpidi, või tihendatakse viirutist, nagu näidatud joon. 278 ja 187.

MATERJALIDE MÄRKIMISTE SELETUSED.

1. Metallid: malm, teras, vask, pronks, alumiinium.

2. Kergesti sulavad metallid: plii, tina, tsink, babiit ja muud nende metallide sulamid.

Nahk, kumm, klaas, vilt, papp, fiiber, bakeliit, vulkaniit, paber, kork, tõrvapapp, asbest, kanep, lina j. m.

3. Tellis ja masina vundamendid.

4. Tulekindel tellis küttekolletele ja ahjudele.

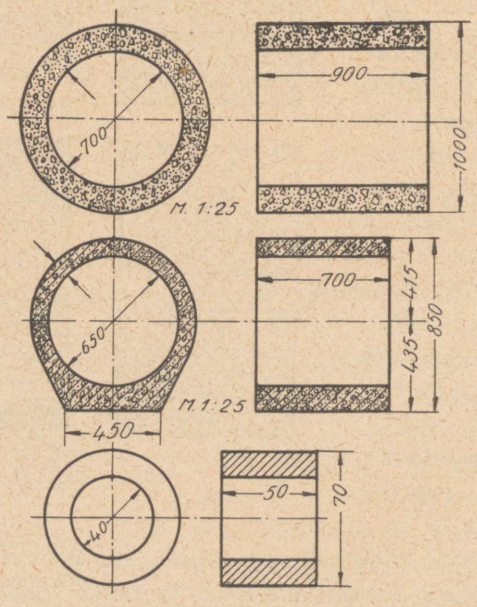
5. Betoon ilma ümarrauata ja muud kivi sideained.

6. Raudbetoon.

7. Pronks.

8. Vesi ja vedelikud.

9. Maa, muld, vundamendi ümbrused, süvendused ja augud maamullas j. m.



Joon. 280

10. Isolatsioonmaterjalid: muld, liiv, savi, turvas, saepuru j. m.

11. Puit, piki- ja põiklõikes.

12. Elektritarbed ja muud vähemtähtsad materjalid.

Esemete läbilõiked (joon. 280): 1. betoontoru, 2. raudbetoontoru, 3. malmtoru.

KRUVIJOON.

Kruvi on keermega varustatud varb kruvistamiseks, kas kruvipeaga või selleta. Kruvid jagatakse kruvistuse otstarbe järgi: kinnitus-, hoide-, liike-, seadekruvideks, ja kruvipea kujult: lamekant- ning salapea-, õõs- ja tiibkruvideks. Tihvtkruvi omab keeret, kas üleni või mõlemas otsas, kuid on ilma kruvipeata (vt. joon. 236 ja 248—253).

Kruvijoon on säärane silindri pinnal asetsev kõverjoon, mis silindri laotamisel tasapinnale esineb sirgena (joon. 281).

Joon. 281. Kruvijoon, ac — kruvikäik, ab — kruvikäigu tõus.

Joon. 282. Sama kruvijoon, kuid kahekordselt ümber õõnessilindri.

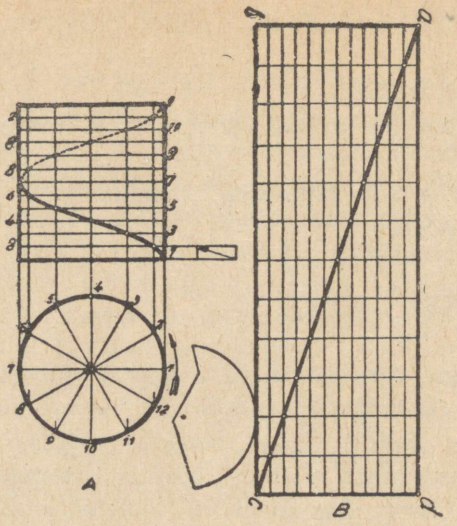
Joon. 283-a kujutab kruvijoone keerlemist ümber silindri ja selle esinemist sirglõiguna (joon. 281).

Joonisel olevad numbrid selgitavad kõverjoone tekkimist ja selle sirgekstõmbamist.

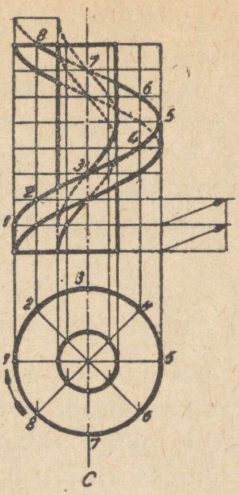
Joon. 283-b — seesama kruvijoon, mis keerleb ümber silindri.

Joon. 284 — ruut-läbilõikega kruvijoon (ruut-lame keermestik, vt. joon. 231) ja selle joonestamise võtted, mis on sarnased eelmiste joonestiste võtetega (joon. 282).

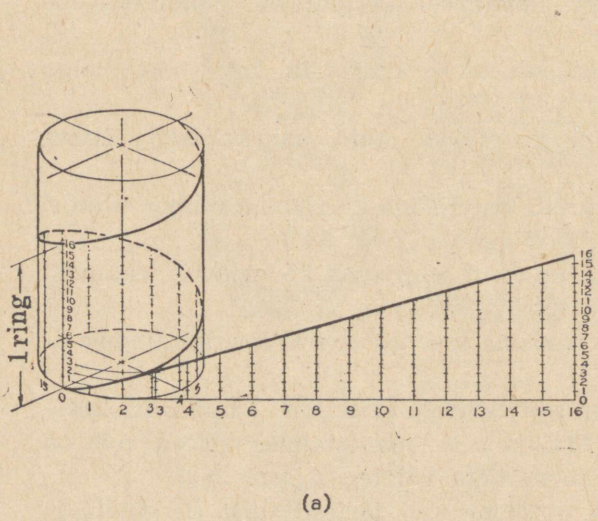
Joon. 285 — kruvijoone neli järjestikulist (I, II, III ja IV) joonestamise võtet.



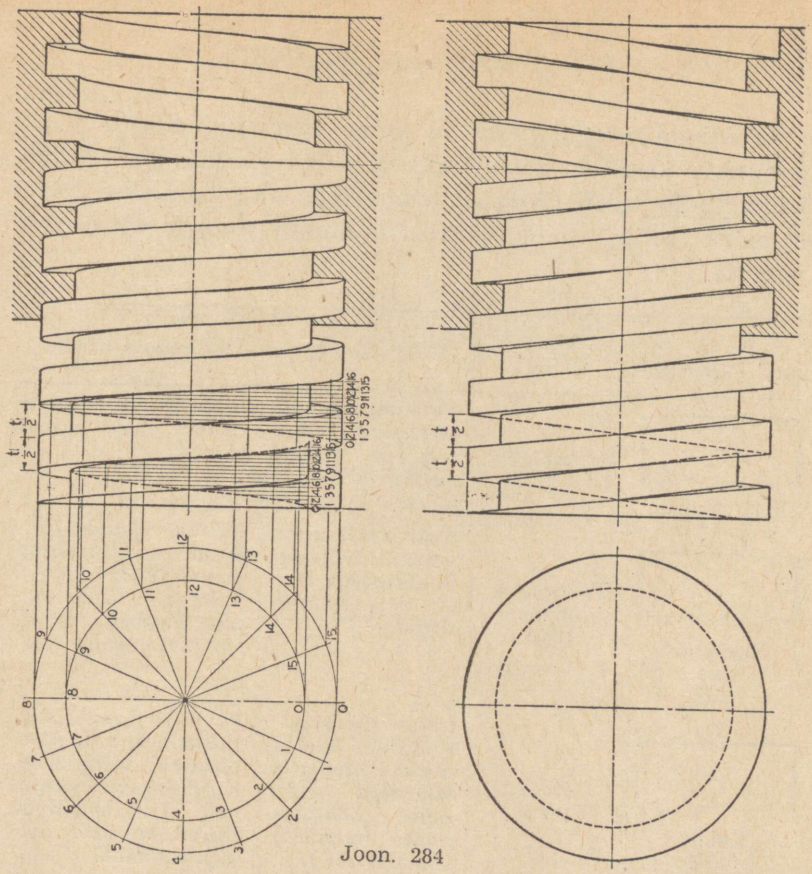
Joon. 281



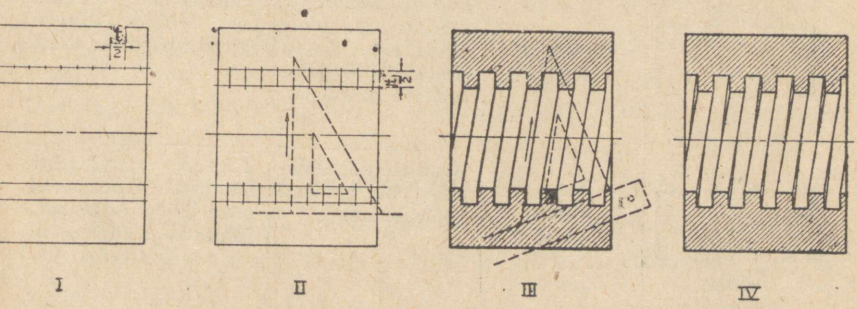
Joon. 282



Joon. 283



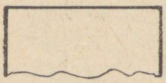
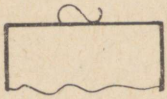
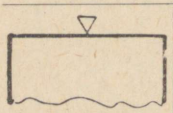
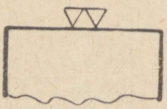
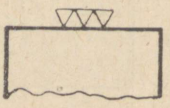
Joon. 284



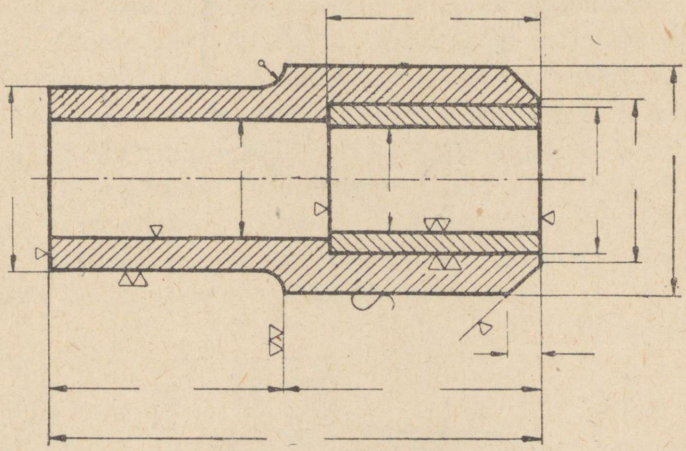
Joon. 285

PINNATÖÖTLEMISMÄRGID.

Töötlemismärgid näitavad pinna viimistlusastet ja need pannakse joonisel eseme vastava pinna juurde. Kui eseme kõiki pindu tuleb ühtlaselt viimistleda, siis pannakse töötlusmärk selle eseme positsiooninumbri juurde või eseme kõrvale.

Pinna-töötlemismärgid	Pinna välimus	Valmistamisviis	Rakenduse näiteid
 Ilma märgita	Toorpind	Valatud, valtsitud, sepistatud, tõmmatud jne. pinnad mehaanilise töötlemiseta.	Masinate ja detailide toored ehk mustad pinnad.
 Ligikaudsuse märk	Töötlemata tasane pind	Saadud tasasust tagavate töövõtetega ja -riistadega. Harva veel smirgeldatud.	Puhtalt valatud, sepistatud või pressitud pinnad. Plekist katted. Valatud hammasrataste hambad. Pressitud ja stantsitud osad.
 Kolmnurk	Kore pind	Laastuvõtmisega töödeldud pind jämedate töötlemisjälgedega (treimine, hööveldamine, freesimine, viilimine jne.).	Poolvalmid osad. Laagrite tallapinnad. Alusplaatide välispinnad. Kolvirõngaste sisepinnad. Kruvipoltide sääred, kui neid pole vaja sobitada.
 Kaks kolmnurka	Poolpuhas pind	Laastuvõtmisega puhtalt töödeldud pind, s. o. täpselt treitud, hööveldatud või freesitud.	Viimistletud masinaosa. Võllid. Rihmarattad. Sobitatud osad.
 Kolm kolmnurka	Puhas pind	Kaabitsetud, lihvitud või häilitud (poleeritud).	Täpsed rihtplaadid. Laagrid. Hõõrduvad osad. Tööstusmasinate juhtteed ja lihketeed.

Joon. 286 on toodud pinnatöötlemismärkide kasutamise näide.

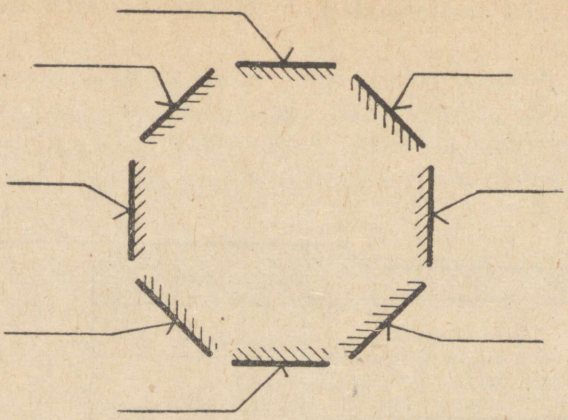


Joon. 286

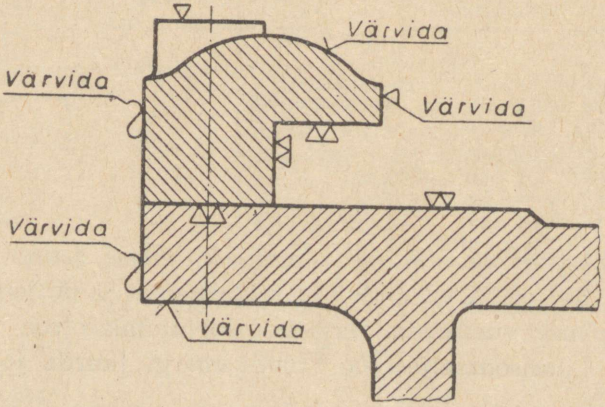
Igakord ei piisa üldisest pinnatöötlemise astme määramisest. Kui on tarvis anda üksikasjalisemat ja täpsemat eeskirja pinna viimistlemiseks, siis kirjutatakse see vastava sõnaga horisontaaljoonele töötlusmärgi juurde joon. 287 kohaselt.

Selle menetluse rakenduse näitena on toodud joon. 288.

Mitmesõnalised eeskirjad antakse tükitabelis märkuste lahtris, näit.: mennikuga punaseks värvida, hõbedaga galvaniseerida jne.



Joon. 287

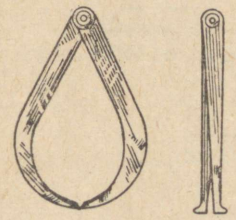


Joon. 288

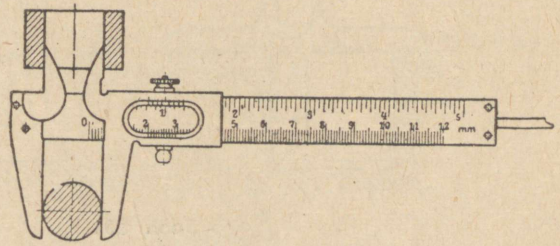
Mõõduriistu on väga mitut seltsi ja laadi. Vajalisemad neist on järgmised:

Mõõtlint ja mõõtjoonlaud (joon. 10, 11), mis valmistatud metallist või puidust ja varustatud millimeeterning tollskaalaga. Elastsuse tõttu tuleb eelistada metallmõõtlinte, mis võimaldavad kõverate pindade mõõtmist.

Tastrid (joon. 289). Läbimõõdu mõõtmiseks kasutatakse tastreid ehk kobisid. On kaks põhitüüpi: silindri läbimõõdu määramiseks (välistaster) ja augu läbimõõdu määramiseks (sisetaster). Tastriga võetud suurus mõõdetakse mõõtjoonlaual. On olemas tastreid, kus mõõtu on võimalik lugeda tastri vastavalt skaalalt (joon. 303).



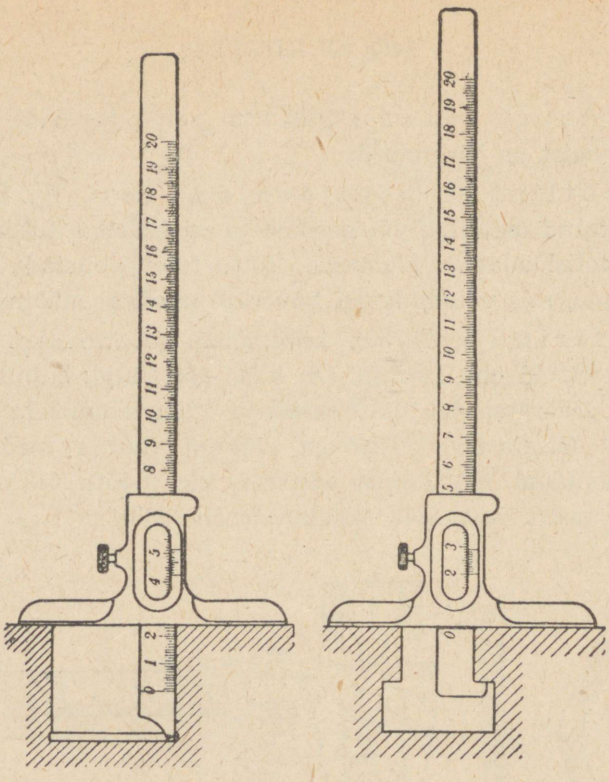
Joon. 289



Joon. 290

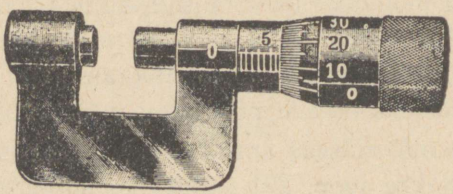
Nihkkaliibris ehk nihkkobis (supler, joon. 290) on ühendatud mõlemad tastritüübid, kuna tal on eri haarad väliskobimiseks. Peale selle on tema mõõtskaala harilikult varustatud nooniusega. Mõnedel nihkkaliibritel on augu sügavuse mõõtmiseks eriline nihutatav mõõtvarb.

Sügavuste mõõtmiseks antud pinnast (suuremate aukude jaoks) kasutatakse joon. 291 kujutatud suplereid. Sügavussupleriga on võimalik mõõta pikkust täpsusega kuni 0,02 mm.



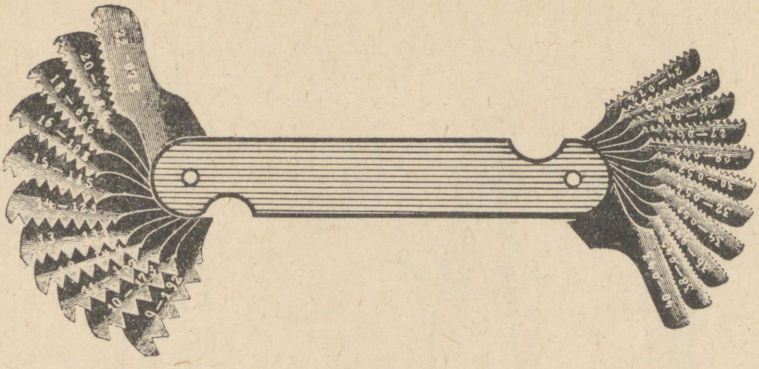
Joon. 291

Mikromeetrit (joon. 292) kasutatakse täpseks mõõtmiseks (pleki paksus jne.). Mõõtmise täpsus on parimatel mikromeetritel 0,005 mm.



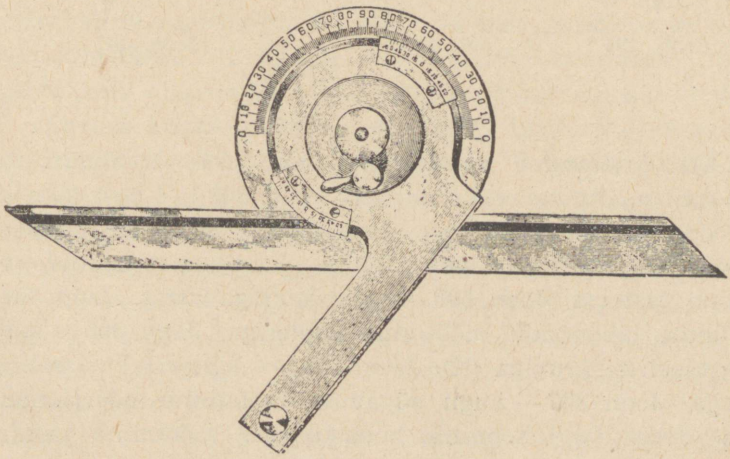
Joon. 292

Keermestikkude kammikimpu (joon. 293) kasutatakse keermestiku tüübi määramiseks.



Joon. 293

Nurgamõõtjat (joon. 294) kasutatakse mõõtmiseks, kui nurga suurust pole võimalik arvutada.

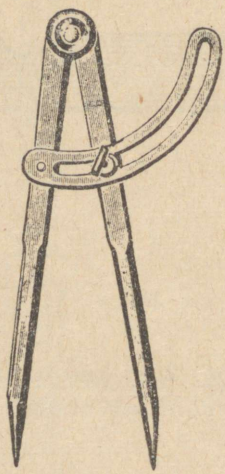


Joon. 294

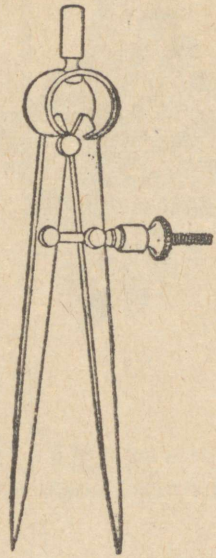
Joon. 295 — lihtsirkel. Joon. 296 — kaarega sirkel. Joon. 297 — vedruga sirkel. Joon. 298 — augu läbimõõdu (dia-



Joon. 295

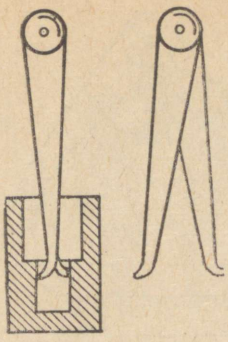


Joon. 296

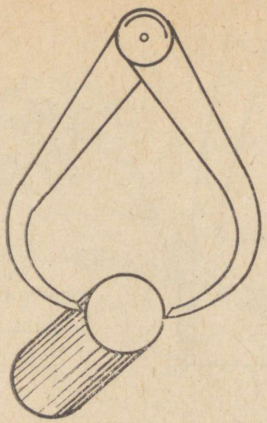


Joon. 297

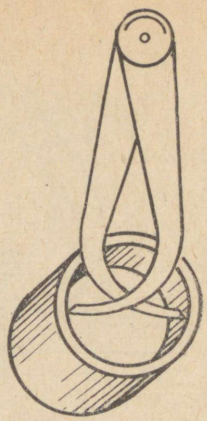
meetri) mõõtmine sisetastriga. Joon. 299 — silindri läbimõõdu mõõtmine välistastriga. Joon. 300 — toru sise-läbimõõdu mõõtmine tastriga. Joon. 301 — toru seinte paksuse mõõtmine tastriga. Joon. 302 — joonlaualt mõõtude võtmine tastriga. Joon. 303 — mõõtskaalaga taster. Joon. 304 — silindri läbimõõdu mõõtmine supleriga. Joon. 305 — supler reguleerimiskruviga (K). Joon. 306 — supler lukustamishoovaga. Joon. 307 — augu sügavuse mõõtmine mõõtjoonlauaga. Joon. 308 — koonilise keha kõrguse mõõtmine joonlaua ja mõõtjoonlaua abil. Joon. 309 — reguleeriva kruviga



Joon. 298



Joon. 299

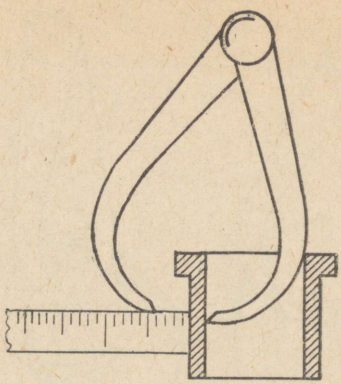


Joon. 300

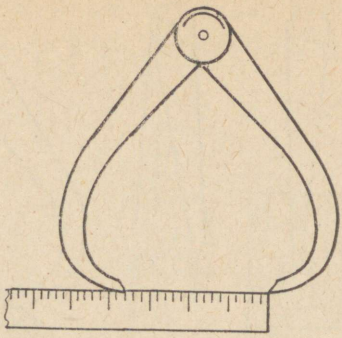
varbsirkel suuremate ringjoonte joonestamiseks. Joon. 310 — sisemikromeeter.

Ellipssirkel koosneb kahest risti ühendatud nuutliistust, mille nuutidesse on asetatud kaks edasi-tagasi liikuvat klotsikest. Klotsidele on omakorda kinnitatud pikk sirgliist, mis ellipsjoont joonestades neid mööda nuutliistusid, vajaduse kohaselt veab edasi-tagasi. Liistu ühes otsas on auguke pliiatsi teraviku läbipistmiseks. Ellipssirkli käsitsemisel määratakse kindlaks pliiatsi teraviku ja teise klotsi vahekaugus, mis = ½ ellipsi pikast teljest A, ning asetatatakse esimene klotsike pliiatsi teravikust sellele kaugusele, mis = lühikese telje ½ pikkusega. Asetades ellipssirkli kas joonisele või esemele, millele on vaja joonistada ellips, veetakse liistu augukesse asetatud pliiatsi teravikuga vajaline ellipsjoon (joon. 311).

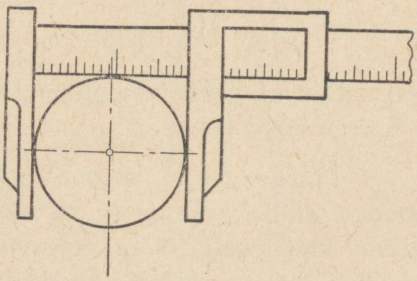
Joon. 311 — G ja K (allpool) kujutab ellipssirkli nuutliistude ja klotsikese G põiklõiget.



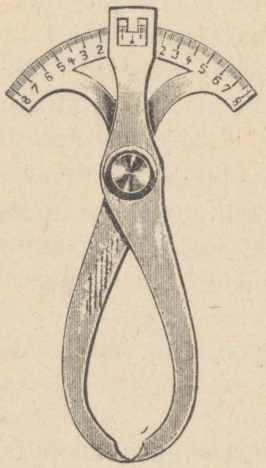
Joon. 301



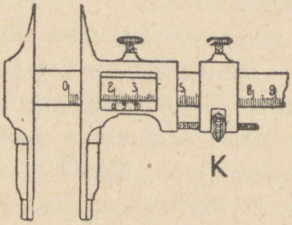
Joon. 302



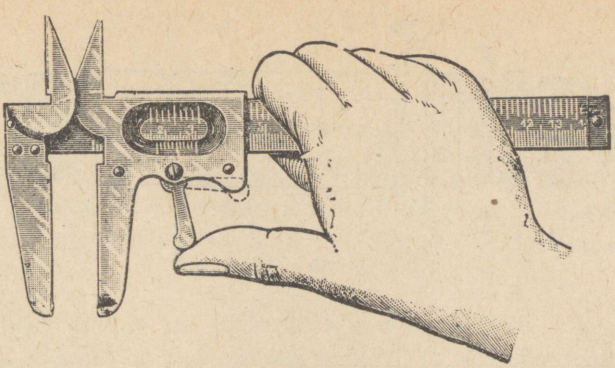
Joon. 304



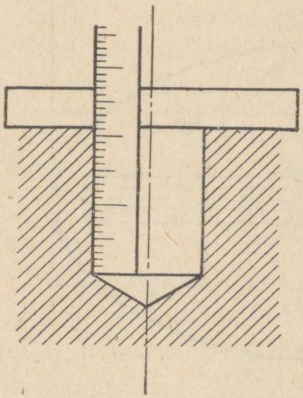
Joon. 303



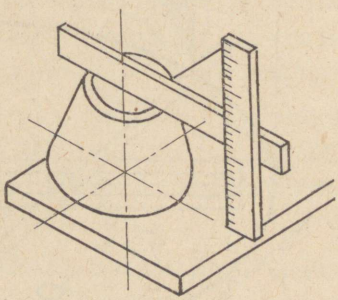
Joon. 305



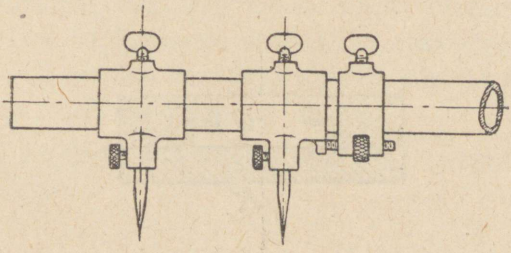
Joon. 306



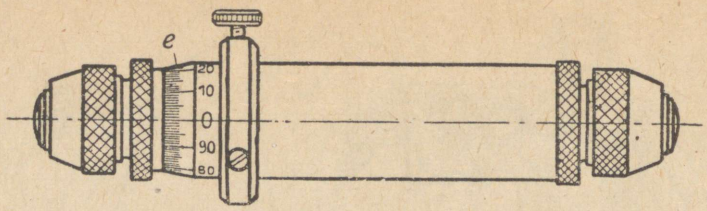
Joon. 307



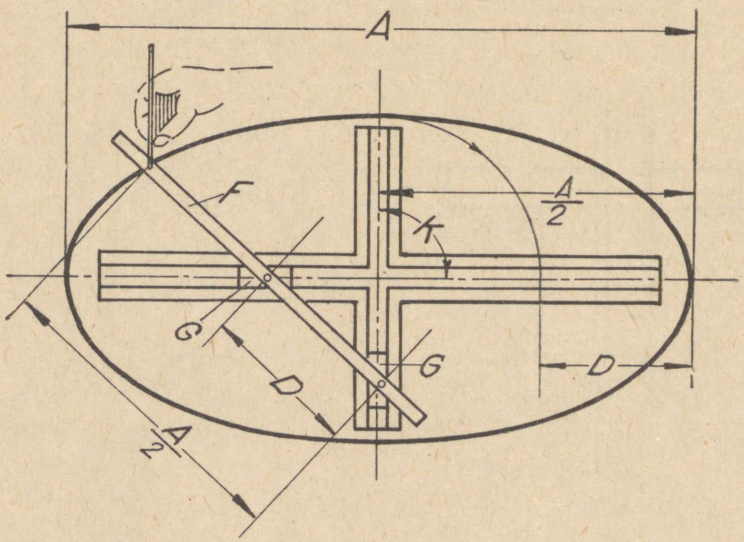
Joon. 308

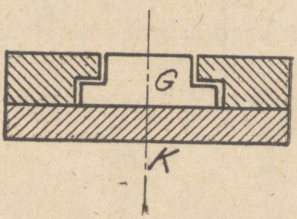


Joon. 309



Joon. 310





Joon. 311

VISANDI VALMISTAMINE.

Visand (skits) valmistatakse tavaliselt ruudulisele või joonteta paberile, kasutades pliiatsit kõvaduses HB või F.

Visand on vaba käega joonestatud tehniline joonis. Tema kohta kehtivad kõik joonestusnormid ja nõuded vaadete ja mõõtude paigutusviiside kui ka lõigete ja leppemärkide kohta.

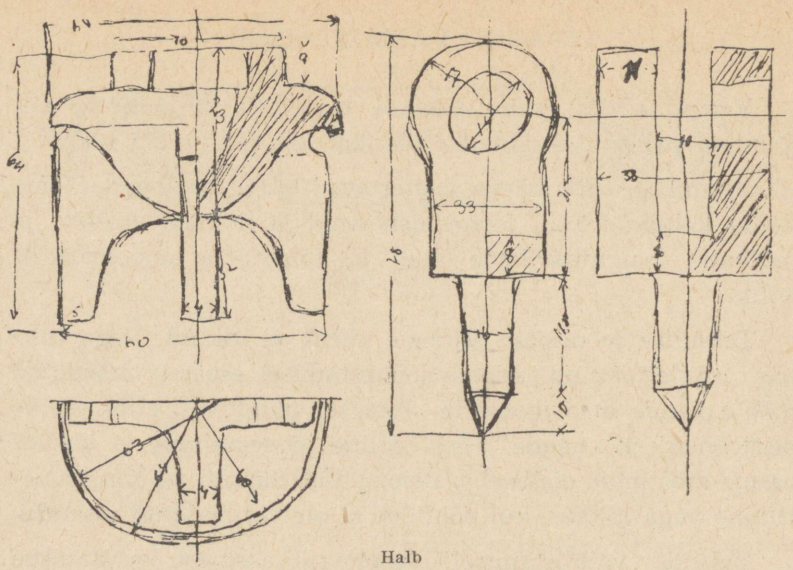
Tehnilise joonestise esimene vorm on visand. Väga tülikas on etteantud eseme joonestamisel esemelt mõõdetud mõõte kanda otse joonisele. Joonisel puuduvad alles eseme piirjooned ja nende järkjärguline joonestamine ja ühtlasi eseme mõõtmine oleks ebaratsionaalne. Samuti on konstrueerimine väga tülikas, kui põhiidee ei ole väljendatud visandis.

Visandi valmistamisel eesolevast esemest kasutatakse mõõtmisvahenditest peamiselt mõõtlinti, tastreid, nihkkaliibrit, mikromeetrit ja nurgamõõtjat. Keermestiku mõõtmiseks on vastavad kammikimbud.

Tuleb püüda nii palju kui võimalik pidada kinni eseme mõõtude vahekorrast. Ei ole soovitav kasutada joonestusabinõusid, nagu sirklit, joonlauda, kolmnurka jne. Sellest hoolimata visand peab täielikult evima tehnilise joonise ilmet (joon. 313).

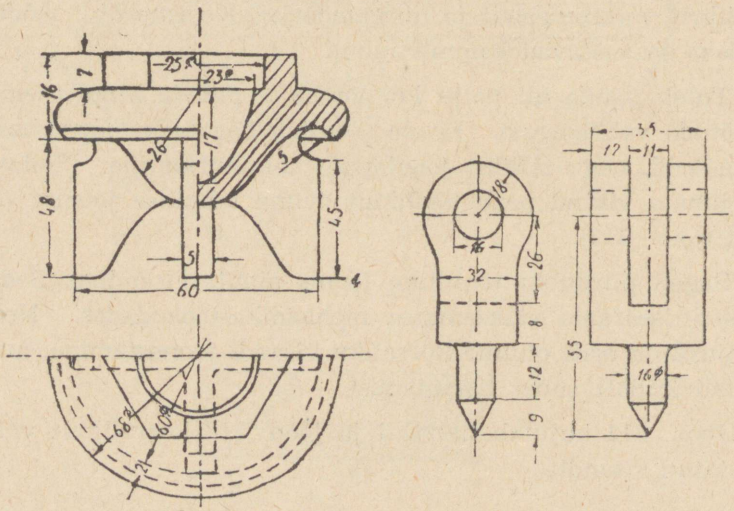
Sageli piirdubki tehniline joonis ainult visandiga. Seda esineb iseäranis väiksemates mehaanika-töökodades. Neil põhjusil on eriti oluline korraliku visandi joonestamine, mis nõuab küllalt suurt harjutamist.

Joon. 312 kujutab halvasti ja joon. 313 korralikult valmistatud visandit.



Halb

Joon. 312



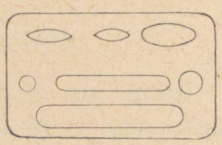
Korralik

Joon. 313

JOONISTE PARANDAMINE JA MÕÕTARVUDE MUUTMINE.

Võib julgesti väita, et suurem osa tehnilisi jooniseid ei valmi ilma parandamiseta. Hästi joonestada tähendab osata hästi parandada. Selleks mõningaid tegelikke näpunäiteid.

Kui on tarvis jooniselt kummiga kustutada mingi väike osa, muuta jooneots või number, siis on soovitatav selleks kasutada šablooni (joon. 314).



Joon. 314

Šabloon on valmistatud eriti õhukesest plekist (0,2 mm), suurusega ca 50×75 mm, ning evib mitmekesiseid mulgukesi. Šabloon asetatakse joonisele nii, et kustutatav osa satub sobiva ava piiridesse. Seega on kummiga hõõrumisel ülejäänud joonis kustutuskoha läheduses kaitstud.

Tušijoont kustutada on soovitav kaapimise teel või tušikummiga nühkides. Kaapimiseks kasutatakse žiletitera (joon. 315) või erilist kaapimisnuga. Kui kaabitud kohale



Joon. 315

tõmmatakse tušijoon, siis on soovitav enne joone tõmbamist kaabitud koht pliiatsiga ühtlaselt mustaks teha. Pliiatsi grafiit teeb koha libedamaks ja takistab tuši laialivalgumist. Hiljem kustutatakse pliiatsijooned pehme kummiga.

Kummipuru kõrvaldamiseks jooniselt kasutatagu harja (joon. 316). Kui kustutamisel joonisesse kulub auk, siis lõigatagu selle servad sirgeks ja liimitagu augu kohale, joonise tagaküljele tükk sama paberit. Joonise puhastamiseks on

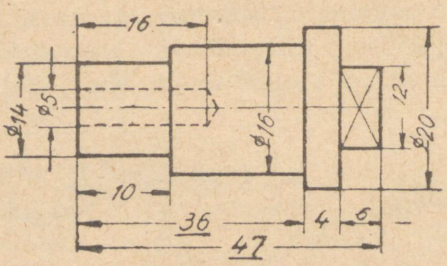


Joon. 316

soovitatav kasutada saiapuru. See on eriti tähtis pliiatsijoonise puhul, sest seda on kummiga raske puhastada , kuna kumm kustutab ka tarvilised jooned. Saiapuru hõõrutakse käega üle joonise ja pühitakse puhtaks harjakesega.

MÕÕTARVUDE PARANDAMINE JA MÕÕTUDE MUUTMINE.

Juhul, kui on tarvis mingit mõõtu muuta või mõõtarvu parandada, ilma et joonist ümber teha, siis parandatakse ainult mõõtarv: vana mõõtarvu asemele kirjutatakse uus. Tähelepanu juhtimiseks asjaolule, et joonestis ei vasta selles osas mõõtkavale, tõmmatakse parandatud mõõtarvule joon alla (joon. 317).



Joon. 317

VI peatükk.

JOONISE LUGEMISE JÄRJEKORD.

Joonise lugemine algab järgmiselt:

1) Kõigepealt tuleb vaadata joonise pealkirjale. Pealkiri on alati paigutatud joonise lehe parempoolsesse alumisse nurka. Pealkirjast selgub, mida kujutab joonis, missugust detaili, tema nimetus, missugusele masinale või mehhanismile või tööpingile määratakse joonisel kujundatud detail ja millisest materjalist tuleb teda valmistada.

2) Edasi on vajalik, ilma et täpsemalt joonestust hakataks uurima, ainult selgitada, mitu projektsiooni on joonisel kujundatud, missugune neist projektsioonidest on peavaade, s. o. eestvaade, järele vaadates, kas tema all asub pealtvaade, kas on olemas külgvaateid. Juhtida tähelepanu telgjoontele.

3) Selle järele on vajalik tähelepanelikult ja täpselt läbi vaadata joonis ja juhtida tähelepanu sellele, kas ei ole joonisel mingisuguseid täiendavaid projektsioone, väljatoodud lõikeid, üksikuid ja eraldi projektsioone, pealkirju projektsioonide kohta, kuid veel ei ole vaja tungida sügavamalt joonisesse.

4) Vaja juhtida tähelepanu, kas projektsioonides on läbilõikeid. See on väga kerge selgitada, kuna lõiked näitavad eseme seina kuju ja on viirutatud kaldjoontega vastavalt materjalile.

5) Peale selle esialgse tutvumise võib alata üksikasjalisema tutvunemisega ja joonise lugemisega.

Jooniste lugemise algharjutusteks on antud siin 12 joonist (joon. 318—329), mis on määratud lugemiseks ja arutamiseks.

Igale joonisele on lisatud küsimused, mis võimaldavad lugemist eelnimetatud järjekorras.

Küsimust läbi lugedes püüdke sellele vastata, tähelepanelikult ja mitte kiirustades joonisele vaadates, tingimata sealjuures vaadates kõigile projektsioonidele, mitte aga otsides vastust ühelt projektsioonilt.

Kui küsimuses nõutakse leida joonisel mingi mõõt, siis peab seda otsima kõigilt projektsioonidelt, sellepärast et mõõdud võivad olla joonisel välja pandud mitmesugustes kohtades: eestvaatel, pealtvaatel, külgvaatel ja samuti ka täiendavail kui ka üksikute osade projektsioonides ja väljatoodud lõigetel.

Mõnikord tuleb vastust otsida joonise pealkirjades, järelikult on vastuse otsimisel vajaline ühtlasi lugeda läbi kõik pealkirjad.

Vastustes tuleb määrata, mis liiki kuulub välispinna töötlemine ja samuti milliste lubatud kõrvalekaldumistega võib valmistada detaili.

Uuesti tuletame meelde, et joonisel mõõte otsides peab silmas pidama, et kõik mõõdud antakse joonisel sellele kirjutatud numbritega ja mingil tingimusel ei ole töölisel lubatud mingeid mõõte võtta jooniselt, kas sirkli või mõõtjoonlaua abil.

Siin kirjeldatud teed ja järjekorda peab käima ka tehaste jooniste lugemisel: tehaste joonised ja nende lugemine ei erine kuidagi õppeotstarbeks koostatud joonistest.

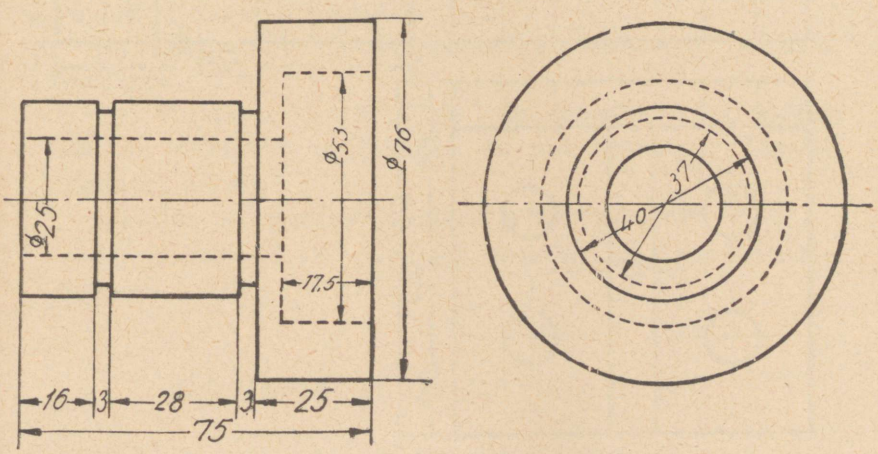
Kui osutub raskeks anda vastust küsimusele, on vajalik pöörduda aineõpetaja poole selgituse saamiseks, kuid kunagi ei tohi jätta küsimust vastamata või jääda lihtsalt vaikima oma mitteteadmises.

Peab silmas pidama, et jooniste lugemine on üldse väga

raske ülesanne, milleks vajatakse pikemaajalist praktikat, et õppida kiiremini joonistes kogema. Alguses läheb see pikkamisi, kuid seda ei ole vaja karta: harjutus teeb meistriks!

HARJUTUSI JOONISTE LUGEMISEKS.

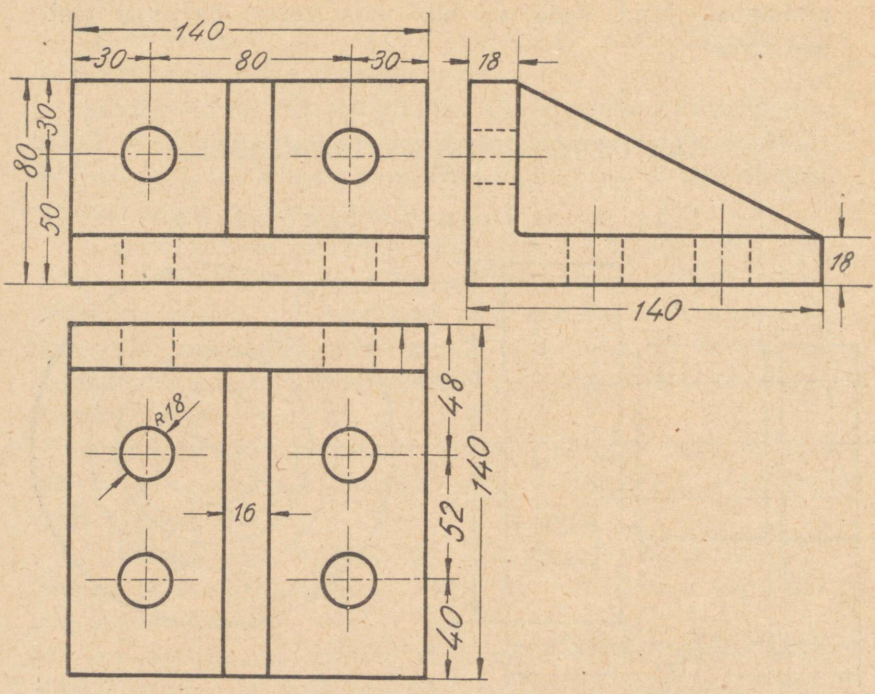
Küsimusi joon. 318 lugemisel.



Joon. 318

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?
2) Mitu projektsiooni on antud joonisel?
3) Kas joonisel on näidatud detaili läbilõiget?
4) Leida kõige pikemad mõõdud pikkuses, laiuses ja kõrguses (gabariit-mõõdud).
5) Paremal pool projektsioonil on joonestatud 5 ringjoont, millest 3 on tõmmatud jämedate pidevjoontega ja kaks kriipsjoontega. Mida kujutab iga ringjoon ja missugused läbimõõdud on igal ringil?
6) Näidata peavaade pikuti-läbilõikes.

Küsimusi joon. 319 lugemisel.



Joon. 319

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on joonisel antud?

3) Missugune projektsioonidest on siin peavaatena, missugune külgvaatena?

4) Kas on joonisel lõige või on kujutatud ainult detaili välisvaade?

5) Leida gabariitsed detailimõõdud.

6) Missugused paksused on detaili horisontaal- ja vertikaalseintel?

7) Vaatel eest ja vaatel pealt, kõrvuti vertikaalselt jooksva kriipspunktjoonega on näidatud kaks pidevat ja paksu joont. Mida kujutavad need jooned?

8) Mida tähendab pidev kaldjoon, mis on tõmmatud külgvaatele? Kuidas on kujutatud see joon teistes projektsioonides?

9) Leida joonisel mõõt 40 ja teha kindlaks, miks ta on pandud ja mida ta tähendab.

10) Külgvaade (parempoolne projektsioon) näidata läbilõikes.

11) Kujutada detaili lõige, mis läbistab kaks auku, mis on näidatud pealtvaates 40 mm kauguses joonise alumisest äärest.

12) Kas on joonisel puudusi ja missuguseid?

13) Teha sellest joonisest detailne aksonomeetriline joonis.

Küsimusi joon. 320 lugemisel.

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on antud joonisel?

3) Missugune projektsioon kujutab peavaadet, missugune pealtvaadet ja missugune külgvaadet?

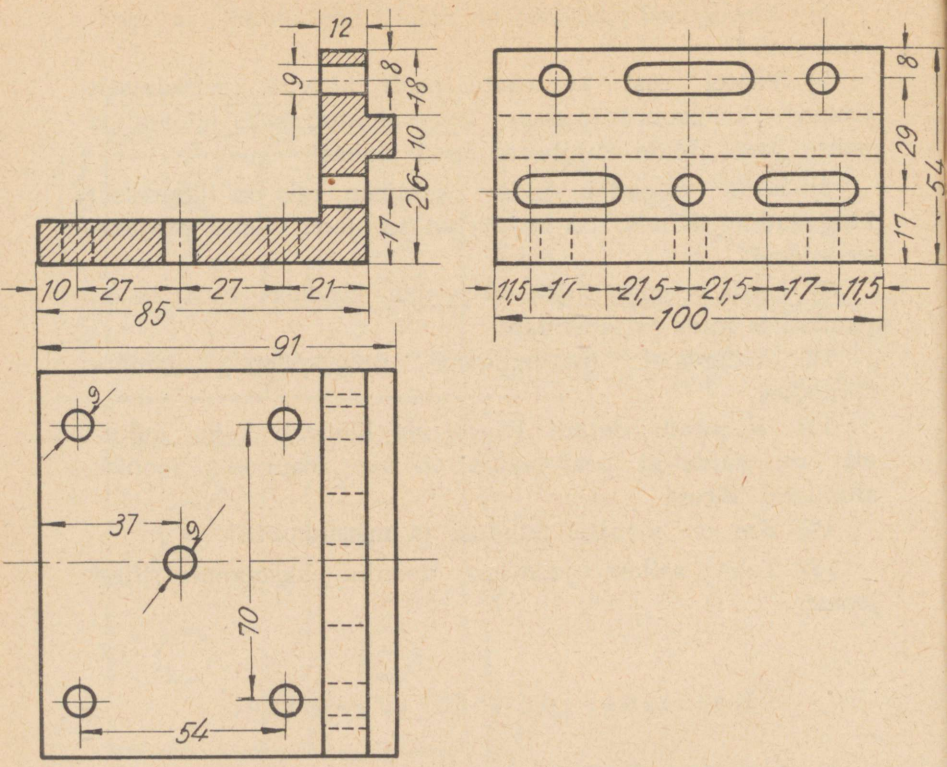
4) Kas joonisel on läbilõiget?

5) Leida detailide gabariitmõõdud.

6) Missugused on seinte paksused?

7) Kas on vertikaal- ja horisontaalseintel ühesugune paksus?

8) Leida joonisel läbijooksvad augud, selgitada, kui palju on auke ja missuguses kujus.



Joon. 320

9) Teha kindlaks, kuidas on detail läbi lõigatud (mis kohalt), et saada kujundit, mis näidatud peavaates.

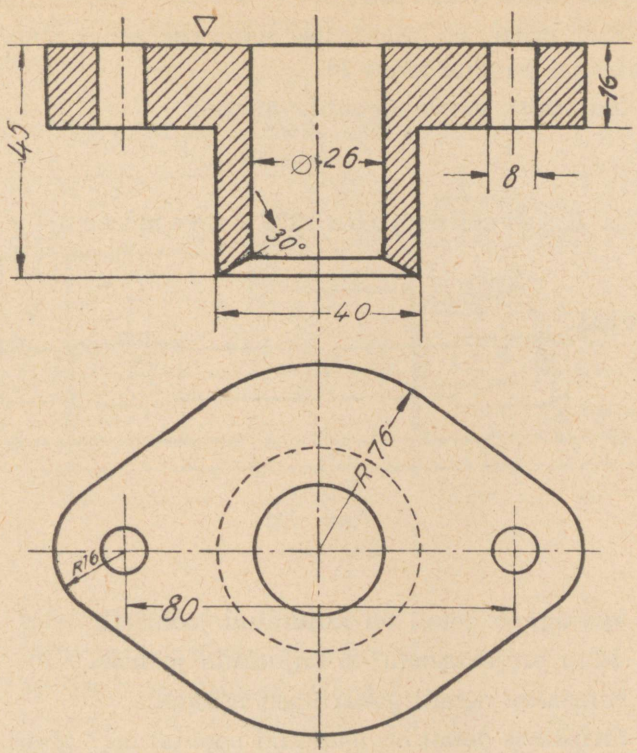
10) Teha kindlaks piklike aukude pikkus ja laius.

11) Leida joonisel mõõt 37 ja teha kindlaks, mida see mõõt tähendab ja milleks on ta vajaline.

12) Kas on joonisel puudusi ja missuguseid?

13) Kujundada projektsioon, mis näitab külgvaadet mitte vasakult, nagu see on antud joonisel, vaid paremalt poolt.

Küsimusi joon. 321 lugemisel.



Joon. 321

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on antud joonisel?

3) Kuidas on teostatud läbilõige, mis on kujutatud joonisel?

4) Palju on läbistatud ümmargusi (silindrilisi) auke detailis, missugused on nende aukude diameetrid?

5) Missugune kaugus on küljeaukude telgede vahel?

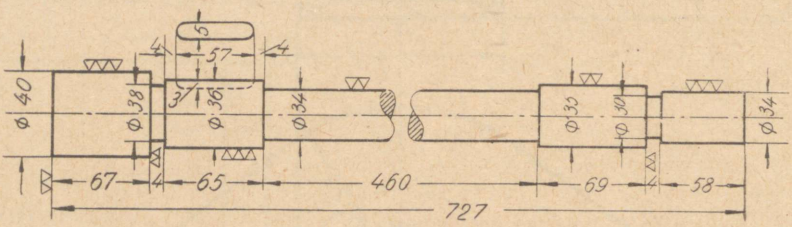
6) Mida tähendab kolmnurk, mis asetseb peavaate pahemal poolel?

7) Läbilõike asemel, mis on kujutatud peavaatel, kujutada detail tema välisvaatel.

8) Kui paks on silindrilise seina osa selles kohas, kus peavaates on pandud mõõt 26?

9) Kujutada vaade detailile altpoolt.

Küsimusi joon. 322 lugemisel.



Joon. 322

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on kujutatud joonisel?

3) Nimetada detaili gabariitsed mõõdud.

4) Mispärast detail on näidatud poolitatuna? Mida kujutavad kaks silmust, mis on seestpoolt viirutatud ja mis asetsevad projektsiooni keskkohal?

5) Mida tähendab täiendav projektsioon, mis asetseb vasakul peaprojektsiooni peal? Mida tähendab mõõt 5, mis on märgitud sellele projektsioonile?

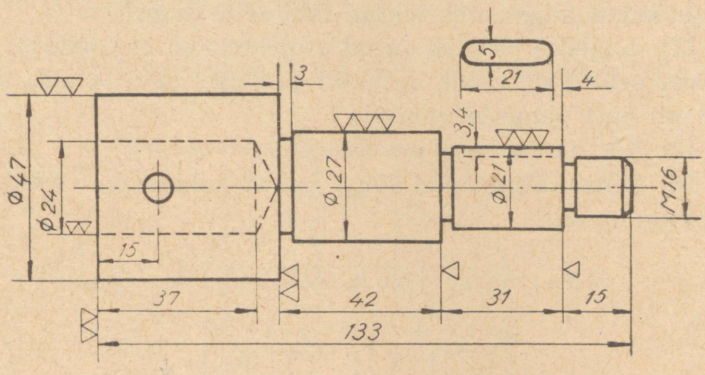
6) Missugused on võlli osade diameetrid?

7) Kas on detailil pindu, mis vajavad töötlemist lõiketeraga, kaabitsaga? Milliste märkidega see on näidatud? Kas on neile pindadele nõutav ühesugune või mitmesugune töötlemine? Missugused pinnad tuleb töödelda puhtamalt?

8) Leida joonisel süvendi kujutus. Määrata selle süvendi (soone) mõõdud — pikkus, laius, sügavus.

9) Teha väljatoodud detaili lõige, mis läbistab seda kanalit (soont).

Küsimusi joon. 323 lugemisel.



Joon. 323

1) Missugune detail on joonisel?

2) Mitu projektsiooni on joonisel?

3) Millised on gabariit-mõõdud?

4) Millised välisläbimõõdud on võlli osadel, millest koosneb detail?

5) Millised on töötlemismärgid?

6) Kas on detailil lõikeid?

7) Mida tähendab väike joonis, mis on asetatud detaili kohale? Mida tähendavad mõõdud 21, 5, 4, mis on märgitud sel joonisel?

8) Pahempoolses projektsiooni lõpus on ristkülik välja joonestatud kriipsjoonega, kusjuures selle ristküliku mõõdud on antud kahes suuruses, 24 ja 37. See ristkülik kujutab võlli sees olevat süvendit (õõnsust). Mille põhjal saab kindlaks teha, et süvend on silindrikujuline?

9) Väljalõike abil näidata süvend, millest on jutt eelmises punktis.

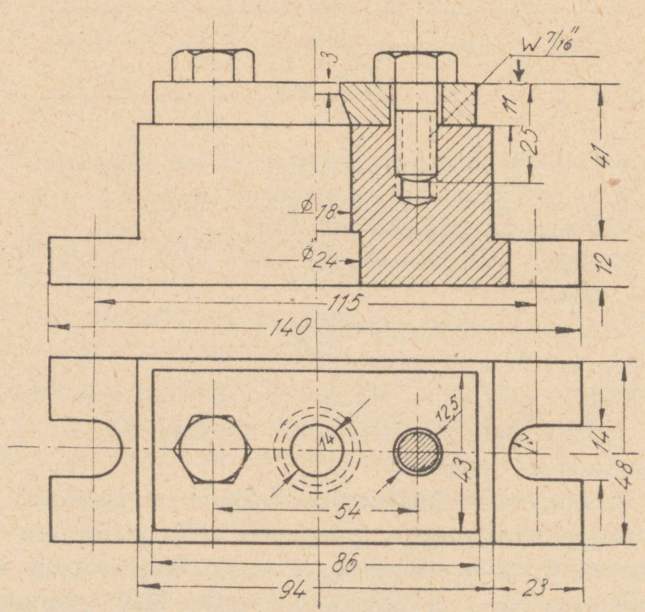
10) Vasakpoolses joonise lõpus on näidatud pideva täisjoonega väikese diameetriga ringike, mis asetseb projektsiooni peateljel. See ringike kujutab läbivat ümaraugukest, mis on võllist läbi puuritud täisnurga all. Kujutada väljatoodud lõiget, mis tehtud läbi selle augu?

11) Lugedes joonisel antud projektsiooni peavaateks, kujutada selle abil vaade vasakult ja sellel näidata auk, millest oli jutt eelnevas punktis.

12) Kas on joonisel puudusi ja missuguseid?

13) Teha väljatoodud lõige selles kohas, kus võllil on kanalike (soon).

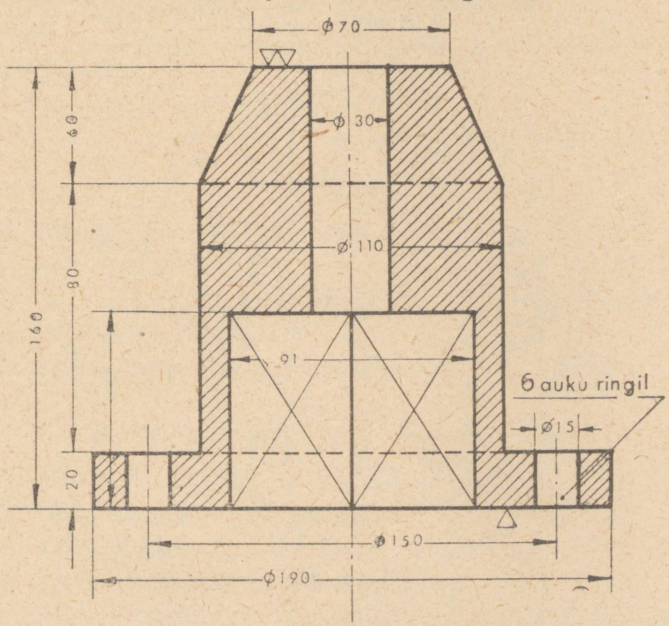
Küsimusi joon. 324 lugemisel.



Joon. 324

1) Missugune detail on joonisel?
2) Mitmest osast koosneb detail?
3) Miks on märgitud vasakul esimesel tasapinnal kruvi pealtvaade ja sama tasapinna paremal pool viirutatud ring?
4) Mida tähendab W $^{7}/_{16}$"?
5) Kas on joonisel puudusi ja missuguseid?
6) Kujutada põigiti-lõige.

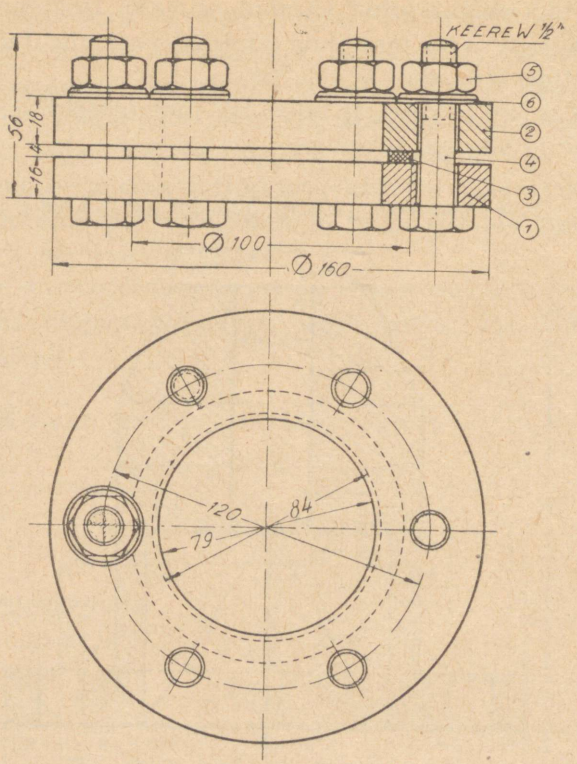
Küsimusi joon. 325 lugemisel.



Joon. 325

1) Mida kujutab joonis?
2) Mitu projektsiooni on joonisel?
3) Mida kujutavad neli lõikuvat diagonaali?
4) Mida tähendab „6 auku ringil"?
5) Kujutada joonisel olevast lõikest eseme eestvaade ja aksonomeetriline joonis.

Küsimusi joon. 326 lugemisel.



Joon. 326

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on joonisel ja mitu lõiget?

3) Mitmest osast koosneb joonisel kujutatud ese?

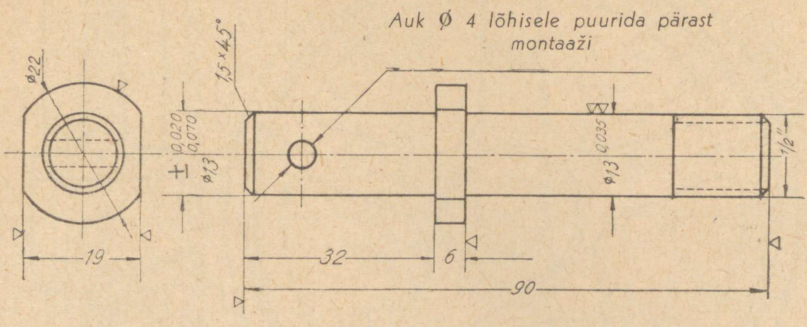
4) Miks on joonise paremal poolel märgitud väikesed ringikesed?

5) Mida kujutavad pealtvaatel kaks kontsentrilist kriipsjoont (täppjoont).

6) Mida kujutab mõõt W ½"?

7) Miks on tehtud lõige ainult joonise parempoolses osas?

Küsimusi joon. 327 lugemisel.



Joon. 327

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mis tähendab 1,5×45°?

3) Selgitada kõik mõõdud, milledele on määratud lubatud kõrvalekaldumised.

4) Joonestada esemest aksonomeetriline joonis.

Küsimusi joon. 328 lugemisel.

1) Missugune detail on kujutatud joonisel?

2) Mitu projektsiooni on joonisel?

3) Kas joonisel on läbilõikeid ja mitu?

4) Leida detaili gabariitsed mõõdud.

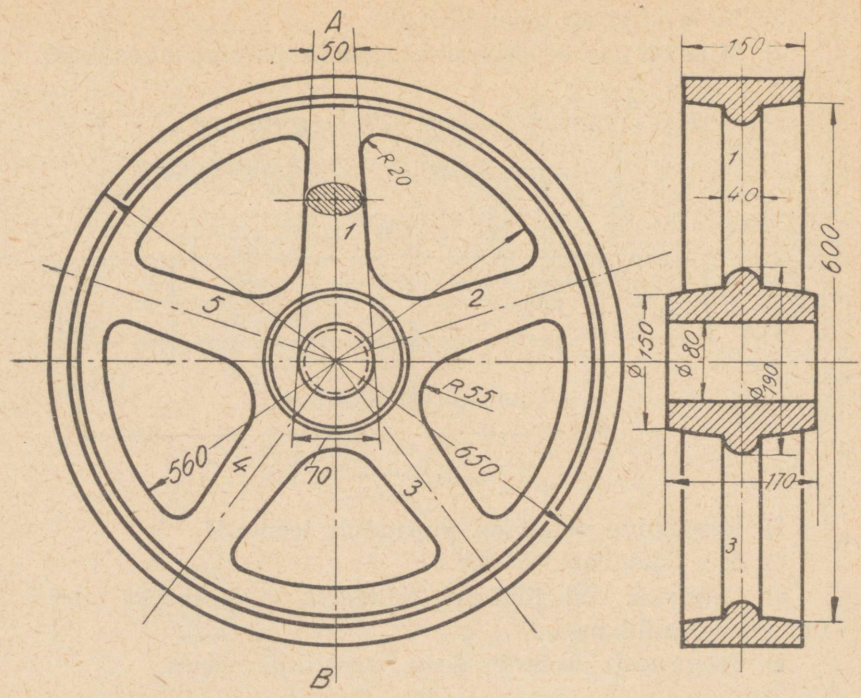
5) Mitu kodarat on rihmarattal ja missugune on nende läbilõige?

6) Kui suur on teljeauk?

7) Missugune on kodarate paksus? Kas kodarate läbimõõt on igal pool ühesugune, arvatud kodara kogu ulatuses?

8) Kas on joonisel vigu ja missuguseid?

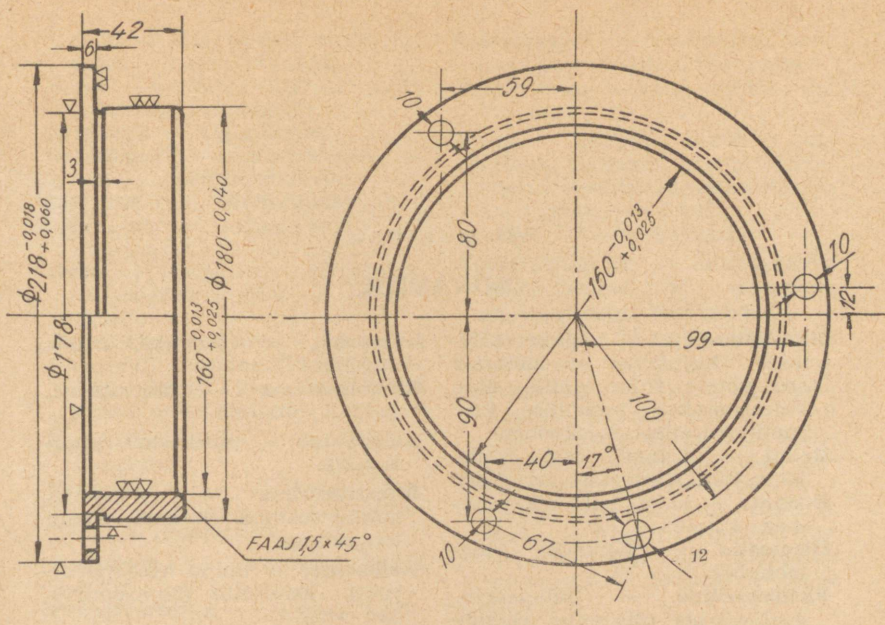
9) Joonestada aksonomeetrias rihmaratta püstlõige.



Joon. 328

Küsimusi joon. 329 lugemisel.

1) Missugune detail on joonisel?
2) Mitu projektsiooni on antud sel detailil?
3) Loe gabariit-mõõdud.
4) Kas joonisel on lõiget?
5) Kui palju on läbijooksvaid ümarauke käesoleval detailil?
6) Missugused on diameetrid läbijooksvatel ümarauk udel?
7) Kas kõik on ühesuguste diameetritega?



Joon. 329

8) Leida joonise kaudu, missuguste mõõtudega määratakse augu asukoht, mille läbimõõt on 12 mm?

9) Selgitada kõik mõõdud, milledele on määratud tolerantsid.

10) Selgitada ja määrata igale mõõdule maksimaalsed ja minimaalsed mõõdud, mis on lubatavad.

11) Selgitada, missugused märgid on pandud joonisele detaili töötlemiseks.

12) Kuidas läbi viia tsentrumite jaotamine kolmele augule 10 mm diameetriga?

VII peatükk.

SÕNASTIK.

Aksonomeetria — telgede mõõtmine; kujutavas geomeetrias see võtete rühm, mille abil valmistatakse ruumilise kujundi paralleelprojektsioon.

Detail — üksikasi, osa, üksikjoon, kild suuremast tervikust.

Distants — kaug, kaugmik, vahemaa, kaugus.

Diameeter — läbimõõt, ringi läbimõõt.

Ekstsentriline — lahkkeskne, geomeetrias niisugune ringide paigutus, milles keskpunktid ei ühtu.

Element — alge, algmõiste, algosis.

Formaat — kaust, paberipoogna laiuse ja kõrguse mõõdud või vahekorrad.

Gabariit — piirjoonestik, peamised mõõted.

Geneetiline — järjestikuline töö kergemast raskemale.

Geomeetria — matemaatika osa, mis käsitleb ruumiliste kujundite (punkt, joon, pind, keha) omadusi (asend, suurus, kuju) ja nende kohta maksvaid seaduspärasusi.

Graafika — kirjakunst, üldises tähenduses joonistamine paljunduse otstarbeks trükkimise abil.

Horisontaal — vesiloodis, samakõrguse joon.

Idee — kujutlus, mõte, aade, eriti uus mõiste.

Isomeetria — võrd ehk samasugusus.

Kombineerima — ühendlema, kokku sobitama.

Konstantne — püsikestev, muutumatu.

Konstrueerima — tarindama, kokku seadma, ehitama, plaani joonestama.

Kontsenter — ühine kese (tsentrum), keskendis (kontsentrilised ringid).

Kontuur — piirjoon.

Koordinaadid — arvud, millega määratakse punkti asend ruumis, pinnal või joonel.

Kopeerimine — ärakirjade (koopiate) valmistamine käsitsi või mehaaniliselt valgustundlikule paberile, lõuendile, klaasile jne.

Kvalifikatsioon — kohasuse määramine, hinne, võime midagi teha või korda saata.

Mastaap — mõõtkava, joonmõõt, mõõt.

Materjal — aine, millest midagi valmistatakse.

Meetod — kavakindlalt läbiviidud teaduslik menetlus tunnetuse saavutamiseks.

Montaaž — rakestamine, kokkuseadmine, ülesseadmine.

Moodul — arv, millega korrutatakse ühe süsteemi logaritme, et saada samade arvude logaritme teise süsteemi järgi;

hammasratta hamba samm jagatud π-ga. (π=3,14).

Norm — määr, väärtuse mõõt toimimise hinnangul.

Originaal — algupärand.

Ortogonaal — geomeetrias — ristolek, ristprojektsioon.

OST (ОСТ) — üleliidulised standard-normid (общесоюзный стандарт).

Ovaal — munajas kõverjoon, pikerik-ümmargune, pikersõõrik.

Paralleelperspektiiv — ruumilise kujundi tasapinnaline projektsioon juhul, kui projektivad kiired on rööbikud.

Perpendikulaarne — loodjoones, ristjoones.

Perspektiiv — väljavaade, lootus, ruumilise kujundi tasapinnaline projektsioon.

Positsioon — asupaik, asend, seis.

Prepareerimine — ettevalmistamine.

Printsiip — algus, algupära, põhimõte, põhilause.

Profiil — külgvaade, külglõikjoonis, inimese nägu külgvaates.

Projekt — kavand, plaan, eelnõu.

Projektsioon — vaadejoonis, piirjoonis.

Raadius — ringjoone või kerapinna punktide ühine kaugus keskpunktist.

Ratsionaalne — mõistuspärane, korrapärane, otstarbekohane.

Reservimine — ettetellimine, varumine.

Romb — kaldruut, võrdsete külgedega nelinurk, rombi diagonaalid poolitavad teineteist ja on teineteisega risti.

Skeem — kava, kavand.

Spetsifikatsioon — üksikasjaline läbitöötamine ja esitamine, alarühmadeks liigitamine.

Süsteem — kavastik, plaanipärasus.

Sümmeetria — võrd, tasamõõt, terviku säärane asetus, mil selle mingist teljest või keskpunktist võrdsel kaugusel olevad osad on ühetaolised.

Standard — määr, ühik, eeskuju, hinna ja ajanorm; näidis, eeskiri või nõue, mis püstitatud mitmesuguste toodete ja tööde suhtes.

Tehnika — töötlusviisid toodete valmistamisel, ka vastavaid alasid käsitlevate rakendusteaduste kogunimetus.

Tolerants — veapiir, sallitavus, jooniste suurim täpsus.

Vertikaal — püstloodis, loodjoonega ühtiv joon.

Whitworth (u'ittuöörs) — inglise insener-mehaanik, kes esimesena võttis tarvitusele kruvikeerme (nn. W-i keere).

KASUTATUD KIRJANDUST.

1. Черчение — Куликов С. М.
2. Черчение — Никулин М. А.
3. Курс черчения для машиностроительных техникумов — Маслов П. Ф., Куликов С. М., Евдокимов И. И.
4. Альбом учебных таблиц по черчению — Евдокимов И. И.
5. Technical Drawing — F. Giesecke, A. Mitchell, H. Spencker, Professor Emeritus of Engineering Drawing.
6. Technisches Zeichnen — Reichsinstitut für Berufsausbildung — Berlin.
7. Tehniline joonestamine. Metallitöö. 1938. — Th. Ussisoo.

SISUKORD:

Lk.

Eessõna 3
Sissejuhatus 5
Mida õpetab tehniline joonestamine? 5
Graafiliste kujundite meetodid 6
Jooniste tähtsus tehnikas 8

I peatükk.

JOONESTUSVAHENDID.

Sirklikarp. Mõõtesirkel. Joonestussirkel. Joonsulg. Mõõtjoonlauad. Lekaalid. Nurkjoonlaud. Kolmnurgad. Sirklite hoidmine. Joonsulgede kordaseadmine ja teritamine. Pliiatsid ja nende teritamine. Rõhknaelakesed ehk nuplid. Kustutuskumm. Nurgamõõtja (mall). Joonlaua ja kolmnurkade proovimine. Nurkade mõõtmine kolmnurkade abil. Joonestamine. Perpendikulaaride joonestamine rööpjoonlaua ja kolmnurkade abil. Sirgjoonte rööpsuse kontrollimine . . . . . 9—21

Joonestuspaber.

Läbipaistmatu joonestuspaber. Läbipaistev joonestuspaber. Kopeerimispaber. Joonestuspaberi suurus. Joonise kirjanurga vorm. Mõõdusuhe ehk mastaap . . . . . 21—26

Normkiri.

Üksikute tähtede kirjutamise võtted. Suur ja väike tähestik. Vene keele tähestik . . . . . 26—28

II peatükk.

GEOMEETRILINE JOONESTAMINE.

Joonestamise liigid.

Geomeetriline joonestamine. Projektsioon-joonestamine. Tehniline joonestamine 29

Esimesed tegelikud joonestamise võtted.

Sirg- ja kriipsjoonte joonestamine. Kontsentrilised ringid. Pidevad ja kriipsringjooned . . . . . 29—31

Geomeetrilised ülesanded.

Sirglõikude jagamine. Ristjoonte kujutamine. Nurkade jagamine. Ringi keskpunkti leidmine. Ringjoone joonestamine läbi kolme punkti. Ringi sisse joonestada ruut ja 5—8-nurk . . 32—37

Korrapäraste hulknurkade joonestamine.

Joonestada võrdkülgne kolmnurk. Joonestada ruut ja 5—8-nurk. Kõverjoonte liitmine. Ovaalide ja munakujuliste kõverjoonte joonestamine. Spiraalide ja evolvendi joonestamine. Ellipsi, parabooli, hüperbooli joonestamine. Tsükloidid ja sinusoid . . . . . 37—51

III peatükk.

PROJEKTSIOON-JOONESTAMINE.

Sissejuhatus 52
Projektsiooni üldseletusi 52

Projektsiooni liigid.

Tsentraalprojektsioon. Paralleelprojektsioon. Kald- ehk klinogonaalprojektsioon. Joone projektsioon. Kahele ja kolmele tasapinnale projitseerimine . . . . . 54—61

Vaated.

Vaadete suundade kindlaksmääramine. Vaadete paigutus peavaate suhtes . . . . . 61—65

Joonte liigitamine.

Geomeetriliste kehade projektsioonid. Punktide leidmine geomeetrilistel kehadel. Punktide leidmine ümarkehadel . . . 65—74

IV peatükk.

AKSONOMEETRILINE JOONIS.

Telgede suundade kaks joonestamise võtet. Ristküliku aksonomeetriline joonis. Kuusnurga aksonomeetriline joonis. Rööptahuka aksonomeetria. Eseme aksonomeetria. Aksonomeetrilised prisma ja püramiidide joonised. Aksonomeetriline ringi joonestamine . . . . . 75—82

Kallutamine ja pööramine.

Ülesanded vaadete leidmisel . . . . . 82—85

V peatükk.

TEHNILINE JOONESTAMINE.

Jooned 86
Osa- ehk positsiooninumber . . . . . 86—87

Lk.

Mõõdud.

Mõõtjooned. Mõõtarvud. Mõõtarvude kontrollimine. Mõõtarvude jämedus ja nende noolte otsad. Mõõtude andmise viise. Väär ja õige mõõtjoonte märkimine . . . . . 88—102

Lõiked.

Lõigete viirutiste määramine. Viirutiste väär ja õige kujutamine. Katkestus- ehk murdekoha tähistamine. Kallak ja koonilisus . . . . . 103—115

Punktide määramine koordinaatide järgi.

Tehniliste profiilide joonestamine 115

Juhiseid ja võtteid lõigete kujutamisel.

Nähtamatute osade kujundamine lõigete abil. Puksi püstlõige. Puksist veerandosa väljalõikamine. Puksi vertikaalne põiklõige. Puksi veerandosa väljalõige. Puksi vertikaalne põiklõige . . . . . 121—124

Lõiked mitmes suunas.

Vertikaal- ja horisontaallõiked. Põiklõiked 124
Tehnilise joonise valmistamise järjekord 128

Harjutustööd.

Joonestada kolmnurkne plaat, pikergune äärik, mutrivõti ja vänt . . . . . 129—133

Leppemärkide kasutamine.

Keermestikud. Keermete märkimine joonisel. Kruvid ja poldid. Poltide ja mutrite mõõtude tabelid. Keermete tabelid. Needid. Kruvid . . . . . 134—146

Hammasrataste joonestamine ja nende leppemärgid.

Hammasajamid. Silinder- ja kaldhammasajamid 147
Vedrud ja nende leppemärgid 153
Torude ja ventiilide leppemärgid 155
Tolerantside andmine 156
Materjalide märkimine nende läbilõikes 158
Materjalide märkimise seletused 160
Kruvijoon 161
Pinnatöötlemismärgid 164

Mõõduriistad.

Tastrid. Suplerid. Mikromeetrid. Keermestikukammid.
Nurgamõõtjad . . . . . 167—174
Visandi valmistamine 175
Jooniste parandamine ja mõõtarvude muutmine 177
Mõõtarvude parandamine ja mõõtude muutmine 178

Lk.

VI peatükk.

JOONISE LUGEMISE JÄRJEKORD.

Harjutusi jooniste lugemiseks 179--193

VII peatükk.

Sõnastik 194

Vastutav toimetaja J. Jakk.

Keeleline toimetaja J. Väinaste.

Ladumisele antud 15. III 1947. Trükkimisele antud 24. IV 1947. Trükiarv 4200. Paber 56X79, 1/16. Trükipoognaid 12,5. Trükitähti trükipoognas 32300. Arvutuspoognaid 10,1. MB-03914. Trükikoda „Kommunist", Tallinn, Pikk t. 2. Tell. nr. 870.

На эстонском языке.
Т. Уссисоо. Техническое черчение.

RBL. 10.—