

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

VIII-XI  
KLASSILE

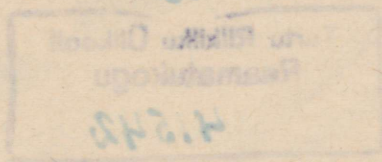
EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-21465

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

KÄSIRAAMAT  
VIII—XI KLASSILE



ARHIIVIKOGU

EESTI RIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1957

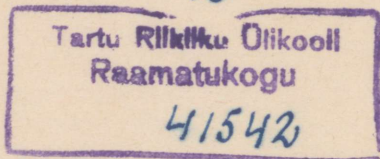
Originaali tiitel:

А. А. Абрикосов. ЧЕРЧЕНИЕ. Часть вторая.  
Руководство для учащихся 8—10 классов средней школы.

Утверждено Министерством просвещения РСФСР.  
Учпедгиз, 1956.

Tõlge kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt.

2



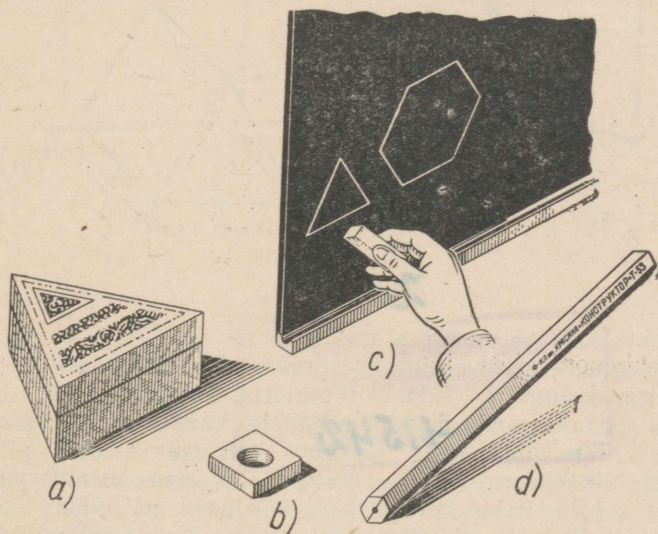
ARHIIVKOGU

I peatükk.  
**PRISMA- JA SILINDRIKIJULISTE ESEMETE  
JONESTAMINE.**

**A. KORRAPÄRANE PÜSTPRISMA.**

**KORRAPÄRASE PÜSTPRISMA MOISTE.**

Joonisel 1 on toodud rida esemeid, millede vaatlemine annab ettekujutuse prismast. Niisugusteks esemeteks on näiteks kolmnurkne karbik (joon. 1, a), detailide kinnitamiseks kasutatav nelinurkne kriiditükk (joon. 1, c), detailide kinnitamiseks kasutatav nelinurkne kriiditükk (joon. 1, c) ja kuusnurkne joonestuspliats (joon. 1, d).



Joon. 1.

kant mutter (joon. 1, b), klassitahvil kirjutamiseks kasutatav nelinurkne kriiditükk (joon. 1, c) ja kuusnurkne joonestuspliats (joon. 1, d).

Prisma on hulktahukas, mille põhjadeks nimetatud kaks tahku on võrdsete ja vastavalt paralleelsete külgedega hulknurgad (näiteks kolmnurgad joonisel 1, *a* või kuusnurgad joonisel 1, *d*), kuna kõik ülejäänud tahud, mida nimetatakse külgtahkudeks, lõikuvad mööda paralleelseid sirgeid. Neid sirgeid nimetatakse prisma külgservadeks.

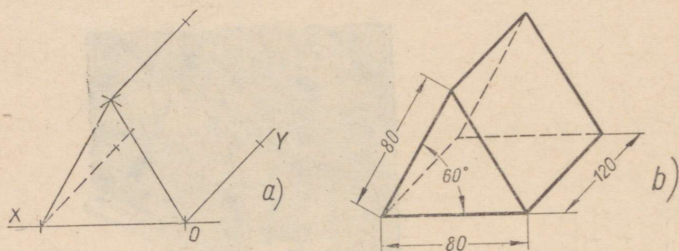
Prismat nimetatakse püstprismaks, kui tema külgservad on ühe põhjaga risti. Püstprismat nimetatakse korrapäraseks, kui tema põhjad on korrapärsed hulknurgad. Niisuguse prisma<sup>1</sup> kõik külgtahud on võrdsed ristkülikud.

Prismad on kolmnurksed, nelinurksed, kuusnurksed jne. vastavalt sellele, kas prisma põhjaks on kolmnurk, nelinurk, kuusnurk jne.

Ettekujutuse kolmnurksest, nelinurksest või kuusnurksest prismast annab näiteks joonisel 1 kujutatud esemete vaatlemine.

## I. Prisma kabinetprojektsioonid.

**Kolmnurkne prisma.** Näide 1. Ehitada (konstrueerida) kabinetprojektsioonid prisma, mille kõrgus on  $120\text{ mm}$  ja mille põhjadeks on võrdkülgse kolmnurgad külje pikkusega  $80\text{ mm}$ . Prisma põhjad on paralleelsed esiprojektsioonipinnaga.



Joon. 2.

Projektsiooni ehitamist alustatakse *X*- ja *Y*-telje (joonis 2, *a*) tõmbamisega, seejärel ehitatakse prisma üks põhjadest, s. t. antud mõõtudega kolmnurk. Edasi tõmmatakse kolmnurga tippudest *Y*-teljega paralleelsed sirged, millele kantakse siis sirglõigud pikkusega  $60\text{ mm}$ , s. t. prisma kõrguse poole pikkusega ( $120\text{ mm} : 2 = 60\text{ mm}$ ) võrdsed lõigud. Tuletame meelde, et selline lühendus kehtib kabinetprojektsiooni juures mõõtude kandmisel *Y*-teljele ja sellega paralleelsetele sirgetele. Antud prisma lõpetatud kabinetprojektsioon on toodud joonisel 2, *b*.

Näide 2. Joonisel 3 on näidatud kabinetprojektsiooni ehitamine kolmnurksest prismast, mis mõõtudel vastab eelmisele, kuid

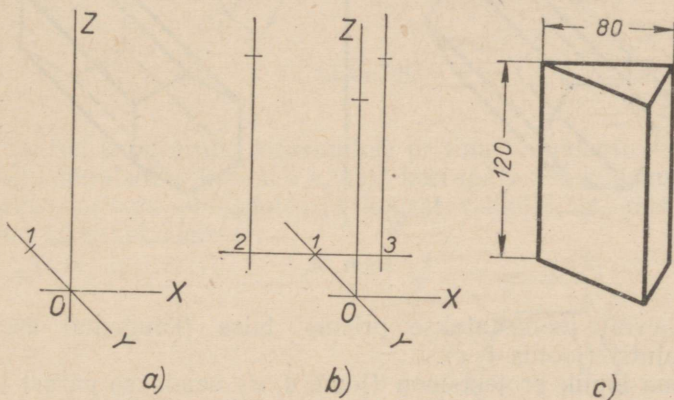
<sup>1</sup> Edaspidi, kui pole nõutud erilist täpsustamist, nimetatakse lühiduse mõttes korrapärasest püstprismast lihtsalt prismaks.

on põhjadega asetatud paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga, mitte esiprojektsioonipinnaga.

Kabinetprojektsiooni ehitamist alustatakse  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telje tõmmamisega (joon. 3, *a*). Selle järel kantakse punktist  $O$   $Y$ -teljele lõik  $O-1$ , mis on võrdne prisma põhja moodustava kolmnurga poole kõrgusega.

Prisma alumise põhja ehitamiseks on läbi punkti 1 (joon. 3, *b*) tõmmatud sirge paralleelselt  $X$ -teljega. Sellele sirgele on sümmeetriliselt punktile 1 kantud lõik  $2-3$  (s. o. punkt 1 on lõigu  $2-3$  keskpunkt), mis on võrdne põhja moodustava kolmnurga külje pikkusega, s. o. 80 mm-ga.

Edasi on läbi punktide 2 ja 3 tõmmatud sirged paralleelselt  $Z$ -teljega. Nendele sirgetele on punktidest 2 ja 3 ning  $Z$ -teljele punktist  $O$  kantud lõigud, mis on võrdsed prisma külgservadega, s. o. 120 mm-ga.



Joon. 3.

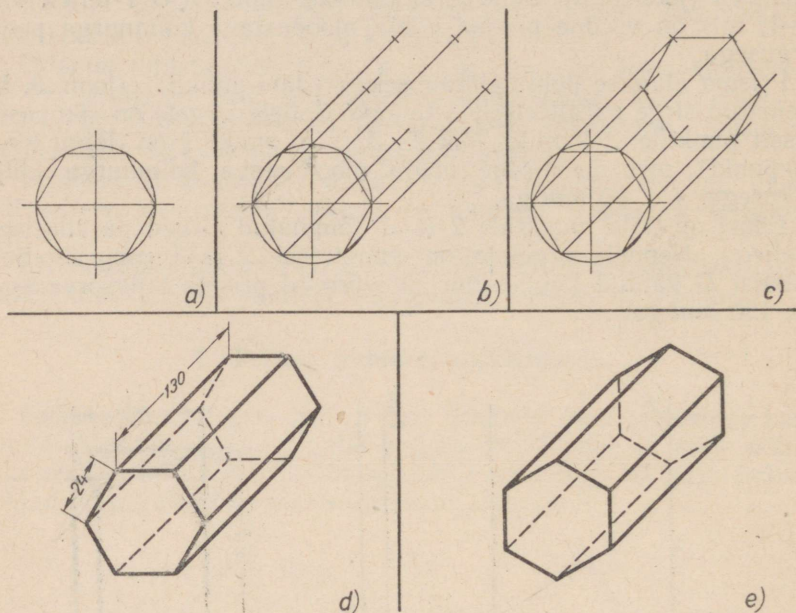
Antud prisma lõpetatud kabinetprojektsioon on näidatud joonisel 3, *c*.

**Kuusnurkne prisma.** Ehitada kabinetprojektsioon korrapärasest kuusnurksest prismast, mille kõrgus on näiteks 130 mm ja põhiserv 24 mm. Prisma põhitahud olgu paralleelsed esiprojektsioonipinnaga ja kaks külgtahku paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga.

Nõutud kabinetprojektsiooni ehitamist alustatakse prisma põhjaks oleva korrapärase kuusnurga (joon. 4, *a*) (näiteks lähema) joonestamisega peenjoonte abil. Prisma kujutamiseks nõutud tahkude asendi korral joonestatakse kuusnurk paralleelselt esiprojektsioonipinnaga nii, et kaks tema tippu ühtiksid abiringjoone ja rõhttelgjoone lõikepunktidega.

Seejärel tõmmatakse läbi kuusnurga tippude (joon. 4, *b*) peened

sirgjooned paralleelselt  $Y$ -teljega. Tõmmatud sirgetele kantakse lõigud pikkusega  $65 \text{ mm}$ , s. o. prisma kõrguse poole pikkusega ( $130 \text{ mm} : 2 = 65 \text{ mm}$ ).



Joon. 4.

Järgnevalt joonestatakse prisma teise (kaugemal asetseva) põhja kujutis (joonis 4, c).

Prisma lõplik projektsioon (joonis 4, d) saadakse pärast kõikide abijoonte kustutamist, nähtamatute kontuurjoonte tõmbamist kriipsjoonte abil, joonte vastavas jämeduses väljatõmbamist ning mõõtmete märkimist. Sama, kuid teisiti asetatud prisma kabinetprojektsioon on toodud joonisel 4, e.

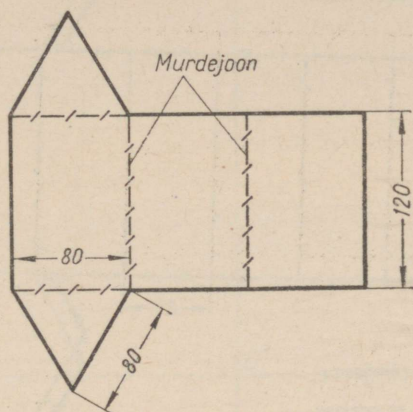
## II. Prisma pinnalaotuse valmistamine.

Eseme pinnalaotuseks nimetatakse tasapinnalist kujundit, mis on saadud selle eseme kogu pinna laialilaotamisel joonise tasapinnale.

Iga korrapärase prisma pinnalaotus koosneb järgmistest osadest: kahest prisma põhjaga võrdsest hulknurgast (s. t. kolmnurgast, nelinurgast, kuusnurgast jne.) ning ristkülikutest, millede arv ja mõõdud on võrdsed prisma külgtahkude arvu ja mõõtudega.

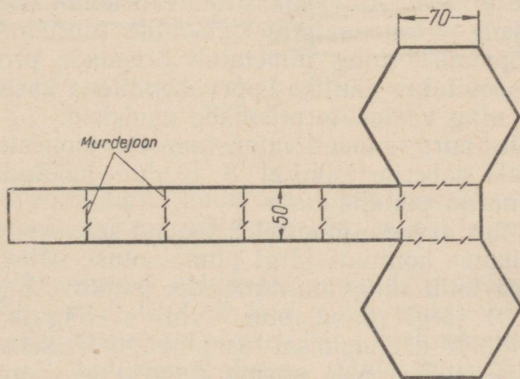
Pinnalaotus kolmnurksest prismast, mille kabinetprojektsioonide ehitamist käsitleti eespool (joonised 2 ja 3), on kujutatud jooni-

sel 5. Nimetatud prisma pinnalaotus koosneb kahest võrdkülgsest kolmnurgast, mis vastavad tema põhjadele, ja kolmest ristkülikust, mis vastavad prisma külgtahkudele.



Joon. 5.

Joonisel 6 on antud kuusnurkse prisma pinnalaotus. Nimetatud prisma pinnalaotus koosneb kahest korrapärasest kuusnurgast, mis vastavad prisma põhjadele, ja kuuest ristkülikust, mis vastavad prisma külgtahkudele.

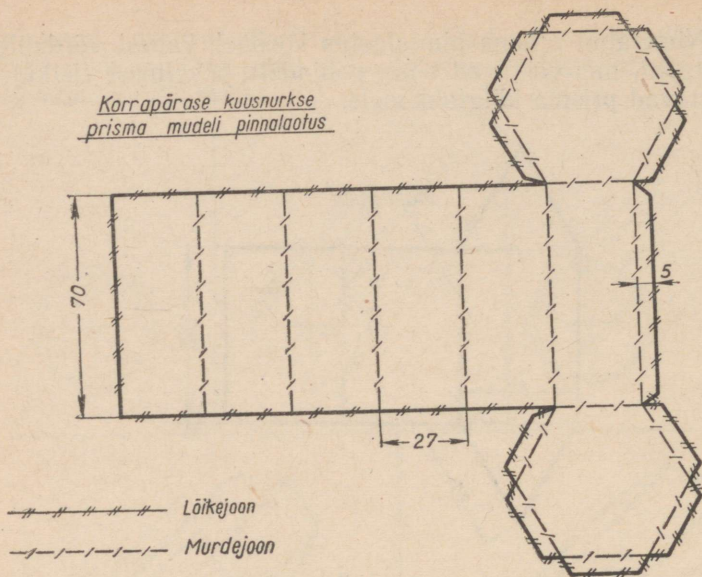


Joon. 6.

Joonisel 7 on antud kuusnurkse prisma mudeli pinnalaotus.

Niisuguse prisma mudeli valmistamiseks joonestame esmalt tugevale paberile prisma pinnalaotuse. Seejärel lõikame saadud pinnalaotuse kontuuri järgi välja, murrame ta joonisel 7 näidatud murdejoonte järgi ja kleebime vastavad ääred kokku.

Korrapärase kuusnurkse  
prisma mudeli pinnalaotus



Joon. 7.

### III. Prisma ortogonaalprojektsioonid.

**Kolmnurkne prisma.** Allpool käsitletavate kolmnurksete ja kuusnurksete prismade ortogonaalprojektsioonide (normaalprojektsioonide) tundmaõppimisel ning nimetatud prismade projektsioonide ehitamisel on soovitatav näitlike õppevahenditena kasutada kolmetahulise nurga ning vastavate prismade mudelid.

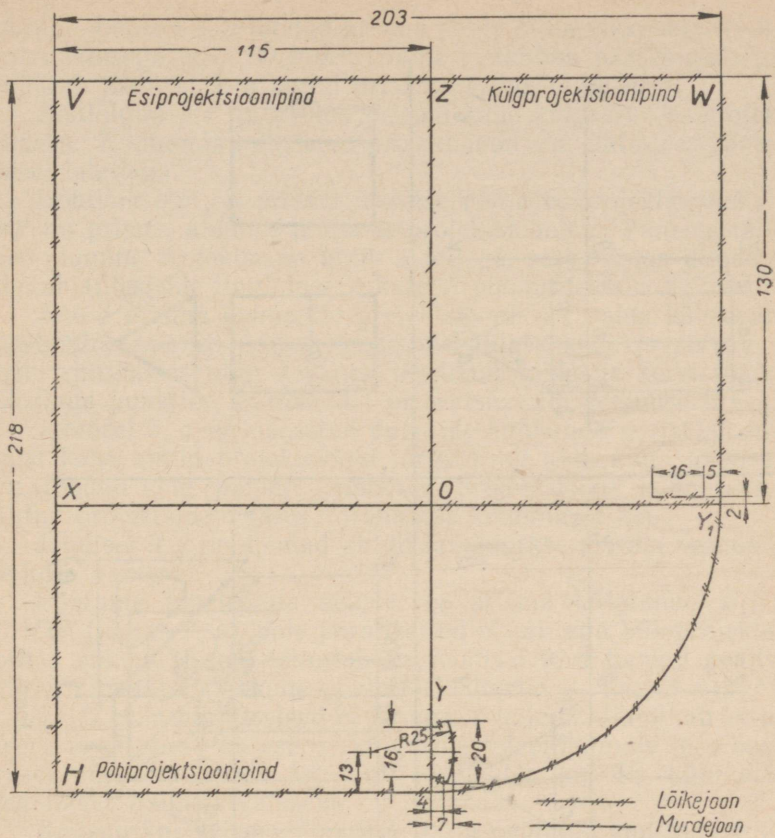
Kolmetahulise nurga mudeli valmistamiseks joonestame mastabis 1:1 tugevale paberile joonisel 8 toodud mõõtudele vastava kolmetahulise nurga pinnalaotuse.

Seejärel, võttes arvesse joonisel 8 toodud seletusi joonte tähenduse kohta, lõikame kontuuri järgi pinnalaotuse välja, lõikame ta joone  $OY_1$  järgi lahti ning murrame siis joonte  $OX$  ja  $OZ$  järgi kokku. Joone  $OY$  järgi pinnalaotusi lahti ei lõigata ega murta kokku. Tasapinna  $W$  ühendamisel tasapinnaga  $H$ , selleks eelnevalt väljalõigatud osa (luku) abil, saame kolmetahulise nurga mudeli.

Joonisel 9 on näidatud kolmnurkse prisma kolme ortogonaalprojektsiooni, s. t. prisma eest-, pealt- ja külgsuuna järjestikust ehitamist.

Prisma toetub alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale (joon. 9, a); prisma ülemise põhja tipud on tähistatud tähtedega  $A$ ,  $B$  ja  $C$ , alumise põhja omad aga tähtedega  $D$ ,  $E$  ja  $F$ .

Prisma antud asendi puhul alustatakse joonise valmistamist pealtvaate joonestamisega (joon. 9, b). Antud korral on pealtvaa-



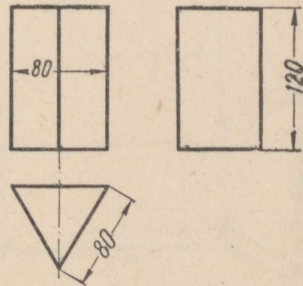
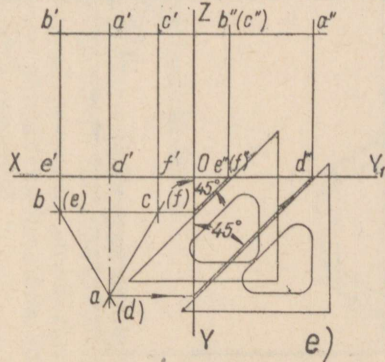
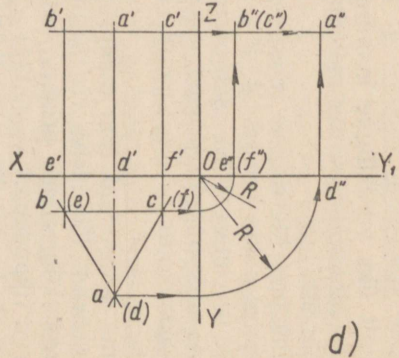
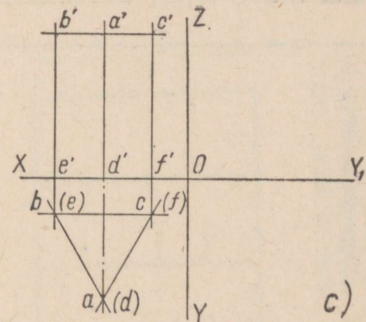
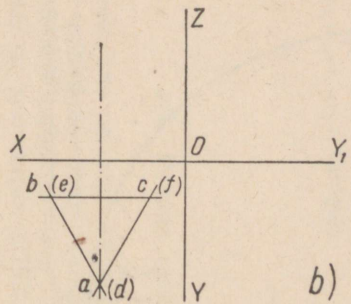
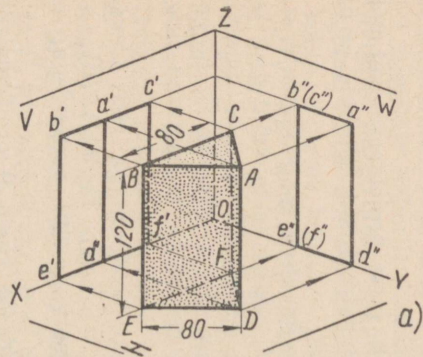
Joon. 8.

teks ainult üks võrdkülgne kolmnurk (sest projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale prisma mõlemad põhjad, s. t. alumine ja ülemine põhi ühtivad).

Prisma projekteerimisel nähtavate punktide projektsioonid, näiteks ülemise põhja tippude  $A$ ,  $B$  ja  $C$  põhiprojektsioonid  $a$ ,  $b$  ja  $c$  (joon. 9,  $b$ ), märgitakse sulgudeta, kuna nähtamatute punktide projektsioonid, näiteks prisma alumise põhja tippude  $D$ ,  $E$ . ja  $F$  põhiprojektsioonid ( $d$ ), ( $e$ ) ja ( $f$ ) (joon. 9,  $b$ ) on asetatud sulgudesse.

Prisma külgtahud (kui põhiprojektsioonipinnaga risti olevad) projekteeruvad lõikudena  $a(d)b(e)$ ,  $b(e)c(f)$  ja  $c(f)a(d)$ , s. t. kolmnurga külgedena, prisma külgservad aga punktidenä, s. t. kolmnurga tippudena.

Eestvaate kontuuriks on riskülik  $b'c'f'e'$  (joon. 9,  $c$ ). Tema rõhtkülgede pikkuse määrab näiteks pealtvaates lõik  $b(e)c(f)$ , mis on



Joon. 9.

võrdne joonisel 9, *a* toodud prisma põhja külje pikkusega (või külgtahu laiusega, s. o. 80 mm). Sama risküliku püstkülgede pikkuse määrab joonisel 9, *a* antud prisma kõrgus (120 mm).

Ristlõigud  $b'e'$  ja  $c'f'$  on prisma kahe külgserva esiprojektsioonideks. Kolmanda külgserva projektsioon  $a'd'$  ühtib eestvaate sümmeetriateljega.

Rõhtlõik  $b'c'$  on prisma ülemise põhja esiprojektsiooniks, kuna  $e'f'$  on prisma alumise põhja esiprojektsiooniks. Paneme tähele, et see alumine projektsioon ühtib  $X$ -teljega, sest prisma alumine põhi toetub (ülesande tingimuse kohaselt) põhiprojektsioonipinnale.

Antud prisma kolmanda projektsiooni, s. t. tema külgservade joonestamine seisneb prisma vastavate külgtahkude ja servade kujutiste ehitamiseks ning koosneb järelikult tahke ja servi määravate üksikute punktide kolmandate projektsioonide leidmisest.

Joonisel 9, *d* on näidatud punktide kolmanda projektsiooni leidmist kahe antud projektsiooni järgi sirkli abil, kuna joonisel 9, *e* on toodud võtte punkti kolmanda projektsiooni leidmiseks kahe antud projektsiooni järgi võrdhaarse kolmnurga abil.

Joonisel 9, *f* on toodud antud kolmnurkse prisma valmis joonis kolmes vaates.

Pöörame tähelepanu sellele, et prisma külgtahud  $BADE$  ja  $CADF$  (joonis 9, *a*) pole paralleelsed ei esi- ega külgservade projektsioonipinna suhtes. Sama kinnitab ka joonisel 9, *d* toodud pealtvaade, millel nimetatud tahkude põhiprojektsioonid — lõigud  $a(d)b(e)$  ja  $a(d)c(f)$  pole paralleelsed ei  $X$ - ega  $Y$ -teljega. Järelikult ei projekteeru need tahud ka esi- ja külgservade projektsioonipinnale tegelikus suurus, mistõttu nende laius nii eestvaates kui ka külgservades on tegelikust laiusest väiksem.

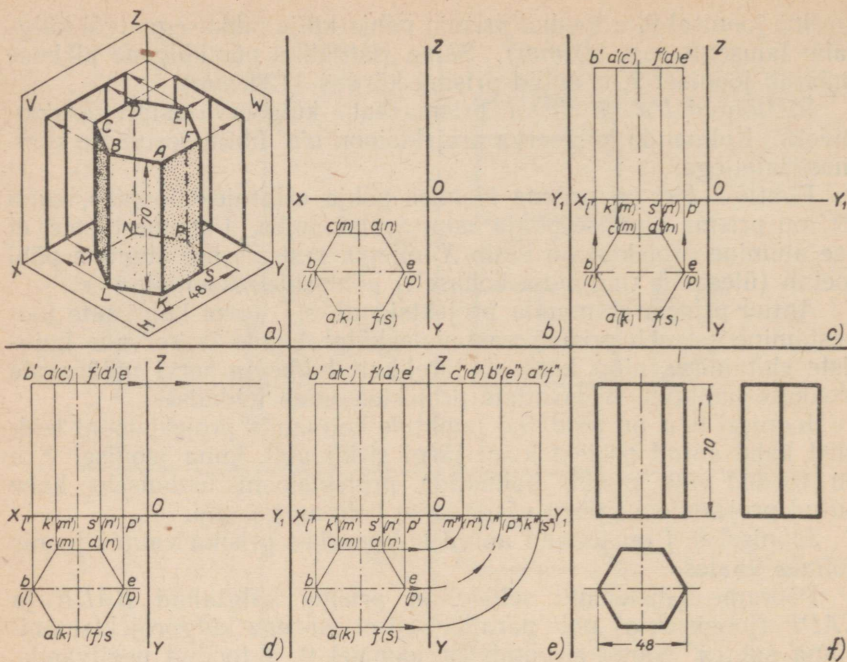
**Kuusnurkne prisma.** Joonisel 10 on näidatud kuusnurkse prisma kolme ortogonaalprojektsiooni, s. t. prisma eest-, pealt- ja külgservade ehitamist.

Prisma toetub alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale (joon. 10, *a*); prisma ülemise põhja tipud on tähistatud tähtedega  $A, B, C, D, E$  ja  $F$ , alumise põhja tipud aga tähtedega  $K, L, M, N, P$  ja  $S$ .

Prisma antud asendi puhul alustame joonise valmistamist pealtvaatega (joon. 10, *b*), mis kujutatakse üheainsa korrapärase kuusnurgana (sest projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale prisma mõlemad põhjad, nii alumine kui ka ülemine ühtivad).

Prisma külgtahud (kui põhiprojektsioonipinnaga risti olevad) projekteeruvad sirglõikudena, s. t. kuusnurga külgedena, prisma külgservad aga punktidenä, s. t. kuusnurga tippudena.

Prisma eestvaate kontuuriks on riskülik  $b'e'p'l'$  (joon. 10, *c*). Tema rõhtkülgede pikkuse määrab näiteks pealtvaates punktide  $b$  ja  $e$  või ( $l$ ) ja ( $p$ ) vaheline kaugus. Sedasama suurust määrab ka prisma aluse mõõt (48 mm), mis on antud joonisel 10, *a*. Sama risküliku püstkülgede pikkuse määrab joonisel 10, *a* antud prisma kõrgus (70 mm).



Joon. 10.

Püstlõigud  $b'l'$ ,  $a'k'$ ,  $f's'$  ja  $e'p'$  on prisma eestvaate projekteerimisel nähtavate külgservade esiprojektsioonid.

Rõhnlõik  $b'e'$  on prisma ülemise põhja esiprojektsioon, lõik  $l'p'$  aga prisma alumise põhja esiprojektsioon.

Paneme tähele, et nimetatud alumise põhja projektsioon ühtib  $X$ -teljega, sest prisma alumine põhi toetub (ülesande tingimuse kohaselt) põhiprojektsioonipinnale.

Antud prisma kolmanda projektsiooni, s.t. külgsaate (joon. 10,  $d$  ja  $e$ ) joonestame eespool (joon. 9,  $d$ ) käsitletud viisil sirkli abil.

Joonisel 10,  $f$  on antud kuusnurkse prisma valmis joonis kolmes vaates.

#### IV. Joonise lugemise näiteid.

**Prisma põhjade ja tahkude asendi määramine joonise järgi.** Joonisel 11,  $a$  (vt. tabelit) on toodud detaili joonis kolmes vaates (projektsioonis): eest-, pealt- ja külgsaatenähtena. Antud joonise lugemise kergendamiseks on sama detail joonisel 11,  $b$  kujutatud näitlikult. Nagu näha, kujutab antud detail endast korrapärasest viisnurkset prisma. Punased nooled näitavad eestvaate, sinised pealtvaate, rohelised aga külgsaate projekteerimise suunda.

Siirdume nüüd joonistel 11, *c*, *d*, *e* ja *f* kujutatud detaili ortogonaalprojektsioonide ja näitliku kujutise juurde ning vaatleme detaili tahkude ja põhjade asetust projektsioonipindade ja projekteeri suhtes.

Joonisel 11, *c* toodud eestvaates on üks detaili kolmest esitahust (tähendab projekteerimisel nähtavatest) ja nimelt keskmine esitahk, kujutatud riskülikuna ja tinglikult esile tõstetud helepunase värviga.

Pealtvaates on sama tahk kujutatud sama värvi rõhtlõiguna, mis on paralleelne *X*-teljega. Külgsvaates on seesama tahk kujutatud helepunase ristlõiguna, mis on paralleelne *Z*-teljega.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui detaili antud tahk on pealtvaates või külgsvaates kujutatud sirglõiguna, siis on ta risti vastavalt põhi- või külgsprojektsioonipinnaga.

2. Kui antud tahku kujutav sirglõik on pealtvaates või külgsvaates paralleelne vastava projektsiooniteljega (*X* või *Z*), siis see tahk on paralleelne esiprojektsioonipinnaga.

3. Kui tahk on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, siis annab tema kujutis eestvaates (helepunane riskülik) edasi antud tahu tegeliku suuruse.

Erinev asend esitasapinna suhtes on prisma kahel teisel esitahul, ja nimelt eesmisel vasakul ja eesmisel paremal, mis eestvaates (joonis 11, *c*) on kujutatud riskülikutena ning tinglikult esile tõstetud tumepunase värviga.

Nimetatud kaks tahku, mis pealtvaates on kujutatud tumepunaste sirglõikudena, pole paralleelsed ei *X*- ega *Y*-teljega.

Külgsvaates on vasak esitahk kujutatud tumepunase risküliku kujul. Parempoolse esitahu kujutis külgsvaates ühtib vasakpoolse esitahu kujutisega.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui mõlemad tahud pealtvaates on kujutatud sirglõikudena, siis on need tahud risti põhitapasapinnaga.

2. Kui sirglõigud, mis kujutavad mõlemaid tahke pealtvaates, pole paralleelsed ei *X*- ega *Y*-teljega, siis ei ole need tahud paralleelsed ei esi- ega külgsprojektsioonipinnaga.

3. Kui tahud pole paralleelsed ei esi- ega külgsprojektsioonipinnaga, siis nende kujutised eest- ja külgsvaates (tumepunased riskülikud) ei anna edasi nimetatud tahkude telegikku suurust.

Seega tegime kindlaks, et keskmine esitahk on risti kahe projektsioonipinnaga, ja nimelt põhi- ja külgsprojektsioonipinnaga (vt. helepunaseid sirglõike pealt- ja külgsvaates), kuna kaks ülejäänud esitahku, nimelt vasakpoolne ja parempoolne esitahk, on risti vaid ühe projektsioonipinna, ja nimelt põhiprojektsioonipinna suhtes (vt. tumepunaseid sirglõike pealtvaates).

Vaatleme nüüd detaili mõlemate põhjade asetust projektsioonipindade suhtes.

Detaili ülemine (tähendab, projekteerimisel nähtav) põhi on kujutatud pealtvaates (joon. 11, *d*) korrapärase viisnurgana ning tinglikult esile tõstetud sinise värviga, kuna eest- ja külgsvaates on sama põhi kujutatud siniste sirglõikudena.

Detaili alumise (projekteerimisel nähtamatu) põhja kujutis (joonis 11, *d*) ühtib pealtvaates ülemise põhja kujutisega. Eest- ja külgsvaates on alumine põhi kujutatud musta rõhtlõigu abil.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui detaili ülemine (ja alumine) põhi on eest- või külgsvaates kujutatud sirglõikudena, siis on ta risti vastavalt esi- või külgsprojektsioonipinnaga.

2. Kui detaili ülemist põhja kujutav sirglõik on eest- või külgsvaates paralleelne vastava projektsiooniteljega ( $X$  või  $Y$ ), siis on ülemine põhi paralleelne põhiprojektsioonipinnaga.

3. Kui detaili ülemine põhi on paralleelne põhiprojektsioonipinnaga, siis tema kujutis pealtvaates on korrapärane hulknurk (sinise värvusega) ning annab edasi põhja tegelikku suuruse.

Vaatleme nüüd detaili külgtahkude asendit.

Detaili üks külgtahkudest (projekteerimisel nähtavatest) (joon. 11, *e*), ja nimelt parempoolne, on kujutatud eestvaates ristkülikuna ning tinglikult tähistatud tumerohelise värviga.

Pealtvaates on sama tahk kujutatud tumerohelise sirglõiguna, mis pole paralleelne  $X$ - ega  $Y$ -teljega. Külgsvaates on see tahk kujutatud tumerohelise ristkülikuna.

Detaili teine külgtahk, ja nimelt vasak, on kujutatud pealtvaates helerohelise sirglõiguna, mis pole paralleelne ei  $X$ - ega  $Y$ -teljega. Eestvaate projekteerimisel on see tahk nähtamatu, kuna külgsvaates on ta kujutatud helerohelise ristkülikuna.

Õeldust võime teha järgmised järeldused.

1. Kui detaili mõlemad külgtahud on pealtvaates kujutatud sirglõikudena, siis need tahud on risti põhiprojektsioonipinnaga.

2. Kui sirglõigud, mis kujutavad mõlemaid tahke pealtvaates, pole paralleelsed ei  $X$ - ega  $Y$ -teljega, siis ka tahud ise ei ole paralleelsed ei külgs- ega esiprojektsioonipinnaga.

3. Kui mõlemad tahud pole paralleelsed ei esi- ega külgsprojektsioonipinna suhtes, siis ka nende kujutised — tumeroheline ristkülik eest- ja külgsvaates ning heleroheline ristkülik külgsvaates — ei anna edasi nimetatud tahkude tegelikku suurust.

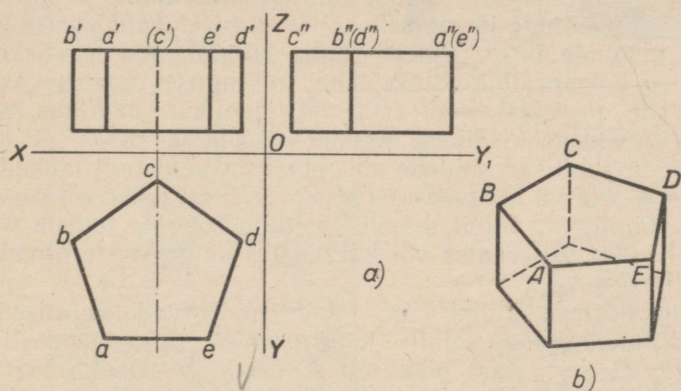
**Prisma servade asetuse ja pikkuse määramine joonise järgi.** Vaatleme joonisel 11, *f* antud detaili külgservade asetust projektsioonipindade suhtes. Nagu juba tähendatud, on detailil korrapärase viisnurkse prisma kuju.

Ees- ja külgsvaates on detaili kõik külgservad kujutatud punaste sirglõikudena, kusjuures projekteerimisel nähtamatud servad on eestvaates kujutatud kriipsjoontena (punased). Detaili ortogonaalprojektsioonide järgi teeme kindlaks, et kõik tema külgservad on

paralleelsed kahe projektsioonipinna, ja nimelt esi- ning külgsprojektsioonipinna suhtes, sest külgservi kujutavad sirglõigud on paralleelsed  $Z$ -teljega. Järelikult annavad need sirglõigud esi- ja külgsprojektsioonipinnal edasi külgservade tõelise pikkuse, s. t. nad on võrdsed servade tegeliku pikkusega. Nende sirglõikudega määratakse detaili külgtahkude tõeline suurus ja järelikult ka detaili tegelik kõrgus.

Detaili külgservad, olles paralleelsed kahe projektsioonipinnaga, nimelt esi- ja külgsprojektsioonipinnaga, on samal ajal risti kolmanda projektsioonipinnaga — põhiprojektsioonipinnaga, sest nende kujutised pealtvaates on punktid — viisnurja tippudeks (mis tinglikult on samal joonisel 11,  $f$  kujutatud punaste punktadena).

Vaatleme nüüd detaili ülemiste rõhtservade asetust projektsioonipindade suhtes. Joonisel 12,  $b$  on nendeks servadeks  $AB$ ,  $BC$ ,  $CD$ ,  $DE$  ja  $EA$ .



Joon. 12.

Detaili ortogonaalprojektsioonide (joon. 12,  $a$ ) järgi teeme kindlaks, et üks detaili viiest servast, nimelt serv  $AE$ , on paralleelne kahe projektsioonipinnaga, ja nimelt põhi- ning esiprojektsioonipinnaga, sest selle serva kujutis — lõik  $a'e'$  eestvaates ja lõik  $ae$  pealtvaates — on paralleelsed  $X$ -teljega. Järelikult annavad need sirglõigud nii eest- kui ka pealtvaates edasi serva tegeliku pikkuse, s. t. nad on servaga võrdse pikkusega. Kolmanda projektsioonipinna — külgsprojektsioonipinna suhtes on antud serv risti, sest tema kujutiseks külgsvaates on punkt  $a''$  ( $e''$ ).

Ülejäänud neli ülemist rõhtserva pole paralleelsed ei esi- ega külgsprojektsioonipinna suhtes, sest pealtvaates neid kujutavad lõigud  $ab$ ,  $bc$ ,  $cd$  ja  $de$  pole paralleelsed ei  $X$ - ega  $Y$ -teljega. Täheleb, nende servade projektsioonid — lõigud  $a'b'$ ,  $b'(c')$ ,  $(c')d'$  ja  $d'e'$  esiprojektsioonipinnal ning lõigud  $a''b''$ ,  $b''c''$ ,

$c''$  ( $d''$ ) ja ( $d''$ ) ( $e''$ ) külgservade projektsioonipinnal — ei anna edasi servade tegelikku pikkust.

Samal ajal on need servad paralleelsed põhiprojektsioonipinnaga, sest nende projektsioonid esi- ja külgservade projektsioonipinnal on paralleelsed  $X$ - ja  $Y(Y_1)$ -teljega. Tähendab, ainult nende kujutised pealtvaates, s. t. lõigud  $ab$ ,  $bc$ ,  $cd$  ja  $de$  (viisnurga küljed), annavad edasi nimetatud servade tegeliku pikkuse, s. t. nad on servadega võrdsed.

Seega tegime kindlaks, et erinevalt servast  $AE$ , mis on paralleelne kahe projektsioonipinna, nimelt esi- ja põhiprojektsioonipinnaga, on ülejäänud neli serva paralleelsed vaid ühe projektsioonipinna — põhiprojektsioonipinna suhtes.

Detaili alumistel rõhtservadel on projektsioonipindade suhtes samad asendid, mis neile vastavatel ülemistel servadel, sest pealtvaates (joon. 12.  $a$ ) alumiste rõhtservade projektsioonid ühtivad ülemiste projektsioonidega.

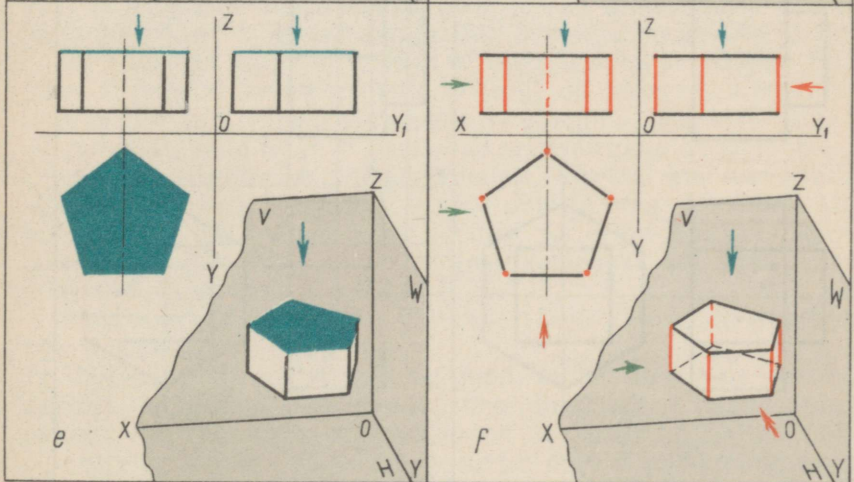
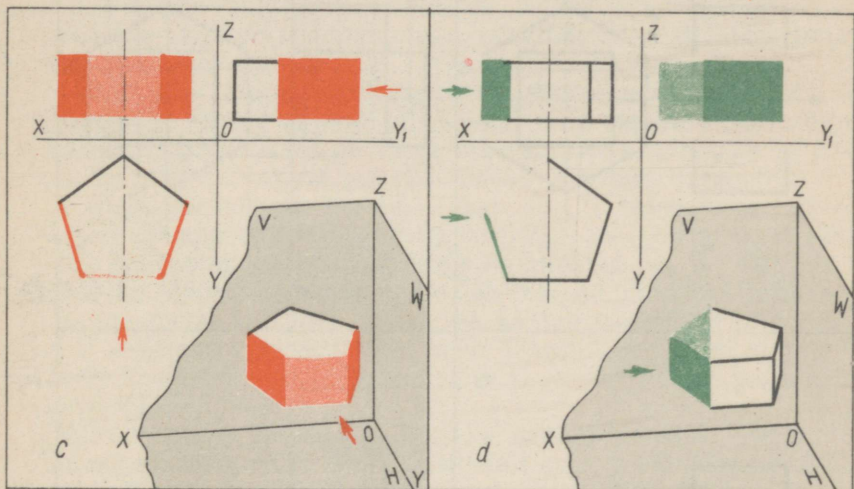
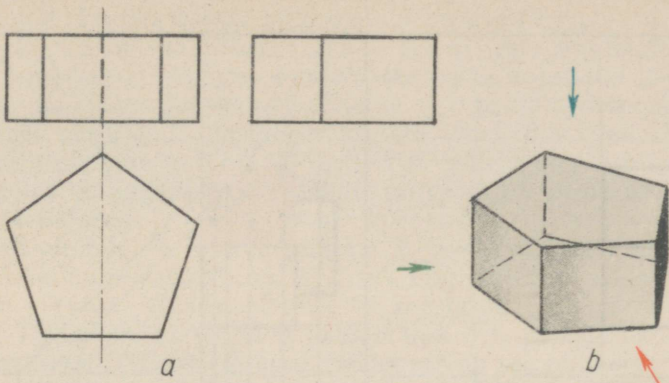
**Prisma külgtahkude tegeliku suuruse määramine joonisel tema külgservade mõõtude järgi.** Selleks, et joonisel antud prisma külgservade mõõtude järgi määrata tema külgtahkude tegelikku suurust, tuleb kõigepealt kindlaks teha, missuguses vaates vastavate külgservade projektsioonid esinevad tegelikus pikkuses, s. t. on võrdsed servadega. Näiteks tegime eespool kindlaks, et kõikide külgservade kujutised, millede abil määratakse detaili tahkude kõrgus nii eest- kui ka külgservades (joon. 11.  $f$ ), on pikkuselt servadega võrdsed. Järelikult, antud detaili külgtahu kõrguse tegelik väärtus määratakse kas eestvaates või külgservades külgservade projektsioonide abil.

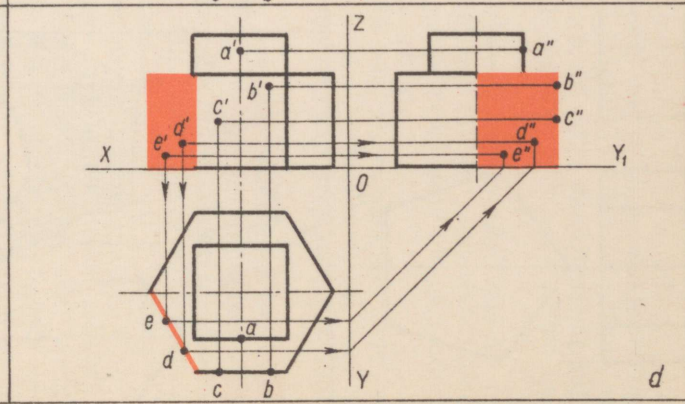
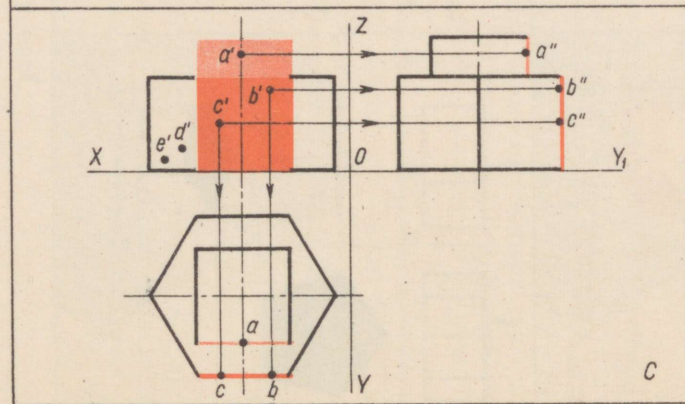
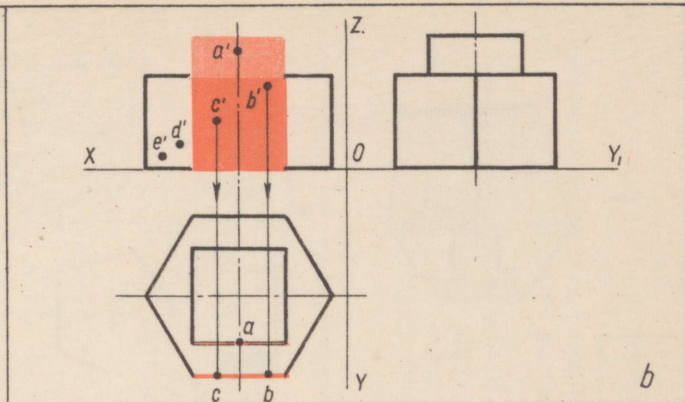
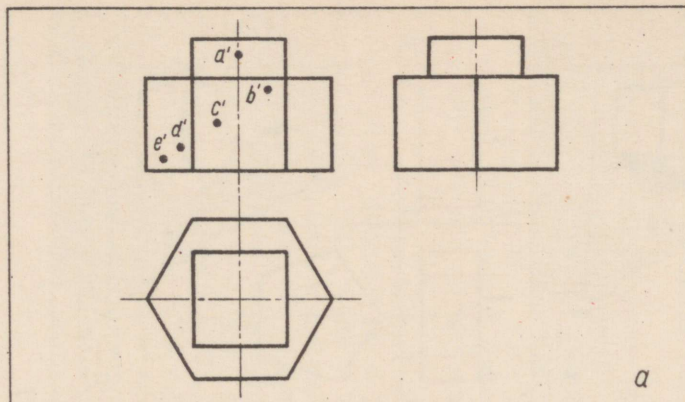
Samuti tegime kindlaks, et kõikide rõhtservade kujutised, millede abil määratakse detaili külgtahkude laius, on pealtvaates (joon. 12.  $a$ ) servadega pikkuselt võrdsed. Järelikult määratakse detaili külgtahkude laiuse tegelik väärtus pealtvaates antud rõhtservade kujutiste abil. Külgtahu laiust on võimalik määrata ka eestvaatest, kuid ainult selle rõhtserva kujutise (projektsiooni) järgi, mis pikkuselt on servaga võrdne, s. t. lõigu  $a'e'$  (joon. 12.  $a$ ) järgi.

**Prisma pinnale kantud punktide projektsioonide määramine joonise järgi.** Joonisel 13,  $a$  (vt. tabelit) on toodud detaili joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgservades. Detailiks on liitkeha, mis on saadud korrapärase nelinurkse prisma (detaili ülemine osa) ja korrapärase kuusnurkse prisma (detaili alumine osa) liitmisel. Detaili esipindadele (tahkudele), mis projekteerimisel on nähtavad, on kantud punktid  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  ja  $E$  (joon. 13,  $a$  on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  ja  $e'$ ).

Joonise järgi tuleb nüüd määrata, kas antud detaili pinnale kantud punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel, ning kui erineval kaugusel, siis missugune nendest on meile lähemal.

Määrame esmalt, kasutades selleks peale eestvaate veel mõnda muud vaadet, näiteks pealtvaadet, detaili pindade teised projekt-





sioonid, milledele on kantud  $A$ ,  $B$  ja  $C$ , ja samade punktide vastavad projektsioonid. Detaili pind, millele on kantud punkt  $A$ , on eestvaates kujutatud riskülikuna (joon. 13,  $b$ ), mis tinglikult on näidatud helepunase värviga. Pealtvaates on ta kujutatud helepunase sirglõiguna. Tähendab, punkti  $A$  teine, s. t. põhiprojektsioon  $a$  asetseb sellel sirglõigul. Seejuures asetseb vaadeldav pind risti põhiprojektsioonipinna suhtes (projekteerub sellele sirglõiguna) ja on paralleelne esiprojektsioonipinnaga (sirglõik on pealtvaates paralleelne  $X$ -teljega).

Pind, millele on kantud punktid  $B$  ja  $C$ , on eestvaates kujutatud riskülikuna (joonis 13,  $b$ ), mis tinglikult on näidatud tumepunase värviga. Pealtvaates on ta kujutatud tumepunase sirglõiguna. Tähendab, punktide  $B$  ja  $C$  teised, s. t. põhiprojektsioonid  $b$  ja  $c$  asetsevad sellel sirglõigul. Seejuures on see pind risti põhiprojektsioonipinna suhtes (projekteerub sellele sirglõiguna) ja on paralleelne esiprojektsioonipinnaga (sirglõik on pealtvaates paralleelne  $X$ -teljega).

Nüüd, olles kindlaks teinud kahes vaates detaili külgpinnad, milledele on kantud punktid  $A$ ,  $B$  ja  $C$  ning samuti ka nimetatud punktide projektsioonid, on kerge määrata nende pindade, ja järelikult ka nendele kantud punktide asend projekteerija suhtes.

Näiteks asetseb pealtvaates (joon. 13,  $b$ ) helepunane sirglõik  $X$ -teljele lähemal kui tumepunane sirglõik. See tähendab, et pind, millele on kantud punkt  $A$ , ja seega ka punkt  $A$  ise, on  $X$ -teljele ja ühtlasi ka esiprojektsioonipinnale lähemal, ja järelikult projekteerijast kaugemal kui pind, millele on kantud punktid  $B$  ja  $C$ . Seejuures mõlemad viimased, olles meile lähemal, on samal ajal meist võrdsel kaugusel, sest pind, millele nad on kantud, on paralleelne esiprojektsioonipinnaga.

Antud detaili pindade ja nendele kantud punktide asendit on võimalik määrata mitte ainult käsitletud kahe vaate põhjal, vaid ka eest- ja külgvaate abil. Näiteks (joon. 13,  $c$ ) pind, millele on kantud punkt  $A$ , on külgvaates kujutatud  $Z$ -teljega paralleelse sirglõiguna. Punkti  $A$  külgprojektsioon  $a''$  asetseb sellel sirglõigul. Teine pind, millele on kantud punktid  $B$  ja  $C$ , on külgvaates kujutatud tumepunase ja  $Z$ -teljega paralleelse sirglõiguna. Punktide  $B$  ja  $C$  külgprojektsioonid  $b''$  ja  $c''$  asetsevad sellel sirglõigul. Seejuures on helepunane sirglõik külgvaates  $Z$ -teljele lähemal kui tumepunane sirglõik; see tähendab, et helepunane pind ja seega ka sellele kantud punkt  $A$  on  $Z$ -teljele ning ühtlasi ka esiprojektsioonipinnale lähemal, ja järelikult projekteerijast kaugemal kui tumepunane pind, millele on kantud punktid  $B$  ja  $C$ .

Vaatleme nüüd ülejäänud punktide ( $D$  ja  $E$ ) asendit projekteerija suhtes.

Eestvaates (joon. 13,  $d$ ) on pind, millel asetsevad mõlemad punktid, kujutatud riskülikuna ning tinglikult näidatud tumepunase värviga, kuna pealtvaates on see pind kujutatud tumepunase sirglõiguna. Tähendab, punktide  $D$  ja  $E$  põhiprojektsioonid

$d$  ja  $e$  asetsevad sellel sirglõigul. Vastandada näiteks pealtvaates (joon. 13,  $d$ ) kõikide antud viie punkti asendid  $X$ -telje suhtes (või, mis on sama, esiprojektsioonipinna suhtes), leiame, et punkt  $E$  asetseb  $X$ -teljele lähemal (tähendab, ka esiprojektsioonipinnale lähemal) ja järelikult projekteerijast kaugemal kui ülejäänud neli punkti. Samal ajal asetsevad punktid  $B$  ja  $C$   $X$ -teljest kaugemal (tähendab, kaugemal ka esiprojektsioonipinnast) ja järelikult on nad projekteerijale lähemal kui ülejäänud kolm punkti.

Sel viisil tegime kindlaks, et detaili pindadele kantud punktid  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  ja  $E$  asetsevad meist mitte võrdsel, vaid erineval kaugusel. Seejuures on viiest punktist punktid  $B$  ja  $C$  projekteerijale kõige lähemal, punkt  $E$  aga kõige kaugemal.

## B. ISOMEETRIA

### ISOMEETRIA MOISTE

Isomeetria (ka isomeetriline ristaksonomeetria), samuti nagu meile tuntud kabinetprojektsioon, annab näitliku ettekujutuse esemest. Joonisel 14 on kõrvutatud kuubi kaks näitlikku kujutist, mil-

ledest üks on valmistatud kabinetprojektsioonis (joon. 14,  $a$ ), teine aga isomeetrilises projektsioonis (joon. 14,  $b$ ).

Mõlemate näitlike kujutiste võrdlemisel näeme, et nii isomeetria kui ka kabinetprojektsioon võimaldavad kuubi ruumilist kujutamist ühes vaates, sest nad peegeldavad eseme kolme mõõtu (pikkus, laius ja kõrgus) ühelainsal projektsioonil. See annab ker-

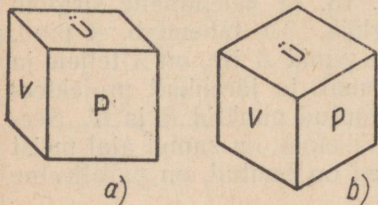
gesti üldise ruumilise ettekujutuse eseme vormist. Selles seisabki isomeetria sarnasus kabinetprojektsiooniga.

Jätkates kuubi mõlemate näitlike kujutiste võrdlemist, võime kindlaks teha isomeetria ja kabinetprojektsiooni erinevused.

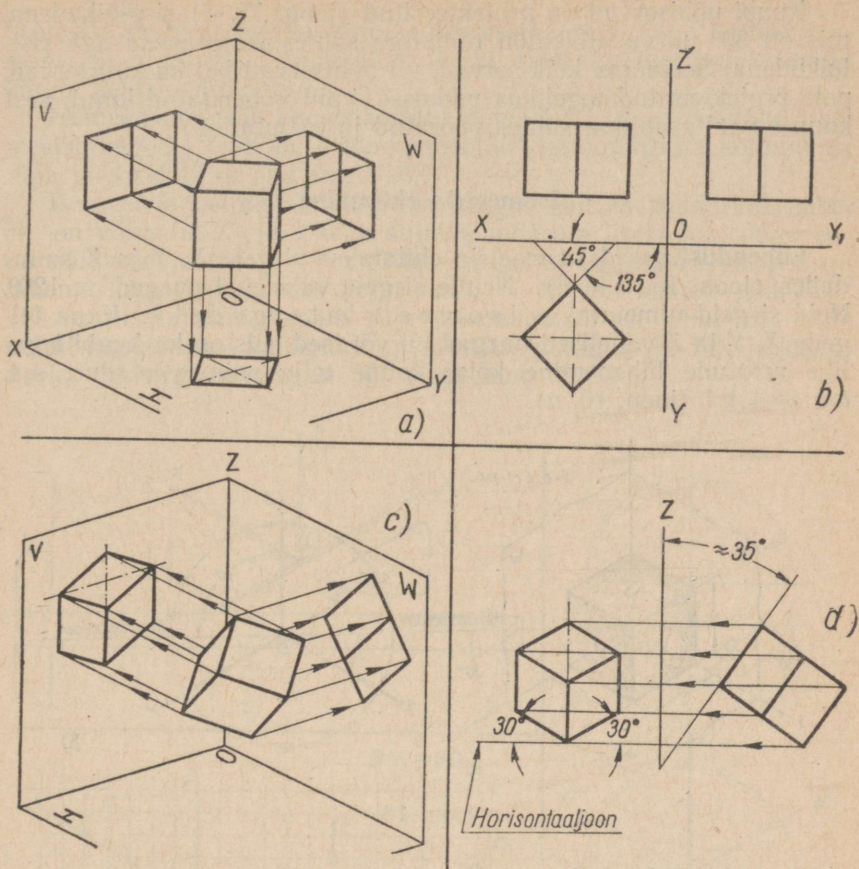
Isomeetria korral on kuubi külgtahk  $P$  kujutatud rombina, seega moonutatuna, kuna kabinetprojektsioonis on sama külgtahk kujutatud ruuduna, seega moonutamata.

Edasi on kerge tähele panna, et kuubi teiste külgtahkude moonutusaste on kummagi projekteerimise viisi juures isesugune. Kui tähtedega  $V$  ja  $Ü$  tähistatud kuubi külgtahud on isomeetrilise projektsiooni puhul kujutatud samuti rombidenä, siis kabinetprojektsiooni puhul on nimetatud tahkudel rõõpküliku kuju.

Isomeetria ülalnimetatud erinevus kabinetprojektsioonist tekib seetõttu, et tema ehitamiseks asetatakse ese projektsioonipinna ja projekteerija silma vahele teisiti kui kabinetprojektsiooni valmistamisel. Peale selle — projekteerivad kiired on suunatud projekt-



Joon. 14.



Joon. 15.

sioonipinnale täisnurga all, mitte teravnurga all nagu kabinetprojektsiooni puhul.

Joonisel 15 on näitena toodud kuubi isomeetria saamine. Seejuures on täidetud järgmised operatsioonid:

a) esmalt on kuup pööratud selliselt (joon. 15, a — näitlik kujutis, joonis 15, b — isomeetria), et tema külgtahud moodustavad esiprojektsioonipinnaga  $45^\circ$  ( $135^\circ$ ) nurga;

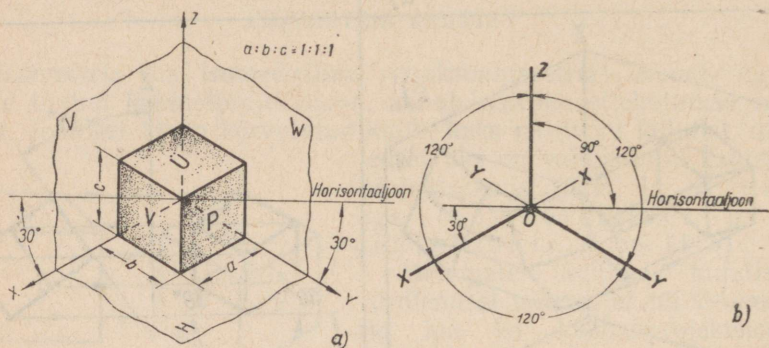
b) seejärel on kuup kallutatud selliselt (joon. 15, c — näitlik kujutis, joonis 15, d — isomeetria), et tema külgservad on  $35^\circ$  nurga all kaldu esiprojektsioonipinna suhtes;

c) pärast kuubi pöörämist ja kallutamist projekteeriti teda esiprojektsioonipinnale projekteerivate kiirte abil, mis on risti selle pinnaga, ja seetõttu viimasel saadi kuubi kujutis isomeetrisel projektsioonis.

Kuubi põhiservad on projekteeritud (joon. 15, *d*) sirglõikudena, mis on  $30^\circ$  nurga all kaldu rõhtsirge suhtes, külgservad aga ristlõikudena. Seejuures kõik servad, nii põhiservad kui ka külgservad, pole projekteeritud tegelikus pikkuses, vaid vähendatud kujul, sest kuup on esitasapinna suhtes pööratud ja kallutatud.

### Isomeetria ehitamine.

**Lühendustegurid.** Isomeetria ehitatakse sirgete  $X$ ,  $Y$  ja  $Z$  suundades (joon. 16, *a* ja *b*). Nende sirgete vahelised nurgad on  $120^\circ$ . Neid sirgeid nimetatakse *isomeetriatelgedeks*. Kuna telgede  $X$ ,  $Y$  ja  $Z$  vahelised nurgad on võrdsed, siis on ka kuubi tegelike mõõtude lühenemine kõigi kolme telje suunas võrdne, s. t.  $a:b:c=1:1:1$  (joon. 16, *a*).



Joon. 16.

On tehtud kindlaks, et isomeetrias lühenevad kõik  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -teljega paralleelsed mõõdud tegelikega võrreldes 0,82 korda (täpsemalt 0,816 korda). Suurust 0,82 nimetatakse *moonutus- ehk lühendusteguriks*. Seega tuleb esemest täpse isomeetrilise kujutise valmistamisel kõiki tema tegelikke mõõte vähendada 0,82 korda.

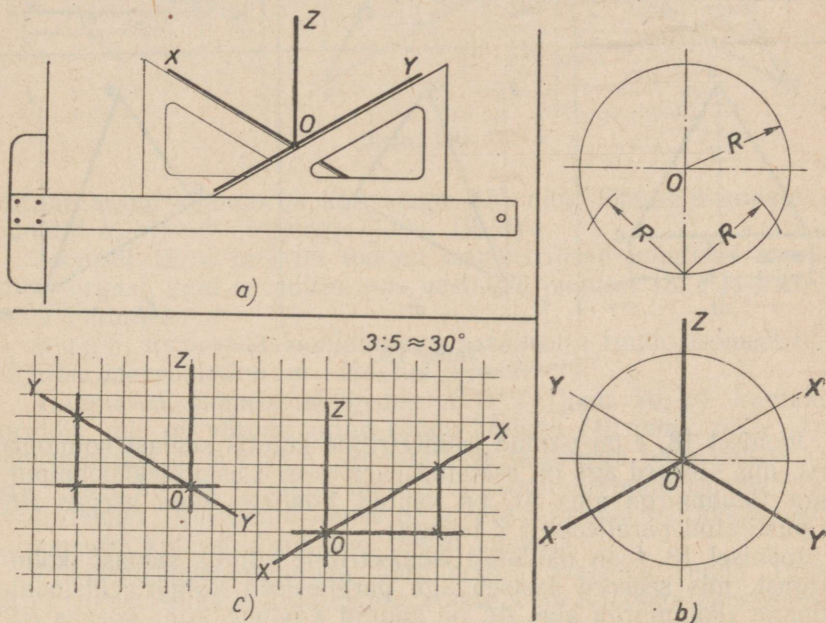
Isomeetria võib ehitada ka tegelike mõõtude järgi, s. t. neid lühendamata. Sel puhul on isomeetiline kujutis tõelisest kujutisest veidi suurem, ja nimelt 1,22 (100:82) korda. Joonestamise lihtsustamiseks jätame edaspidi mõõdud lühendamata ning kanname telgedele ja nendega paralleelsetele sirgetele kujutatava eseme tegelikud mõõdud.

Edasises käsitluses — ruumis asetseva eseme asendi selgitamisel ning samuti ka isomeetrias kujutatud jooniste lugemisel ja nende valmistamisel, loeme eseme sellised pinnad, nagu näiteks joonisel 16, *a* tähega  $P$  märgitud kuubi tahk, asetatuks paralleelselt esiprojektsioonipinnaga, kuna siisugused pinnad, nagu näiteks samal joonisel tähega  $Ü$  märgitud tahk, asetatuks paralleelselt põhi-

projektsioonipinnaga. Sel puhul tuleb eseme pind, nagu näiteks joonisel 16, *a* tähega *V* märgitud kuubi tahk, lugeda paralleelseks küljprojektsioonipinnaga.

**Isomeetrialtelgede joonestamine.** Joonisel 17, *a* on näidatud isomeetrialtelgede *X*, *Y* ja *Z* tõmbamist  $30^\circ$  teravnurgaga kolmnurga abil, joonisel 17, *b* aga sirkli abil.

Isomeetria valmistamisel vaba käega, näiteks ruudulisel paberil, on võimalik *X*- ja *Y*-telje suunda määrata ligikaudu, nagu see on näidatud joonisel 17, *c*, võttes sel puhul täisnurkse kolmnurga lühema kaateti pikkuseks kolm ruutu ja pikema kaateti pikkuseks viis ruutu. Lühema kaateti suhe pikemaga on sel juhul 3:5, mille puhul hüpoteenuusi kaldenurk (meie näite puhul *X*- ja *Y*-telje kaldenurk) rõhtsirge suhtes on  $30^\circ$  (täpselt  $30^\circ 58'$ ).

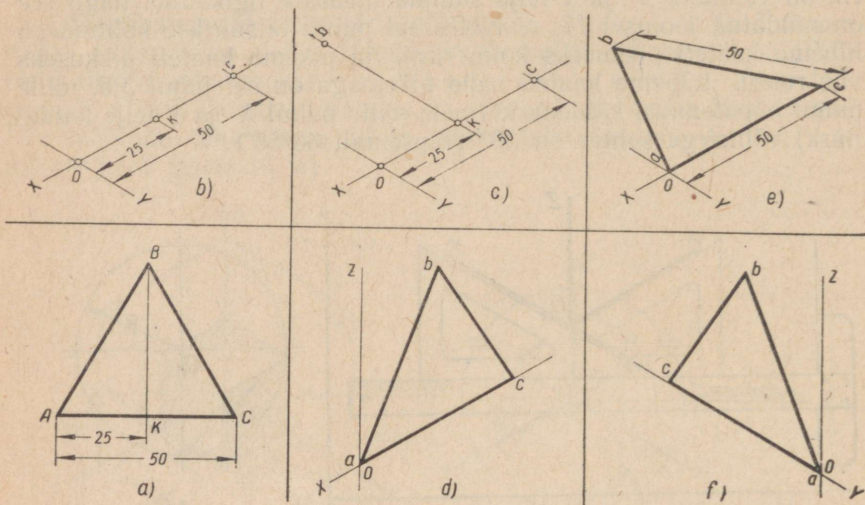


Joon. 17.

**Tasapinnaliste kujundite — hulknurkade joonestamine isomeetrias.** Kolmnurk. Esimene juhtum. Antud on võrdkülgne kolmnurk *ABC* (joon. 18, *a*) külje pikkusega 50 mm. Teha isomeetriline kujutis antud kolmnurgast, kui ta asetseb paralleelselt põhi-  
 projektsioonipinnaga. Ülesanne lahendatakse järgmiselt. Esmalt tõmmatakse isomeetrialteljed *X* ja *Y* (joon. 18, *b*), mille järel punkti *O* kantakse *X*-teljele lõik *Oc*, mis võrdub antud kolmnurga külje *AC* pikkusega (s. o. 50 mm). Järgnevalt jaotatakse lõik *Oc* punktis *k* kaheks võrdseks osaks (kumbki 25 mm), s. t. täpselt samuti

nagu joonisel 18,  $a$  kolmnurga  $ABC$  kõrgus  $BK$  jaotab külje  $AC$  punktis  $K$ .

Seejärel tõmmatakse läbi punkti  $k$  (joon. 18,  $c$ )  $Y$ -teljega paralleelne sirge, millele punktist  $k$  kantakse lõik  $kb$ , mis on võrdne antud kolmnurga kõrgusega  $BK$ , mille järel punktid  $b$ ,  $O$  ja  $c$  ühendatakse sirgetega (joon. 18,  $d$ ). Saadud kujund  $abc$  ongi põhiprojektsioonipinnaga paralleelse kolmnurga  $ABC$  isomeetriline kujutis.



Joon. 18.

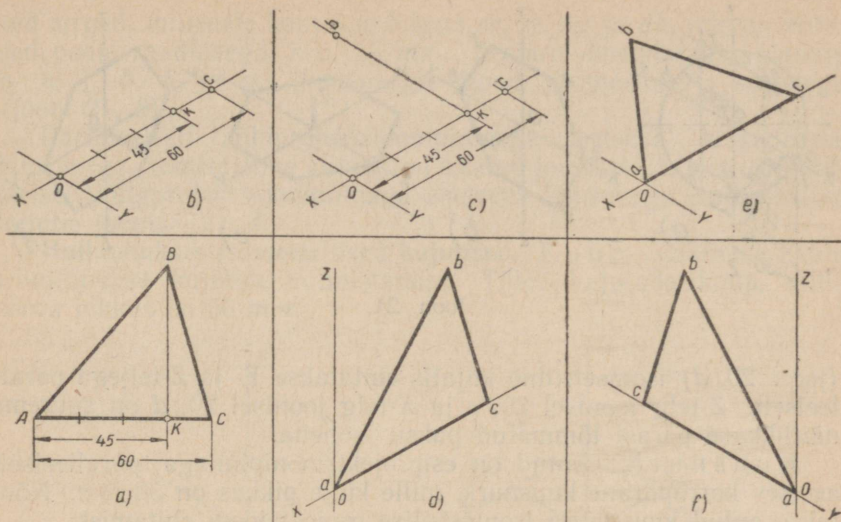
Joonisel 18,  $e$  on toodud isomeetriline kujutis samast kolmnurgast, mis seekord aga on asetatud paralleelselt esiprojektsioonipinnaga (kolmnurga alus  $AC$  on kantud  $X$ -teljele, kuna kõrgus  $BK$  on püstitatud paralleelselt  $Z$ -teljega).

Joonisel 18,  $f$  on näidatud isomeetriline kujutis samast kolmnurgast, mis seekord asetseb aga paralleelselt külprojektsioonipinnaga (kolmnurga alus  $AC$  on kantud  $Y$ -teljele, kuna kõrgus  $BK$  on püstitatud paralleelselt  $Z$ -teljega).

Teine juhtum. Antud on kolmnurk  $ABC$  (joon. 19,  $a$ ). Joonestada isomeetriline kujutis antud kolmnurgast  $ABC$  (joon. 19,  $a$ ), kujutades teda asetatuna paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga.

Joonestamise käik on analoogiline joonisel 18,  $b$ ,  $c$  ja  $d$  näidatule. Esmalt tõmmatakse antud kolmnurga tipust  $B$  (joon. 19,  $a$ ) ristsirge kolmnurga alusele  $AC$ , mis punktis  $K$  jaotab viimast teatud vahekorras (antud juhul 1:4).

Seejärel jaotatakse lõik  $Oc$  joonisel 19,  $b$  samas vahekorras, ning läbi saadud jaotuspunkti  $k$  (joon. 19,  $c$ ) tõmmatakse  $Y$ -teljega paralleelne sirge. Edasi kantakse sellele sirgele lõik  $kb$ , mis on



Joon. 19.

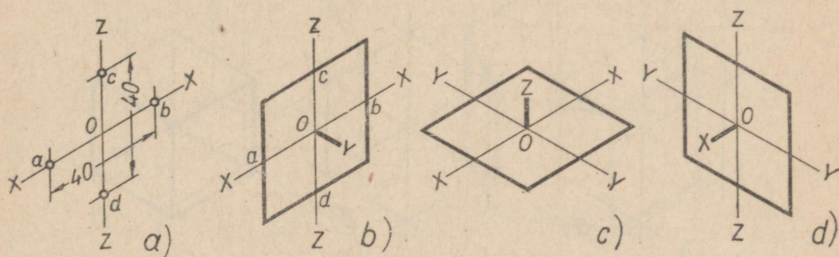
võrdne antud kolmnurga kõrgusega  $BK$ , ning lõpuks ühendatakse punktid  $b, c$  ja  $O$  sirgetega (joon. 19,  $d$ ).

Joonisel 19,  $e$  ja  $f$  on toodud isomeetrilised kujutised samast kolmnurgast, kuid asendites, mis vastavad joonisel 18,  $e$  ja  $f$  käsitletud juhtudele.

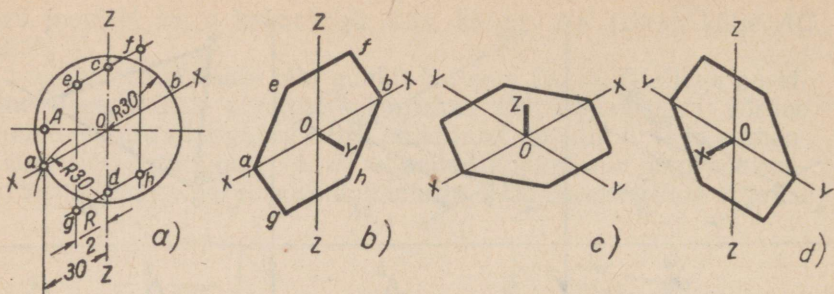
Ruut. Esiprojektsioonipinnaga paralleelse ruudu isomeetrilise kujutise joonestamine on näidatud joonisel 20.

Tõmmatud isomeetria telgedele  $X$  ja  $Z$  (joon. 20,  $a$ ) kantakse sirglõik, mis on võrdne antud ruudu küljega ( $40\text{ mm}$ ), mille järel läbi punktide  $a, b, c$  ja  $d$  joonestatakse telgedega paralleelsed sirged (joon. 20,  $b$ ). Saadud kujutis ongi antud ruudu isomeetiline projektsioon. Käsitletud näites on  $Y$ -telg suurema nähtlikkuse saavutamiseks kujutatud lühikese paksu joonena.

Põhiprojektsioonipinnaga paralleelselt asetseva ruudu (joon. 20,  $c$ ) isomeetriline kujutis valmistatakse  $X$ - ja  $Y$ -teljega paralleelses suunas, kuna külgsprojektsioonipinnaga paralleelselt asetseva ruudu



Joon. 20.



Joon. 21.

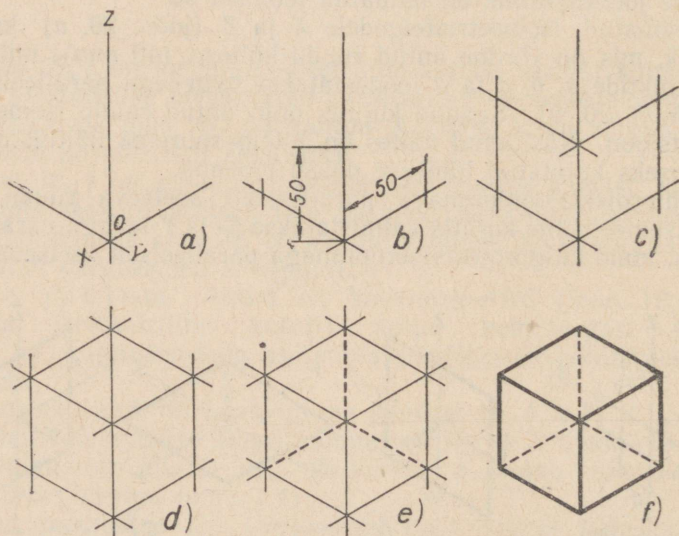
(joon. 20, *d*) isomeetriline kujutis ehitatakse *Y*- ja *Z*-teljega paralleelselt. *Z*-telg joonisel 20, *c* ja *X*-telg joonisel 20, *d* on suurema näitlikkuse pärast tõmmatud paksu joonena.

**Kuusnurk.** Antud on esiprojektsioonipinnaga paralleelselt asetsev korrapärane kuusnurk, mille külje pikkus on 30 mm. Nõutakse antud kuusnurga isomeetrilise projektsiooni ehitamist.

Esmalt tõmmatakse isomeetriaateljed *X* ja *Z* (joon. 21, *a*), seejärel tõmmatakse tsentrist *O* abiringjoon, mille raadius võrdub antud kuusnurga külje pikkusega, s. o. 30 mm, ning mis lõikab *X*-telge punktides *a* ja *b*.

Edasi on läbi punkti *a* tõmmatud *Z*-teljega paralleelne sirge, mis lõikab abiringjoone rööhttelje kriipspunktjoont punktis *A*. Seejärel kantakse *Z*-teljele lõigud  $Oc=OA$  ja  $Od=OA$ .

Järgnevalt tõmmatakse läbi punktide *c* ja *d* *X*-teljega paralleel-

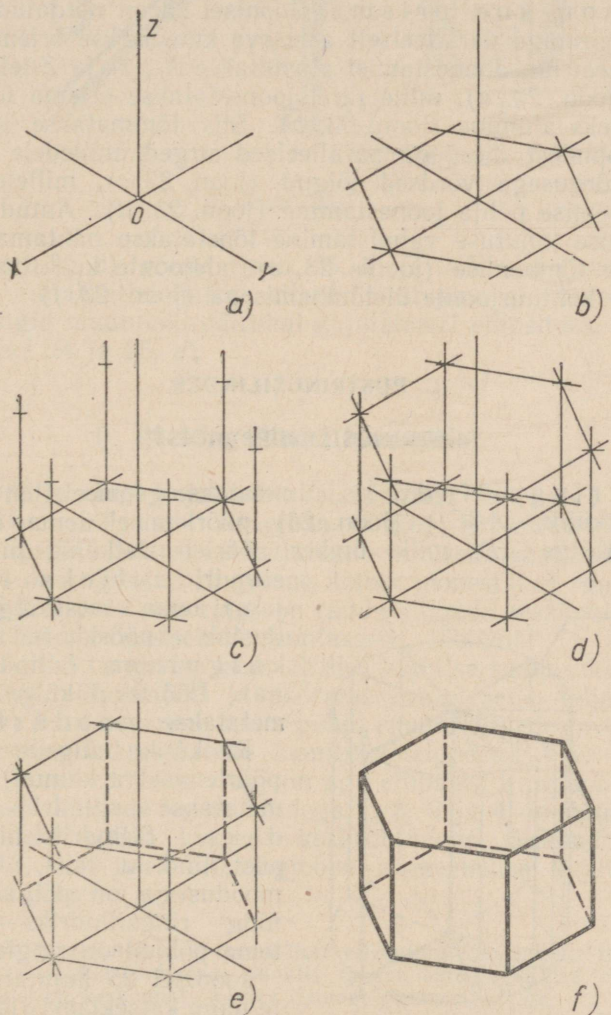


Joon. 22.

sed sirged, milledele kantakse lõigud  $ce$ ,  $cf$ ,  $dg$  ja  $dh$ , mis on võrd-  
sed poole raadiusega, s. o.  $15\text{ mm}$ . Seejärel ühendatakse punktid  
 $a$ ,  $e$ ,  $f$ ,  $b$ ,  $h$  ja  $g$  (kuusnurga tipud isomeetrias) sirgetega  
(joon. 21,  $b$ ).

Paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga asetseva korrapärase  
kuusnurga isomeetriline kujutis on toodud joonisel 21,  $c$  ning paral-  
leelselt küljprojektsioonipinnaga asetseva kuusnurga isomeetriline  
kujutis joonisel 21,  $d$ .

**Hulktahukate isomeetrilised kujutised.**  $Ku u p$ . Vaatleme kuubi  
isomeetrilise kujutise valmistamist. Tuleb kujutada kuup, mille  
serva pikkus on  $50\text{ mm}$ .



Joon. 23.

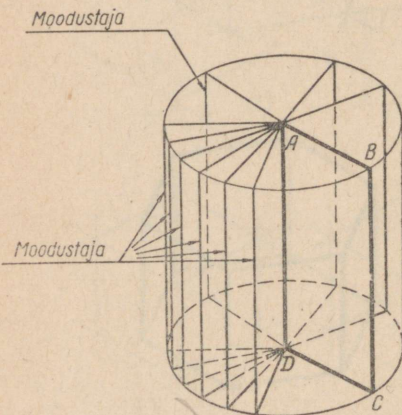
Joonestamist alustatakse (joon. 22, *a*)  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telje tõmbamisega peenjoontena, mille järel nendele kantakse antud kuubi serva pikkusega võrdsed sirglõigud, s. o. 50 mm (joon. 22, *b*). Järgnevalt (joon. 22, *c*) ehitatakse  $X$ - ja  $Z$ -teljele ning nendega paralleelsetele sirgetele kuubi parempoolne külgtahk ja  $Y$ - ja  $Z$ -teljele ning nendega paralleelsetele sirgetele kuubi vasakpoolne külgtahk. Seejärel joonestatakse paralleelselt  $X$ - ja  $Y$ -teljega kuubi ülemine tahk (joon. 22, *d*). Kuubi nähtamatud kontuurjooned on tõmmatud kriipsjoontega (joonis 22, *e*). Pärast kuubi isomeetrilise kujutise konstrueerimist kustutatakse kõik abijooned ning tõmmatakse üle nähtavad kontuurjooned (joon. 22, *f*).

Kuusnurkne prisma. Joonisel 23 on näidatud põhiprojektsioonipinnaga paralleelselt asetseva kuusnurkse prisma kujutamist isomeetrias. Joonestamist alustatakse  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telje tõmbamisega (joon. 23, *a*), mille järel joonestatakse prisma üks-põhjast, näiteks alumine (joon. 23, *b*). Siis tõmmatakse kuusnurga põhja tippudest  $Z$ -teljega paralleelsed sirged, milledele kantakse prisma kõrgusega võrdsed lõigud (joon. 23 *c*), millele järgneb prisma ülemise põhja joonestamine (joon. 23, *d*). Antud prismast isomeetrilise kujutuse valmistamine lõpetatakse nähtamatute kontuurjoonte tõmbamise (joonis 23, *e*), abijoonete kustutamise ning nähtavate kontuurjoonte ületõmbamisega (joon. 23, *f*).

### C. PÜSTRINGSILINDER.

#### PÜSTRINGSILINDRI MÕISTE.

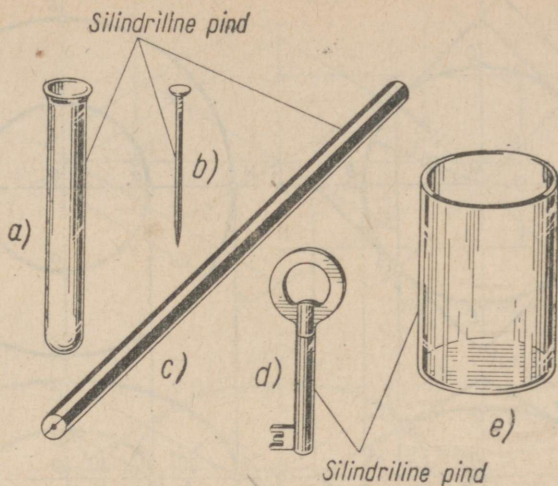
Püstringsilindriks nimetatakse geometrilist keha, mis tekib risküliku  $ABCD$  (joon. 24) pöörlemisel tema ühe külje ümber. Külge  $AD$ , mille ümber pöörleb riskülik, nimetatakse silindri teljeks (pöördeteljeks); tema vastaskülge  $BC$  moodustab pöörlemisel silindri külgpinna (silindrilise pinn). Pöörlevat külge ( $BC$ ) nimetatakse moodustajaks.



Joon. 24.

Risküliku külgede  $AB$  ja  $DC$  pöörlemisel tekkinud ringe nimetatakse silindri põhjadeks. Silindrit nimetatakse püstringsilindriks siis, kui tema moodustaja on põhjadega risti, ning ringsilindriks siis, kui tema põhjad on ringid.

Joonisel 25 kujutatud eseme te nagu katseklaasi (joon. 25, *a*), naela (joon. 25, *b*), ümmarguse



Joon. 25.

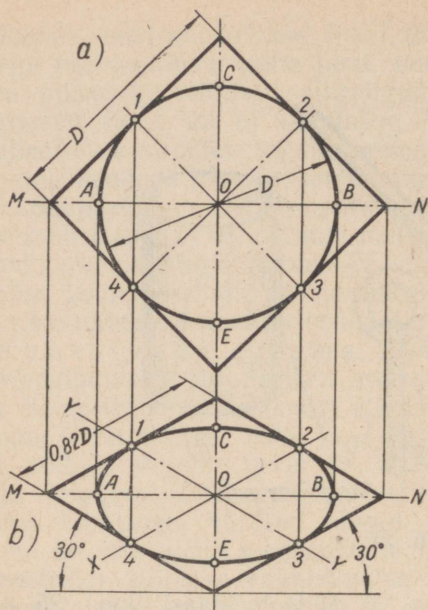
pliiatsi (joon. 25, c), võtme (joon. 25, d) ja teeklaasi (joon. 25, e) vaatlemine annab ettekujutuse silindrilisest pinnast. Tuleb tähendada, et ringid muutuvad näitlikul kujutamisel ellipsiteks, nagu on näha joonisel 24 ja 25, e<sup>1</sup>.

## I. Püstringsilindri isomeetria<sup>2</sup>.

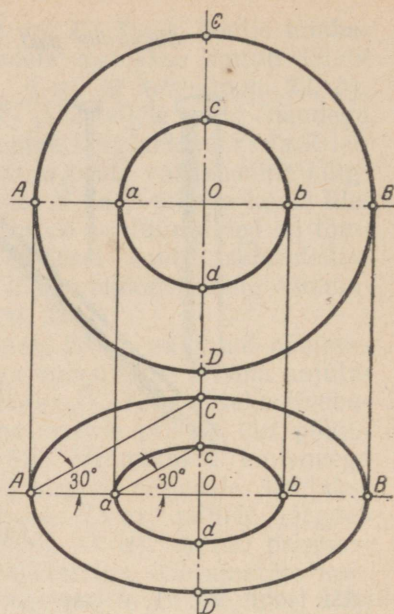
**Ringjoone ja ringi kujutamine isomeetrias.** Ellipsi tekkinine isomeetrias. Ringjoon ja ring projekteeruvad isomeetrias ellipsina. Sellest ettekujutuse saamiseks vaatleme joonist 26, a, millel on kujutatud ringjoone ümber joonestatud ruut. Punktides 1, 2, 3 ja 4 puudutab ringjoon ruudu külgede keskkohiti. Ringjoone läbimõõt  $AB$  asetseb horisontaalselt, läbimõõt  $CE$  aga vertikaalselt. Antud ringjoone isomeetrilise kujutise saamiseks võtame rõhtsirge  $MN$  pöördteljeks ja pöörame ruutu selle telje ümber (joon. 26, b) kuni asendini, mille puhul ruudu külgede projektsioonid on paralleelsed vastavate isomeetritelgedega  $X$  ja  $Y$ . Ruut muutub seejuures rombiks, ringjoon aga ellipsiks. Ringjoone puutepunktid ruudu külgede keskkohatadega 1, 2, 3 ja 4 on nüüd ellipsi puutepunktideks rombi külgede keskkohatadega. Saadud punktid 1, C, 2, B, 3, E, 4 ja A on ringjoone isomeetrilise kujutise, s. t. ellipsi punktideks.

<sup>1</sup> Ellips on tasapinnaline kõver, millest ettekujutuse saamiseks tuleb ringjoont kahes vastastikku asetsevas punktis «kokku suruda». Ellips on suletud kõverjoon, millel on keskpunkt ja kaks ristuvat sümmeetriatelge.

<sup>2</sup> Edaspidi, kui pole nõutud erilist täpsustamist, nimetame püstringsilindrit lihtsalt silindriks.



Joon. 26.



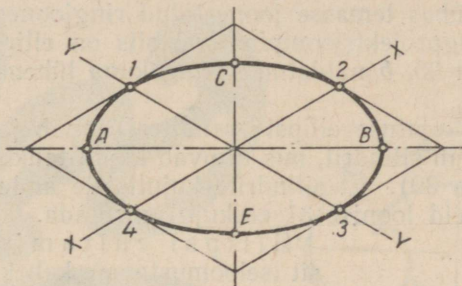
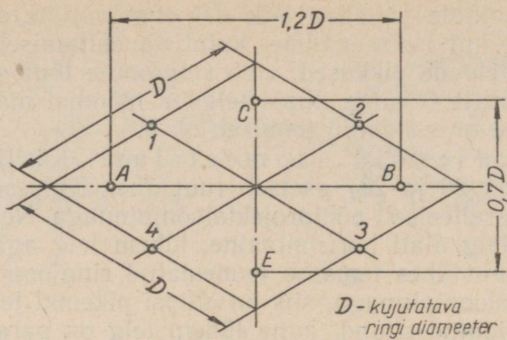
Joon. 27.

Paneme tähele, et kahe kontsentrilise ringjoone kujutamisel isomeetrias (joon. 27) lõigud  $Aa$  ja  $Bb$  on suuremad kui lõigud  $Cc$  ja  $Dd$ .

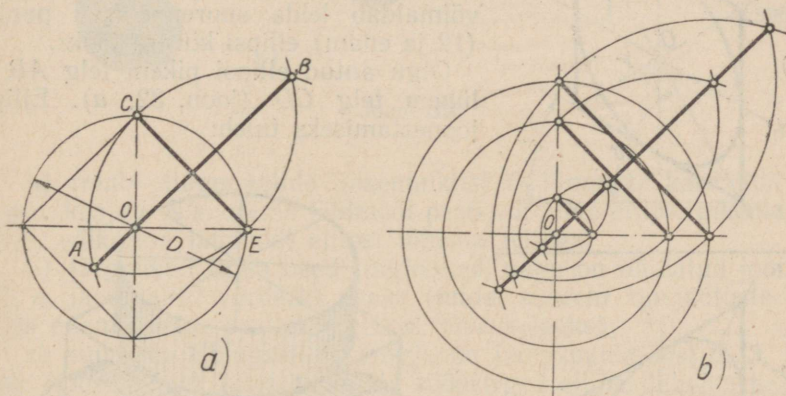
Ellipsi telgede suhe. Ruudu uues asendis (joon. 26, *b*) on tema külje projektsioon, s. t. rombi külg, 0,82 ruudu külje tegelikust pikkusest. Läbimõõdu  $AB$  mõõt jäi muutmatuks, kuid läbimõõdu  $CE$  pikkus on 0,58 läbimõõdu tegelikust pikkusest. Järelikult tuleb telgede suunas lüheneva ringjoone (ringi) isomeetrilise kujutise ehitamisel silmas pidada eespool nimetatud ellipsi telgede suhet, s. t. ellipsi pikem telg on võrdne kujutava ringjoone tegeliku läbimõõduga, kuna lühem telg on 0,58 ringjoone tegelikust läbimõõdust.

Ringjoone (või ringi) isomeetrilise kujutise ehitamisel ilma lühenduseta telgede suunas võetakse rombi külg (ruudu külje projektsioon) võrdne ruudu küljega (või mis on sama, võrdne kujutava ringjoone läbimõõduga). Sel juhul on ellipsi pikem telg 1,2 (täpselt 1,22) kujutava ringjoone tegelikust läbimõõdust, lühem telg aga 0,7 tegelikust läbimõõdust. Joonisel 28 on näidatud ruudusse joonestatud ringjoone isomeetrilise kujutise ehitamist ilma lühendamiseta telgede suunas.

Et vältida ilma lühendamiseta telgede suunas ehitatava ellipsi telgede pikkuste arvutamist, on soovitatav kasutada järgmist graafilist meetodit (joon. 29, *a* ja *b*) ellipsi pikema ja lühema telje määramiseks.



Joon. 28.



Joon. 29.

Selle meetodi puhul tõmmatakse kahe ristuva telgjoone tsentrist  $O$  (joon. 29,  $a$ ) ringjoon, mille läbimõõt võrdub isomeetrias kujutatava ringjoone läbimõõduga.

Ringi sisse joonestatud ruudu üks külgedest, antud juhul külge  $CE$ , on võrdne ellipsi lühema teljega. Pikema telje leidmiseks tõmmatakse punktidest  $C$  ja  $E$  kaks kaart raadiusega  $CE$ . Mõlemate

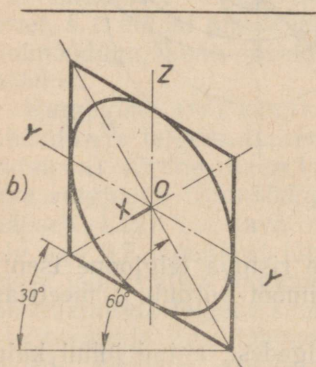
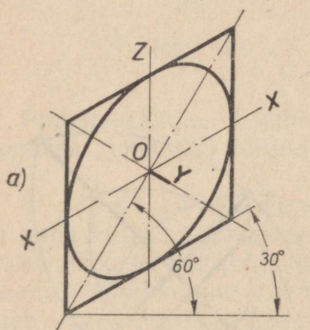
kaarte lõikepunktide vaheline lõik  $AB$  ongi võrdne ellipsi pikema teljega. Juhul, kui isomeetriliste kujutiste ehitamisel tuleb leida mitme ellipsi telgede pikkused, võib ringjoonte tõmbamiseks kasutada ühist tsentrit  $O$  ning ellipsi telgede möödud määrata graafiliselt, nagu see on näidatud joonisel 29,  $b$ .

Ellipsi asendid isomeetrias. Käsitletud näidete puhul (joonised 26 ja 28) asetseb ruut ühes temasse joonestatud ringjoonega paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga. Neil juhtudel on ellipsi pikem telg alati horisontaalne, lühem telg aga vertikaalne. Asetseb aga ruut ühes temasse joonestatud ringjoonega paralleelselt esiprojektsioonipinnaga, siis on ellipsi pikemal teljel alati joonisel 30,  $a$  näidatud suund, kuna lühem telg on paralleelne  $Y$ -teljega. Kui ruut ühes temasse joonestatud ringjoonega asetseb aga paralleelselt külprojektsioonipinnaga, siis on ellipsi pikemal teljel alati joonisel 30,  $b$  näidatud suund, kuna lühem telg on paralleelne  $X$ -teljega.

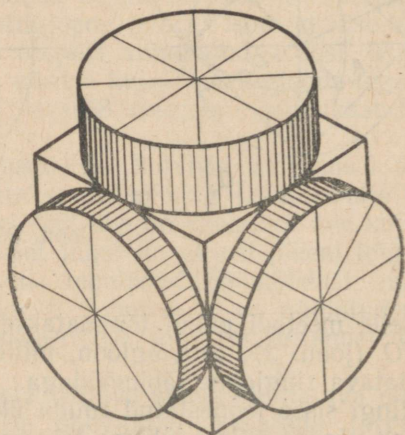
Näitliku ettekujutuse ellipsi asenditest annab joonis 31, millel on kujutatud kolm silindrit, mis liituvad kuubi tahkudega (võrrelda joonistega 28 ja 30). Et silindrite kujutistele anda suuremat reljeefsust, võib neid joonise 31 eeskujul viirutada.

Ellipsi ehitamine. Kuna ellipsit iseloomustavate kaheksa punkti järgi (joon. 28) ei saa ellipsi kõverat küllalt täpselt joonestada, siis võib tema joonestamiseks kasutada järgmist viisi, mis võimaldab leida suurema arvu punkte (12 ja enam) ellipsi kõvera jaoks.

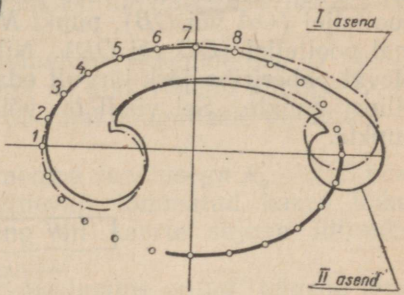
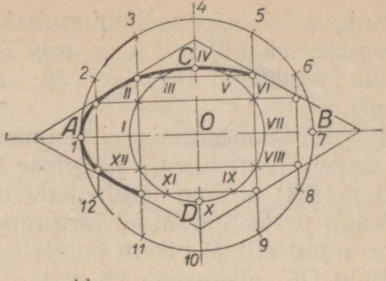
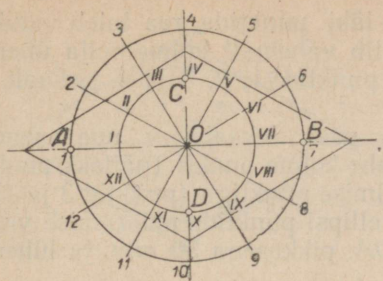
Olgu antud ellipsi pikem telg  $AB$  ja lühem telg  $CD$  (joon. 32,  $a$ ). Ellipsi joonestamiseks tuleb:



Joon. 30.



Joon. 31.



Joon. 32.

a) rombi diagonaalide lõikepunktist  $O$  tõmmata kaks abiringjoont, kusjuures suurema läbimõõt peab võrduma ellipsi pikema teljega, väiksema läbimõõt ellipsi lühema teljega;

b) järgnevalt tuleb need ringjooned, nagu on näidatud joonisel 32, a, jaotada 12 võrdseks osaks (mida suurem on jaotuste arv, seda enam punkte saadakse ellipsi kõvera jaoks);

c) suurema läbimõõduga ringjoone jaotuspunktidest 2, 3, 5, 6 jne. (joon. 32, b) tuleb tõmmata rööpsirged ellipsi lühema teljega  $CD$ , kuna väiksema läbimõõduga ringjoone jaotuspunktidest II, III, V, VI jne. tuleb tõmmata rööpsirged ellipsi pikema teljega  $AB$ . Nimetatud rööpsirgete omavahelised lõikepunktid on ehitava ellipsi punktideks. Selleks, et neid punkte ühendada sujuva kõverjoonega ning saada ellips, tuleb kasutada lekaali. Lekaal (joon. 32, b) on kõverjoonelise servaga joonlaud igasuguste säärase kõverjoonte tõmbamiseks, mida pole võimalik joonestada sirklil abil, näiteks niisuguste kõverjoonte jaoks, mis nagu ellipsi kõverjoongi pole ringjooned ega selle osad.

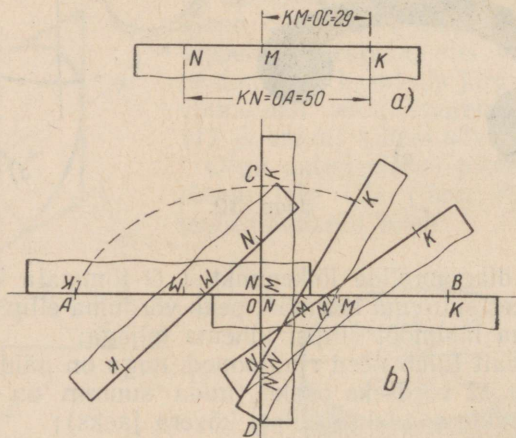
Sujuva kõverjoone tõmbamiseks läbi punktide rea tuleb valida niisugune lekaaliserva osa, mis ühtib vähemalt kolme-nelja ühendatava punktiga (joonisel 32,  $d$  punktid 1, 2, 3 ja 4, lekaali I asend).

Kõvera joonestamise jätkamisel peab lekaaliserv uue asendi (II asend) juures peale järgmise kahe-kolme punkti (näiteks punktid 5, 6 ja 7) ühtima ka ühe-kahe eelmise punktiga (punktid 3 ja 4).

Väga praktiline on ka järgmine ellipsi punktide määramise viis. Olgu antud ellipsi pikem pooltelg  $OA$ , pikkusega  $50\text{ mm}$ , ja lühem pooltelg  $OC$ , pikkusega  $29\text{ mm}$ .

Märgime paberiribale vabalt võetud punktist  $K$  (joon. 33,  $a$ ) lõigu  $KN$ , mis on võrdne ellipsi pikema poolteljega  $OA$ , s. o.  $50\text{ mm}$ , ning lõigu  $KM$ , mis on võrdne ellipsi lühema poolteljega  $OC$ , s. o.  $29\text{ mm}$ .

Seejärel asetame pabeririba kahele ristuvale sirgele (joon. 33,  $b$ ) selliselt, et ribal olev punkt  $M$  asetseks ellipsi ühel pikemal poolteljel ( $OA$  või  $OB$ ), punkt  $N$  aga samal ajal ellipsi ühel lühemal poolteljel ( $OC$  või  $OD$ ). Nihutades nüüd niisuguses asendis olevat pabeririba järk-järgult edasi, märgib ribal olev punkt  $K$  rea ellipsi punkte. Sel viisil on võimalik saada mistahes arv ellipsi punkte.

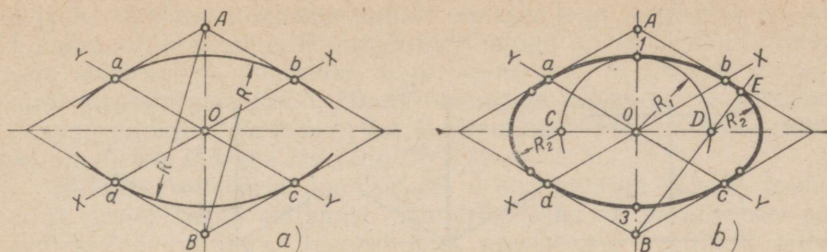


Joon. 33.

Ovaali ehitamine. Selleks, et lihtsustada ringjoonte ja ringide kujutamist isomeetrias, võib ellipsit asendada ovaaliga, s. t. ringi kaartest koosneva kõveraga.

Käsitlеме kahte ovaali joonestamise juhtu, mis isomeetrias ligikaudu asendavad ellipsit.

Esimene juhtum. Ovaali joonestamine rombi sisse (joon. 34).



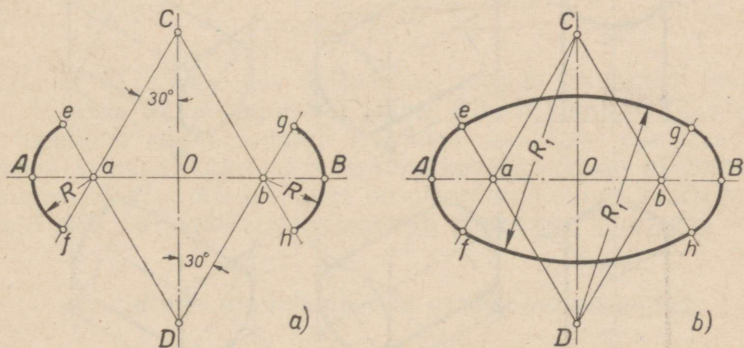
Joon. 34.

Rombi nürinurkade tippudest  $A$  ja  $B$  (joon. 34,  $a$ ) tõmbame kaare raadiusega  $R$ , mille pikkus võrdub nürinurga vastaskülje ja telje ( $X$ - või  $Y$ -telje) lõikepunkti (punktid  $a, b, c$  või  $d$ ) ning sama nürinurga tipu (punkti  $A$  või  $B$ ) vahelise kaugusega ( $Ad, Ac, Ba$  või  $Bb$ ).

Seejärel tõmbame rombi diagonaalide lõikepunktist  $O$  (joon. 34,  $b$ ), kui tsentrist kaare raadiusega  $R_1$ , mis võrdub lõiguga  $O-1$  või  $O-3$ , ning mis lõikab rombi pikemat diagonaali punktides  $C$  ja  $D$ .

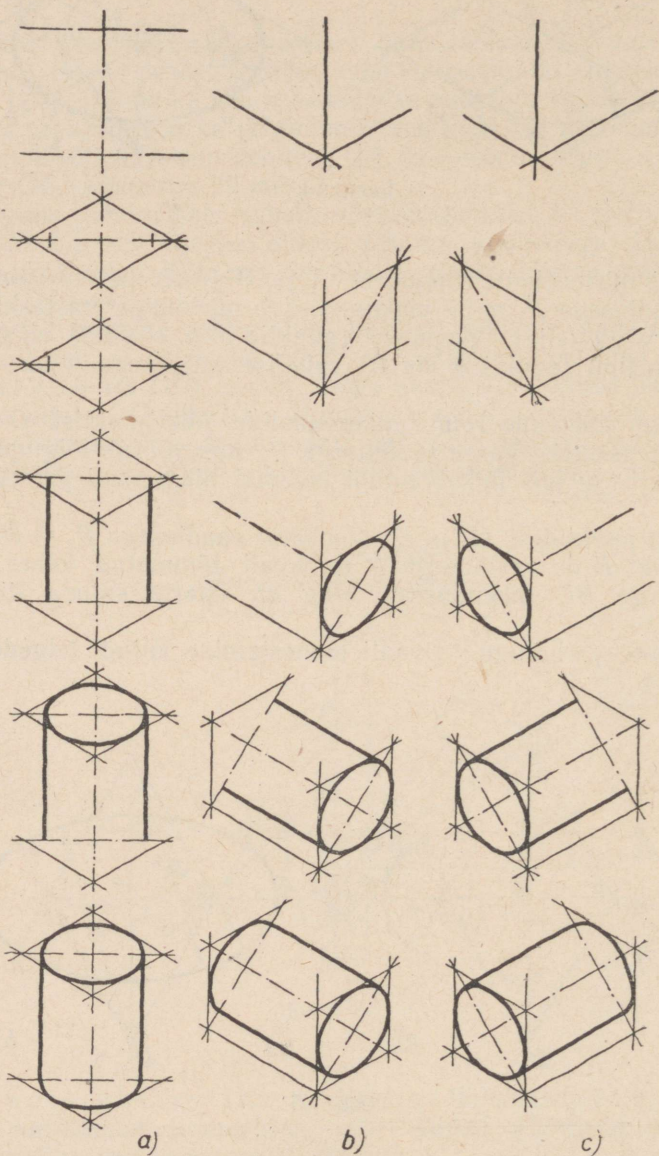
Leitud punktides ( $C$  ja  $D$ ) tõmbame raadiusega  $R_2 = DE$  kaared. Punkt  $E$  on raadiusega  $R$  eelnevalt tõmmatud kaare lõikepunkt sirge  $BD$  pikendusega ning on kaarte sujuva liitumise punktiks.

Teine juhtum. Ovaali joonestamine antud telgede järgi (joon. 35).



Joon. 35.

Ristuvate telgjoonte lõikepunktist  $O$  (joon. 35) paigutame telgjoontele joonestatava ellipsi pikema poolteljega võrdsed lõigud  $OA, OB, OC$  ja  $OD$ . Järgnevalt tõmbame punktides  $C$  ja  $D$   $30^\circ$  nurga all püstteljega abisirged, mis lõikavad rõhttelge punktides

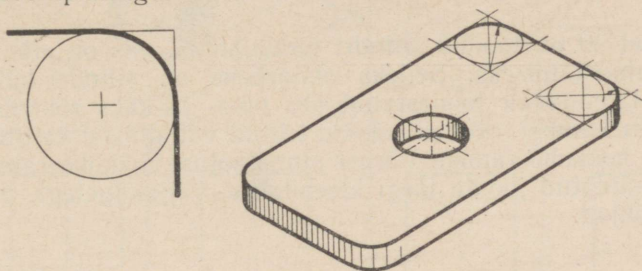


Joon. 36.

$a$  ja  $b$ . Seejärel tõmbame esmalt punktist  $a$  ja järgnevalt punktist  $b$  kaare, mille raadius  $R$  on võrdne lõiguga  $aA$  ( $bB$ ), kuni lõikumiseni abisirgetega punktides  $e$  ja  $f$  ning  $g$  ja  $h$ . Ovaali joonestamise lõpetamiseks (joon. 35,  $b$ ) ühendame punktid  $e$  ja  $g$  punktist  $D$  ning punktid  $f$  ja  $h$  punktist  $C$  tõmmatud kaarega, mille raadius  $R_1$  on võrdne lõiguga  $De$  ( $Dg$ ,  $Cf$ ,  $Ch$ ).

**Silindri isomeetria.** Joonisel 36,  $a$  on näidatud silindri isomeetrilise projektsiooni ehitamist. Silindri põhjad on paralleelsed põhi-projektsioonipinnaga. Joonestamist alustatakse harilikult silindri põhja kujutamiseega. Silindri isomeetrilise kujutise joonestamisel on soovitatav esmalt ära märkida joonisel 28 näidatud kõverat iseloomustavad kaheksa punkti ning seejärel joonistada peenjoonega põhja kontuur, ühendades märgitud punktid võimalikult sujuva kõverjoonega.

Joonisel 36,  $b$  on näidatud isomeetrilise kujutise joonestamist silindrist, mille põhjad on paralleelsed esiprojektsioonipinnaga ning joonisel 36,  $c$  — silindrist, mille põhjad on paralleelsed küljeprojektsioonipinnaga.



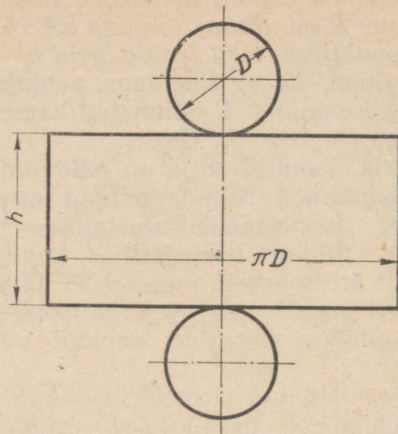
Joon. 37.

Lõpuks käsitleme veel ümardatud nurkade ehitamist isomeetrias. Joonisel 37 on kujutatud plaat. Plaadi kontuuri täisnurgad, mis tegelikult on ümardatud ringjoone kaartega, muutuvad isomeetrias vastavalt nuri- või teravnurkadeks (kaks nürinurka ja kaks teravnurka), mis seejuures on ümardatud ellipsi kaartega. Viimaseid võib asendada ovaali kaartega (ringjoone kaartega).

## II. Silindri pinnalaotuse ja mudeli valmistamine.

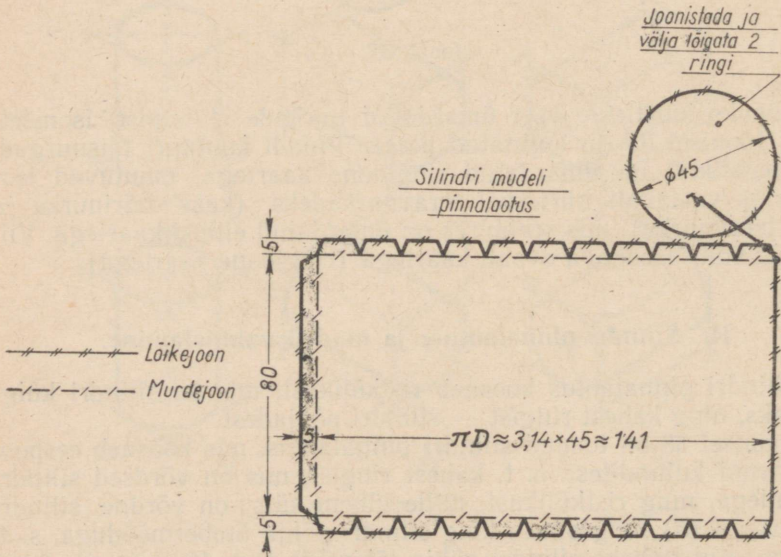
Silindri pinnalaotus koosneb ristkülikust, mis on silindri külj-pinnaks, ning kahest ringist — silindri põhjadest.

Joonisel 38 on toodud silindri pinnalaotus, mis koosneb eespool nimetatud kujunditest, s. t. kahest ringist, mis on võrdsed silindri põhjadega, ning ristkülikust, mille lühem külg on võrdne silindri kõrgusega ( $h$ ) ning pikem külg silindri põhja ümbermõõduga, s. t.  $\pi D$ -ga. Kui näiteks silindri põhja läbimõõt  $D = 40$  mm, siis tema ümbermõõt on ligikaudu  $3,14 \cdot 40 \approx 125,5$  mm.



Joon. 38.

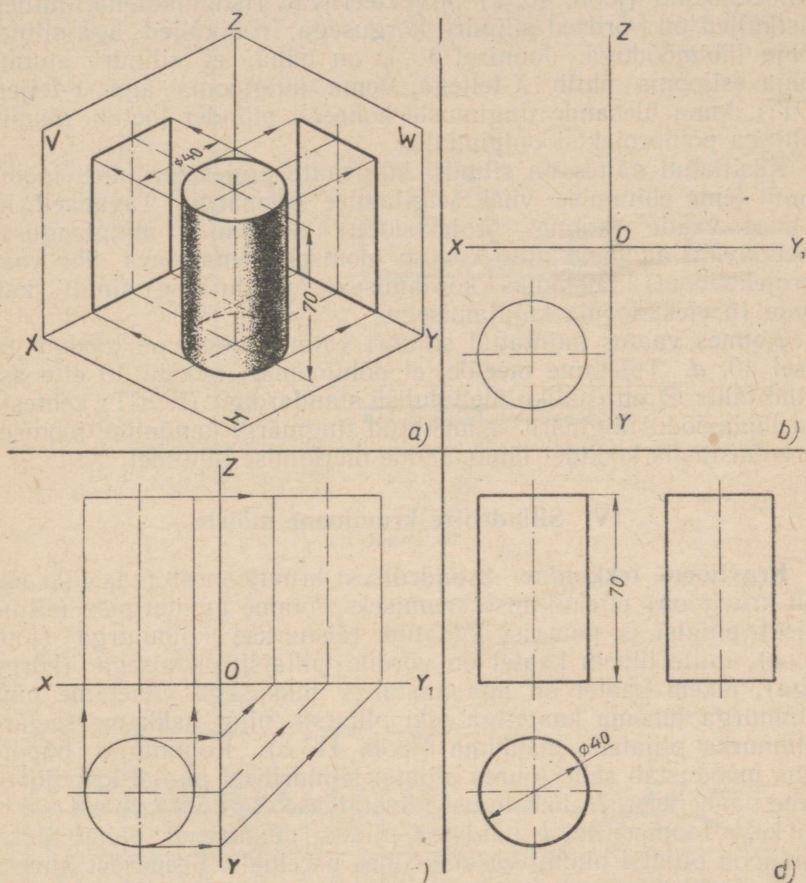
Joonisel 39 on toodud silindri pinnalaotus, mis on ette nähtud mudeli valmistamiseks. Selleks otstarbeks on silindri külgpinna laotusele täiendavalt joonestatud üks püst- ja kaks rõhtriba laiusega 5 mm kumbki. Rõhtribadesse tehtud väljalõiked kergendavad külgpinna kokkukeeramist. Pärast pinnalaotuse kokkukeeramist joonisel 39 näidatud joonte järgi kleebitakse väljalõigetega ribadetele silindri põhjad.



Joon. 39.

### III. Silindri ortogonaalprojektsioonid.

Joonisel 40 on näidatud alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale toetuva silindri (joon. 40, a) kolme ortogonaalprojektsiooni, s. t. tema eest-, pealt- ja külgsuuna ehitamist<sup>1</sup>.



Joon. 40.

<sup>1</sup> Silindri ortogonaalprojektsioonide tundmaõppimisel ning tema projektsioonide ehitamisel on soovitatav näitliku õppevahendina kasutada silindri mudelit, mis on valmistatud joonisel 39 toodud juhiste kohaselt, ning kolmetahulise nurga mudelit, mis on valmistatud lk. 8 toodud juhiste kohaselt. Seejuures on väga otstarbekohane kanda mudeli silindrilisele pinnale kaks-kolm punkti ning juba niisugust mudelit projekteerida kolmetahulise nurga tasapindadele. Nii saadakse silindri enda kui ka sellele kantud iga punkti kolm ortogonaalprojektsiooni.

Olgu silindri kõrgus 70 mm ja tema põhja läbimõõt 40 mm.

Joonise valmistamist on alustatud (joon. 40, *b*) pealtvaate ehitamisega. Silindri antud asendi puhul ühtivad tema mõlemate põhjade, s. t. ülemise ja alumise põhja projektsioonid ning on seetõttu põhiprojektsioonipinnal kujutatud üheainsa ringjoonena, mille läbimõõt on võrdne silindri põhja läbimõõduga. Silindri esi- ja küljprojektsioonid (joon. 40, *c*) projekteeruvad ristkülikutena, millede püstküljed on võrdsed silindri kõrgusega, rõhtküljed aga silindri põhja läbimõõduga. Joonisel 40, *c* on näha, et silindri alumise põhja esijoonis ühtib *X*-teljega, tema küljjoonis aga *Y*-teljega ( $OY_1$ ), kuna ülesande tingimuste kohaselt silinder toetub alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale.

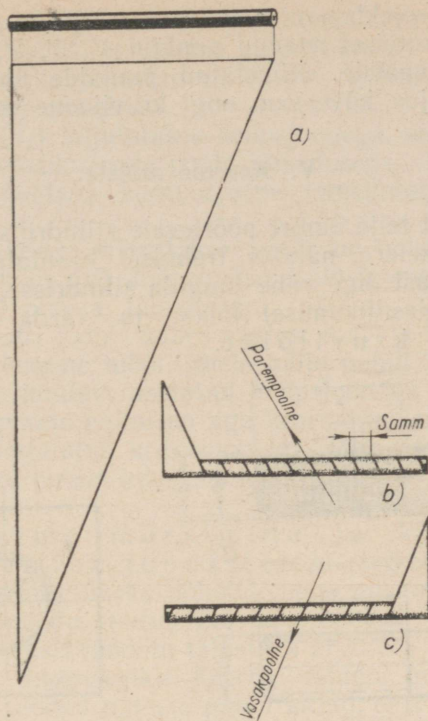
Käsitletud näites on silindri külgvaate projekteerimine toodud ainult tema ehitamise viisi selgitamise eesmärgil. Tavaliselt, kui kolmas vaade (kolmas projektsioon) ei lisanda mingisuguseid täiendavaid andmeid ning osutub joonisel olemasoleva ühe vaate (projektsiooni) täielikuks kordamiseks, piirduakse ainult kahe vaate (projektsiooni) kujutamiselega.

Kolmes vaates kujutatud silindri valmis joonis on toodud joonisel 40, *d*. Tuletame meelde, et põhijoonisel mõõdu 40 ette asetatud tähis  $\varnothing$  on riikliku üleliidulise standardiga (ГОСТ) kehtestatud läbimõõdu tingmärk. Nimetatud tingmärgi kandmine joonisele on kohustuslik kõikidel läbimõõtude märkimise juhtudel.

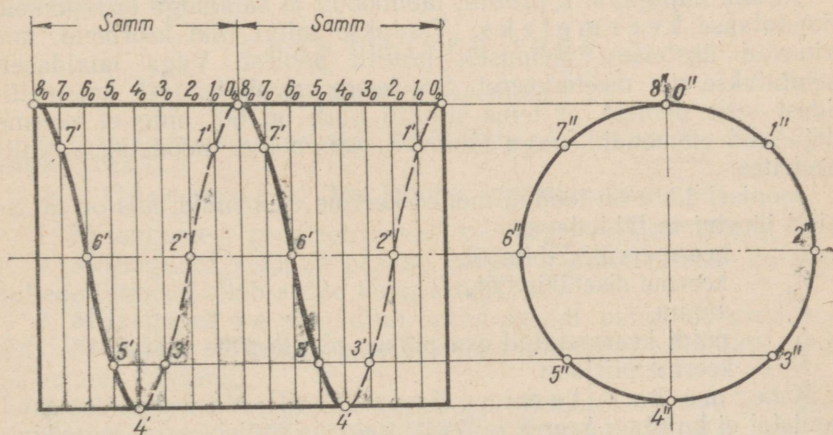
#### IV. Silindrilise kruvijoone mõiste.

**Kruvijoone tekkimine.** Silindrilisest kruvijoonest (edaspidi lihtsalt kruvijoon) ettekujutuse saamiseks võtame ümmarguse (silindrilise) pliiatsi ja paberist lõigatud täisnurkse kolmnurga (joon. 41, *a*), mille lühem kaatet on võrdne pliiatsi pikkusega (kõrgusega), pikem kaatet on aga mistahes pikkusega. Asetame nüüd kolmnurga lühema kaatetiga piki pliiatsit ning hakkame seejärel kolmnurka pliiatsile mähkima (joon. 41, *b*). Kolmnurga hüpoteenus moodustab selle juures pliiatsi silindrilisel pinnal kruvijoone. Kahe naaberkeeru vahekaugust nimetatakse *k r u v i j o o n e s a m m u k s*. Joonisel 41, *b* näidatud pliiatsi püstasendi puhul tõuseb kruvijoon pliiatsi pinnal vasakult üles paremale. Seepärast nimetatakse niisuguse suunaga kruvijoont parempoolseks. Kerides aga kolmnurka pliiatsile vastupidises suunas (joon. 41, *c*), moodustab kolmnurga hüpoteenus *v a s a k p o o l s e* kruvijoone.

**Kruvijoone ortogonaalprojektsiooni ehitamine.** Joonisel 42 on kujutatud silinder kahes projektsioonis: eestvaates (ristküliku kujul) ja külgvaates (ringjoone kujul). Kruvijoone külgvaade ühtib silindri külgvaatega, s. t. ta on ringjoon. Kruvijoone eestvaate ehitamiseks on ringjoon antud näite puhul jaotatud kaheksaks võrdseks osaks (mida suurem on jaotuste arv, seda enam punkte saadakse kruvijoone ehitamiseks); niisama paljudeks osadeks on jaotatud ka kruvijoone samm (sirglõik  $0_0—8_0$  eestvaatel).



Joon. 41.

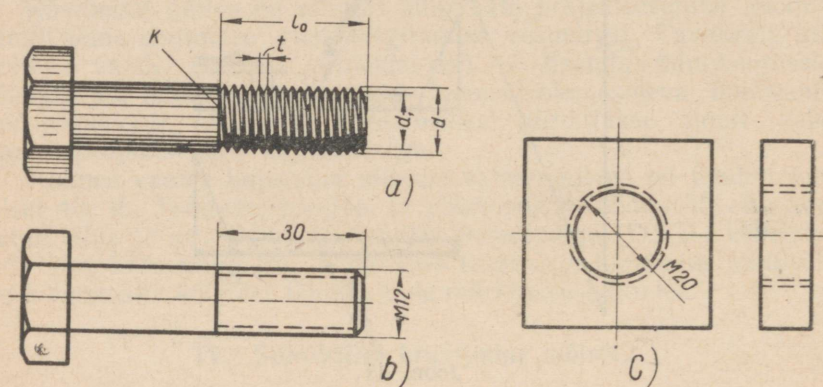


Joon. 42.

Mõlemate projektsioonide vastavatest jaotuspunktidest tõmmatud sirgete lõikumisel saadud punktid 1', 7', 2', 6' jne. kuuluvad kruvijoone eestvaatele. Nimetatud punktide ühendamisel lekaali abil saadud sujuv kõverjoon ongi kruvijoone eestvaateks.

## V. Keerme mõiste.

Kui ühtlaselt telje ümber pöörlevale silindrilisele vardale lähendada mingi lõiketera, näiteks treimisel kasutatava treitera tipp, ning lasta viimast õige vähe tungida silindrisse, siis tera ühtlasel sirgjoonelisel edasiliikumisel lõikab ta varda pinda kruvijoone kujulise jälje — kruvilõike.



Joon. 43.

Poldisse lõigatud kruvilõike näitlik kujutis on toodud joonisel 43, a.

Kindla kujuga, s. t. profiili, läbimõõdu ja sammuga kruvilõikeid nimetatakse keermeks. Tuntakse mitut liiki keermesid, mis erinevad üksteisest peamiselt profiili poolest. Väga laialdaselt kasutatakse nn. meeterkeeret. See keere erineb teistest keermeliikidest selle poolest, et tema profiili nurk on  $60^\circ$  ning et keeme ülejäänud elemendid, nagu läbimõõt, samm jne. mõõdetakse millimeetrites.

Joonisel 43, a on toodud mõned keeme elemendid, mis on tähistatud järgmiste tähtedega:

$d$  — keeme välisläbimõõt,

$d_1$  — keeme siseläbimõõt,

$t$  — samm,

$L_0$  — poldi keermetatud osa pikkus ehk keeme ulatus,

$K$  — keeme piirjoon.

Keeme kujutamise joonistel. Masinaehitusalastel joonistel ei kujutata keeret selliselt, nagu ta projekteerub tegelikkuses, näiteks nagu see on toodud joonisel 43, a, vaid lihtsustatult,

vastavalt riikliku üleliidulise standardi (ГОСТ) nõuetele. Lihtsustamine seisab selles, et keerme välisläbimõõt ( $d$ ) kujutatakse pideva joonega, mille jämedus on võrdne nähtava kontuurjoone jämedusega antud joonisel.

Siseläbimõõt ( $d_1$ ) kujutatakse kriipsjoonega, mille jämedus on võrdne nähtava kontuurjoone poole jämedusega. Keerme piirjoon ( $K$ ) kujutatakse nähtava kontuurjoone jämedusega pideva joone abil.

Augus olevat keeret märgitakse teisiti kui poldil olevat, nimelt keerme välisläbimõõt ( $d$ ) märgitakse kriipsjoonega ning keerme siseläbimõõt ( $d_1$ ) pideva täisjoonega; näitena on joonisel 43,  $c$  toodud nelikantmutri joonis kahes vaates: eest- ja külgsuunas. Vastavalt sellele on keerme mõõt (meie näite puhul  $M20$ ), kui välisläbimõõdu juurde kuuluv, asetatud kriipsjoonega kujutatud ringjoone sisse. Külgsuuna puhul on aga keerme mõlemad läbimõõdud kui nähtamatud kujutatud kriipsjoontega. Pidevate ja kriipsjoonte jämeduse vahekord on sel juhul sama, mis keerme kujutamisel poldile.

Meeterkeerme märkimine ja keerme mõõtude paigutamine joonistel. Meeterkeerme (samuti ka iga teist liiki keerme) üheks põhimõõduks, mis märgitakse joonisele, on välisläbimõõdu suurus (12 mm joonisel 43,  $b$  ja 20 mm joonisel 43,  $c$ ). Välisläbimõõtu tähistava arvu ees seisev täht « $M$ » on meeterkeerme tingmärkiks. Keerme sammu mõõt pole joonistel 43,  $b$  ja 43,  $c$  toodud näidete puhul antud, sest selle suurus leitakse vastavatest standarditest. Kuid on lubatud joonistele märkida ka keerme sammu mõõt; sellisel juhul märgitakse näiteks joonisel 43,  $b$  ja joonisel 43,  $c$  kujutatud keeret vastavalt  $M12 \times 1,75$  ja  $M20 \times 2,5$ .

Teiseks kohustuslikuks mõõduks, mis tuleb märkida joonisele, on keermetatud osa pikkus (keerme ulatus), näiteks 30 mm joonisel 43,  $b$ .

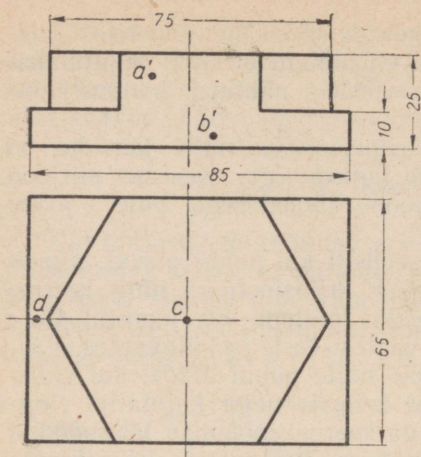
## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

Märkus. Jooniste lugemiseks tuleb valida mitu ülesannet esitatud ülesannete hulgast.

#### Ülesanne 1. Toe joonise lugemine (joon. 44).

1. Missugustest geomeetristest kehadest koosneb antud tugi?
2. Missugused mõõdud peavad olema geomeetristel kehal, millede liitmisel tekib antud kujuga tugi?
3. Missugused toe pinnad on antud asendi puhul  $a$ ) paralleelsed,  $b$ ) risti,  $c$ ) kaldu esiprojektsioonipinnaga? Näidata neid mõlematel vaadatel.
4. Missugused toe pinnad on  $a$ ) paralleelsed,  $b$ ) risti põhiprojektsioonipinnaga? Näidata neid mõlematel vaadatel. Kas toel on pindu, mis on kaldu põhiprojektsioonipinna suhtes?



Joon. 44.

5. Missugused toe pinnad on a) paralleelsed, b) risti, c) kaldu külprojektsioonipinna suhtes? Näidata neid mõlematel vaadetel.

6. Toe pinnale, mis on nähtav tema projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid A ja B (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kas antud punktid on meist võrdsel või erineval kaugusel?

7. Pindadele, mida me näeme toe projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid C ja D (antud on ainult nende põhiprojektsioonid  $c$  ja  $d$ ). Missugune nendest punktidest asetseb kõrgemal? Mitme millimeetri võrra? Määrata mõõt joonist mõõtmata.

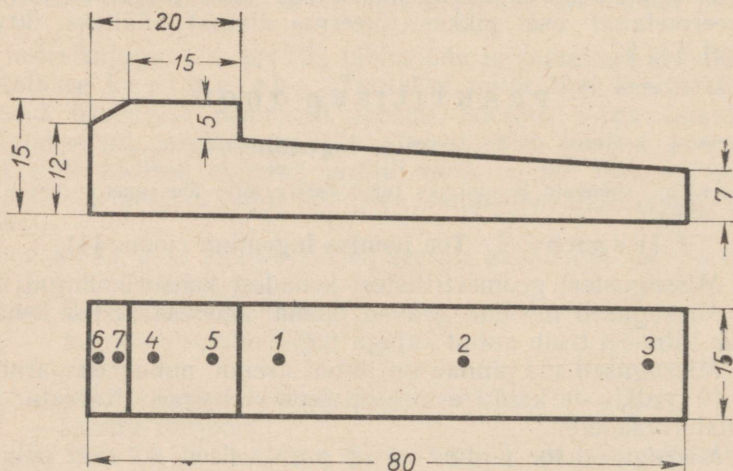
meetri võrra? Määrata mõõt joonist mõõtmata.

## Ülesanne 2. Pikikiilu joonise lugemine (joon. 45).

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?

2. Missugused pikikiilu pinnad on paralleelsed a) põhiprojektsioonipinnaga, b) esiprojektsioonipinnaga, c) külprojektsioonipinnaga? Näidata neid mõlemal vaatel.

3. Missugused pikikiilu pinnad on risti a) põhiprojektsioonipinnaga, b) esiprojektsioonipinnaga, c) külprojektsioonipinnaga? Näidata neid mõlemal vaatel.



Joon. 45.

4. Kas antud asendi puhul leidub pikikiilu pindu, mis on kaldu  
*a)* põhiprojektsioonipinnaga, *b)* esiprojektsioonipinnaga, *c)* külj-  
 projektsioonipinnaga? Näidata neid mõlemal vaatel.

5. Pikikiilu pindadele, mis on nähtavad tema projekteerimisel  
 põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7  
 (antud on ainult nende põhiprojektsioonid). Missugune nendest  
 punktidest asetseb *a)* kõige kõrgemal, *b)* kõige madalamal teistest  
 punktidest?

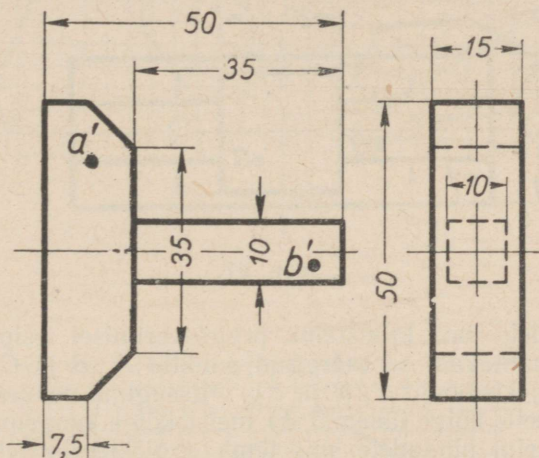
**Ülesanne 3. Põkatsi joonise lugemine (joon. 46).**

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?

2. Nimeta antud detaili gabariitmõõdud.

3. Missugused põkatsi pinnad on antud asendi puhul kaldu  
 põhiprojektsioonipinna suhtes? Näidata neid mõlemal vaatel.

4. Kas leidub põkatsil pindu, mis antud asendi puhul on kaldu  
*a)* põhiprojektsioonipinna, *b)* esiprojektsioonipinna, *c)* külj-  
 projektsioonipinna suhtes? Näidata neid mõlemal vaatel.



Joon. 46.

5. Missugused põkatsi pinnad on risti põhiprojektsioonipinna  
 suhtes? Näidata neid mõlemal vaatel.

6. Põkatsi pindadele, mis on nähtavad tema projekteerimisel  
 esiprojektsioonipinnale, on märgitud punktid *A* ja *B* (on antud  
 ainult nende esiprojektsioonid *a'* ja *b'*). Kumb nendest punktidest  
 asetseb meile lähemal? Mitme millimeetri võrra? Määrata kaugus  
 joonist mõõtmata.

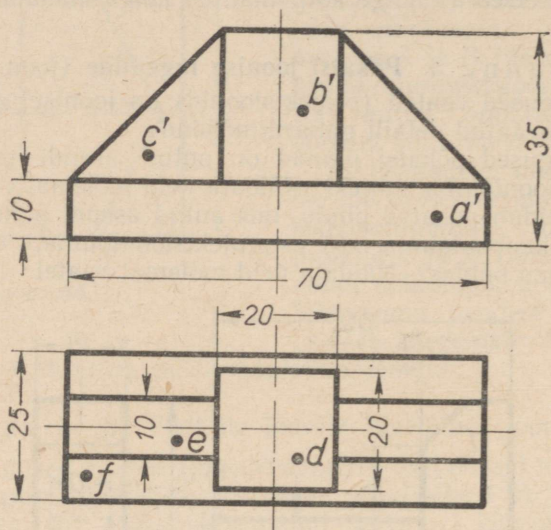
**Ülesanne 4. Kronsteini joonise lugemine (joon. 47).**

1. Nimetada kronsteini gabariitmõõdud.

2. Missugused kronsteini pinnad on antud asendi puhul risti  
*a)* põhiprojektsioonipinnaga, *b)* esiprojektsioonipinnaga, *c)* külj-  
 projektsioonipinnaga? Näidata neid mõlemal vaatel.

3. Missugune kronsteini pind on paralleelne a) põhiprojektsoonipinnaga, b) esiprojektsoonipinnaga, c) külgsprojektsoonipinnaga?

4. Kas kronsteinil leidub pindu, mis antud asendi pühal on kaldu a) põhiprojektsoonipinna, b) esiprojektsoonipinna, c) külgsprojektsoonipinna suhtes? Näidata neid mõlemal vaatel.



Joon. 47.

5. Pindadele, mis kronsteini projekteerimisel esiprojektsoonipinnale on nähtavad, on märgitud punktid A, B ja C (on antud nende esiprojektioonid  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$ ). Missugune nendest punktidest asetseb a) meie kõige lähemal, b) meist kõige kaugemal?

6. Kronsteini pindadele, mis tema projekteerimisel esiprojektsoonipinnale on nähtavad, on märgitud punktid D, E, ja F (on antud ainult põhiprojektioonid,  $d$ ,  $e$  ja  $f$ ). Missugune nendest punktidest asetseb a) kõrgemal, b) madalamal teistest?

#### Ülesanne 5 (joon. 48).

Joonisel 48 on toodud tasapinnaliste kujundite projektioonid.

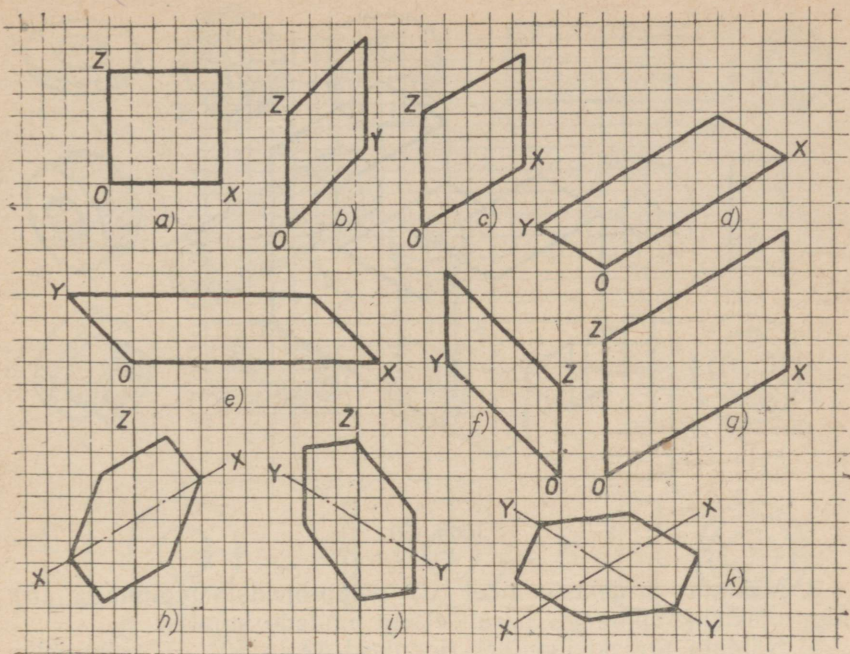
1. Kuidas nimetatakse igaühte toodud projektioonidest? Missuguste kujundite projektioonid on antud joonisel?

2. Missuguse projektsoonipinnaga on iga kujund paralleelne?

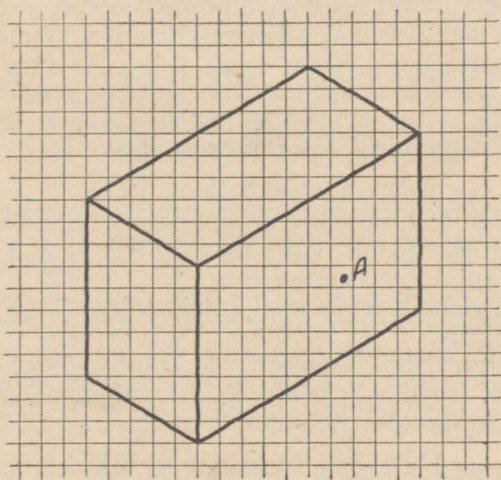
#### Ülesanne 6 (joonised 49 ja 50).

1. Kuidas nimetatakse joonistel 49 ja 50 toodud projektioone?

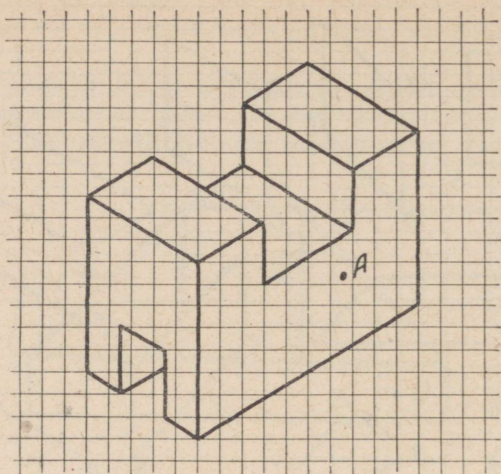
2. Missuguse projektsoonipinnaga on paralleelsed pinnad, milde kujutistele on kantud punkt A?



Joon. 48.



Joon. 49.



Joon. 50.

3. Näidata projektsioonidel *a*) põhiprojektsioonipinnaga, *b*) külgsprojektsioonipinnaga paralleelsete pindade kujutisi.

4. Näidata projektsioonidel (joonised 49 ja 50) *a*) esiprojektsioonipinnaga, *b*) põhiprojektsioonipinnaga, *c*) külgsprojektsioonipinnaga risti olevate pindade kujutisi.

#### Ülesanne 7 (joon. 51).

Joonisel 51, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 on mitmesugused detailid kujutatud isomeetrias, kuna joonisel 51, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* ja *h* on samad detailid kujutatud ortogonaalprojektsioonis.

1. Leida iga detaili isomeetrilise kujutise järgi tema joonis ortogonaalprojektsioonis.

2. Määrata iga detaili isomeetrilise kujutise järgi sama detaili tasaste pindade asend *a*) põhiprojektsioonipinna, *b*) esiprojektsioonipinna, *c*) külgsprojektsioonipinna suhtes.

#### Ülesanne 8 (joon. 52).

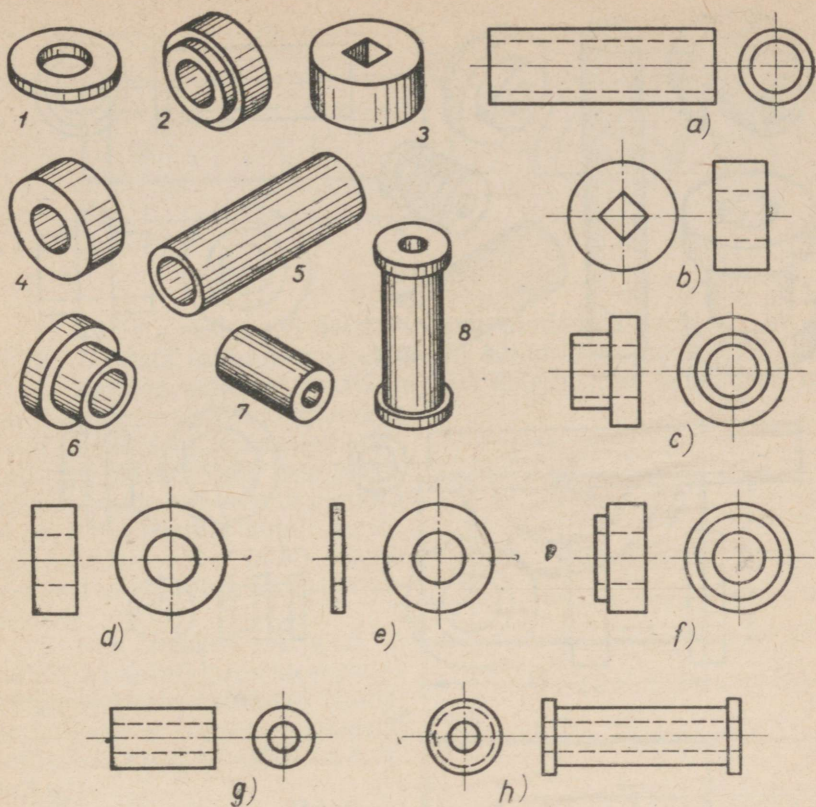
Joonisel 52, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ja *f* on kujutatud mitmesugused detailid ortogonaalprojektsioonis, kuna joonisel 52, 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 on samad detailid kujutatud isomeetrias.

1. Leida iga detaili ortogonaalprojektsiooni järgi sama detaili isomeetriline kujutis.

2. Määrata iga detaili isomeetrilise kujutise järgi sama detaili tasaste pindade asend *a*) põhiprojektsioonipinna, *b*) esiprojektsioonipinna, *c*) külgsprojektsioonipinna suhtes.

#### Ülesanne 9 (joon. 53).

1. Külgsvaatel pole näidatud detaili (telje) nähtamatut kontuuri. Missugused mõõtude märkimisel kasutatavad tingmärgid



Joon. 51.

võimaldavad määrata antud detaili üksikute osade kuju, ilma nähtamatut kontuuri näitamata?

2. Mitmest ja missugustest geomeetristest kehadest koosneb selle detaili kuju? Määrata iga geomeetriselise keha gabariitmõõdud.

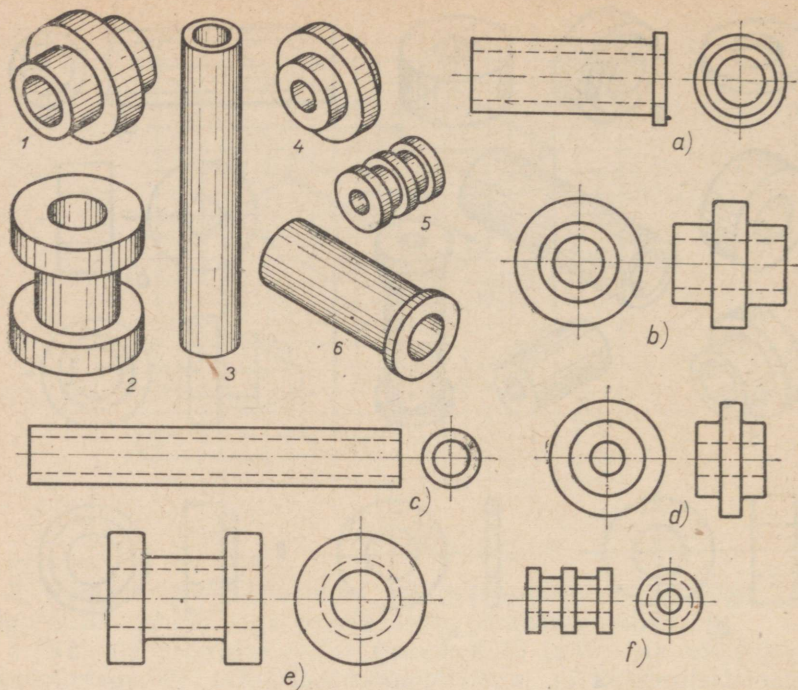
3. Näidata eestvaatel detaili kumerate pindade kujutisi. Näidata samal vaatel detaili pindade kujutisi, mis on paralleelsed külprojektsioonipinnaga.

4. Näidata külvaatel detaili tasaste pindade kujutisi. Missuguste projektsioonipindadega on need pinnad paralleelsed?

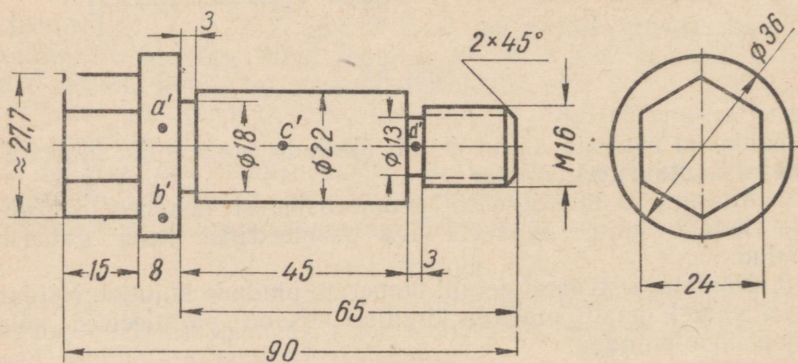
5. Pinnale, mis on nähtav detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest punktidest on meie lähemal?

6. Määrata (joonist mõõtmata), mitme millimeetri võrra on detaili pinnale kantud punkt  $C$  meie lähemal kui punkt  $D$ .

7. Kas antud detail tuleb keermetada? Kui jaa, siis määrata



Joon. 52.

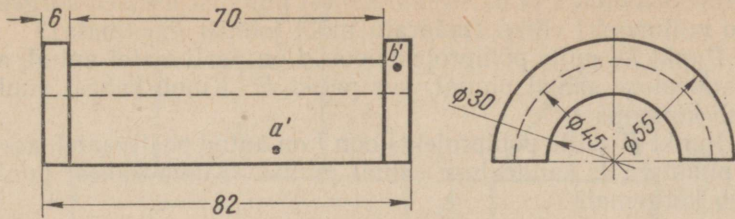


Joon. 53.

keerme liik, tema välisläbimõõt ja keermetatud osa pikkus. Näidata joonisel jooned, millega on kujutatud keerme siseläbimõõti.

Ülesanne 10 (joon. 54).

Joonisel 54 on toodud detaili (laagrikausi) joonis kahes vaates: eest- ja külgsuunas.

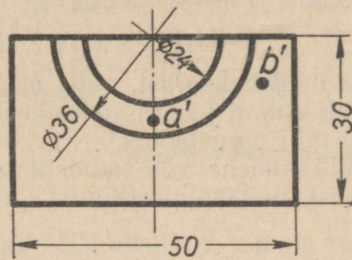


Joon. 54.

1. Näidata eestvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
2. Näidata mõlemal vaatel detaili silindriliste pindade kujutisi.
3. Näidata mõlemal vaatel kujutisi detaili niest pindadest, mis on risti põhiprojektsioonipinnaga.

4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid *A* ja *B* (on antud ainult nende esiprojektsioonid *a'* ja *b'*). Kumb nendest punktidest on meile lähemal?

5. Kas punktid *A* ja *B* on nähtavad detaili projekteerimisel külprojektsioonipinnale? Näidata külgsuunalisel kujutisi pindadest, millele need punktid on kantud.



### Ülesanne 11 (joon. 55).

Joonisel 55 on kujutatud detaili (kandealuse) joonis kahes vaates: eest- ja pealtvaates.

1. Missugune geomeetiline kuju on detaili *a*) sisekontuuril, *b*) väliskujul?

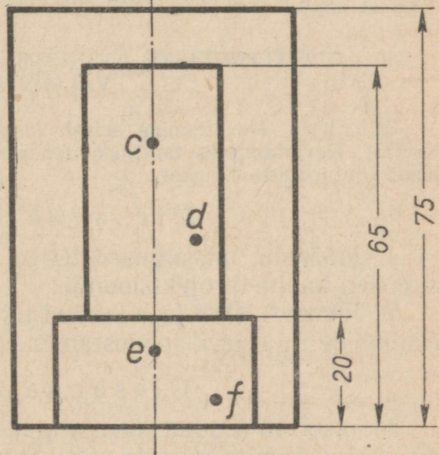
2. Näidata eestvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.

3. Näidata pealtvaatel detaili kumerate pindade kujutisi.

4. Pindadele, mida näeme kandealuse projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid *A* ja *B* (on antud ainult nende esiprojektsioonid *a'* ja *b'*).

Kumb kahest punktist asetseb meile lähemal? Näidata eest- ja pealtvaatel kujutisi pindadest, millele punktid on kantud.

5. Pindadele, mida näeme kandealuse projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid *C* ja *D* (on antud ainult nende



Joon. 55.

põhiprojektsioonid *c* ja *d*). Kumb kahest punktist asetseb kõrgemal? Mitme millimeetri võrra (määrata mõõt joonist mõõtmata)?

6. Punkt *D*, mille põhiprojektsioon *d* on pealtvaatel antud, asetseb kandealuse samal pinnal, kus punkt *E*. Kumb kahest punktist asetseb kõrgemal?

7. Punkt *F*, mille põhiprojektsioon *f* on antud pealtvaatel, asetseb koos punktiga *E* kandealuse samal pinnal. Kumb kahest punktist asetseb kõrgemal?

## II. Harjutused.

### 1. MODELLEERIMINE.

Märkus. Harjutamine seisab mitme mudeli valmistamises jooniste järgi. Mudeleid võib valmistada mitmesugusest materjalist, näiteks paberist, kartongist, plastiliinist, puidust vm. Harjutusmaterjali võib valida järgnevalt toodud jooniste ja ülesannete hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 56).

Teha mudel detailist, mille mõõdud on toodud joonisel 56. Selleks tuleb esmalt joonestada tugevale paberile vabalt valitud mõõtkavas detaili pinnalaotus.

Lisaülesandena võib mudelit valmistada veel mõnest teisest materjalist, näiteks plastiliinist.

Ülesanne 2 (joon. 57). Sama, mis ülesanne 1.

Ülesanne 3 (joon. 58). Sama, mis ülesanne 1.

### 2. TEHNILISTE JOONISTE, ESKIISIDE JA JOONISTE VALMISTAMINE.

Märkus. Harjutamine seisab mitme tehnilise joonise ja eskiisi valmistamises. Harjutamiseks tarvilikke mudeleid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 59).

1. Määrata, missugused teljed kuuluvad isomeetrilisele ja missugused kabinetprojektsioonile.

2. Joonisel 59, *d* ja *e* toodud näidete eeskujul harjutada isomeetria telgede *X*, *Y* ja *Z* joonestamist.

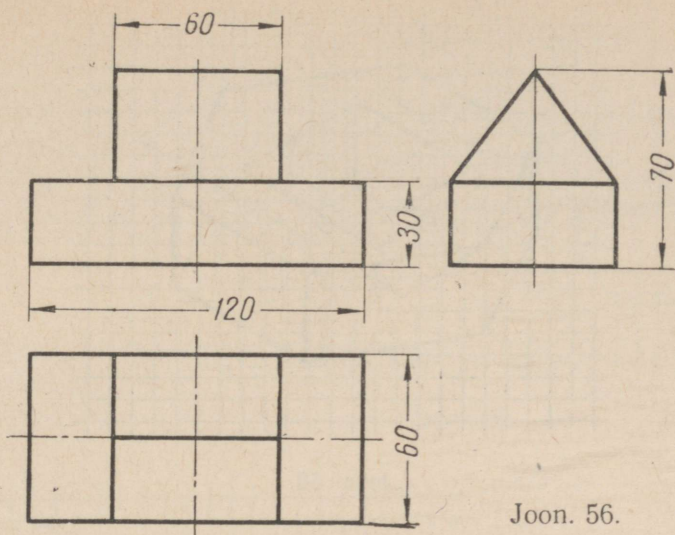
#### Ülesanne 2 (joon. 48).

Joonisel 48 toodud tasapinnaliste kujude isomeetriliste kujundite valmistamise näidete varal joonistada isomeetrias:

1) ruut, mis asetseb paralleelselt *a*) esiprojektsioonipinnaga, *b*) külprojektsioonipinnaga;

2) korrapärase kuusnurk, mis asetseb paralleelselt *a*) esiprojektsioonipinnaga, *b*) põhiprojektsioonipinnaga;

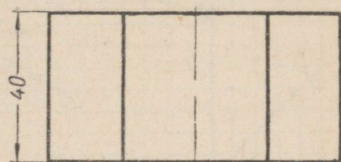
3) ring, mis asetseb paralleelselt *a*) põhiprojektsioonipinnaga, *b*) esiprojektsioonipinnaga, *c*) külprojektsioonipinnaga.



Joon. 56.

Ülesanne 3 (joon. 60).

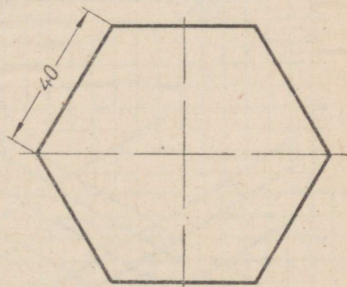
Joonistada silmamõõdu järgi isomeetiline kujutis detailist, mille kabinetprojektsioon on toodud joonisel 60. Seejuures peab detaili pind, mille kujutisele on kantud punkt A, asetsema paralleelselt esiprojektsioonipinnaga.



Ülesanne 4 (joon. 61). Sama, mis ülesanne 3.

Ülesanne 5 (joon. 62).

Joonistada silmamõõdu järgi isomeetiline kujutis joonisel 62 toodud detailist. Seejuures tuleb detail asetada selliselt, et pind, mille kujutisele on kantud punkt A, oleks paralleelne külprojektsioonipinnaga.



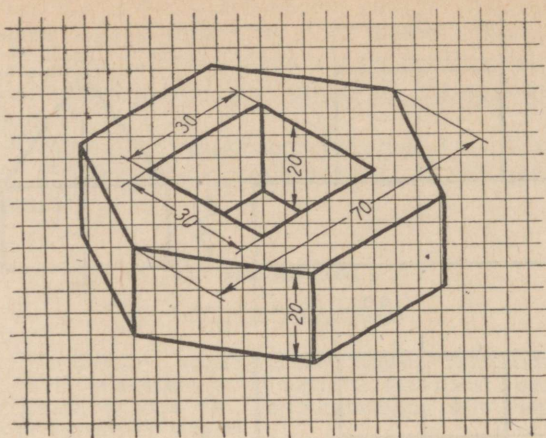
Joon. 57.

Ülesanne 6 (joon. 63).

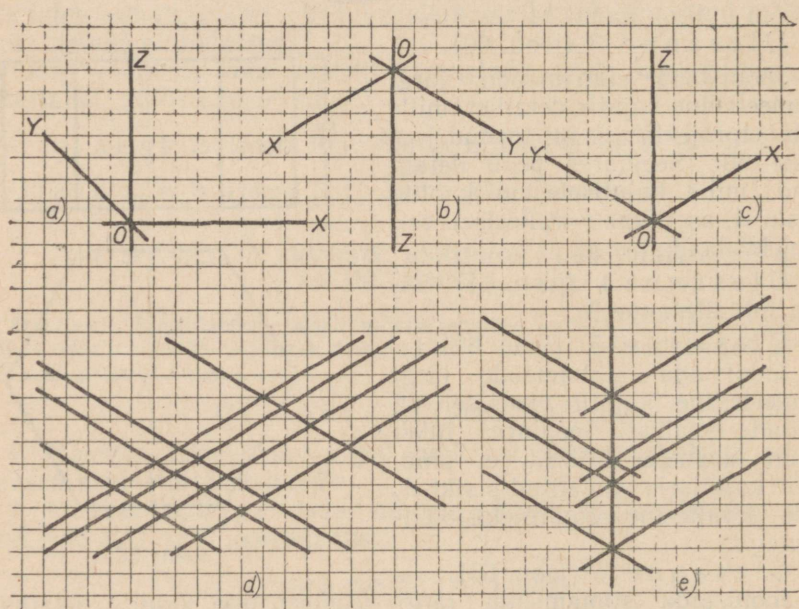
Joonistada silmamõõdu järgi isomeetiline kujutis detailist, mille ortogonaalprojektsioon on toodud joonisel 63.

Ülesanne 7 (joon. 64).

1. Joonistada (ruudukujulisele paberile) joonisel 64 toodud näidete eeskujul isomeetrilised kujutised silindrist, asetades seejuures silindri põhja esmalt paralleelselt esiprojektsioonipinnaga, seejärel põhiprojektsioonipinnaga ning lõpuks külprojektsioonipinnaga. Joonistada silinder silmamõõdu järgi, võttes tema kõrguseks 60 mm ja põhja läbimõõduks 40 mm.



Joon. 58.

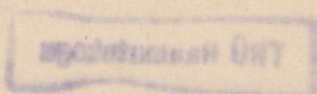


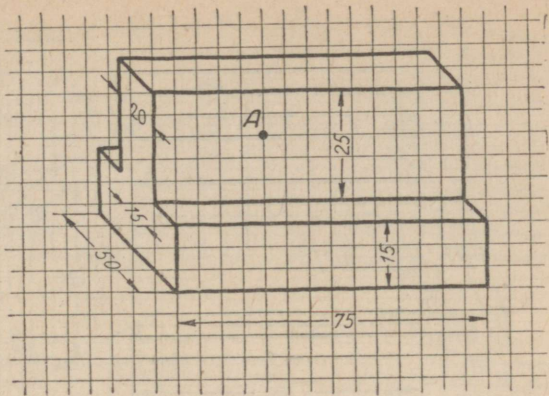
Joon. 59.

2. Joonestada antud silindri pinnalaotus ning teha paberist tema mudel.

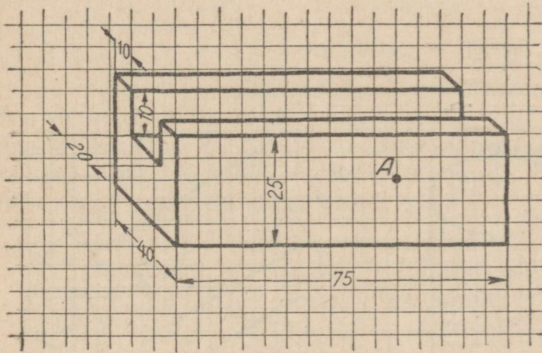
3. Joonestada antud silindri eest- ja külgsuure, kujutades teda asetatuna ühe põhjaga külgsuurepinnale.

4. Joonestada isomeetriline kujutis antud silindrist, mille põhjad on paralleelsed põhiprojektsioonipinnaga.

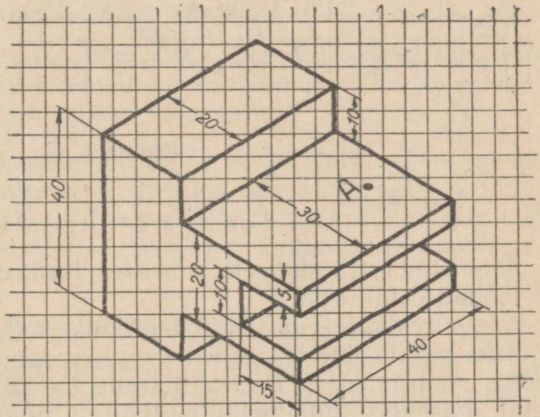




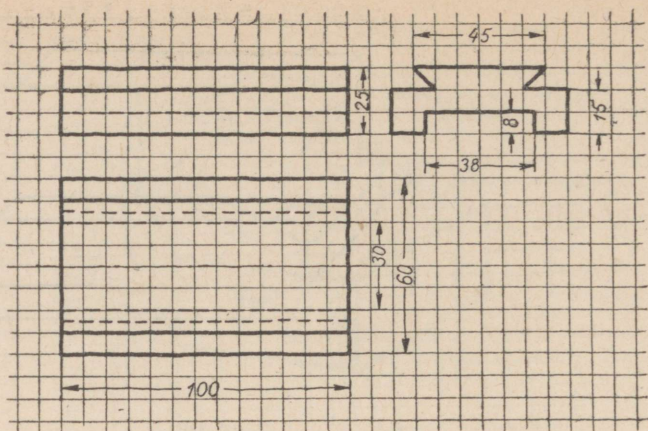
Joon. 60.



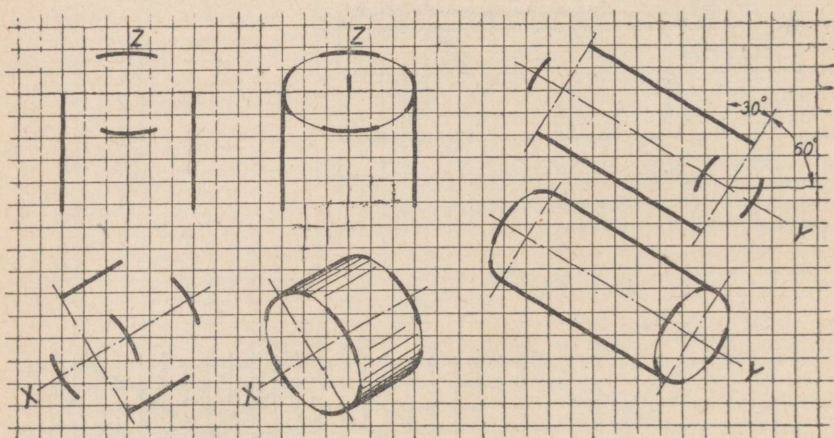
Joon. 61.



Joon. 62.



Joon. 63.

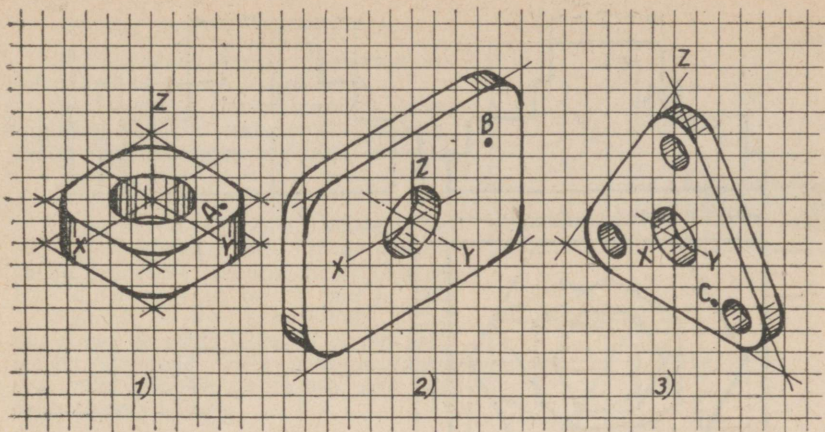


Joon. 64.

### Ülesanne 8 (joon. 65).

Joonistada (ruudulisele paberile) isomeetrilisi kujutisi joonisel 65 toodud detailidest.

Seejuures kujutada detail 1 asendis, mille juures pind punktiga A oleks paralleelne esiprojektsioonipinnaga; detail 2 asendis, mille juures pind punktiga B oleks paralleelne külgsprojektsioonipinnaga; detail 3 asendis, mille puhul punktiga C pind oleks paralleelne põhisprojektsioonipinnaga.



Joon. 65.

### Ülesanne 9 (joon. 44).

1. Joonestada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 joonisel kujutatud detail kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgs vaates ning märkida ära tema mõõdud. Seejärel joonestada mastaabis 1:1 detaili samad vaated ning märkida ära tema mõõdud. Joonestada detaili pindadel antud punktide kolm projektsiooni.

2. Teha antud detaili isomeetriline kujutis.

Ülesanne 10 (joon. 45). Sama, mis ülesanne 9.

Ülesanne 11 (joon. 46). Sama, mis ülesanne 9.

Ülesanne 12 (joon. 47). Sama, mis ülesanne 9.

Ülesanne 13 (joon. 54). Sama, mis ülesanne 9.

Ülesanne 14 (joon. 55). Sama, mis ülesanne 9.

### 3. PUUDUVATE ELEMENTIDEGA PROJEKTSIOONIDE LOPUNIJOONESTAMINE.

Märkus. Harjutusülesandeid tuleb valida järgnevalt toodud ülesannete hulgast.

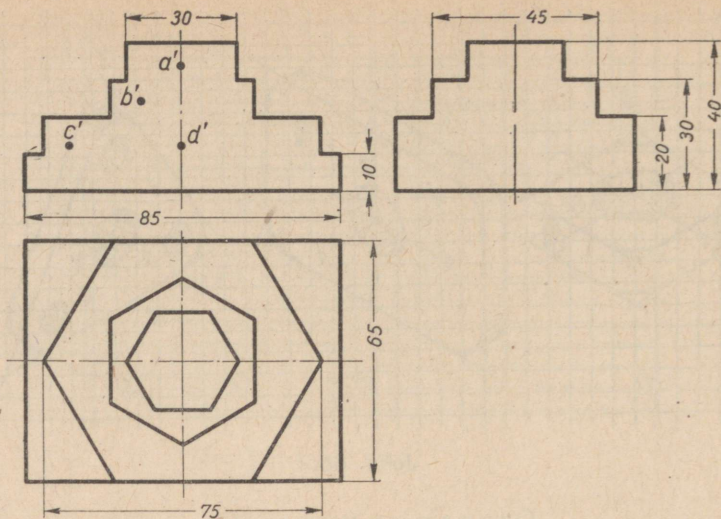
### Ülesanne 1 (joon. 66).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 66 on toodud detaili (toe) joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgs vaates, kusjuures eest- ja külgs vaade pole lõpuni joonestatud. Toe projekteerimisel nähtavatele pindadele on kantud punktid  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  ja  $d'$ ).

### Küsimusi ülesande kohta.

1. Missuguste geomeetriliste kehade liitmisel tekib antud detaili kuju? Missugused mõõdud peavad olema neil geomeetrilistel kehal, et moodustada antud detaili kuju?

2. Missugused on detaili gabariitmõõdud?



Joon. 66.

### Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Joonistada ruudulisele paberile detail kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsvaates.

2. Märkida valmis joonisele detaili mõõdud ning leida detaili pindadele kantud punktide kõik projektsioonid.

### Ülesanne 2 (joon. 67).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 67 on toodud detaili (toe) kujutis, mille eestvaade pole lõpuni joonestatud. Projekteerimisel nähtavatele toe pindadele on kantud punktid *A, B, D, E* ja *F* (on antud ainult nende külgsprojektsioonid *a'', b'', c'', d'', e''* ja *f''*). Küsimused ja juhised ülesande täitmise kohta on samad, mis esimese ülesande puhul.

### 4. MUDELI KUJUTAMINE TEMA KIRJELDUSE PÕHJAL.

Märkus. Harjutused koosnevad mudeli tehniliste jooniste ja eskiiside valmistamisest kirjelduse põhjal. Igas alljärgnevas ülesandes on toodud eelnevalt käsitletud mitmesuguste geomeetriliste kehade liitmisel tekkiva mudeli kirjeldus. Mudeli koostisosade ja mudeli enda asend projektsioonipindade, s. t. esi-, põhi- ja külgsprojektsioonipinna suhtes tuleb valida oma äranägemise järgi, kuid võimalikult lihtne. Harjutusülesandeid võib valida järgnevalt toodute hulgast.

#### Ülesanne 1.

*Mudeli kirjeldus.* Mudel koosneb risttahukakujulisest plaadist, mille gabariitmõõdud on  $80 \times 50 \times 20$  mm, ning temaga ühe põhja kaudu külgnevast korrapärasest kuusnurksest prismast, mille tahu laius on 25 mm ja kõrgus 30 mm. Prisma sümmeetriatelg on risti plaadi nende pindadega, mille mõõdud on  $80 \times 50$  mm, ning läbib nimetatud pindade tsentri. Prismat ja plaati läbib silindriline ava läbimõõduga 20 mm, kusjuures ava telg ühtib prisma sümmeetriateljega.

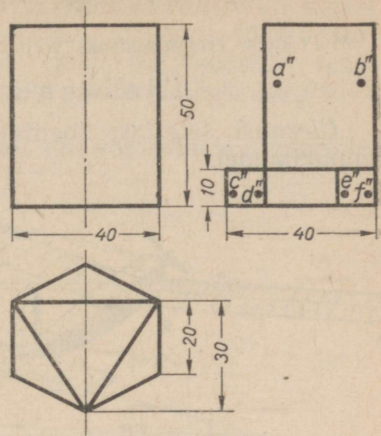
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Valmistada eespool kirjeldatud mudeli tehniline joonis (isomeetria).

2. Valmistada samast mudelist eskiis, kujutades mudelit eest-, pealt- ja külgsuunas ning märkides ära tema mõõdud.

**Ülesanne 2.**

Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb kahest silindrist, mis liituvad põhjade kaudu, kusjuures silindrite teljed ühtivad. Ühe silindri kõrgus on 15 mm ja põhja läbimõõt 50 mm; teise silindri kõrgus on 20 mm ja põhja läbimõõt 80 mm. Mõlemaid silindreid läbib meeterkeermega ava, mille läbimõõt on 24 mm. Ava telg ühtib silindri teljega.



*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha eespool kirjeldatud mudeli tehniline joonis (isomeetria); mudel kujutata asendis, mille juures silindri põhjad on paralleelsed põhiprojektsioonipinnaga.

2. Ehitada samast mudelist isomeetiline kujutis, kusjuures silindrite põhjad olgu asetatud paralleelselt esiprojektsioonipinnaga.

3. Teha samast mudelist joonis kahes vaates ning märkida mõõdud.

Joon. 67.

**Ülesanne 3.**

Mudeli kirjeldus. Käsitletav mudel koosneb korrapärasest kuusnurksest prismast, mille põhiserv on 26 mm ja kõrgus 20 mm, ning kahest silindrist, kusjuures ühe silindri põhja läbimõõt on 35 mm ja kõrgus 20 mm ning teise põhja läbimõõt 30 mm ja kõrgus 60 mm. Prisma põhi liitub lühema silindri ( $\phi$  35 mm) ühe põhjaga, kuna sama silindri teine põhi liitub pikema silindri ( $\phi$  30 mm) ühe põhjaga. Prisma sümmeetriatelg ja silindrite teljed ühtivad. Prismat ja silindreid läbib ava, mille telg ühtib nii prisma kui ka silindrite telgedega; ava läbimõõt on 30 mm.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonis (isomeetiline kujutis) mudelist, mille kirjeldus on toodud eespool.

2. Teha eskiis samast mudelist kahes vaates ning märkida mõõdud.

**Ülesanne 4.**

Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb kolmest silindrist, millede mõõdud on järgmised: esimese silindri kõrgus ja põhja läbimõõt on mõlemad 50 mm, kuna kahe teise silindri kõrgused on 25 mm ja põhjade läbimõõdud 65 mm. 50 mm läbimõõduga silindri põhjadega liituvad silindrite põhjad, millede läbimõõdud on 65 mm, kusjuures kõigi kolme silindri teljed ühtivad. Kõiki silindreid läbib ava, millel on korrapärase kuusnurkse prisma kuju, kusjuures prisma aluse (kuusnurga) külje pikkus on 12 mm. Ava telg ühtib silindrite telgedega.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha eespool kirjeldatud mudelist tehniline joonis (isomeetria). Mudel kujutata asendis, mille juures silindrite põhjad on paralleelsed külgsuunas esiprojektsioonipinnaga.

2. Ehitada samast mudelist isomeetiline kujutis, nii et silindrite põhjad asetseksid paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga.

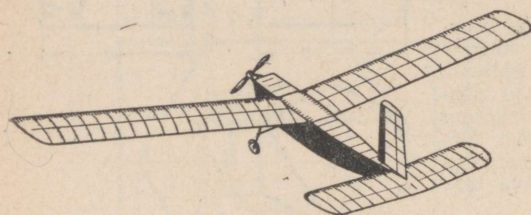
3. Teha samast mudelist joonis kahes vaates ning märkida mõõdud.

## 5. KÕVERJOONTE TOMBAMINE LEKAALI ABIL.

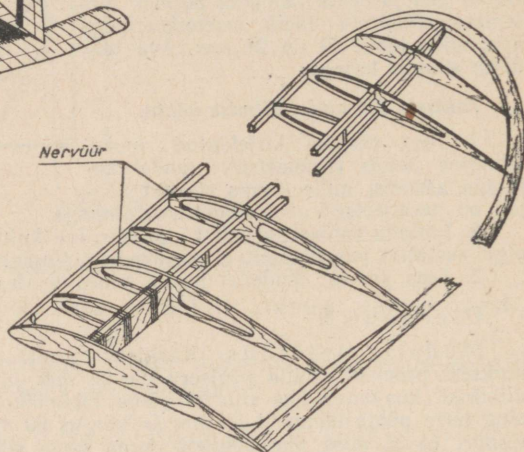
Märkus. Harjutamiseks võib valida ülesandeid järgnevalt toodute hulgast.

### Ülesanne 1 (joonised 68—71).

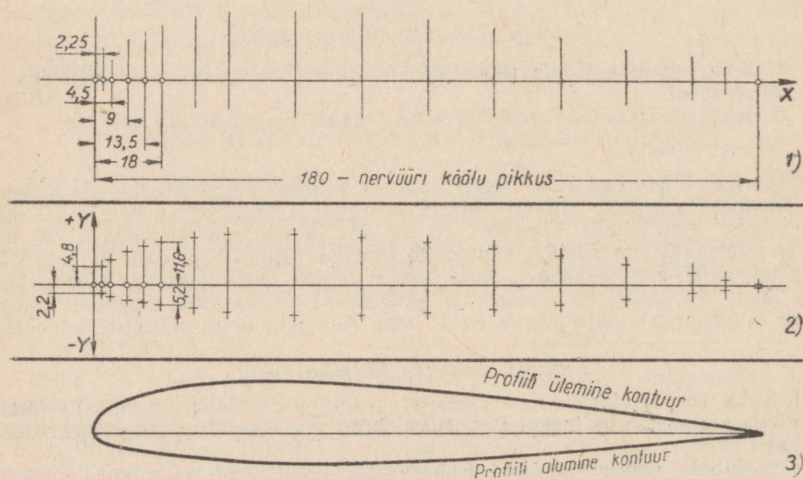
*Ülesande selgitus.* Joonisel 68 on kujutatud raadio abil juhitud lennukimudel.



Joon. 68.



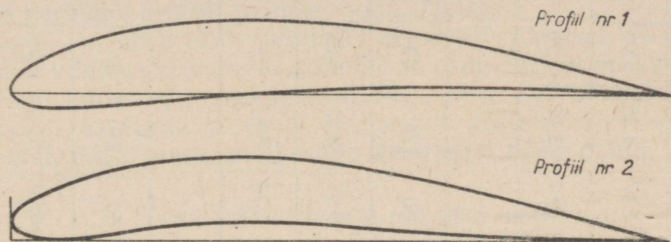
Joon. 69.



Joon. 70.

Lennukimudeli üks tähtsamaid osi on tiib. Tiiva profiili õigest valikust sõltuvad mudeli lennuomadused ja osaliselt ka tiiva vastupidavus. Lennukimudeli tiiva karkass (joon. 69) koosneb reast detailidest, nende hulgas nervüürist, mille profiil määrab kogu tiiva profiili.

Nervüüri profiil joonestatakse lekaali abil vastavatele andmetele.



Joon. 71.

Tabelis 1 on toodud nervüüri ühe profiili mõõdud, kuna joonisel 70 on näidatud tema ehitamise järjekord (joon. 70, a, b ja c).

Nervüüri profiili ehitame järgmiselt:

a) võtame nervüüri kõõlu pikkuseks (joon. 70, a) näiteks 180 mm;

b) rõhtsirgele, mida antud juhul nimetame abstsissstelijeks (või X-teljeks), kanname sirglõigu, mille pikkus on võrdne nervüüri kõõlu valitud pikkusega, s. o. 180 mm. Seejärel lõikame kõõlu järjestikuste ristsirgetega. Ristsirgete vahekauguste suurust näitab meile (protsentides nervüüri kõõlu kogu pikkusest) tabelis 1 toodud ülemine rida «X, %».

Järelikult on need vahekaugused antud näite puhul järgmised:  $1,25\% \times 180 = 2,25$  (mm);  $2,5\% \times 180 = 4,5$  (mm);  $5\% \times 180 = 9$  (mm) jne.;

c) seejärel, kui kogu nervüüri kõõlu pikkus on ära märgitud ja lõigatud ristsirgetega, kanname viimastele sirglõigud, mis määravad nervüüri profiili kontuurjoone (joon. 70, b). Nervüüri profiili ülemist kontuurjoont määravate sirglõikude pikkust näitab meile (protsentides nervüüri kõõlu kogu pikkusest) tabelis 1 toodud keskmine rida «Y<sub>ülem.</sub>, %», kuna sama tabeli alumine rida «Y<sub>alum.</sub>, %» annab sirglõikude pikkusi, mis määravad profiili alumist kontuurjoont.

Esimesele ristsirgele, mis asetseb algpunktist 1,25% nervüüri kõõlu kogupikkuse kaugusel (joon. 70, b), kanname abstsissstelist ülespoole sirglõigu, mida antud juhul nimetatakse ordinaadiks, ning mille pikkus on võrdne 2,67%-ga nervüüri kõõlu kogupikkusest. Kuna meie näite puhul üks protsent nervüüri kõõlu kogupikkusest on 1,8 mm, siis on nimetatud ordinaadi pikkus  $2,67 \cdot 1,8 = 4,806 \approx 4,8$  (mm).

Tabel 1.

$X, \%$	0	1,25	2,5	5,0	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$Y_{\text{ülem.}}, \%$	0	2,67	3,61	4,91	5,80	6,43	7,19	7,50	7,55	7,14	6,41	5,47	4,36	3,08	1,68	0,92	0,13
$Y_{\text{alum.}}, \%$	0	-1,23	-1,71	-2,26	-2,61	-2,92	-3,5	-3,97	-4,46	-4,48	-4,17	-3,67	-3,00	-2,16	-1,23	-0,70	-0,13

Tabel 2.

$X, \%$	0	1,25	2,5	5,0	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$Y_{\text{ülem.}}, \%$	0	2,73	3,8	5,36	6,57	7,58	9,18	10,34	11,65	11,80	11,16	9,95	8,23	6,03	3,33	1,79	0
$Y_{\text{alum.}}, \%$	0	-1,23	-1,64	-1,99	-2,05	-1,99	-1,67	-1,25	-0,38	-0,20	0,55	0,78	0,85	0,73	0,39	0,16	0

Tabel 3.

$X, \%$	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$Y_{\text{ülem.}}, \%$	3,00	5,00	5,78	7,10	8,90	10,45	11,40	12,30	12,20	11,50	10,00	8,00	5,70	3,00	1,52	0,00
$Y_{\text{alum.}}, \%$	3,00	1,18	0,56	0,14	0,30	0,82	1,50	2,50	2,80	2,50	1,80	1,20	0,80	0,40	0,14	0,00

Samal ristsirgel kanname abstsisteljest allapoole ordinaadi, mis on võrdne  $1,23\%$ -ga nervüüri kõõlu kogupikkusest, s. o.  $1,23 \times 1,8 = 2,214 \approx 2,2$  (mm) (tabelis 1 arvu 1,23 ees seisev miinusmärk näitab, et see sirglõik tuleb kanda allapoole).

Samal viisil arvutame ja kanname ülejäänud ristsirgetele ka teisi ordinaate, mis määravad profiili kontuurjoone punkte. Ühendas lekaali abil profiili kontuurjoone punkte sujuva kõverjoonega, saame nervüüri profiili joonise (joon. 70, c).

Sageli esineb profiile, millel erinevalt joonisel 70 kujutatud profiilist viimase alumise kontuurjoone ordinaatidel on kas osaliselt või kõigil mitte miinusmärk, vaid plussmärk. See tähendab, et kontuurjoone vastavad punktid asetsevad abstsisteljest (X-teljest) kõrgemal, mitte madalamal, nagu käsitletud näite puhul.

### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Nervüüri profiili nr. 1 joonise (joon. 71) ja tema mõõtude (tabel 2) põhjal joonestada nervüüri antud profiil. Nervüüri kõõlu pikkus võtta 200 mm.

#### Ülesanne 2 (joon. 71).

*(Vaata selgitust ülesande 1 kohta.)*

Nervüüri profiili nr. 2 joonise (joon. 71) ja tema mõõtude (tabel 3) põhjal joonestada nervüüri antud profiil. Nervüüri kõõlu pikkuseks võtta 170 mm.

Ülesanne 3. Koolipõlle rüüši joonise valmistamine (joonised 72 ja 73).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 72 on toodud koolipõll, kuna joonisel 73 on näidatud sama koolipõlle rüüši joonis. Rüüši külgeõmmeldava külje kontuurjoon ehitatakse, näiteks, mõõtude järgi, mis on (cm-tes) toodud joonisel, ning joonestatakse seejärel lekaali abil.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Teha joonise 73 andmeil mastaabis 1:5 koolipõlle rüüši joonis.

Ülesanne 4. Krae jooniste valmistamine (joon. 74, a ja b).

*Ülesande selgitus.* Õpilaste kleitidele tehakse tavaliselt kahte liiki kraesid: püstkraed ja mahakäänatud kraed.



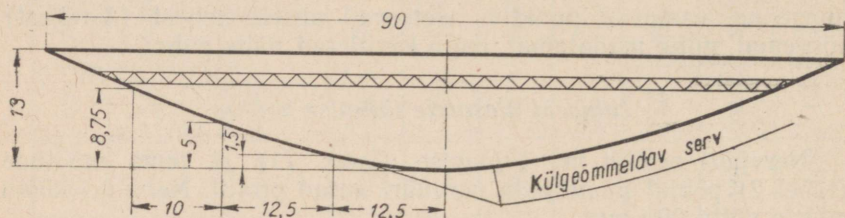
Joon. 72.

Püstkrae joonise valmistamine on näidatud joonisel 74, *a*, mahakäänatud krae oma aga joonisel 74, *b*. Kraede kõverad kontuurjooned joonestatakse lekaali abil.

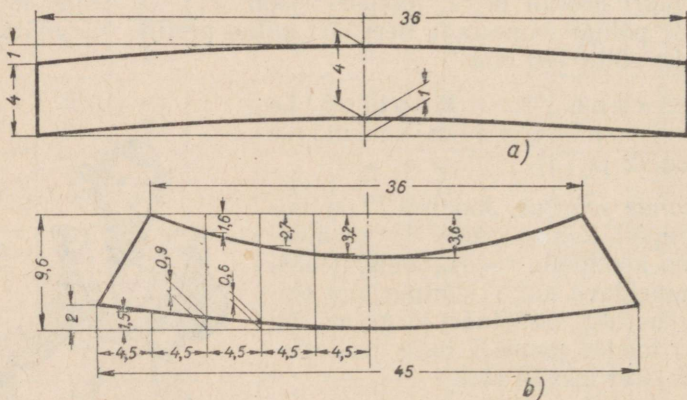
Tuleb arvesse võtta, et krae mõõdud (kaelaava übermõõt, laius jne.) on muutuvad, sest nad sõltuvad kleidi suurusest.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Teha jooniste 74, *a* ja *b* andmeil püstkrae ja mahakäänatud krae joonised mastaabis 1:2.



Joon. 73.

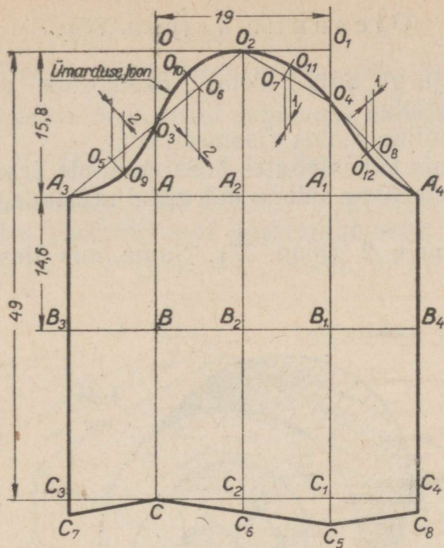


Joon. 74.

Ülesanne 5. Kleidi varruka joonise valmistamine (joon. 75).

Teha joonise 75 andmeil kleidi varruka joonis mastaabis 1:2,5.

Varruka joonise (joon. 75) valmistamiseks joonestada täisnurk tipuga punktis *O*. Varruka laius — lõik  $OO_1$  — on võetud 19 cm, varruka ümarduse kõrgus — lõik  $O_2A_2$  — on võetud 15,8 cm, varruka pikkus — lõik  $OC$  — on võetud 49 cm.



Joon. 75.

Varruka ümarduse keskoht  $OO_2 = \frac{OO_1}{2}$ .

$$AA_3 = AA_2; A_1A_4 = A_1A_2.$$

Varruka ümarduse vormistamine:

$$AO_3 = \frac{OA}{2}; O_1O_4 = \frac{O_1A_1}{3}; A_3O_5 = O_5O_3; O_3O_6 = O_6O_2; O_2O_7 = O_7O_4; O_4O_8 = O_8A_4; O_5O_9 = 2 \text{ cm}; O_6O_{10} = 2 \text{ cm}; O_7O_{11} = 1 \text{ cm}; O_8O_{12} = 1 \text{ cm}.$$

Ühendades punktid  $A_3, O_9, O_{10}, O_2, O_{11}, O_4, O_{12}$  ja  $A_4$  lekaali abil sujuva kõverjoonega, saadakse varruka ümarduse joon.

Külje õmbluste ja alumise osa vormistamine:

$$BB_3 = BB_2; B_1B_4 = B_1B_2; CC_3 = CC_2; C_1C_4 = C_1C_2; C_1C_5 = 3 \text{ cm}; C_3C_7 = C_4C_8 = C_2C_6.$$

Ühendades punktid  $A_3, B_3, C_3, C_7, C, C_6, C_5, C_8, C_4, B_4$  ja  $A_4$  sirgetega, saadakse kleidi varruka joonis.

### III. Tööd.

#### 1. TÖÖ NR. 1.

Märkus. Töö nr. 7 seisab silindri- ja prismakujulisi elemente sisaldavast esemest tehnilise joonise ja eskiisi joonistamises, mille järel eskiisi järgi tuleb valmistada joonis<sup>1</sup>. Töö jaoks vajalikku eeskuju võib valida järgnevalt antud ülesannete hulgast.

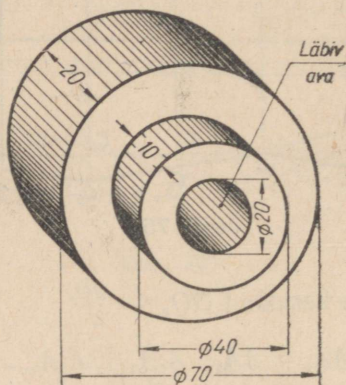
<sup>1</sup> Teatmed mõõduriistade ja mõõtmisvõtete kohta, mida vajatakse mõõtude kandmiseks joonisele, on toodud lk. 247.

## Ülesanne 1 (joon. 76).

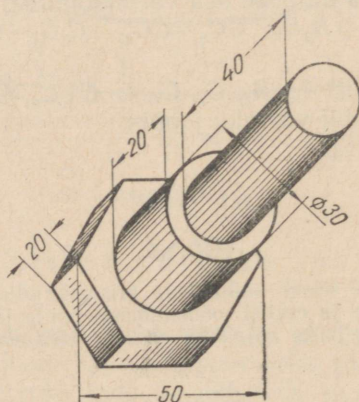
Silmamõõdu järgi antud detaili üksikosade vahelist suurust arvestades valmistada:

- 1) detaili tehniline joonis (isomeetria);
- 2) detaili joonis kahes vaates koos mõõtude äramärgimisega;
- 3) detaili joonis ühes sellele märgitud mõõtudega.

Ülesanne 2 (joon. 77). Sama, mis ülesanne 1.



Joon. 76.



Joon. 77.

## 2. TÖÖ NR. 2.

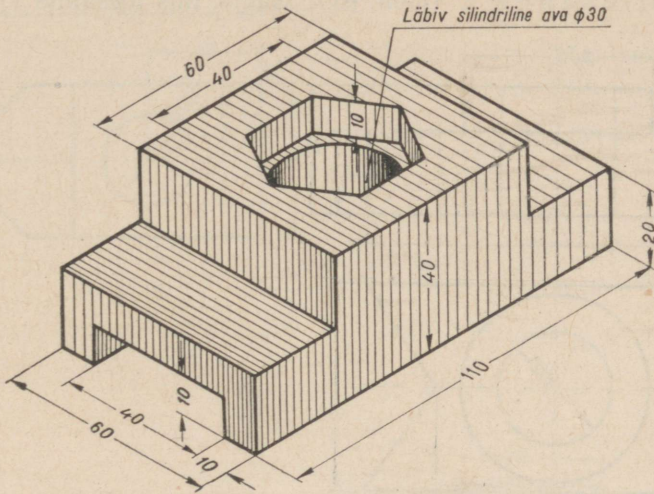
Märkus. Töö nr. 2 seisneb detaili joonise valmistamises detaili näitliku kujutise järgi.

Töö jaoks võib valida mõne detaili järgnevas ülesannetes antud detailide hulgast.

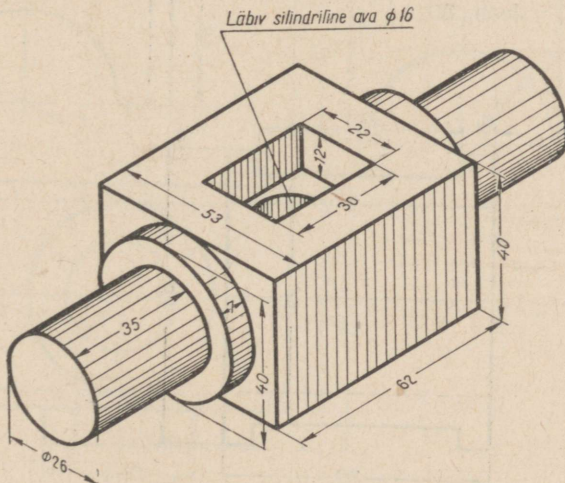
### Ülesanne 1 (joon. 78).

Detaili antud isomeetrilise kujutise järgi teha sama detaili joonis kolmes vaates koos mõõtude äramärgimisega.

Ülesanne 2 (joon. 79). Sama, mis ülesanne 1.



Joon. 78.



Joon. 79.

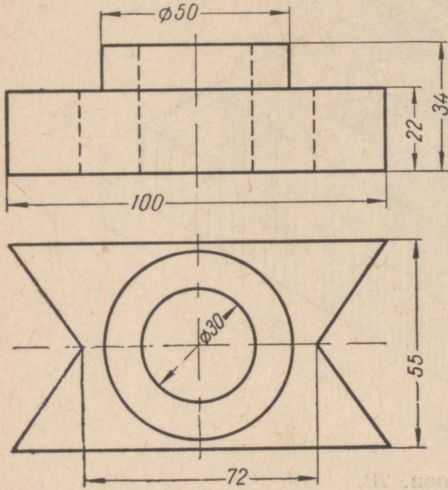
### 3. TÖÖ NR. 3.

Märkus. Töö nr. 3 juures tuleb detaili kahe antud projektsiooni järgi leida tema kolmas projektsioon. Töö jaoks vajalikku eeskuju võib valida järgnevate ülesannete hulgast.

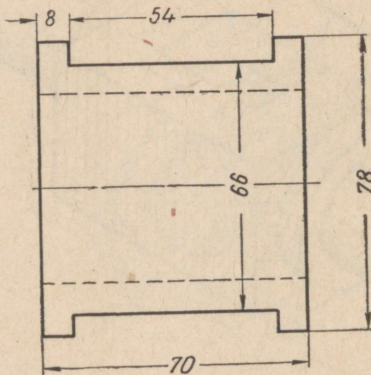
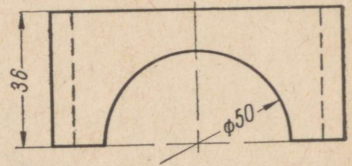
#### Ülesanne 1 (joon. 80).

Detaili kahe antud projektsiooni järgi teha tema joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgvaates ning märkida joonisele detaili mõõdud.

#### Ülesanne 2 (joon. 81). Sama, mis ülesanne 1.



Joon. 80.



Joon. 81.



#### 4. TÖÖ NR. 4.

Märkus. Töö nr. 4 seisneb detaili tehnilise joonise valmistamises tema ortogonaalprojektsioonis antud joonise järgi. Harjutustööks võib valida ühe järgneva ülesande.

#### Ülesanne 1 (joonis 80).

Antud projektsioonide järgi teha isomeetriline kujutis samast detailist.

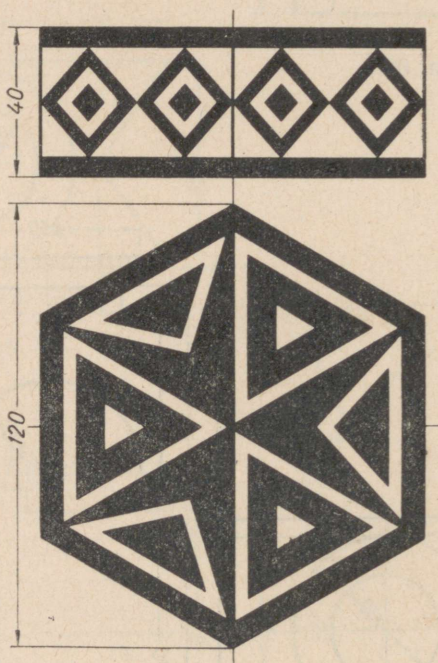
Ülesanne 2 (joon. 81). Sama, mis ülesanne 1.

Ülesanne 3 (joon. 82). Sama, mis ülesanne 1.

Ülesanne 4 (joon. 83). Sama, mis ülesanne 1.

Ülesanne 5 (joon. 84).

Mustriega kaunistatud laeka kahe antud ortogonaalprojektsiooni järgi teha sama laeka isomeetriline joonis.



Joon. 84.

## II peatükk.

### RISTLÕIKED JA LÕIKED.

#### I. Ristlõiked.

**Ristlõike mõiste.** Joonisel 85 on kujutatud isomeetrias kaks prussi, milledest üks prismakujuline (joon. 85, *a*) ja teine silindrikujuline (joon. 85, *b*). Prismakujulise prussi külgtahkude laius on 80 mm, kuna silindrikujulise prussi otspinna läbimõõt on 80 mm.

Prusse lõikab tasapind, mis prismakujulisel prussil on risti tema külgtahkudega, silindrikujulisel aga risti tema pikiteljega.

Prusside ülalkirjeldatud lõikamise tagajärjel tekivad lõikaval tasapinnal (lõiketasapinnal) tasapinnalised kujundid. Prismakujulisel prussil on see ruut, silindrikujulisel aga ring.

Niisugusel lõikamisel nimetatakse lõiketasapinnal saadavat eseme (detaili, toote) tasapinnalist kujundit ristlõikeks.

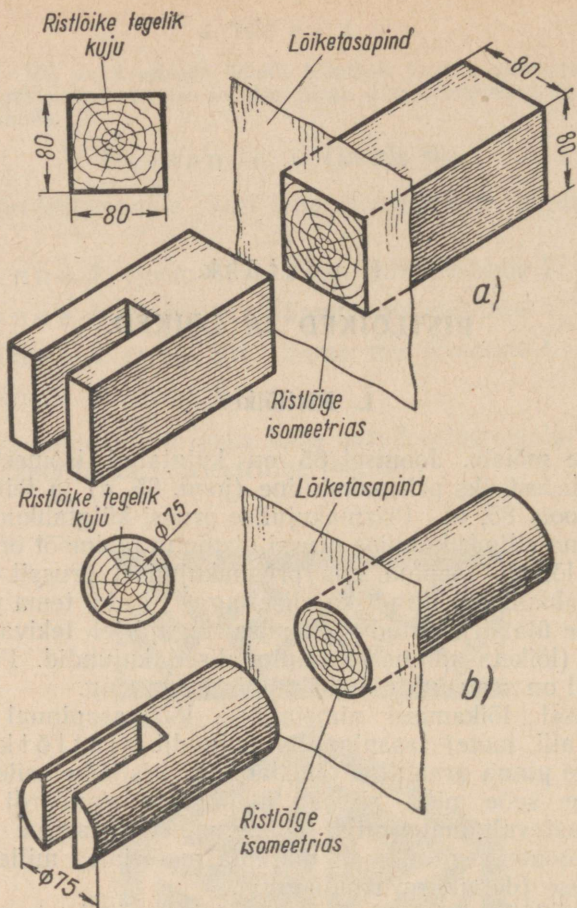
**Ristlõike pinna graafiline tähistamine.** Ristlõike esiletõstmiseks tähistatakse selle pind riikliku üleliidulise standardi (ГОСТ-и) kohaselt vastavalt materjalile. Niisugune tähistamine võimaldab (kuigi üldjoontes) graafiliselt märkida materjale, millest joonisel kujutatud ese (detail) on valmistatud.

Puidu ristlõike märkimiseks kasutatakse näiteks joonistel 85, *a* ja *b* ning 86, *a* näidatud tähistust, pikilõike märkimiseks aga joonisel 86, *b* näidatud tähistust. Niisugune puidu lõikepinna tähistus tehakse vaba käega.

Teiste materjalide märkimiseks tuleb kasutada joonisel 86, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* ja *h* toodud tähistusi.

«Tellise» ja «metalli» tüüpi materjali tähistus koosneb rööpsirgetest, mis on tõmmatud 45° nurga all telgjoone või alusena kasutatava kontuurjoone suhtes.

Tähistusjooned võivad olla kas parempoolse või vasakpoolse kaldega, kuid ühe ja sama eseme (detaili) juurde kuuluvad ristlõiked peavad olema kallutatud ühes suunas. «Metalli» tüüpi tähistusjoonte vahekaugus peab olema 1 kuni 4 mm piirides, sõltuvalt tähistatava pinna suuruselt. Tähistusjoonte valitud vahekaugus peab olema ühe ja sama eseme (detaili) kõikide ristlõigete puhul võrdne.



Joon. 85.

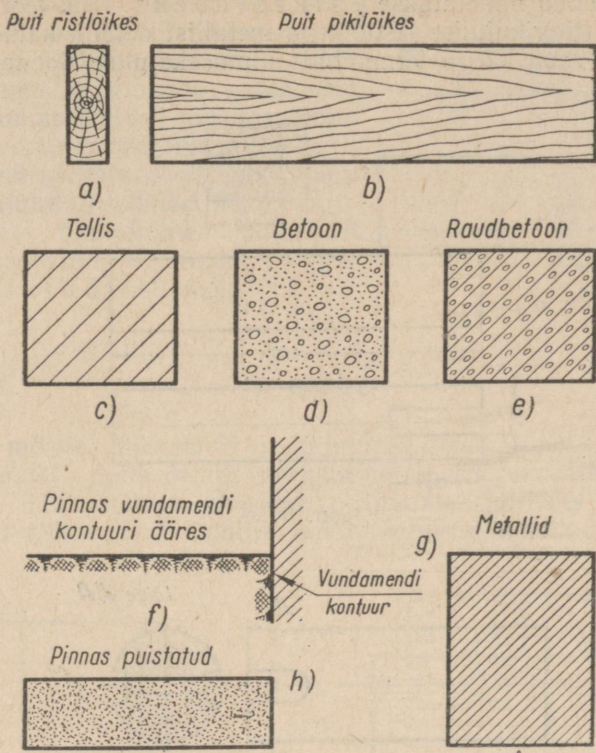
**Ristlõigete asetus ja tähistamine.** Ristlõiked võivad joonisel asetseda kas sees- või väljaspool projektsiooni kontuurjooni. Ristlõikeid, mis asetsevad väljaspool projektsiooni kontuurjooni, nimetatakse väljajoonestatud ristlõigeteks, projektsiooni kontuurjoontes asetsevaid aga pealejoonestatud ristlõigeteks.

Väljajoonestatud ristlõiget võib joonisel paigutada:

- a) lõiketaspinna jälje pikendusele;
- b) projektsioonilises seoses vaatega;
- c) joonise meelevaldselt valitud kohale.

Selgitame seda järgmiste näidete varal.

**Näide 1.** Joonisel 87 on kujutatud puidust pruss kahes vaates: eest- ja pealtvaates, ning toodud tema ristlõige. Lõiketaspinna suund on näidatud pealtvaatel kriips-punktjoonega, mis on tõmma-



Joon. 86.

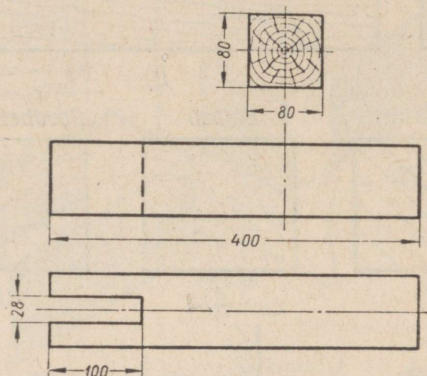
tud telgjoone jämeduses. Ristlõike suunda näitavat kriips-punktjoont nimetatakse lõiketapinna jäljeks. Väljajoonestatud ristlõige asetseb selle jälje pikendusel.

Näide 2. Joonisel 88 on näidatud väljajoonestatud ristlõige, mis asetseb joonisel projektsioonilises seoses vaatega.

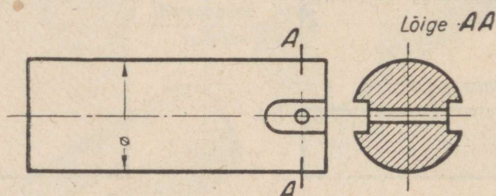
Näide 3. Joonistel 89, a, b ja c on näidatud väljajoonestatud ristlõiked, mis on paigutatud joonise vabale pinnale, s. t. detaili joonise meelevaldsele kohale. Siinjuures tuleb pöörata tähelepanu järgmisele sel viisil paigutatud ristlõike tähistamise erisusele. Juhul, kui ristlõige asetseb sümmeetriliselt lõiketapinna jälje suhtes, tuleb viimane, nagu see on näidatud joonisel 89, a ja b, tähistada kriipsude ja tähtedega, ristlõige ise aga pealkirjaga, näiteks «Lõige AA». Asetseb ristlõige aga ebasümmeetriliselt lõiketapinna jälje suhtes (joonis 89, c), siis tuleb lisaks eespool nimetatud tähistustele näidata ka ristlõike projekteerimise suund lõikejoonel nooltega.

Paneme tähele, et joonisel 89 on kõigi kolme näite puhul detaili projektsiooni pikkuse vähendamiseks kasutatud tinglikku kujuta-

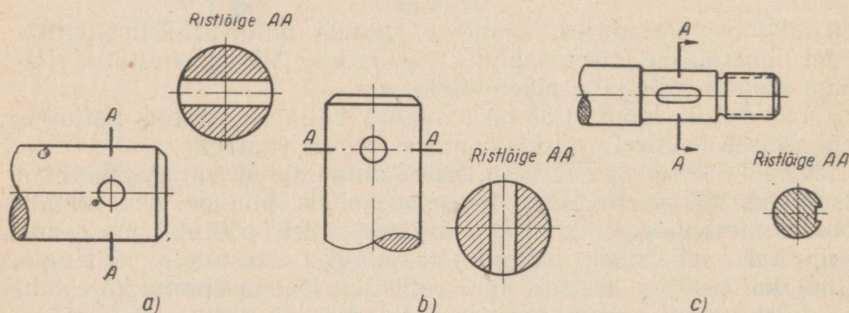
mise viisi, mida nimetatakse katkestuseks (ehk teoreetiliseks murdeks). Ringikujulise ristlõikega metallist detaili katkestusjoon märgitakse vaba käega tõmmatud silmusekujulise joonega, mille



Joon. 87.



Joon. 88.



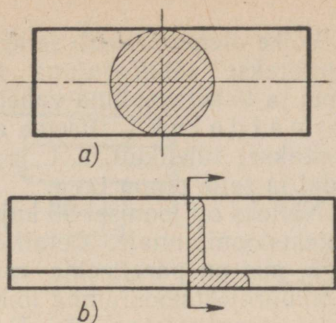
Joon. 89.

jämedus on  $\frac{1}{2}$  kuni  $\frac{1}{3}$  samal joonisel esineva kontuurjoone jämedusest.

Pealejoonestatud ristlõiked peavad ühtima vastava vaatega (joon. 90, a ja b), nad joonestatakse peene täisjoonega, mille jämedus on ligikaudu  $\frac{1}{4}$  nähtava kontuurjoone jämedusest, ning viiru-

tatakse. Vaate (projektsiooni) kontuurjooned jäävad lõikumisel pealejoonestatud ristlõike kontuurjoontega katkestamata. Ristlõigete puhul, mis on ebasümmeetrilised lõiketasapinna jälje suhtes, tuleb ristlõike projekteerimise suund näidata noolte abil, nagu see on kujutatud joonisel 90, b.

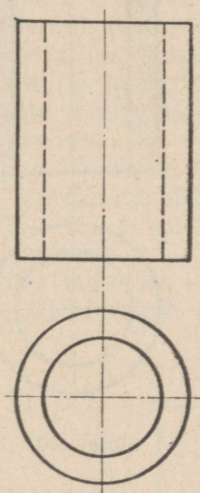
Riiklik üleliiduline standard (ГОСТ) soovib kasutada välja-joonestatud ristlõikeid.



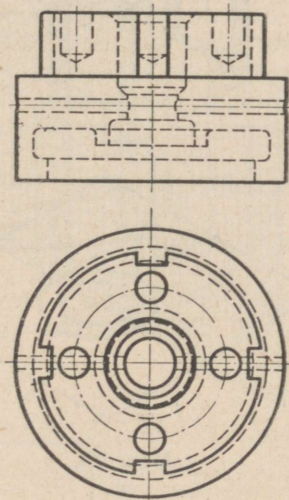
Joon. 90.

## II. Lõiked.

**Lõike mõiste.** Joonisel 91 on kujutatud detail kahes vaates: eest- ja pealtvaatel. Selle detaili sisekontuur on kergesti ettekujutatav: väiksema läbimõõduga ringjoon pealtvaatel ja kaks kriipsjoont eestvaatel näitavad, et detailil on läbiulatuv silindriline ava.



Joon. 91.



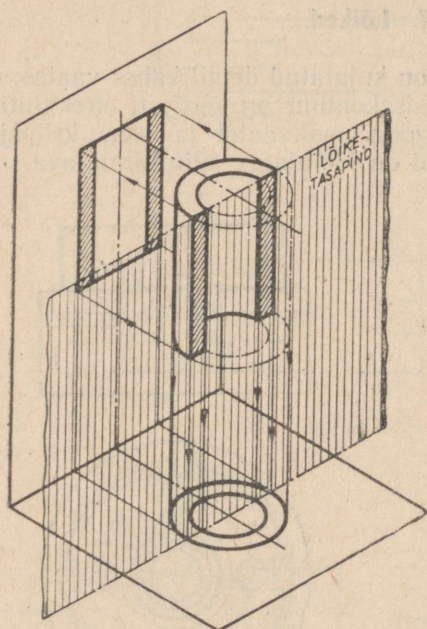
Joon. 92.

Joonisel 92 kujutatud detaili sisekontuuri on juba raskem ette kujutada, sest mõlemate vaadete nähtavate ja nähtamatute kontuurjoonte rohkus raskendab joonise lugemist.

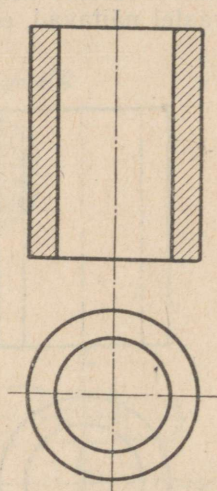
Selleks, et joonisel näitlikumalt kujutada mingi eseme (detaili või detailide kogumiku) sisekontuuri, kasutatakse tinglikku kujutamist, mida nimetatakse lõikeks.

Lõike olemus seisab selles, et ese (detail või detailide kogumik) kujutatakse läbilõigatuna tasapinnaga, kusjuures projekteerija silma ja lõiketasapinna vahel asuv osa loetakse tinglikult kõrvaldatuks. Esemel allesjääv osa aga kujutatakse (projekteeritakse) täielikult, s. t. joonestatakse kõik, mis asub lõikepinnal endal ja selle pinna taga.

Näiteks on joonisel 93 kujutatud detaili lõike projekteerimist esiprojektsioonipinnale. Detail on tinglikult läbi lõigatud püsttasapinnaga, mis on paralleelne esiprojektsioonipinnaga. Lõiketasapinna ja põhiprojektsioonipinna lõikejoon, s. t. lõiketasapinna jälg, ühtib projektsiooni telgjoonega. Detaili see osa, mis asetseb projekteerija silma ja lõiketasapinna vahel, on tinglikult kõrvaldatud (joonisel 93



Joon. 93.

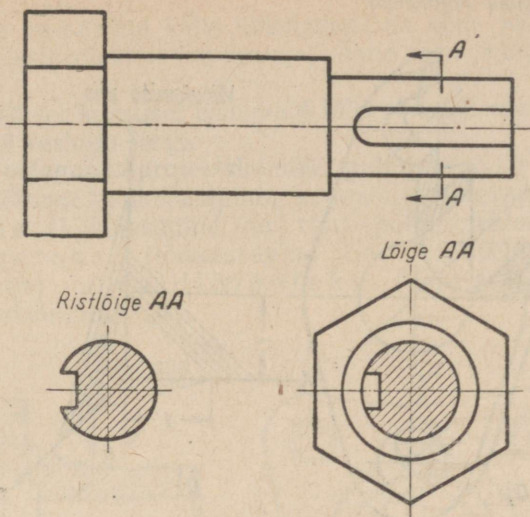


Joon. 94.

on kõrvaldatud osa näitlikkuse suurendamise mõttes kujutatud kriips-punktjoontega).

Detaili allesjääv osa on projekteeritud esiprojektsioonipinnale täielikult, s. t. ei ole projekteeritud ainult see, mis asetseb lõikepinnas, vaid ka see, mis asetseb selle pinna taga.

Joonisel 94 on toodud sama detaili joonis — lõige ja põhijoonis, kusjuures samuti nagu eelmise näite puhul (joon. 93), on lõikel kujutatud mitte ainult lõiketasapinnas asetsev osa detailist, vaid ka selle pinna taga asetsev osa.

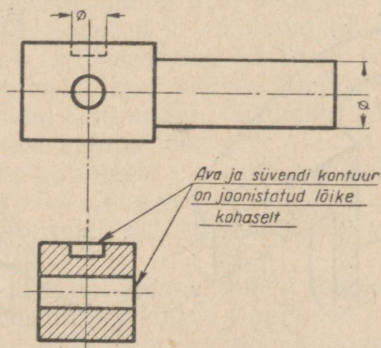


Joon. 95.

Järelikult, erinevalt ristlõikest (joon. 95), nimetatakse lõikeks eseme (detaili, toote) niisugust tinglikku kujutist, mille projektee-rija silma ja lõiketasapinna vahel olev esemeosa on tinglikult kõrvaldatud ning joonestatud on mitte ainult lõiketasapinnas olev (s. t. mitte ainult ristlõige), vaid ka see detaili osa, mis asetseb selle pinna taga.

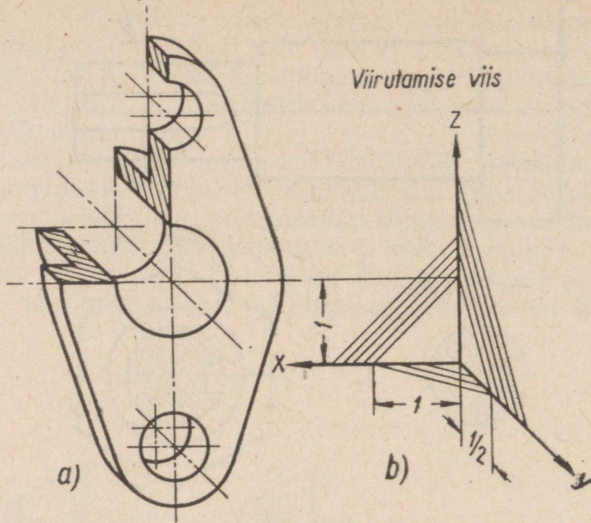
Üksikul juhudel tuleb aga ristlõige joonestada lõike kohaselt. Näiteks kui lõiketasapinda satub ava (joon. 89, *a* ja *b*) või süvend (joon. 96), siis tuleb ka ava või süvendi kontuur lõike kohaselt välja joonestada.

**Näitlike kujutiste lõiked.** Lõiked kabinetprojektsioonis. Et näitlikult kujutada lõikega eset (detaili), tuleb kõige-



Joon. 96.

Detaili kujutamine



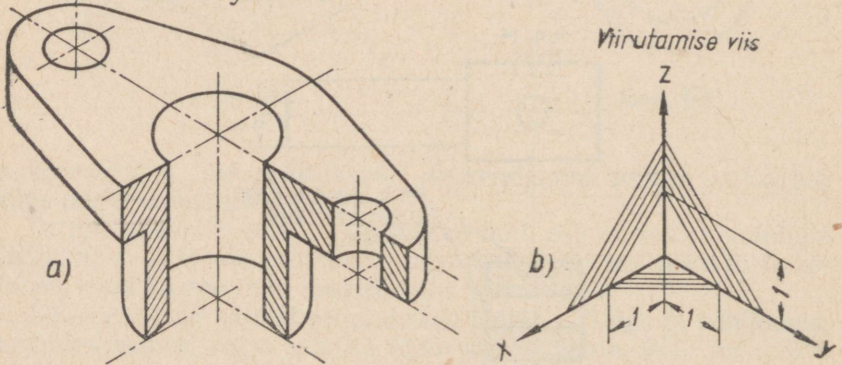
Joon. 97.

pealt kindlaks teha, mitme ja missuguste lõiketasapindadega on kõige otstarbekohasem joonestada lõiget. Näiteks joonisel 97, *a* on toodud lõikes kujutatud detaili (ääriku) kabinetprojektsioon, detaili lõige on valmistatud kahe lõiketasapinna abil, milledest üks on paralleelne külgsprojektsioonipinnaga (püsttasapind), teine aga paralleelne põhiprojektsioonipinnaga (rõhttasapind).

Kabinetprojektsioonis esinevaid lõikeid tuleb viirutada joonisel 97, *b* toodud eeskuju järgi.

Lõiked isomeetrias. Joonisel 98, *a* on kujutatud eelmises näites käsitletud lõikega detail (äärrik) (joon. 97, *a*) isomeetrias.

Detaili kujutamine

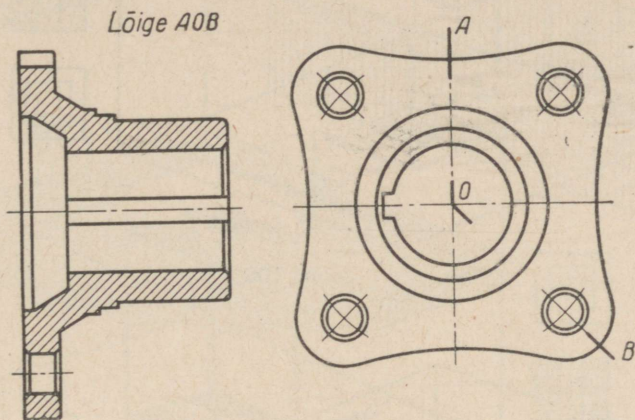


Joon. 98.

Antud lõige on saadud kahe lõiketasapinna abil, milledest üks on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, teine aga külprojektsioonipinnaga.

Isomeetrisel kujutisel esinevaid lõikeid tuleb viirutada joonisel 98, *b* toodud eeskjuu järgi.

**Lõiked ortogonaalprojektsioonide puhul.** Lõigete nimetused. Sõltuvalt lõiketasapinna suunast jagunevad lõiked püstlõigeteks (lõiketasapind on risti põhiprojektsioonipinnaga), rõhtlõigeteks (lõiketasapind on paralleelne põhiprojektsioonipinnaga) ja kaldlõigeteks (lõiketasapind on kaldu põhiprojektsioonipinnaga).



Joon. 99.

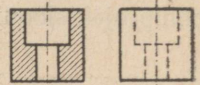
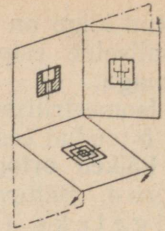
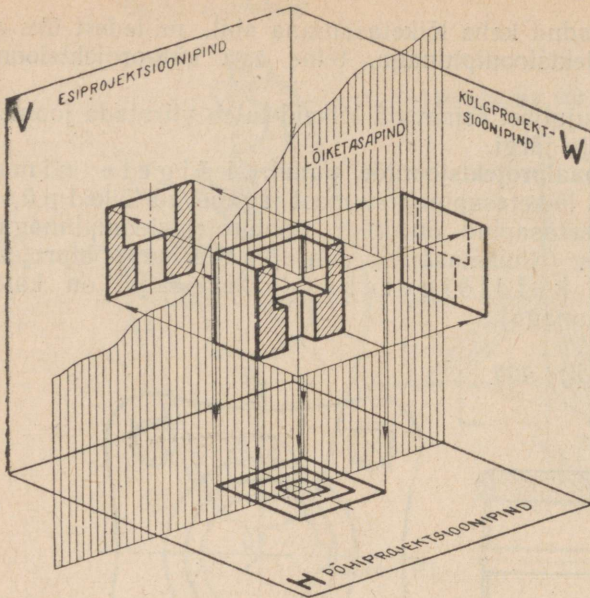
Sõltuvalt lõiketasapindade arvust, millede abil saadakse antud lõige, jagunevad lõiked ühe pinnalisteks lõigeteks, mis saadakse ühe lõiketasapinna abil (nagu näiteks joonistel 93 ja 94), ning mitmepinnalisteks lõigeteks, mis saadakse kahe ja enama lõiketasapinna abil ning mis on ühitatud joonise tasapinnal. Näiteks joonisel 99 näidatud liitlõige on saadud kahe lõiketasapinna abil, milledest üks (*AO*) on risti, teine (*OB*) aga kaldu põhiprojektsioonipinna suhtes. Seejuures on kaldlõike pind (*OB*) pööratud kuni ühtimiseni püstlõike pinnaga, et sel viisil saada moonutamata kujutis lõikest.

Eespool nimetatud lõigete nimetusi joonisele ei kirjutata.

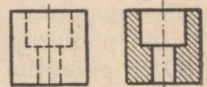
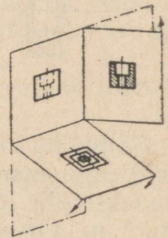
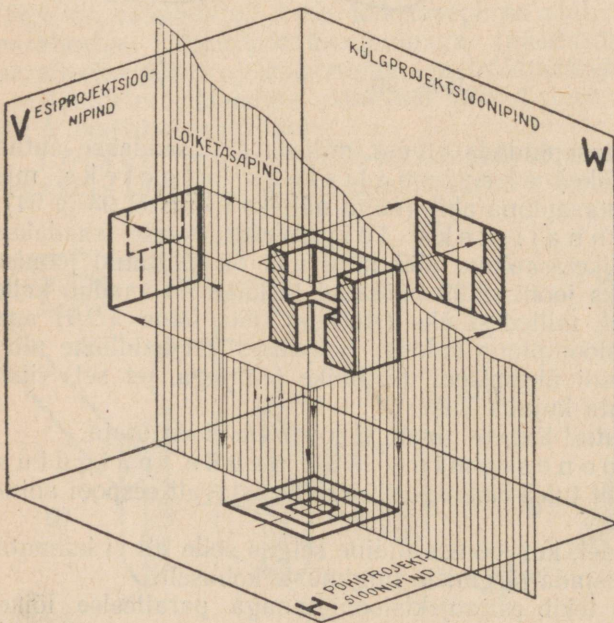
Lõigete joonestamine ja nende paigutus. Lõike joonestamisel tuleb ristlõige viirutada vastavalt eespool antud juhistele.

Kõikidel juhtudel, kui joonise üldine selgus selle all ei kannata, tuleb lõikeid joonestada järgmiste tingimuste kohaselt.

Püstlõige, mis tekib esiprojektsioonipinnaga paralleelse lõiketasapinna abil, tuleb joonestada peavaate (s. t. eestvaate) kohale (või selle kõrvale) (joon. 100).



Joon. 100.

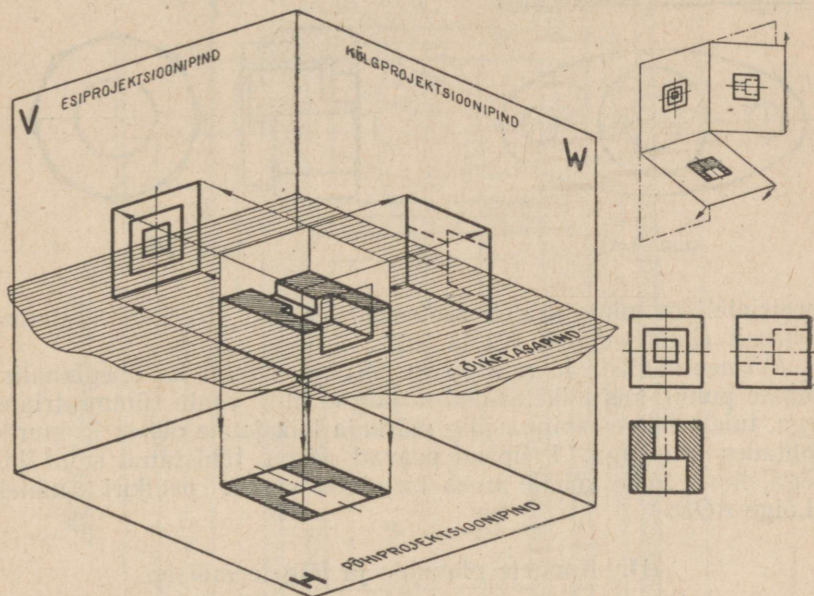


Joon. 101.

Püstlõige, mis tekib esiprojektsioonipinnaga risti ja järelkult külprojektsioonipinnaga paralleelse lõiketasapinna abil (joon. 101), tuleb joonestada külgsaate kohale.

Rõhtlõige tuleb joonestada pealtvaate kohale (joon. 102).

Poolvaate ja poollõike ühendamine. Kui joonestatav detail projekteerub sümmeetrilise kujundina, siis on lubatud tema üht poolt joonestada vaates ja teist poolt lõikes (näiteks pool pealtvaadet või pool eestvaadet või pool külgsaadet).



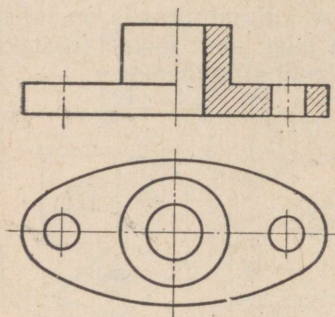
Joon. 102.

Poole eestvaate ja poole püstlõike ühendamise näide on toodud joonisel 103.

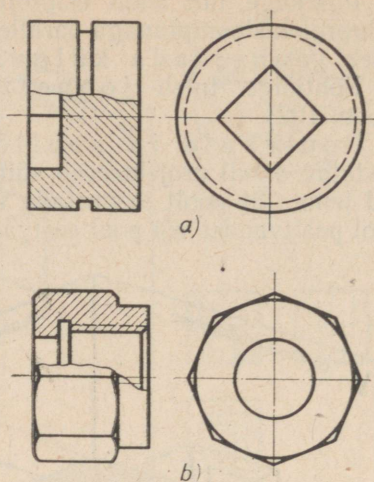
Poolvaate ühendamisel poollõikega on soovitatav viimast joonestada püstteljest paremale, nagu see on näidatud joonisel 103, või rõhtteljest alla, kusjuures poolvaatel nähtamatut kontuuri tavaliselt ei kujutata.

Poolvaate ja poollõike piirjooneks peab olema telgjoon. Juhul, kui see võib põhjustada ebaselgust, tuleb toimida nii, nagu on näidatud joonisel 104 *a* ja *b*, kus vaates antud osa on lõikest eraldatud peene lainelise pideva joonega, nn. vabakäejoonega, mille jämedus on  $\frac{1}{2}$  kuni  $\frac{1}{3}$  nähtava kontuurjoone jämedusest. (Seda joont nimetatakse ka kohtlõikejooneks.)

Lõigete tähistamine. Ühepinnalisi lõikeid ei tähistata joonistel nendel juhtudel, kui lõiketasapinna jälg ühtib vaate süm-



Joon. 103.



Joon. 104.

meetriateljega ning vaated asetsevad eespool toodud tingimuste kohaselt (joonised 100, 101 ja 102).

Mittepinnaliste lõigete (joon. 99) ja samuti ka ühepinnaliste lõigete puhul, kus lõiketasapinna jälg ei ühti vaate sümmeetriateljega, tuleb lõiketasapinna jälg märkida lõikejoone otstes ja murdekohtades kriipsuga. Kriipsud peavad olema tähistatud suurtähtedega, kuna lõike kohale tuleb kirjutada vastav pealkiri (näiteks «Lõige AOB»).

### III. Hoonete plaanide ja lõigete mõiste.

**Ehitusalaste jooniste liigid.** Ehitusalaseid jooniseid võib sõltuvalt nende ülesandest jagada kahte pealiiki:

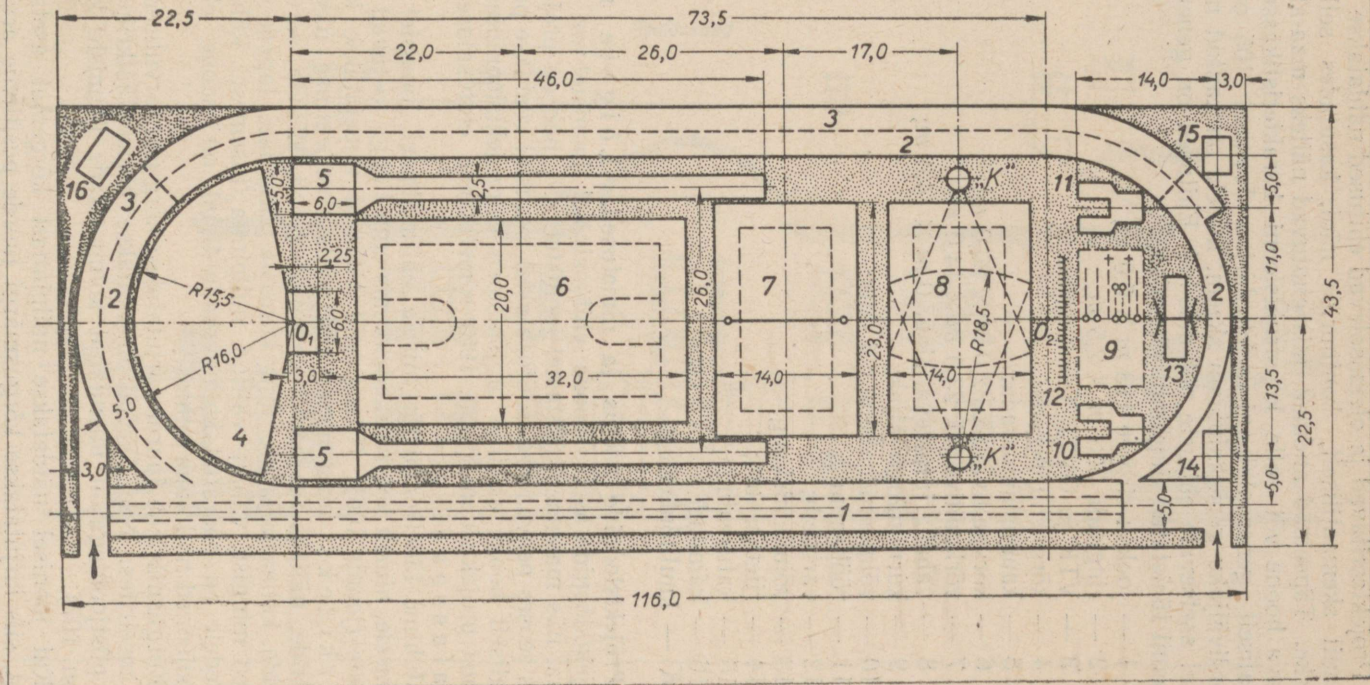
a) arhitektuur-ehituslikud joonised, mis on ette nähtud tsiviil- ja tööstuslike ehituste püstitamiseks (näiteks elamud, koolid, teatrid, klubid, haiglad, vabrikud, tehased jne.);

b) insener-ehituslikud joonised, mis on ette nähtud raudteede, sildade, maanteede, kanalite, paisude ja teiste selliste ehituste püstitamiseks.

Selleks, et püstitada mingisugust ehitust, tuleb eelnevalt välja töötada selle ehituse projekt. Ehituse projektiks nimetatakse tehniliste dokumentide komplekti (terviklikku kogumikku), mis sisaldab kõiki vajalikke andmeid ehitustööde läbiviimiseks.

Ehitusprojekti üheks koostisosaks on generaalplaani. Generaalplaani nimetatakse hoonestatava maa-ala plaani ühes sellele kantud maa-ala piiridega. Generaalplaani näidatakse ehituste asetus maa-alal, haljasalade paigutus, maa-ala asend ilma kaartide (põhi, lõuna) suhtes jne.

GENERAALPLAAN



Joon. 105.

Projekteeritavad ja olemasolevad ehitused näidatakse generaalplaani skemaatilisel, kontuuride näol, kasutades selleks tingimärke. Täpsemad andmed, mis puutuvad näiteks maa-alale püstitatava hoone või selle konstruktsiooni karakteristikasse, antakse tavaliselt generaalplaani seletuskirjas. Joonisel 105 on toodud spordiväljaku generaalplaani skeem, millele on kantud maa-ala ja sellel asetsevate ehituste põhimõõdud. Ehitused on generaalplaani skeemil tähistatud tinglikult järgmiselt.

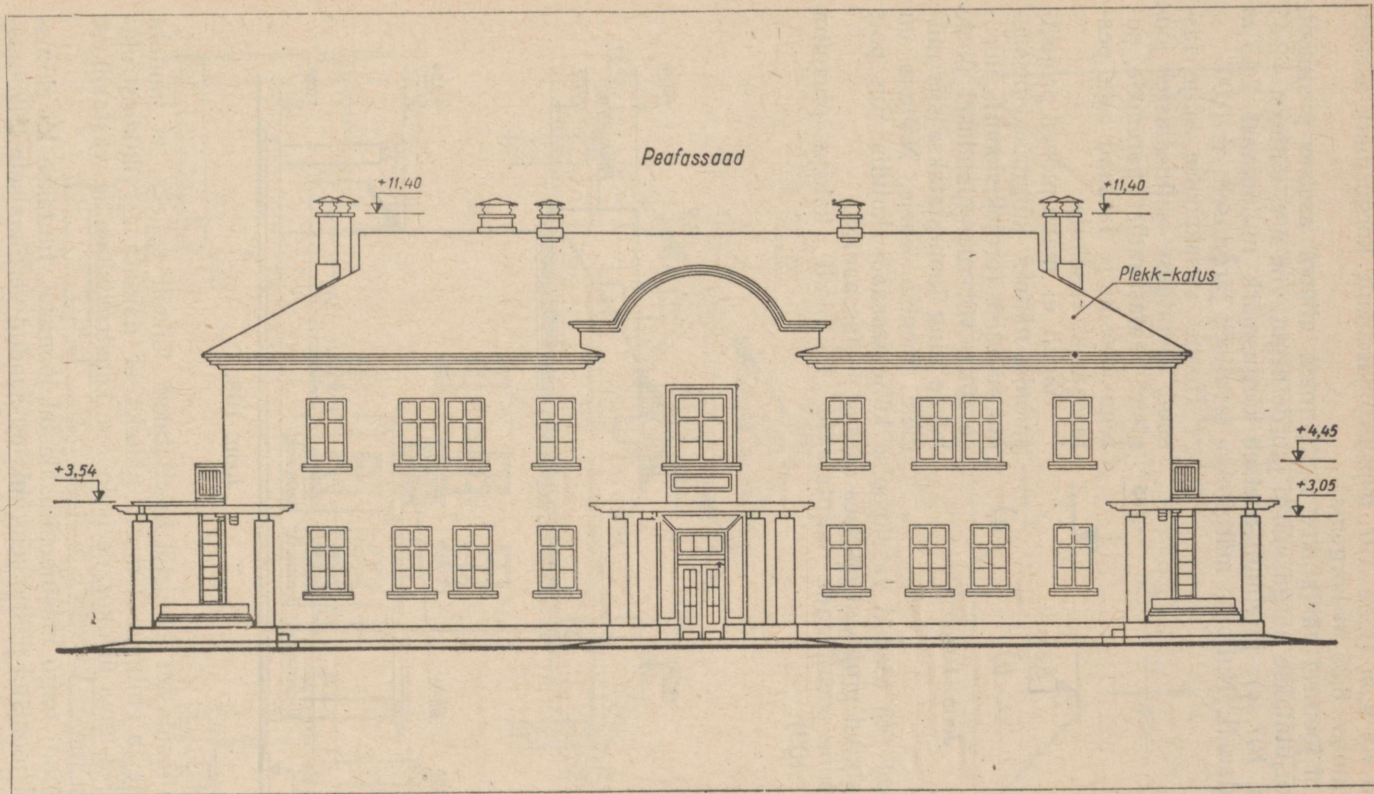
- 1 — jooksu sirgtee  $113\text{ m} \times 5,0\text{ m}$ ;
- 2 — ringrada  $300\text{ m} \times 2,5\text{ m}$ ;
- 3 — VTK ja OVTK takistusriba;
- 4 — kõrgushüpperada;
- 5 — kaugushüpperada;
- 6 — korvpalliväljak  $32,0\text{ m} \times 20,0\text{ m}$ ;
- 7 — võrkpalliväljak  $23,0\text{ m} \times 14,0\text{ m}$ ;
- 8 — vabaharjutusteväljak  $23,0\text{ m} \times 14,0\text{ m}$ ;
- 9 — kurnimänguväljak;
- 10 — võimlemishobune või -kits;
- 11 — rööbaspuud;
- 12 — varbsein;
- 13 — võimlemiskang;
- 14 — riietusruum;
- 15 — katusealune;
- 16 — käimlad;
- K — kuulitõukering.

**Projektsioonide asetus ja nimetused.** Lõigete mõiste. Projektsioonide asetus hoone ehitusalastel joonistel on põhiliselt sama, mis masinaehitusosalastel joonistel, s. t. nad on projektsioonilises seoses peavaatega. Ehitusalastel joonistel võetakse peavaateks tavaliselt hoone esikülje projektsioon esiprojektsioonipinnale; niisugust projektsiooni (joon. 106) nimetatakse ehitusalasel joonisel *p e a f a s s a a d i k s*.

Juhime tähelepanu järgmisele ehitusalastel joonistel esinevale erisusele, nimelt kolmnurkadele, mis oma tipuga toetuvad rõhtkriipsudele (joonis 106). Niisuguseid tähiseid nimetatakse *k õ r g u s m ä r k i d e k s* ning nende abil näidatakse ehituse üksikute elementide, näiteks fassaadi elementide (sokli, akende servade, karniiside, katuseharja jne. ning korruste põrandate, lagede jne.) kõrgused mingist, vabalt valitud nullpinna tasemest. Rõhtkriipsud, millele on pööratud kolmnurkade tipud, on hoone elementide nivoojooned nullpinna suhtes.

Kõrgusmärkide juurde kirjutatakse kõrguste arvulised väärtused meetrites. Need arvud kirjutatakse horisontaalkriipsukestele, mis püstjoontega on ühendatud kolmnurkade ülemiste külgedega (joon. 107).

Kui joonisel näidatakse nullpinnast kõrgemal asetsev püstmõõt, siis kirjutatakse kõrgusmärgi juurde positiivne arv, näiteks



Joon. 106.

+8,35 või 8,35 (joon. 107, *a* ja *b*); järelikult kõrgusmärk asetseb nullpinnast 8,35 *m* kõrgemal.

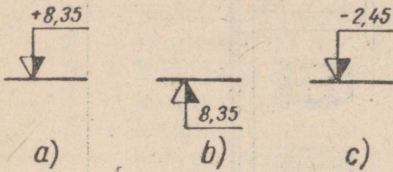
Kui joonisel näidatakse nullpinnast allpool asetsev püstmõõt, siis kirjutatakse kõrgusmärgi juurde negatiivne arv, näiteks -2,45 (joon. 107, *c*); järelikult asetseb kõrgusmärk nullpinnast 2,45 *m* madalamal. Nullpind märgitakse tavaliselt järgmiselt:  $\pm 0,00$ .

Hoone vasakpoolse külje fassaad asetatakse ehitusalastel joonistel peafassaadist paremale, parempoolse külje fassaad aga peafassaadist vasakule.

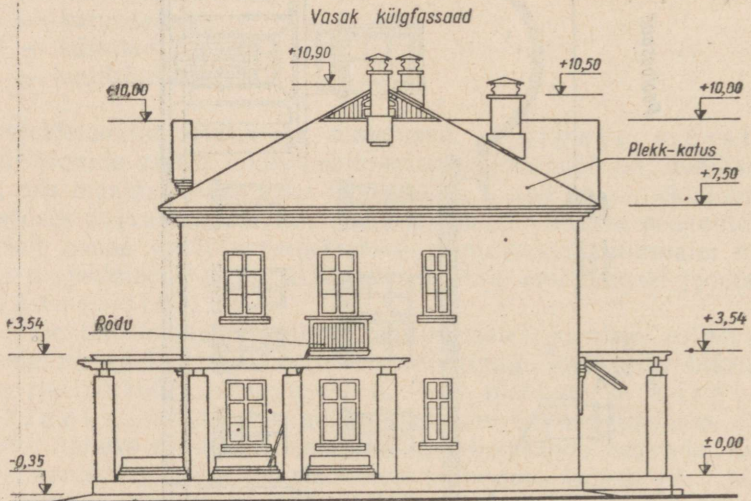
Sageli ei mahu mõned projektsioonid, näiteks külgmised fassaadid, kujutise (projektsiooni) suuruse tõttu või ruumipuudusel ühele lehele ning joonestatakse siis mitmele joonise lehele. Näitena on

joonisel 108 toodud vasakpoolse külje fassaadi kujutis, mis pole joonestatud projektsioonilises seoses peafassaadiga.

Hoone pealtvaade kujutatakse harilikult katuse plaanina (joon. 109).



Joon. 107.

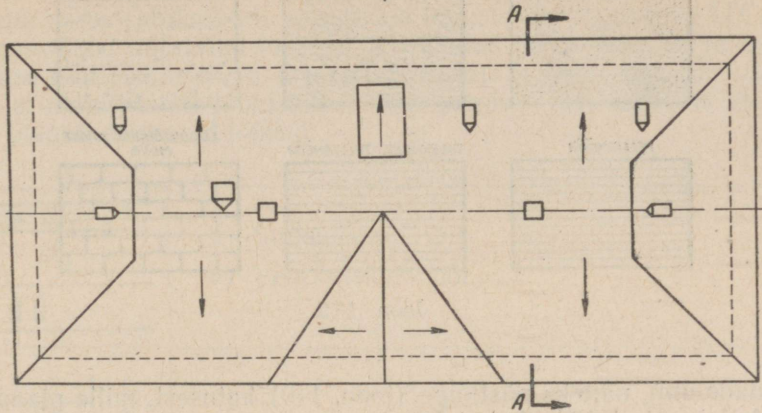


Joon. 108.

Ehitusalastel joonistel kasutatakse lõikeid selleks, et näidata hoonete ja ehituste olemust, näiteks, et näidata tervik-konstruktsiooni ja tema üksikosade iseloomu, konstruktsioonide vastastikust asetust jne.

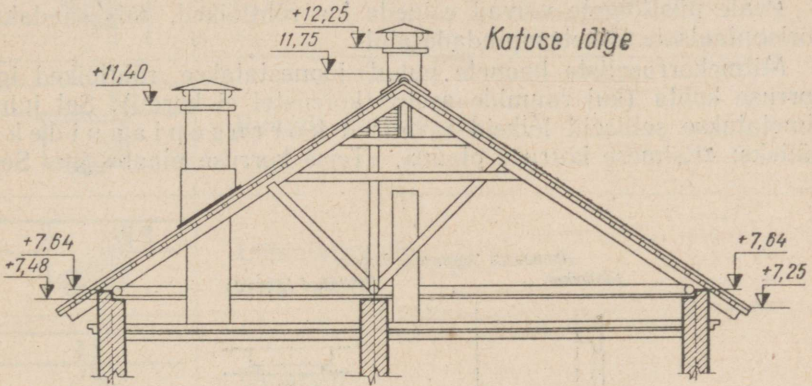
Samuti nagu masinaehitusalastel joonistel, tuntakse ka ehitusalastel joonistel püstmõõte, mis on saadud vertikaalsete lõiketasa-

Katuse plaan



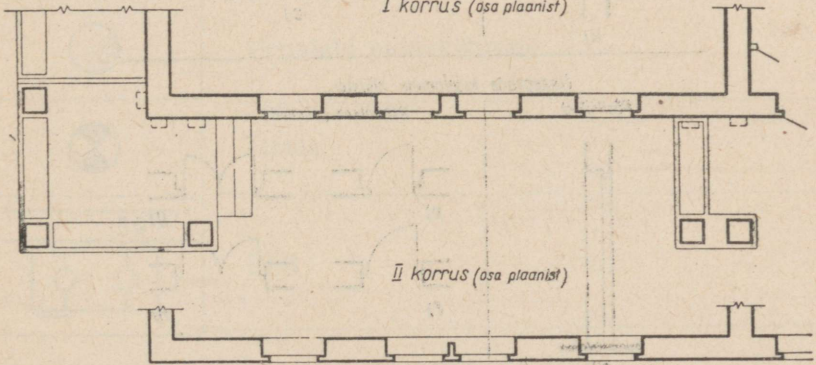
Joon. 109.

Katuse lõige



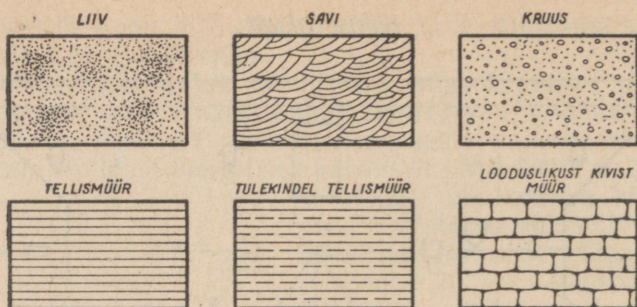
Joon. 110.

I korrus (osa plaanist)



II korrus (osa plaanist)

Joon. 111.

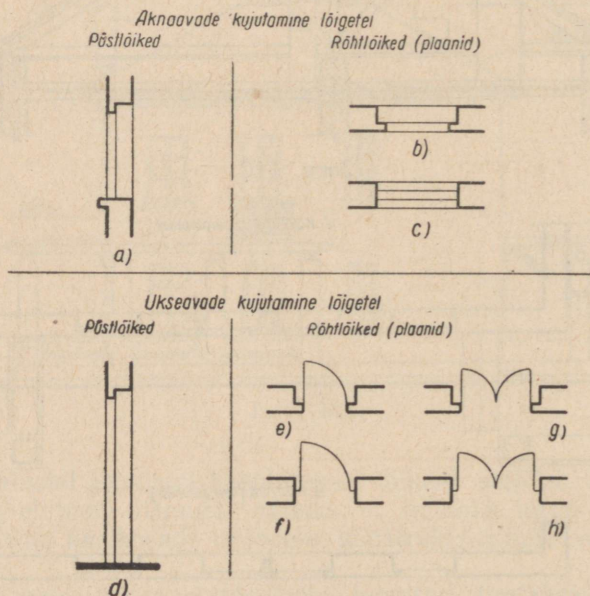


Joon. 112.

pindade abil, näiteks püstlõige (joon. 110) katusest, mille plaan on toodud joonisel 109. Antud lõige on saadud vertikaalse lõiketasa-pinna abil, mille jälg on joonisel 109 tähistatud tähtedega AA.

Peale püstlõigete võivad esineda ka rõhtlõiked, mis saadakse horisontaalsete lõiketaspindade abil.

Mitmekorruseliste hoonete puhul joonestatakse rõhtlõiked iga korruse kohta (kui ruumide asetus korrustel ei kordu). Sel juhul nimetatakse selliseid lõikeid tavaliselt korruseplaanideks, näiteks: «Esimese korruse plaan», «Teise korruse plaan» jne. See-



Joon. 113.

juures antakse horisontaalsele lõiketasapinnale selline suund, et lõikepinnasse satuksid nii akende kui ka uste avad. Joonisel 111 on skemaatiliselt kujutatud joonisel 106 toodud hoone esimese ja teise korruse rõhtlõike osad (s. t. plaanide osad). Juhime tähelepanu sellele, et ehitusalastel joonistel, näiteks joonisel 111, sageli ei viiruta plaanil esinevaid lõikeid.

	<p>a) Suitsulõõr b) Ventilatsioonilõõr</p>
	<p>Nurgaahi</p>
	<p>Ruumis asetsev ahi</p>
	<p>Läbiulatuv ahi</p>
	<p>Ümarahi</p>
	<p>Vanniahi puidukütusele</p>
	<p>Titaan</p>
	<p>Pliit</p>

Joon. 114.

**Mõningad ehitusalastel joonistel kasutatavad tingmärgid.** Lõigete ja ristlõigete viirutus. Peale joonisel 86 toodud tingmärkide, mida kasutatakse puidu, tellise, betooni, raudbetooni, pinnase ja metallide graafiliseks tähistamiseks lõikes, tarvitatakse ehitusalastel joonistel veel teisi tingmärke.

Joonisel 112 on toodud tingmärke, mida kasutatakse liiva, savi, tellisemüüri, tulekindlatest tellistest müüri ja tahatud põllukividest müüri tähistamiseks.

Akende ja uste kujutamine lõigetel. Joonisel 113 on näidatud akende avade kujutamine püstlõigetel (joon. 113, *a*) ja rõhtlõigetel (joon. 113, *b* ja *c*).

Uste avad kujutatakse püstlõigetel joonisel 113, *d* toodud eeskuju järgi, rõhtlõigetel aga joonisel 113, *e*, *f*, *g* ja *h* toodud näidete kohaselt, kusjuures joonisel 113, *e* ja *f* on kujutatud ühe poolega uks, joonisel 113, *g* ja *h* aga kahe poolega uks. Joonisel 114 on toodud mõned tingmärgid, mida kasutatakse kütteseadmete märkimisel plaanidele (rõhtlõikele). Ahjuukse asukoht märgitakse lühikesega kriipsuga ahju kontuuri juures.

Mõningate sanitaar-tehniliste seadmete ning mööbli tingmärgid on toodud joonistel 115 ja 116.

	Pealt- vaates (plaanil)	Eest- vaates	Kül- vaates
Valamu, pool- ümar			
Valamu, täis- nurkne			
Pesukauss, mal- mist			
Pesulaud, fajan- sist			
Pesulaud, küna- kujuline			
Vann			
Dušisõe			

Joon. 115.

Voodi	
<i>a</i> ) laud, neli- nurkne	<i>a</i> )
<i>b</i> ) laud, ümar- gune	<i>b</i> )
Tool	
Taburet	
Diivan	
Tugitool	

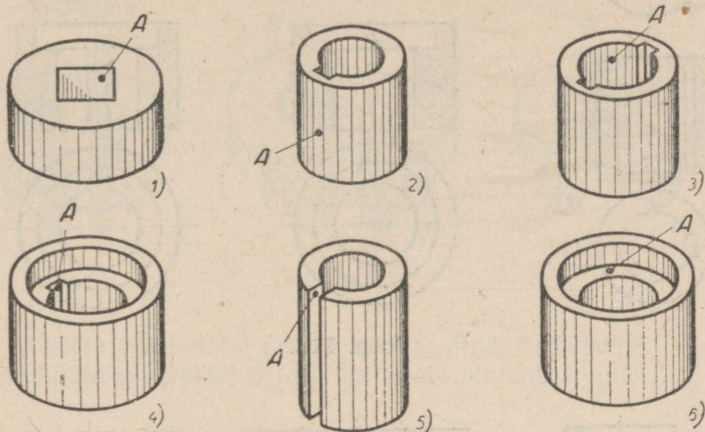
Joon. 116.

## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 117 ja 118).

Joonistel 117, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 on kujutatud mitmesugused detailid isomeetrias, kusjuures detailide mõnede pindade kujutistele, mis projekteerimisel on nähtavad, on kantud punkt *A*.



Joon. 117.

Joonistel 118, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ja *f* on samad detailid kujutatud ortogonaalprojektsioonis.

1. Leida iga detaili isomeetrilise kujutise järgi tema joonis ortogonaalprojektsioonis.

2. Näidata ortogonaalprojektsioonidel kõikide pindade kujutised, millelele on kantud punkt *A*.

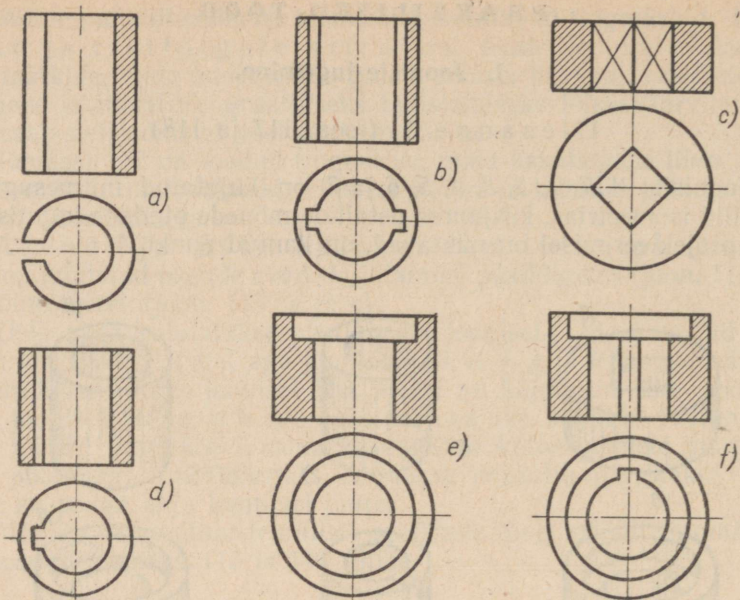
Ülesanne 2 (joon. 119 ja 120).

Joonistel 119, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 on kujutatud mitmesugused detailid ortogonaalprojektsioonis, kuna joonistel 120, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* ja *h* on samad detailid kujutatud isomeetrias, kusjuures detailide mõnede pindade kujutistele, mis on nähtavad projekteerimisel, on kantud punkt *B*.

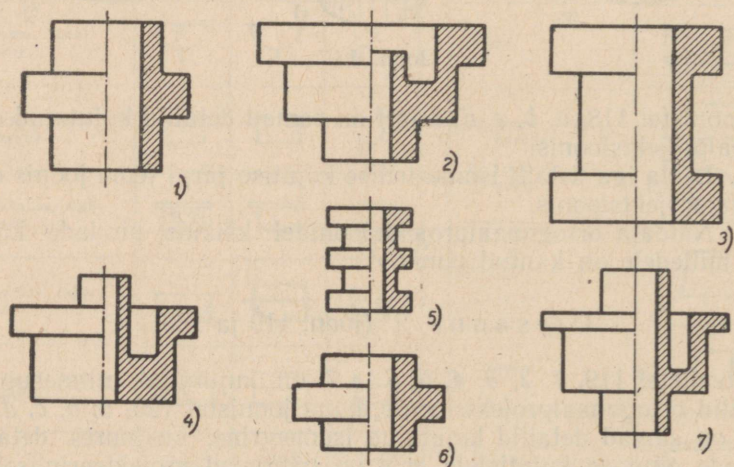
1. Kuidas nimetatakse iga antud ortogonaalprojektsiooni paremat poolt?

2. Leida iga detaili ortogonaalprojektsiooni järgi tema isomeetriline kujutis.

3. Näidata ortogonaalprojektsioonidel kõikide pindade kujutised, millelele on kantud punkt *B*.



Joon. 118.

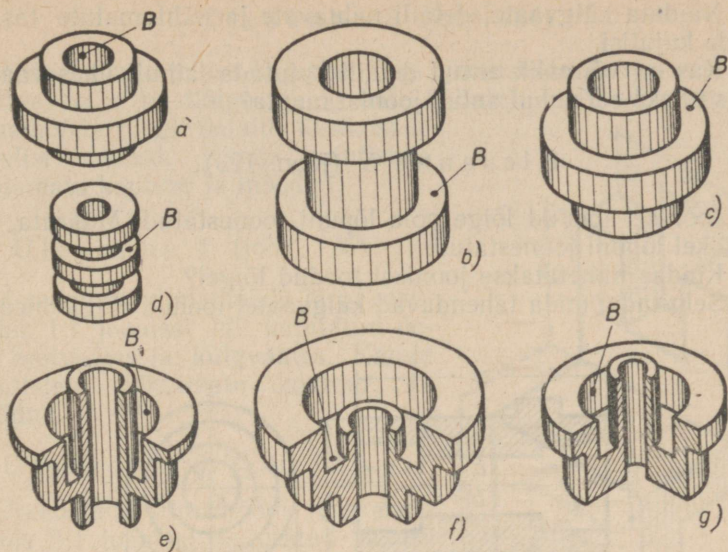


Joon. 119.

Ülesanne 3 (joon. 121).

Joonisel 121 on toodud detaili joonis eest- ja pealtvaates.

1. Missugust tinglikkust tuleb kasutada, et erijoonis kujutaks endast osalise vaate ühendust osalise löikega?



Joon. 120.

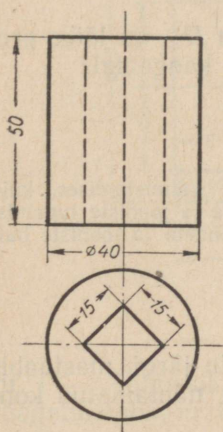
2. Näidata pealtvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
3. Näidata eestvaatel detaili kumerate pindade kujutisi.

Ülesanne 4 (joon. 122).

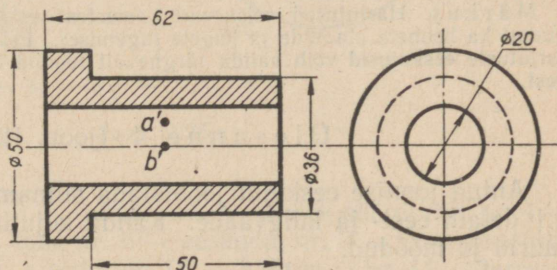
1. Näidata külgsvaatel suunda, mis tuli anda lõiketasapinnale toodud lõike saamiseks, ning detaili seda osa, mis seejuures tuli tinglikult kõrvaldada.

2. Kuidas nimetatakse antud lõiget?

3. Pindadele, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid A ja B (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Missugune geomeetriline kuju on sellel pinnal? Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?



Joon. 121.



Joon. 122.

4. Näidata külgsuunal detaili nähtavate ja nähtamatute tasaste pindade kujutisi.

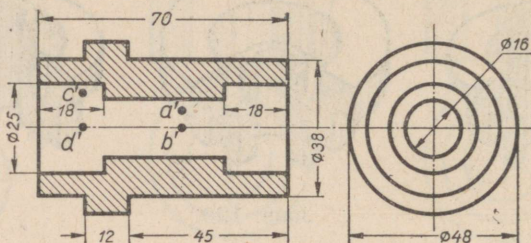
5. Kas on võimalik antud detaili kujutada ainult ühes vaates? Kuidas tuleks sel puhul antud joonist muuta?

### Ülesanne 5 (joon. 123).

1. Joonisel toodud lõige pole lõpuni joonestatud. Määrata, mis pole lõikel lõpuni joonestatud.

2. Kuidas nimetatakse joonisel toodud lõiget?

3. Selgitada, mida tähendavad külgsuunal toodud ringjooned.



Joon. 123.

4. Pindadele, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

5. Pindadele, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

6. Kas punktid  $B$  ja  $D$  asetsevad lõike projekteerimisel meist võrdsel või erineval kaugusel?

7. Milline antud neljast punktist ( $A$ ,  $B$ ,  $C$  ja  $D$ ) on lõike projekteerimisel meile kõige lähemal? Milline kõige kaugemal?

## II. Harjutused.

Märkus. Harjutused seisnevad esemetest eskiiside valmistamises, kuid samuti ka hoonete plaanide ja lõigete lugemises. Eskiiside ja jooniste lugemisharjutuste eeskujud võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

### Ülesanne 1 (joon. 122).

Antud joonise eeskujul joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 detaili eest- ja külgsuunde. Kanda kujutisele nähtamatud kontuurid ja mõõdud.

Ülesanne 2 (joon. 123). Sama, mis ülesanne 1.

### Ülesanne 3 (joon. 124).

Antud isomeetrilise kujutise järgi joonistada detaili eestvaade, pealtvaade ja püstlõige (külgvaate kohale), säilitades seejuures silmamõõdu järgi detaili üksikosade vahelist suurust. Kanda kujutistele nähtamatu kontuur ja mõõdud.

### Ülesanne 4 (joon. 125).

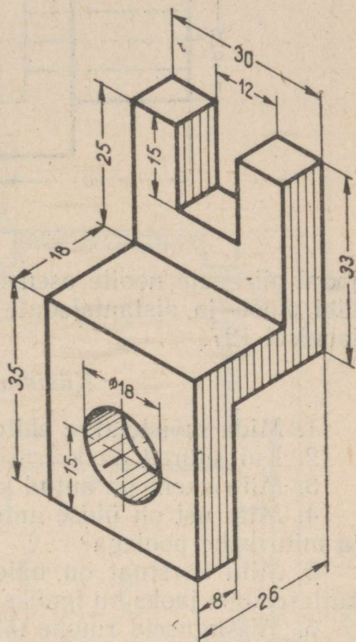
Joonistada silmamõõdu järgi ma-  
taabis 1:1 joonisel 125 kujutatud de-  
tail eestvaates ja külgvaates. Kanda  
kujutistele nähtamatu kontuur ja  
mõõdud.

### Ülesanne 5 (joon. 126).

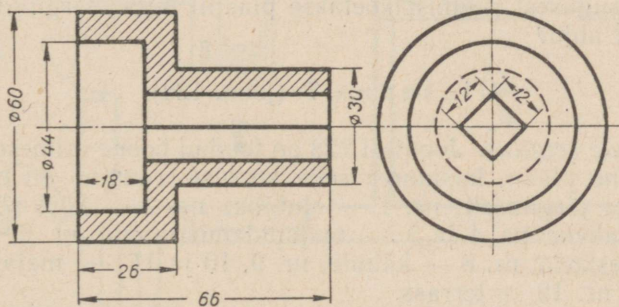
Joonistada silmamõõdu järgi ma-  
taabis 2:1 joonisel kujutatud detaili  
esiprojektsioon poollõikes-poolvaates  
ja põhiprojektsioon. Kanda kujutistele  
mõõdud.

### Ülesanne 6 (joon. 127).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 127 on  
toodud hoone esimese korruse ske-  
maatiline plaan, millel olevad ruumid  
on märgitud numbritega järgmiselt:



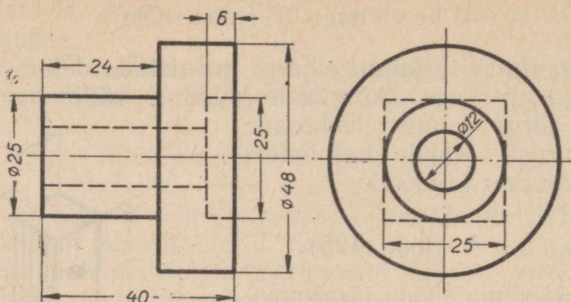
Joon. 124.



Joon. 125.

nr. 1 — köögi esik, nr. 2 — sahvcr, nr. 3 — köök-söögituba, nr. 4 —  
magamistuba, nr. 5 — esik, nr. 6 — eeskoda, nr. 7 — magamistuba,  
nr. 8 — elutuba, nr. 9 — rõdu, nr. 10 — käimla ja nr. 11 — terrass.

Mõõtude märkimisel ehitusalastele joonistele kasutatakse mõõt-



Joon. 126.

jooni piiravate noolte asemel lühikesi kaldkriipse, mis tõmmatakse läbi mõõt- ja distantsjoonte lõikepunktide nii, nagu on näidatud joonisel 127.

### *Küsimusi ülesande kohta.*

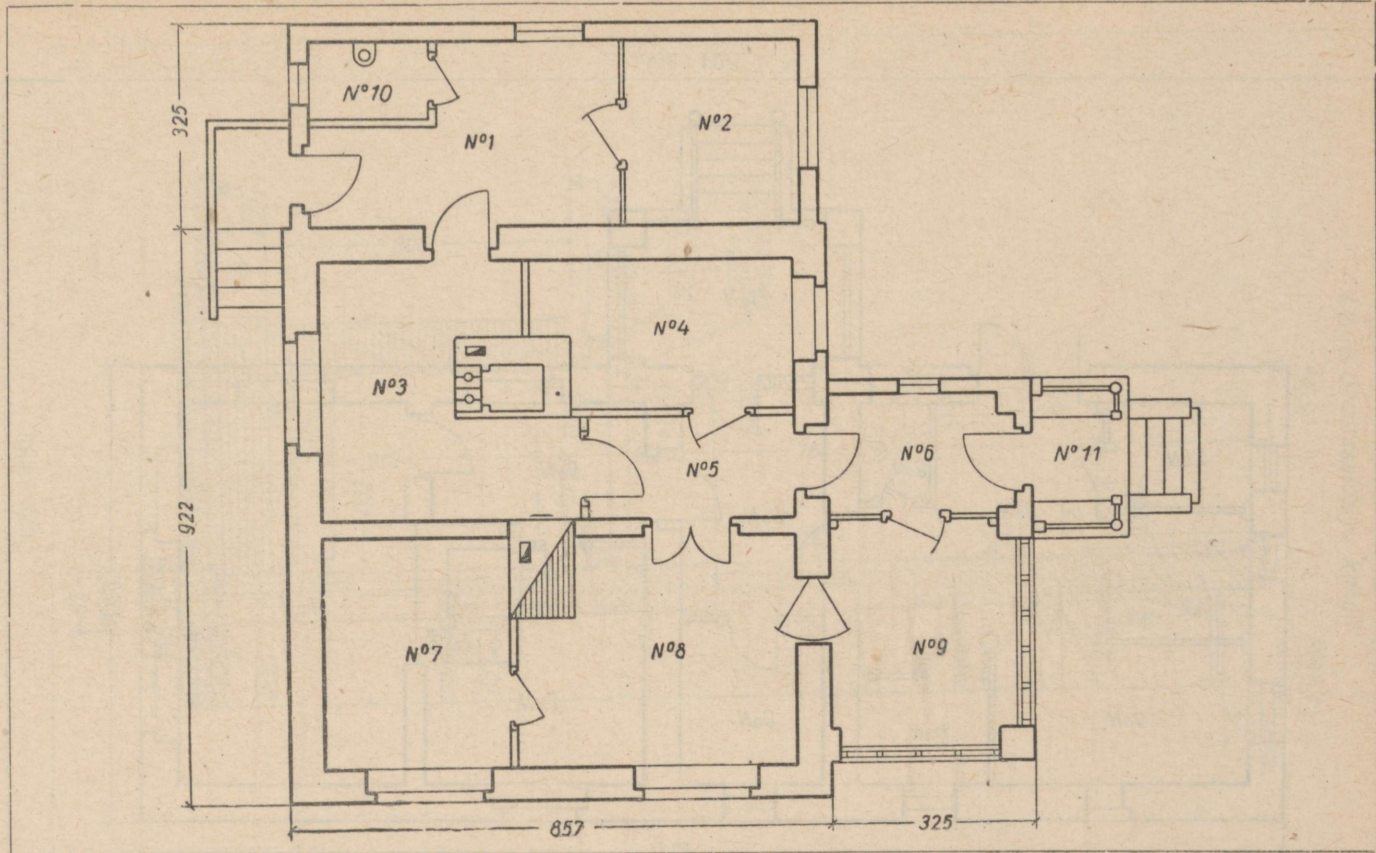
1. Mida mõistetakse ehitusalastel joonistel «korruseplaanil» all?
2. Kui suured on korruse gabariitmõõdud ilma terrassita?
3. Mitu akent on antud korrusel?
4. Mitu ust on üldse antud korrusel? Mitu ust on ühe poolega ja mitu kahe poolega?
5. Mitu korstnat on näidatud antud plaanil ning missuguse kütteseadme jaoks on igaüks nendest ette nähtud?
6. Missuguseid ruume tuleb läbida, et ruumist nr. 6 kõige lühemat teed kaudu pääseda sahvrisse (ruum nr. 2)?
7. Missugused elutoad on läbikäidavad ja missugused on mitte-läbikäidavad?
8. Missugusest ruumist köetakse plaanil 8-ga märgitud eluruumis olevat ahju?

### Ülesanne 7 (joon. 128).

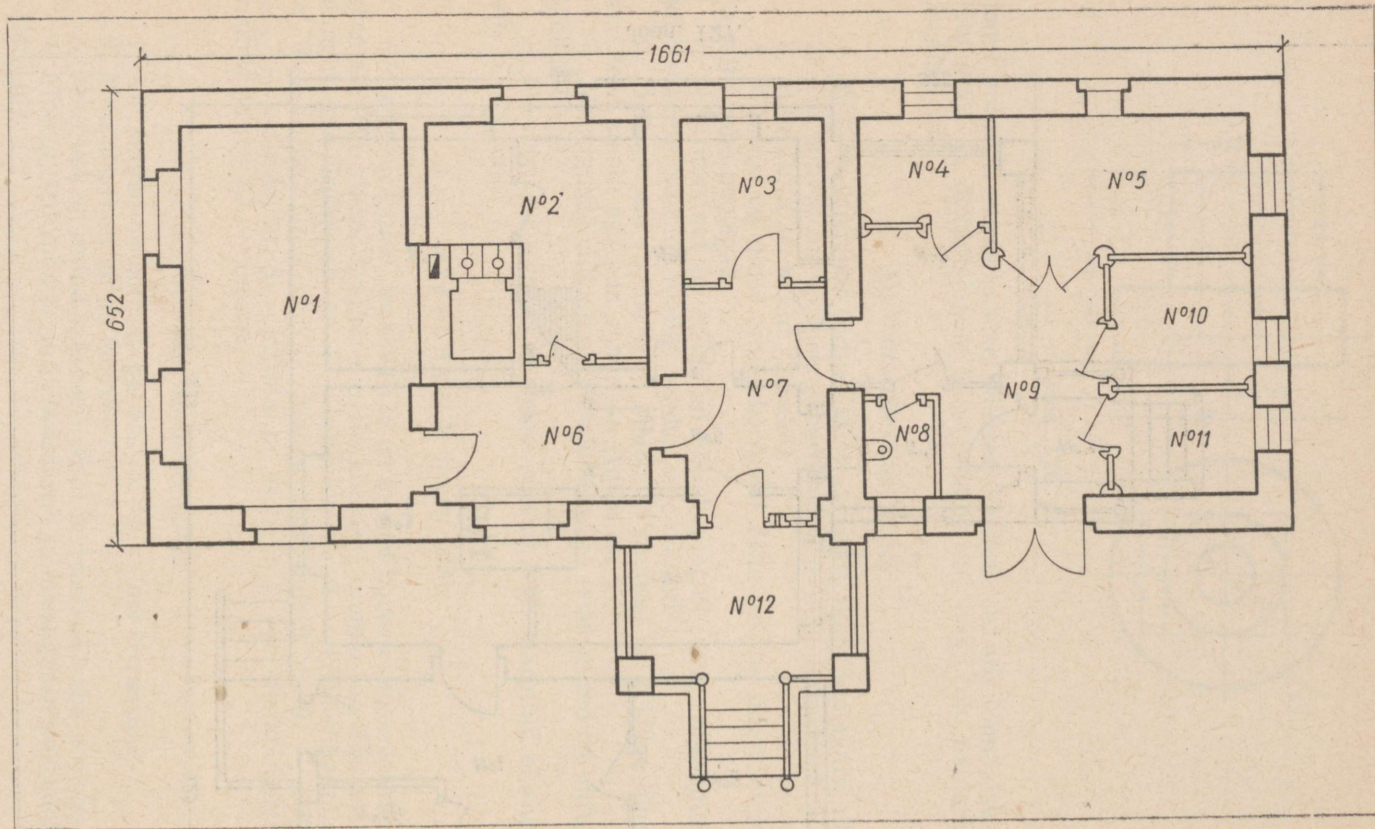
*Ülesande selgitus.* Joonisel 128 on toodud hoone esimese korruse skemaatiline plaan, kusjuures selle korruse ruumid on märgitud numbritega järgmiselt: nr. 1 — elutuba, nr. 2 — köök-söögituba, nr. 3 — sahvri, nr. 4 ja 5 — majapidamisruumid, nr. 6 — esik, nr. 7 — eeskoda, nr. 8 — käimla, nr. 9, 10 ja 11 — majapidamisruumid ja nr. 12 — terrass.

### *Küsimusi ülesande kohta.*

1. Kui suured on korruse gabariitmõõdud ilma terrassita?
2. Mitu akent on antud korrusel?
3. Mitu ust on antud korrusel? Mitu nendest on kahe poolega?
4. Missugused ruumid on läbikäidavad ja missugused mitteläbikäidavad?

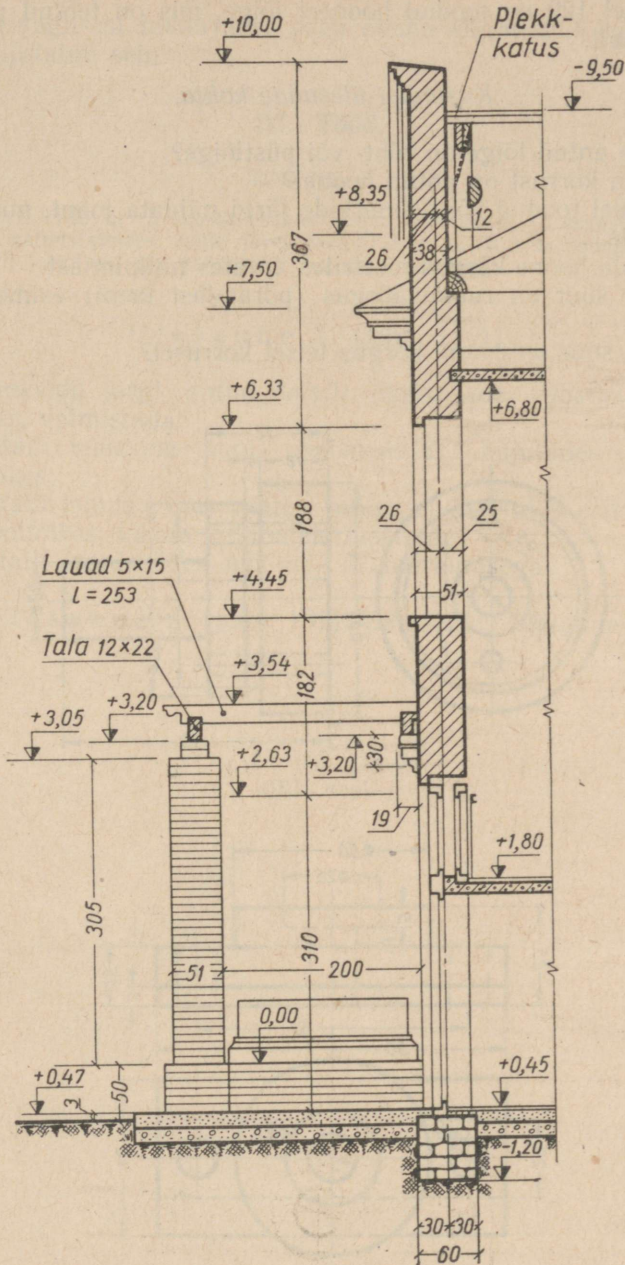


Joon. 127.



Joon. 128.

Lõige peasissekäigu kohalt



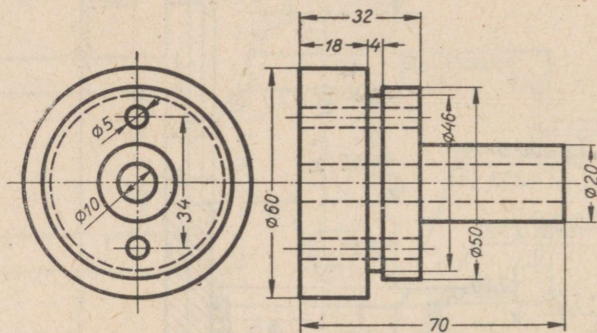
Joon. 129.

Ülesanne 8 (joon. 129).

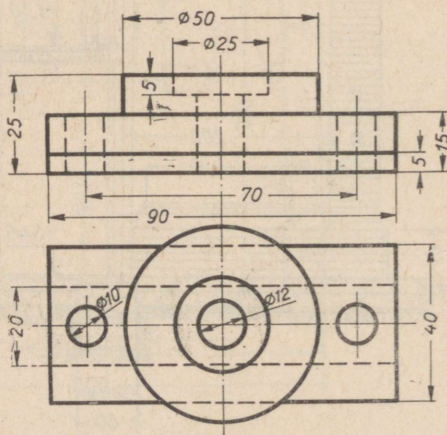
Joonisel 129 on toodud hoonest lõige, mis on tehtud peasissekäigu kohalt.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Kas antud lõige on rõht- või püstlõige?
2. Mitu korrust on antud hoonel?
3. Lõikel toodud kõrgusmärkide järgi näidata joont, mis vastab nullpinnale.
4. Leida hoone kõrgus meetrites arvates nullpinnast.
5. Kui suur on ruumi kõrgus (põrandast laeni) esimesel korrusel?
6. Kui suur on ruumi kõrgus teisel korrusel?



Joon. 130.



Joon. 131.

7. Kas antud lõikel esinevad negatiivsed kõrgusmärgid? Mitu neid on?

8. Missugusest materjalist peab olema ehitatud lõike paremal poolel kujutatud sein?

### III. Tööd.

#### TÖÖ NR. 5.

Märkus. Töö nr. 5 seisab esemest tehnilise joonise ja eskiisi ning vastava lõike valmistamises, mille järel eskiisi järgi tuleb teha joonis. Töö eeskujuks võib kasutada üht järgnevalt toodud ülesannet.

#### Ülesanne 1 (joon. 130).

Silmamõõdu järgi antud detaili üksikosade vahelist suurust arvestades, valmistada:

1) detaili tehniline joonis (isomeetria), kujutades seejuures detaili lõikes;

2) detaili joonis kahes vaates, milledest üks tuleb esitada poolvaates-poollõikes; kanda kujutistele mõõdud;

3) detaili joonis ühes mõõtude äramärgimisega.

Ülesanne 2 (joon. 131). Sama, mis ülesanne 1.

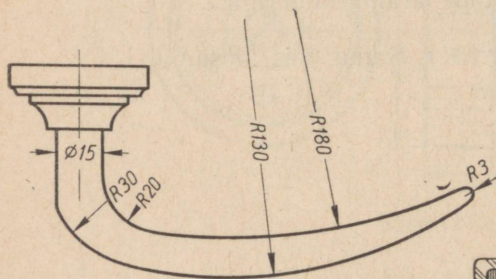
### III peatükk.

## JOONTE LIITED.

### LIITE MÕISTE.

Joonestamises nimetatakse liiteks joonte (sirge ja kõverjoone, kahe sirge või kahe kõverjoone) niisugust ühendamist, mille juures üleminek ühelt joonelt<sup>1</sup> teisele toimub ladusalt, nn. sujuva liitumise kaudu.

Õeldu selgitamiseks vaatleme jooniseid 132 ja 133, kus on pealtvaates kujutatud ukse käepide ühes mõnede mõõtudega (joon. 132) ning toodud käepideme näitlik kujutis (joon. 133).



Joon. 132.



Joon. 133.

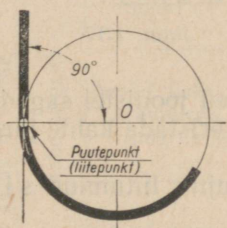
Osa pealtvaate kontuurist (joon. 132) tekib mitme joone sujuval ühendamisel. Näiteks käepideme silindrilise osa ( $\varnothing 15 \text{ mm}$ ) üks äärmistest moodustajatest läheb sujuvalt üle kaareks  $R20 \text{ mm}$ . See kaar omakorda läheb sujuvalt üle teiseks kaareks  $R180 \text{ mm}$ , viimane aga jälle kaareks  $R3 \text{ mm}$ . Sujuv üleminek esineb ka kaarte  $R3$  ja  $R130$  ning kaarte  $R130$  ja  $R30$  vahel.

<sup>1</sup> Järgnevalt käsitletud liidete juures on kõverjoonteks ainult ringjooned või nende kaared.

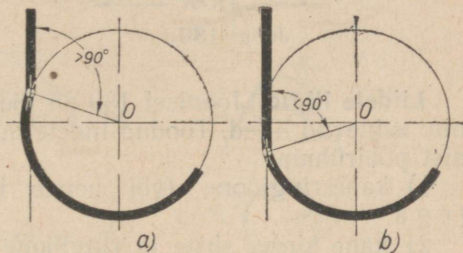
Mis puutub aga käepideme silindrilise osa teise äärmise moodustaja — sirge liitumisse kaarega  $R30\text{ mm}$ , siis on kerge tähele panna, et antud ühenduse juures sujuvat üleminekut joonte vahel ei esine.

## I. Vajalikud tingimused sujuvate üleminekute saamiseks. Liidete liigid.

**Sirge ja kaare sujuv liitumine.** Sirge liitub sujuvalt kaarega ainult sel juhul, kui sirge on kaare puutujaks, s. t. kui punkt, milles mõlemad jooned ühinevad, on sirge ja kaare puutepunktiks. Sirge ja kaare sujuvaks liitumiseks on tarvis, et sirgega ühendatava ringjoone kaare tsenter (näiteks ringjoone tsenter  $O$  joonisel 134) asetseks puutepunktist tõmmatud ristsirgel. Õeldu mittetäitmisel sujuvaid üleminekuid ei saada (joon. 135, *a* ja *b*).



Joon. 134.



Joon. 135.

**Kahe kaare sujuv liitumine.** Kahe kaare sujuv liitumine saavutatakse ainult sel juhul, kui mõlemad kaared on puutujateks, s. t. kui punkt, milles mõlemad kaared ühinevad, on mõlemate kaarte puutepunktiks. Seepärast on kahe kaare sujuvaks liitumiseks tarvis, et ühendatavate kaarte tsentrid (näiteks ringjoonte tsentrid  $O$  ja  $O_1$  joonisel 137) asetseksid puutepunktiga ühisel sirgel.

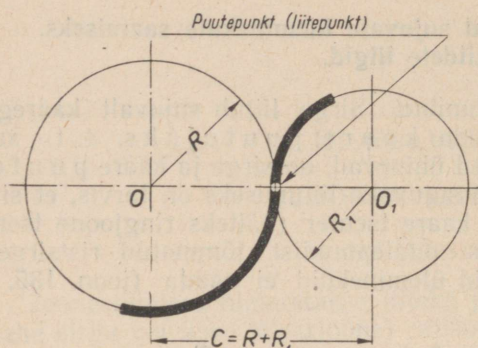
Tähendame, et ühendatavate ringjoonte (või nende kaarte) tsentreid, nagu näiteks tsentrid  $O$  ja  $O_1$  joonistel 136 ja 137, nimetatakse ka liitetsentriteks.

Puutepunkte, s. t. punkte, kus sirged puutuvad ringjooni (või nende kaari) ning punkte, kus puutuvad kaks ringjoont (või nende kaared), nimetatakse ka liitepunktideks.

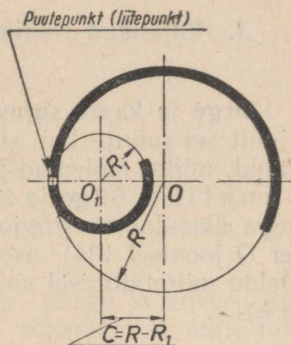
Kui kaks kaart asetsevad teineteisest väljaspool, nagu näiteks joonisel 136, siis nimetatakse kahe niisuguse kaare puutumist väliseks; sel juhul on tsentrite  $O$  ja  $O_1$  vahekaugus  $C$  võrdne mõlemate kaarte raadiuste summaga ( $C = R + R_1$ ).

Kui üks kaartest asetseb teise sees, nagu näiteks joonisel 137, siis nimetatakse kahe niisuguse kaare puutumist seesmiseks; sel juhul on tsentrite  $O$  ja  $O_1$  vahekaugus  $C$  võrdne mõlemate kaarte raadiuste vahel ( $C = R - R_1$ ).

Nende tingimuste mittetäitmisel ei saada sujuvaid liitumisi, nagu näiteks joonisel 138, *a* näidatud välisel puutumisel või joonisel 138, *b* näidatud seesmisel puutumisel.



Joon. 136.



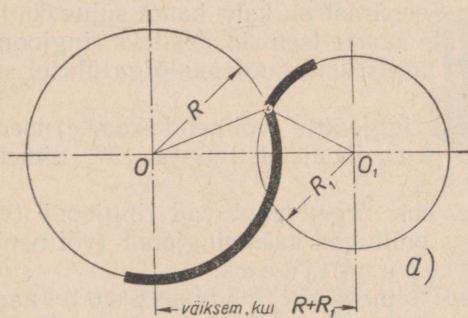
Joon. 137.

**Liidete liigid.** Joonisel 139 on toodud mõned joonistel sagedamini esinevad liided. Toodud liidete hulgas võib eristada kahte järgmist põhirühma:

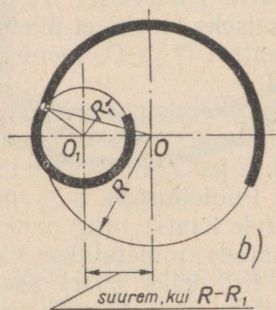
1) kahe ringjoone (või nende kaarte) sujuv liitumine sirgega;

2) kahe sirge, sirge ja ringjoone (või selle kaare) ning kahe ringjoone (või nende kaarte) sujuv liitumine kaarega, mille raadius on joonisel 139 tähistatud tähega  $R$ .

Esimest rühma iseloomustavad juhtumid, mille puhul kaks antud kaart liituvad sujuvalt väliseks puutuajaks (joon. 139, *a*)



Joon. 138.

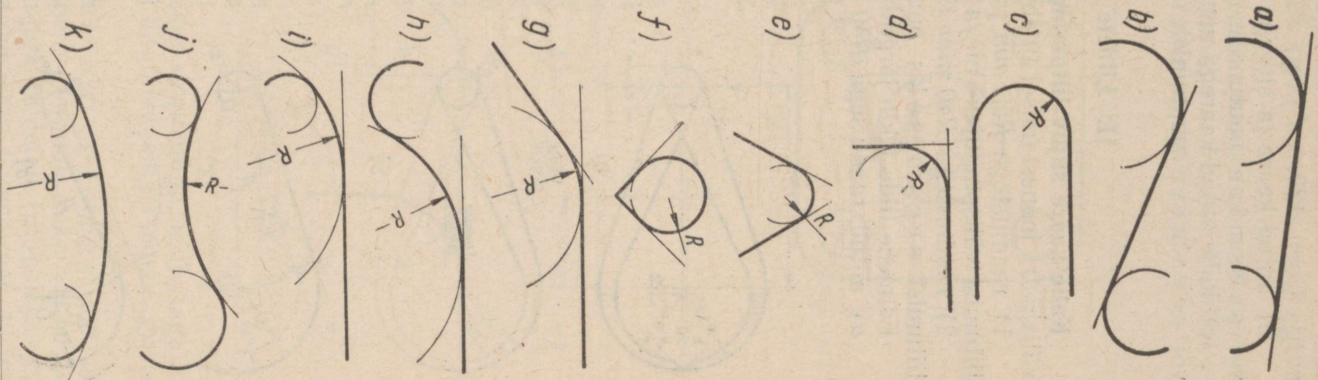


või seesmiseks puutuajaks (joon. 139, *b*) oleva sirgega.

Teist rühma iseloomustavad juhtumid, mille puhul antud raadiusega  $R$  tõmmatud kaart liitub sujuvalt:

a) kahe antud sirgega, mis teineteisega on paralleelsed (joon.

Antud raadiusega ringjoone kaare sujuv liitumine			Kahe ringjoone kaare sujuv liitumine sirgega.
kahe ringjoone kaarega	sirge ja ringjoone kaarega	kahe sirgega	
kaarte välise puutumisega	kaarte välise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	Antud kahe kaare välise puutuja
kaarte välise puutumisega	kaarte seesmise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (nürinuruga ümardamine)	Antud kahe kaare seesmine puutuja
kaarte seesmise puutumisega	kaarte välise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	
	kaarte välise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	
	kaarte seesmise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	
	kaarte välise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	
	kaarte seesmise puutumisega	Antud kaks sirget lõikuvad te-ravnuruga all (teravnuruga ümardamine)	



Joon. 139.

139, c) või lõikuvad täisnurga (joon. 139, d), nürinurga või teravnurga (joon. 139, e, f ja g) all;

b) antud kaare ja sirgega välise puutumise (joon. 139, h) või seesmise puutumise (joon. 139, i) kaudu.

c) kahe antud kaarega nende välise puutumise (joon. 139, k) või seesmise puutumise (joon. 139, l) kaudu.

## II. Liidete ehitamise juhiseid.

**Kahe kaare sujuv liitumine sirgega.** Joonisel 140, a kujutatud välistastri joonestamisel tuleb teostada kahte liiki liiteid:

1) raadiustega  $R50\text{ mm}$  ja  $R12\text{ mm}$  antud kahe kaare sujuvat liitumist välispuutujaks oleva sirgega ning

2) raadiustega  $R40\text{ mm}$  ja  $R12\text{ mm}$  antud kahe kaare sujuvat liitumist seesmiseks puutujaks oleva sirgega (joon. 140, b).

Esimene liide tekib järgmiselt (joon. 140, c):

a) antud raadiusega  $R50\text{ mm}$  joonestatud kaare tsentrist  $O$  tõmmatakse abiringjoone kaar raadiusega, mis on võrdne mõlemate antud kaarte raadiuste vahelga, s. o.  $50 - 12 = 38\text{ (mm)}$ ;

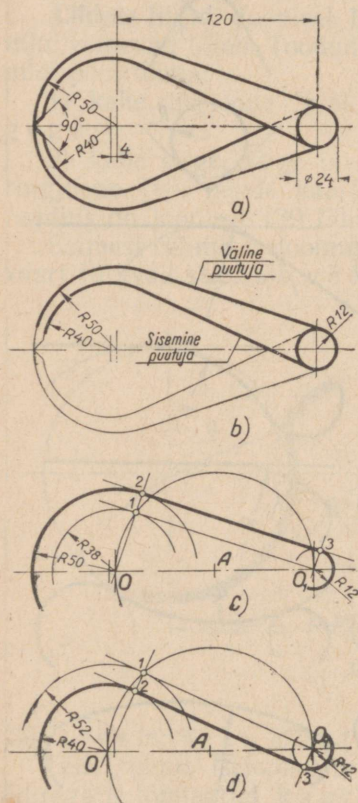
b) punktist  $O_1$  tõmmatakse sirge, mis on raadiusega  $R38\text{ mm}$  joonestatud abiringjoone puutujaks punktis  $I$ . Puutepunkti leidmiseks poolitatakse esmalt tsentrite  $OO_1$  vaheline lõik punktiga  $A$ , mille järel tõmmatakse punktist  $A$  kui tsentrist raadiusega  $AO$  abiringjoone kaar. Viimase ja raadiusega  $R38\text{ mm}$  tõmmatud kaare lõikepunkt ongi otsitud puutepunkt  $I$ ;

c) raadius  $OI$  pikendatakse kuni lõikumiseni antud kaarega punktis  $2$ , mille järel punktist  $O_1$  tõmmatakse raadius  $O_13$ , mis on paralleelne raadiusega  $O2$ ;

d) puutepunktid  $2$  ja  $3$  ühendatakse sirglõiguga, mille tagajärjel saadakse kahe antud kaare sujuv liitumine välise puutujaga.

Teine liide tekib järgmiselt (joon. 140, d):

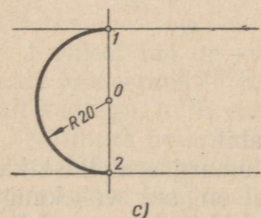
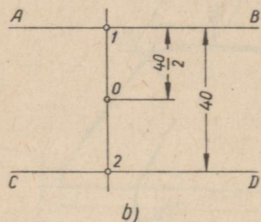
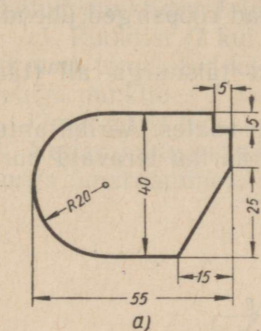
a) antud raadiusega  $R40\text{ mm}$  kaare tsentrist  $O$  tõmmatakse abiringjoone kaar raadiusega, mis on võrdne mõlemate antud kaarte raadiuste summaga, s. o.  $40 + 12 = 52\text{ (mm)}$ ;



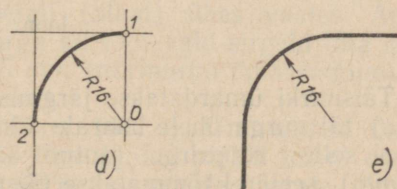
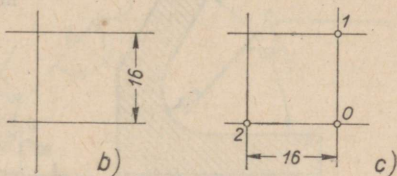
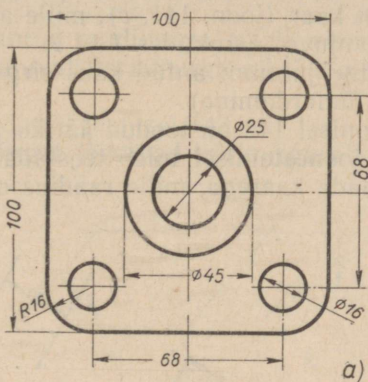
Joon. 140.

b) joonise 140, c selgitustes käsitletud viisil tõmmatakse tsentrist  $O_1$  sirge, mis on raadiusega  $R52 \text{ mm}$  tõmmatud abiringjoone kaare puutujaks punktis 1;

c) punkti  $O$  tõmmatakse raadius  $O1$ , mis lõikub antud raadiusega  $R40 \text{ mm}$  joonestatud kaarega punktis 2; seejärel tõmmatakse punkti  $O_1$  raadius  $O_13$ , mis on paralleelne raadiusega  $O2$ ;



Joon. 141.



Joon. 142.

d) puutepunktid 2 ja 3 ühendatakse sirglõiguga, mille tagajärjel saadakse kahe antud kaare sujuv liitumine seessmise puutujaga.

**Kaarega teostatavad liited.** Kahe antud sirge sujuv liitumine kaare abil. Esimene juhtum: kaks antud sirget on rööpsed. Joonisel 141, a on kujutatud detail (tiib) ühes vaates. Antud detaili vaate ehitamisel tuleb kaks teineteisest  $40 \text{ mm}$  kaugusel asetsevat rööpsirget sujuvalt liita kaarega, mille raadius

on 20 mm. Käesolev liide teostatakse järgmiste võtete abil (joon. 141, b ja c):

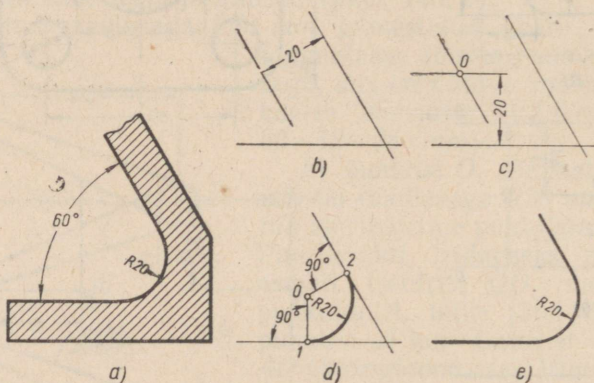
a) tõmmatakse kaks rööpsirget  $AB$  ja  $CD$  (joon. 141, b), millete kaugus teineteisest on 40 mm;

b) tõmmatakse sirgetele  $AB$  ja  $CD$  ristsirge, mille järel lõik 1—2 poolitatakse punktiga  $O$ ;

c) seejärel tõmmatakse punktist  $O$  kui tsentrist raadiusega 20 mm kaar (joon. 141, c), mille abil mõlemad rööpsirged ühendatakse sujuvalt punktides 1 ja 2.

Teine juhtum: antud kaks sirget lõikuvad täisnurga all (täisnurga ümardamine).

Joonisel 142 on toodud ääriku joonis ühes vaates. Ääriku antud vaate joonestamisel tuleb teostada liiteid, et ääriku teravaid nurki ümardada kaarega, mille raadius on 16 mm.



Joon. 143.

Täisnurki ümardatakse järgmiste võtete abil:

a) täisnurga ühele haarale tõmmatakse ümardusraadiuse kaugusel sellest rööpsirge (antud ääriku puhul on see vahekaugus 16 mm), seejärel tõmmatakse täisnurga teisele haarale samal kaugusel sellest samuti rööpsirge (joon. 142, c); saadud sirged lõikavad nurga haarasid punktides 1 ja 2 ning teineteist punktis  $O$ ;

b) seejärel tõmmatakse punktist  $O$  kui tsentrist (joon. 142, d) antud raadiusega kaar (meie näite puhul on raadius 16 mm); saadud kaare kaudu liituvad kaks vastastikku risti olevat sirget sujuvalt punktides 1 ja 2.

Ümardatud täisnurk on näidatud joonisel 142, e.

Kolmas juhtum: kaks antud sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine).

Joonisel 143, a on kujutatud detaili (kronsteini) aluse ristlõige. Osa antud ristlõike kontuurist tekib teravnurga ( $60^\circ$ ) all lõikuva kahe sirge sujuval liitumisel kaarega, mille raadius on 20 mm.

Teravnurka ümardatakse järgmisel viisil:

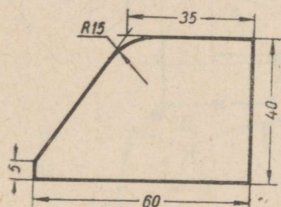
a) Teravnurga ühele haarale tõmmatakse ümardusraadiuse, s. o. 20 mm kaugusel sellest (joon. 143, b) rööpsirge, seejärel tõmmatakse teravnurga teisele haarale samal kaugusel (joon. 143, c) samuti rööpsirge; mõlemad sirged lõikuvad punktis *O*.

b) Puutepunktide leidmiseks tõmmatakse punktist *O* (joon. 143, d) ristsirged teravnurga haaradele, mis lõikavad viimaseid otsitud punktides *1* ja *2*.

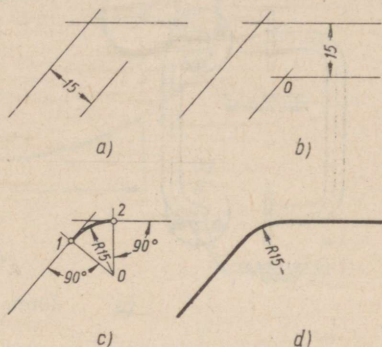
c) Punktist *O* kui tsestrist antud raadiusega (meie näite puhul 20 mm) tõmmatud kaar liitub sujuvalt teravnurga all lõikuvate sirgetega punktides *1* ja *2*.

Ümardatud teravnurk on näidatud joonisel 143, e.

Neljas juhtum: kaks antud sirget lõikuvad nürinurga all (nürinurga ümardamine).



Joon. 144.



Joon. 145.

Joonisel 144 on kujutatud detail (plaat) ühes vaates. Antud vaate joonestamisel tuleb nürinurga all lõikuvaid sirgeid liita sujuvalt kaarega, mille raadius on 15 mm (nürinurga ümardamine).

Nürinurk ümardatakse järgmiselt.

a) Nürinurga ühele haarale (joon. 144, a) tõmmatakse ümardusraadiuse kaugusel sellest rööpsirge (antud plaadi puhul on see vahekaugus 15 mm), mille järel nürinurga teisele haarale tõmmatakse samal kaugusel samuti rööpsirge (joon. 145, b). Mõlemad tõmmatud sirged lõikuvad punktis *O*.

b) Liitepunktide leidmiseks tõmmatakse punktist *O* (joon. 145, c) ristsirged nürinurga kummalegi haarale. Ristsirged lõikuvad nürinurga haaradega punktides *1* ja *2*.

c) Punktist *O* kui tsestrist (joon. 145, c) antud raadiusega (mis meie näite puhul on 15 mm) tõmmatud kaar liidab sujuvalt mõlemaid nürinurga all lõikuvaid sirgeid punktides *1* ja *2*.

Ümardatud nürinurk on kujutatud joonisel 145, d.

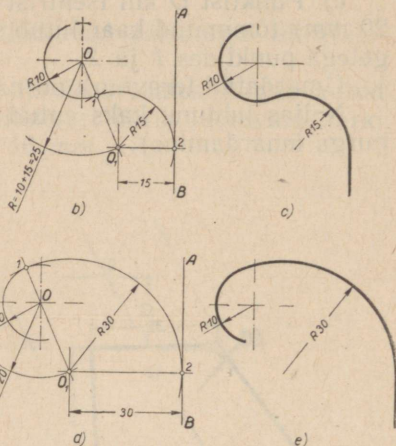
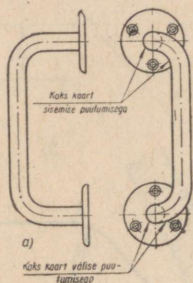
Antud kaare ja sirge sujuv liitumine teise kaarega. Ukse käepideme joonise ühel vaatel esinevad selle kontuurjoontes (joon. 146, a) järgmised kahte liiki liited:

1) antud sirge ja kaare sujuv liitumine väliselt puutuva teise kaare kaudu ja

2) antud sirge ja kaare sujuv liitumine seesmiselt puutuva teise kaare kaudu.

Liite esimest liiki käsitleme järgmise näite varal. Olgu antud (joon. 146, *b*) sirge ja kaar raadiusega 10 mm. Antud sirge ja kaar tuleb liita sujuvalt teise kaarega, mille raadius on 15 mm. Ülesanne lahendatakse järgmiselt:

a) antud sirgele *AB* tõmmatakse ühendava kaare raadiuse kaugusel, s. o. 15 mm kaugusel, rööpsirge (joon. 146, *b*);



Joon. 146.

*b*) raadiusega 10 mm joonestatud ringjoone kaare tsentrist *O* tõmmatakse abiringjoone kaar, mille raadius on võrdne antud kaare ja ühendava kaare raadiuste summaga, s. o.  $10 + 15 = 25$  (mm); seejuures sirge ja abiringjoone kaar lõikuvad punktis  $O_1$ ;

*c*) punkti  $O_1$  tsentriga *O* ühendav sirge lõikab 10 mm raadiusega tõmmatud kaart punktis *I*, mis on üheks liitepunktiks; teise liitepunkti leidmiseks tõmmatakse punktist  $O_1$  antud sirgele *AB* ristsirge; mõlemate sirgete lõikepunkt *2* ongi teiseks liitepunktiks;

*d*) punktist  $O_1$  kui tsentrist tõmmatakse raadiusega 15 mm kaar, mis punktis *2* sujuvalt liitub antud sirgega ning punktis *I* sujuvalt liitub teda väliselt puutuva teise kaarega, mille raadius on 10 mm.

Antud liite valmis konstruktsioon on toodud joonisel 146, *c*.

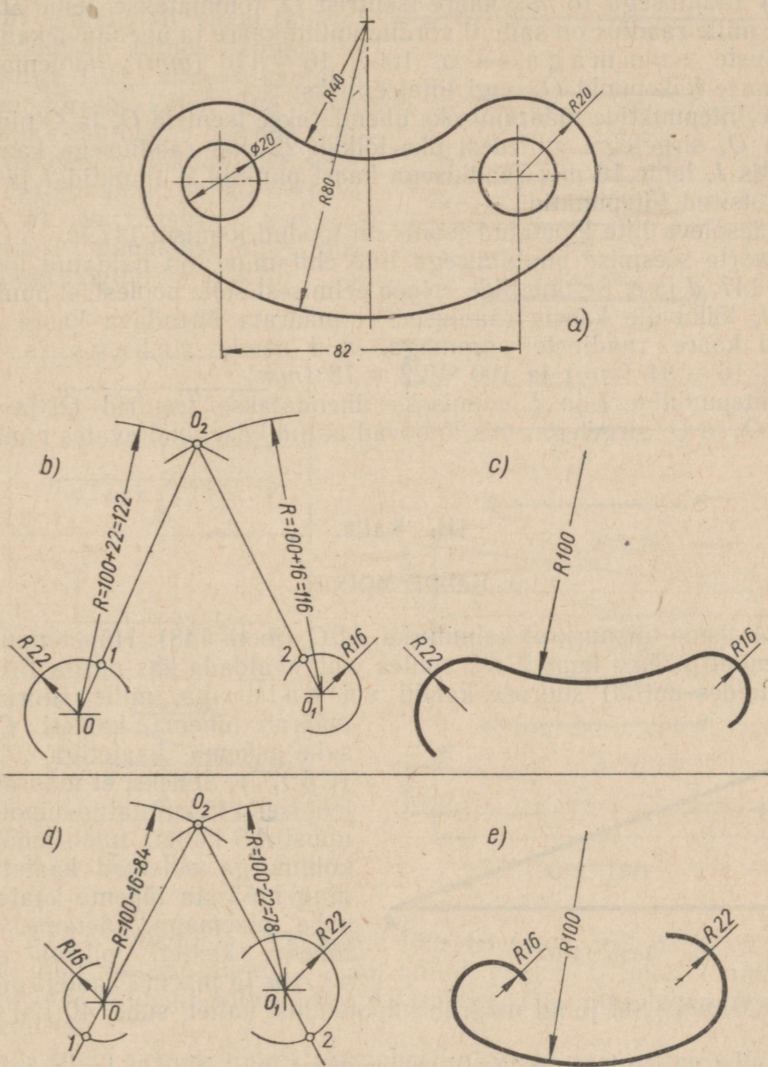
Kaarte seesmise puutumisega liite ehitamine on kujutatud joonisel 146, *d* ja *e*. Selline liide erineb eelmisest (joon. 146, *b* ja *c*) selle poolest, et liite ehitamiseks vajaliku punkti  $O_1$ , s. t. abisirge ja abiringjoone lõikepunkti leidmiseks, võetakse abiringjoone raadiuseks mitte antud kaare ja ühendava kaare raadiuste summa, vaid nende vahe, s. o.  $30 - 10 = 20$  (mm). Liitepunkti *I* määrab raa-

diusega 10 mm tõmmatud kaare lõikepunkt sirgega, mis ühendab punkte  $O_1$  ja  $O$ .

Ülejäänud osas on antud liite ehitamine analoogiline eelmisega.

Antud kahe kaare sujuv liitumine kolmanda kaare abil. Joonisel 147, a toodud plaadikese kujutise kontuurjoones esinevad järgmised kahte liiki liited:

1) antud kahe kaare ( $R20$  mm) sujuv liitumine neid väliselt puutuva kolmanda kaare ( $R40$  mm) abil ja



Joon. 147.

2) samade kaarte ( $R20\text{ mm}$ ) sujuv liitumine neid seesmiselt puutuva kolmanda kaare ( $R80\text{ mm}$ ) abil.

Liite esimest liiki käsitleme järgmise näite varal. Olgu antud kaks kaart raadiustega  $22\text{ mm}$  ja  $16\text{ mm}$ . Nõutud on kahe antud kaare sujuv liitumine neid väliselt puutuva kolmanda kaarega, mille raadius on  $100\text{ mm}$ . Ülesanne lahendatakse järgmisel viisil:

a) raadiusega  $22\text{ mm}$  kaare tsentrist  $O$  tõmmatakse abikaar, mille raadius on võrdne antud kaare ja ühendava kaare raadiuste summaga, s. o.  $100 + 22 = 122\text{ (mm)}$ ;

b) raadiusega  $16\text{ mm}$  kaare tsentrist  $O_1$  tõmmatakse teine abikaar, mille raadius on samuti võrdne antud kaare ja ühendava kaare raadiuste summaga, s. o.  $100 + 16 = 116\text{ (mm)}$ ; mõlemate abikaarte lõikepunkt  $O_2$  ongi liitetsentris;

c) liitepunktide määramiseks ühendatakse tsentrid  $O_2$  ja  $O$  ning  $O_2$  ja  $O_1$  sirgetega, milledest üks lõikab  $22\text{ mm}$  raadiusega kaart punktis 1, teine  $16\text{ mm}$  raadiusega kaart punktis 2. Punktid 1 ja 2 ongi otsitud liitepunktid.

Käesoleva liite lõpetatud joonis on toodud joonisel 147, c.

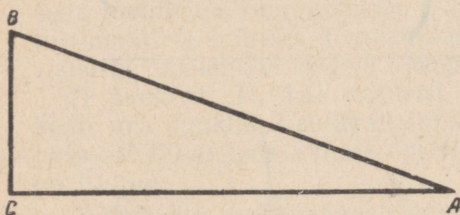
Kaarte seesmise puutumisega liite ehitamine on näidatud joonisel 147, d ja e. Selline liide erineb eelmisest selle poolest, et punktis  $O_2$  lõikuvate kaarte raadiused ei määrata ühendava kaare ja antud kaare raadiuste summaga, vaid nende vahelga, s. o.  $100 - 16 = 84\text{ (mm)}$  ja  $100 - 22 = 78\text{ (mm)}$ .

Liitepunktide 1 ja 2 leidmiseks ühendatakse tsentrid  $O_2$  ja  $O$  ning  $O_2$  ja  $O_1$  sirgetega, mis lõikavad antud kaari otsitavates punktides.

### III. Kalle.

#### 1. KALDE MÕISTE.

Vaatleme täisnurkset kolmnurka  $ABC$  (joon. 148). Hüpotenuusi  $AB$  kallet pikema kaateti  $AC$  suhtes võib avaldada kas nurga  $BAC$  (kraadides antud) suuruse kaudu või kaldega, mille suurust



Joon. 148.

määrab lühema kaateti  $CB$  suhe pikema kaatetiga  $AC$  ( $CB:AC$ ). Selleks, et määrata joonisel 148 kujutatud hüpotenuusi  $AB$  kallet, tuleb mõõta kolmnurga mõlemad kaatetid ning määrata lühema kaateti suhe pikemaga. Oletame, et lühema kaateti pikkus on  $40\text{ mm}$  ja pikema kaateti pik-

kus  $120\text{ mm}$ . Sel juhul määrab hüpotenuusi kallet suhe  $40:120 = 1:3$ .

Kallet väljendatakse sageli protsentides, näiteks:  $7\%$  kalle, kalle  $14\%$  jne., mis vastab suhtele  $7:100$ ,  $14:100$  jne.

## 2. KALLETE EHITAMISE VIISID

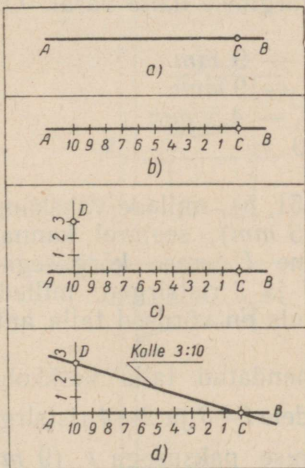
**Esimene juhtum.** Antud on lõik  $AB$  (joon. 149, *a*) ja lõigul asetsev punkt  $C$ . Läbi antud punkti  $C$  tuleb tõmmata sirge kaldega 3:10 antud lõigu  $AB$  suhtes.

Ülesanne lahendatakse järgmiselt:

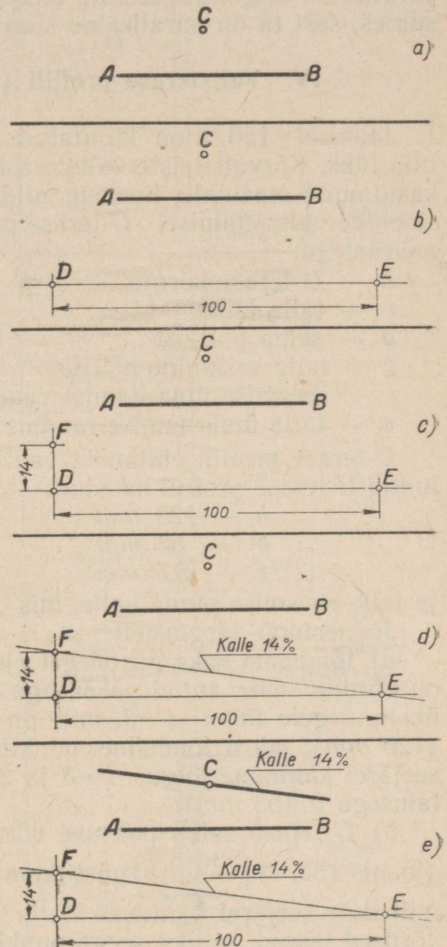
*a*) antud lõigule  $AB$  (joon. 149, *b*) kantakse punktist  $C$  alates kümme mistahes pikkusega, kuid omavahel võrdset lõiku;

*b*) punktis 10 (joon. 149, *c*) tõmmatakse antud lõigule  $AB$  ristsirge  $10D$ , millele kantakse kolm võrdset lõiku; iga lõigu pikkus peab olema võrdne rõhtsirgele kantud lõikude pikkusega;

*c*) läbi antud punkti  $C$  (joon. 149, *d*) ja ristsirgel asetseva punkti 3 tõmmatakse sirge, millel ongi nõutud kalle 3:10.



Joon. 149.



Joon. 150.

**Teine juhtum.** On antud lõik  $AB$  (joon. 150, *a*) ja väljaspool lõiku asetsev punkt  $C$ . Läbi antud punkti  $C$  tuleb tõmmata sirge 14% kaldega antud sirge  $AB$  suhtes. Ülesanne lahendatakse järgmiselt:

*a*) antud sirgele tõmmatakse paralleelne abisirge (joon. 150, *b*), millele seejärel kantakse ära lõik  $DE$  pikkusega 100 mm;

b) punktist  $D$  püstitatud ristsirgele (joon. 150,  $c$ ) kantakse lõik  $DF$  pikkusega 14 mm;

c) punktid  $E$  ja  $F$  (joon. 150,  $d$ ) ühendatakse abisirgega, millel vastavalt konstruktsioonile on nõutud kalle 14%;

d) läbi punkti  $C$  (joon. 150,  $e$ ) tõmmatakse antud abisirgele  $EF$  paralleelne sirge. Tõmmatud sirgel on nõutud 14% kalle sirge  $AB$  suhtes, sest ta on paralleelne sirgega  $EF$ .

#### IV. Valtsterase profiili (ristlõike) joonestamine.

Joonisel 150,  $a$  on kujutatud  $U$ -teraseks nimetatud terastalla tükk. Kõrvuti teiste valtsterase liikidega leiab  $U$ -teras laialdast kasutamist masinate, hoonete, sildade ja paljude teiste konstruktsioonide valmistamisel.  $U$ -terase profiili iseloomustatakse järgmiste suurustega:

- $h$  —  $U$ -terase kõrgus,
- $b$  — talla laius,
- $d$  — seina paksus,
- $t$  — talla keskmine paksus,
- $r$  — seesmise ümardamise raadius,
- $r_1$  — talla ümardamise raadius.

$U$ -terase profiili ehitamist vaatleme järgmise näite varal. Olgu antud  $U$ -terase profiili mõõdud:

$$\begin{array}{ll} h - 120 \text{ mm} & t - 9 \text{ mm} \\ b - 53 \text{ mm} & r - 9 \text{ mm} \\ d - 5,5 \text{ mm} & r_1 - 4,5 \text{ mm} \end{array}$$

ja talla seesmise pinna kalle, mis on 1:10.

Joonestame järgmiselt:

a) tõmbame kaks püstsirget (joon. 151,  $b$ ), millede vahekaugus on võrdne seina antud paksusega  $d$  (5,5 mm), seejärel kanname ühele sirgele lõigu  $1-2$ , mis on võrdne  $U$ -terase kõrgusega  $h$  (120 mm); edasi tõmbame punktides  $1$  ja  $2$  ristsirged, milledele seejärel kanname lõigud  $1-3$  ja  $2-4$ , mis on võrdsed talla antud laiussega  $b$  (53 mm);

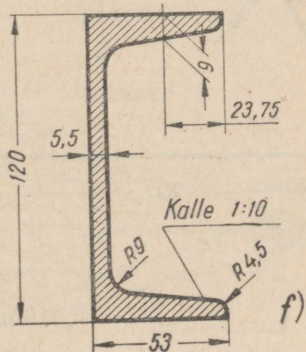
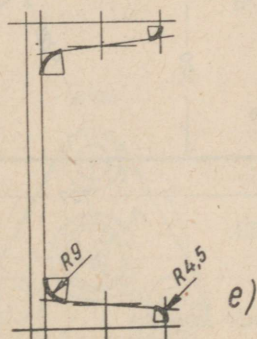
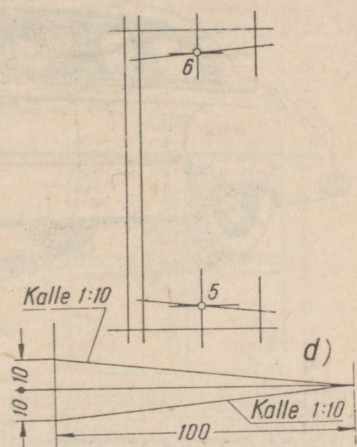
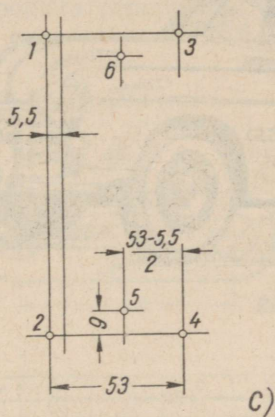
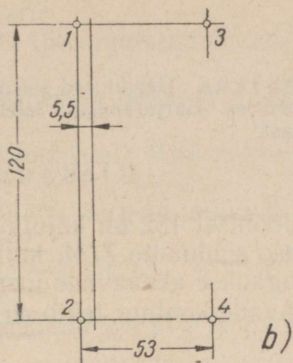
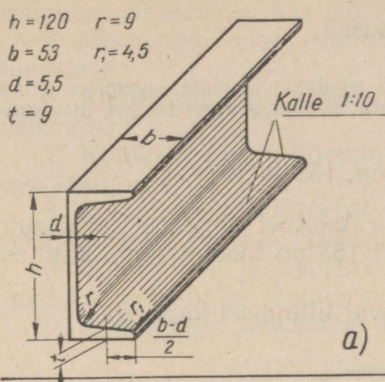
b)  $U$ -terase seina paksuse võrra vähendatud talla keskkohast (joonis 151,  $c$ )  $\left(\frac{53-5,5}{2}\right)$  püstitame lõikudele  $1-3$  ja  $2-4$  ristsirged, milledele seejärel kanname talla keskmise paksusega  $t$  (9 mm) võrdsed lõigud, saades seega punktid  $5$  ja  $6$ ;

c) läbi leitud punktide  $5$  ja  $6$  (joon. 151,  $d$ ) tõmbame sirged kaldega 1:10 talla väliskülje suhtes, eespool kirjeldatud viisil;

d) ehitatava kontuuri nürinurgad (joon. 151,  $e$ ) ümardame antud raadiustega ( $R9$  mm ja  $R4,5$  mm) kaarte abil;

e) tõmbame välja  $U$ -terase profiili kontuurjoone (joon. 151,  $f$ ), seejärel märgime ära mõõdud ning viirutame profiili pinna.

Tähendame, et kallet näitav pealkiri tuleb joonistel kirjutada rõhtsalt asetsevale «riiulile», nagu see on näidatud joonistel 150,  $d$  ja  $e$  ning 151,  $f$ .



Joon. 151.

## PRAKTILISED TÖÖD.

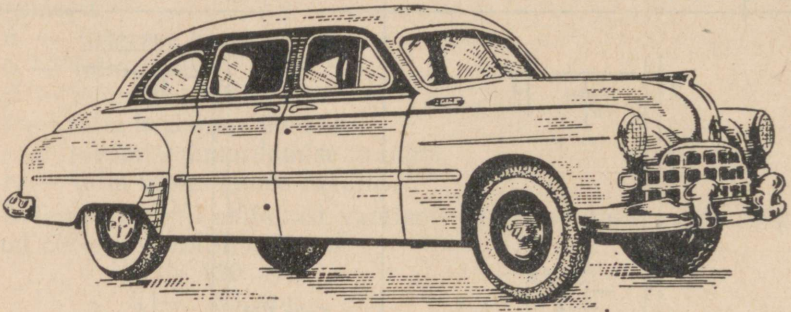
### I. Harjutused.

Märkus. Harjutused seisnevad liiteid nõudvate jooniste lugemises ja valmistamises. Harjutamiseks tuleb valida mitu tööd järgnevalt toodud ülesannete hulgast.

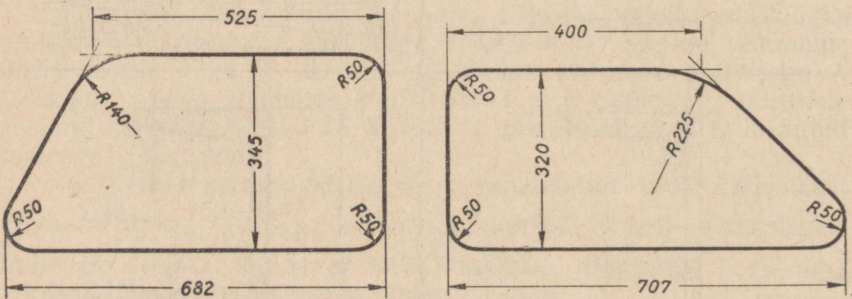
Ülesanne 1 (joon. 152 ja 153).

Joonisel 152 on kujutatud V. M. Molotovi nimelise Gorki auto-tehase sõiduauto ZIM, kuna joonisel 153 on toodud sama auto esi- ja tagaukse aknaavade joonised.

Avade kontuur tekib sirgete sujuval liitumisel kaartega.



Joon. 152.



Joon. 153.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Mida nimetatakse joonestamises liiteks?
2. Mis on «liitepunkt»?
3. Missuguseid tingimusi tuleb täita sirge ja kaare vahelise sujuva ülemineku saamiseks?

4. Missuguseid jooni tuleb sujuva liitumise teostamisel tõmmata esimeses järjekorras, kas sirgeid või kaari?

5. Missugused liited esinevad joonisel 153 kujutatud akende kontuurides?

6. Kuidas määrata antud joonistel esinevate liitekaarte tsentrite asukohti?

7. Kuidas määrata liitepunkte antud joonistel? Mitu neid on iga ava kontuuris?

8. Missuguses järjekorras tuleb teostada sirgete sujuvat liitumist kaartega, millede raadius on 50 mm?

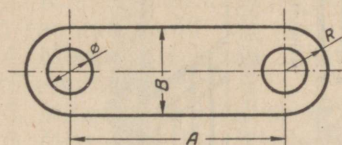
9. Missuguses järjekorras tuleb teostada sirgete sujuvat liitumist kaarega, mille raadius on 225 mm?

10. Missuguses järjekorras tuleb valmistada iga ava joonis?

*Juhiseid ülesannete täitmise kohta.*

1. Joonista silmamõõdu järgi mastaabis 1:10 akna-avade kujutised.

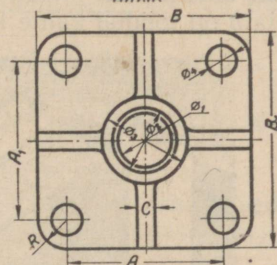
PLAAT



Plaadi nr.	A	B	R	φ
1	60	24	12	12
2	90	36	18	18

Joon. 154.

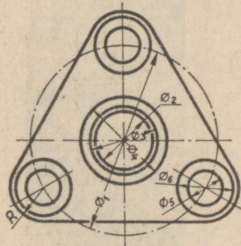
ÄÄRIK



Ääriku nr.	A	A <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>	C	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	R
1	44	44	60	60	5	15	18	24	8	8
2	50	50	74	74	6	20	24	32	12	12

Joon. 155.

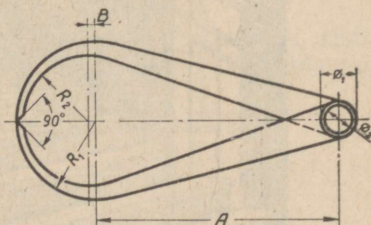
ÄÄRIK



Ääriku nr.	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	φ <sub>3</sub>	φ <sub>4</sub>	φ <sub>5</sub>	φ <sub>6</sub>	R
1	80	24	28	36	14	24	14
2	90	26	30	40	16	26	16

Joon. 156.

VÄLISTASTER



Välitastri nr.	A	R <sub>1</sub>	φ <sub>1</sub>	φ <sub>2</sub>	B	R <sub>2</sub>
1	68	22	10	8	2	18
2	85	26	12	10	3	22

Joon. 157.

2. Valmistada joonis ühest antud akna-avast mastaabis 1:5; ehitada joonisel kõik liitepunktid.

Ülesanne 2 (joon. 154—157).

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused liited esinevad antud joonistel kujutatud detailide kontuurides?

2. Kuidas määrata liitepunkte? Mitu neid on igal joonisel?

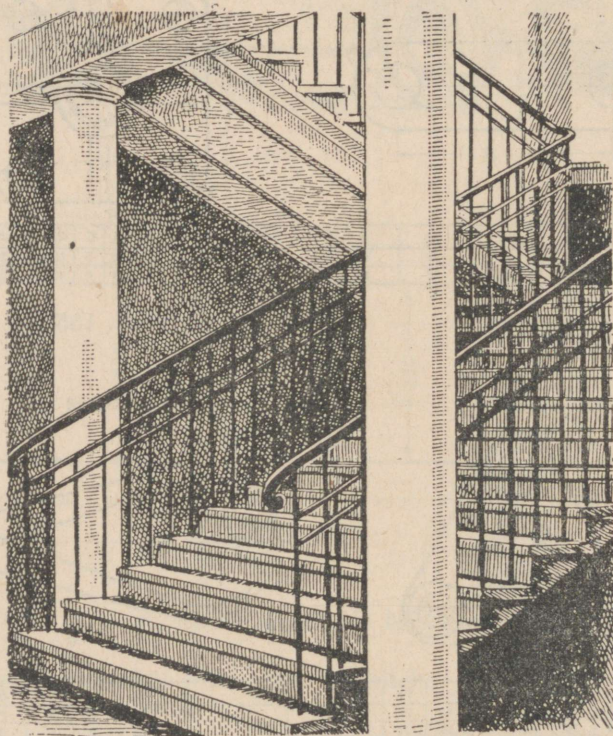
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonistada kujutis ühest joonistel 154, 155, 156 ja 157 kujutatud detailist. Märkida joonisele detaili mõõdud.

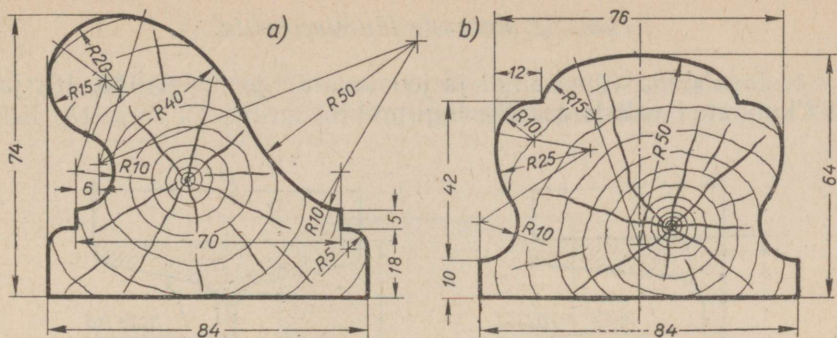
2. Valmistada joonis samast detailist, kasutades selleks tabelis toodud detaili mõõdud.

Ülesanne 3 (joon. 158 ja 159).

Joonisel 158 on kujutatud vastehitatud koolimaja peatrepp. Trepp on äärestatud metallvõre ja puidust käsipuuga. Joonisel 159, *a* ja *b* on toodud kahte liiki käsipuude ristlõiked.



Joon. 158.



Joon. 159.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused liited esinevad joonistel 159, *a* ja *b* kujutatud käsipuude kontuurides?

2. Missuguste kaartega liitub raadiusega 40 mm tõmmatud kaar?

3. Kuidas määrata ringjoone tsentri asukoht, millele kuulub kaar raadiusega 50 mm (joon. 159, *a*)?

4. Missuguste joonte tõmbamisega tuleb alustada iga antud joonise valmistamist?

5. Missuguses järjekorras tuleb neid joonestada?

6. Missugust kaart kolmest kaarest, millede raadiused on 20, 40 ja 50 mm (joon. 159, *a*), tuleb joonestada viimases järjekorras? Mispärast?

7. Kuidas määrata tsepter ringjoonele, millele kuulub kaar raadiusega 25 mm?

8. Missugust kaart kolmest kaarest, millede raadiused on 10, 25 ja 10 mm (joon. 159, *b*), tuleb tõmmata viimases järjekorras? Mispärast?

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonistada silmamõõdu järgi loomulikus suuruses ristlõige ühest joonisel 159, *a* ja *b* kujutatud käepidemest. Märkida kujuti-  
sele selle mõõdud.

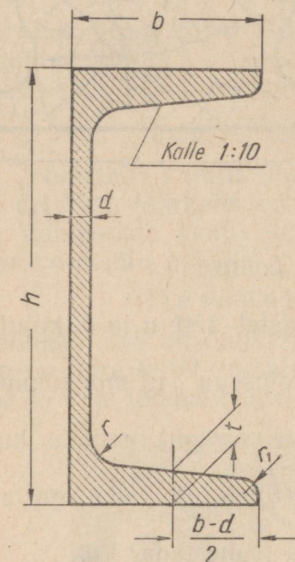
2. Teha joonis sama käsipuu ristlõikest mastaabis 1:1 ühes mõõtude äramärkimisega.

Ülesanne 4 (joon. 160—162).

Joonistel 160—162 on toodud kolme valtsterase — *U*-terase (joon. 160), kaksik-*T*-terase (joon. 161) ja raudteeroopa (joon. 162) profiilid. Toodud valtsterase liikide profiilide joonestamisel tuleb ehitada kalded 1:10, 1:6 ja 1:3.

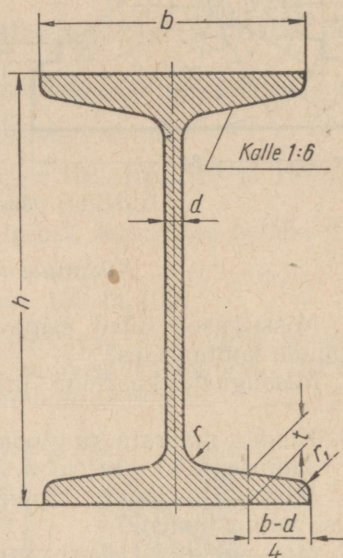
## Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Joonistada (ilma sirkli ja joonlauata) joonistel 160, 161 ja 162 kujutatud valtsterase ühe liigi profiil.



Profiili nr.	$h$	$b$	$d$	$t$	$r$	$r_1$
10	100	48	5,3	8,5	8,5	4,25
12	120	53	5,5	9,0	9,0	4,5
14	140	60	8	9,5	9,5	4,75

Joon. 160.



Profiili nr.	$h$	$b$	$d$	$t$	$r$	$r_1$
10	100	68	4,5	7,6	6,5	3,3
12	120	74	5	8,4	7,0	3,5
14	140	80	5,5	9,1	7,5	3,8

Joon. 161.

Ülesande täitmisel kasutada tabelis toodud mõõte, pidades seejuures silmamõõdu järgi kinni mastaabist 1:1. Kanda kujutisele profiili mõõdud.

2. Tehtud joonise põhjal valmistada profiili joonis mastaabis 1:1 ning kanda joonisele mõõdud.

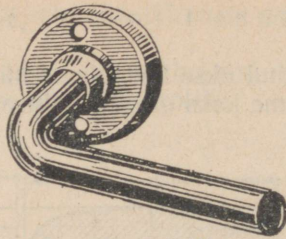
## II. Tööd.

### 1. TÖÖ NR. 6.

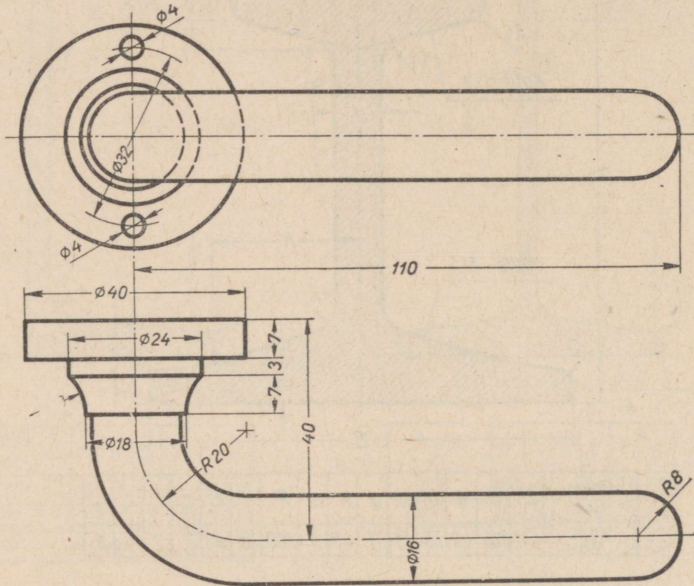
Märkus. Töö nr. 6 seisab joonistuse ja joonise valmistamises esemest, mille vaadetes esinevad liited; valmis joonise kopeerimises pauspaberile (tušiga).

Töö eeskujuks valida üks järgnevalt toodud ülesannetest.





Joon. 163.



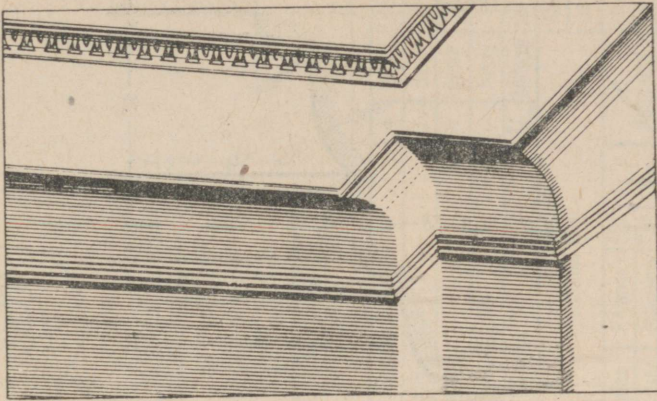
Joon. 164.

## Ülesanne 2 (joon. 165–167).

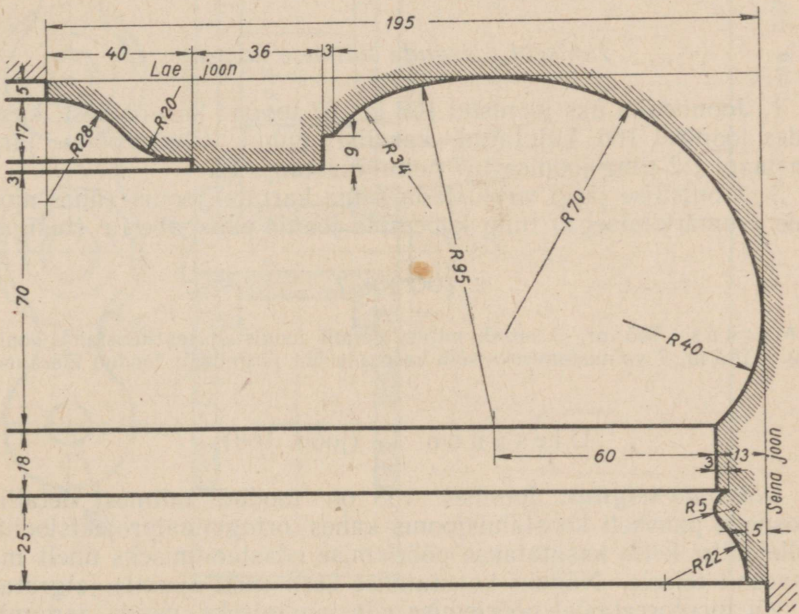
Joonisel 165 on kujutatud elutoa karniis, kuna joonistel 166 ja 167 on toodud karniiside joonised (ristlõiked).

*Küsimusi ülesande kohta.*

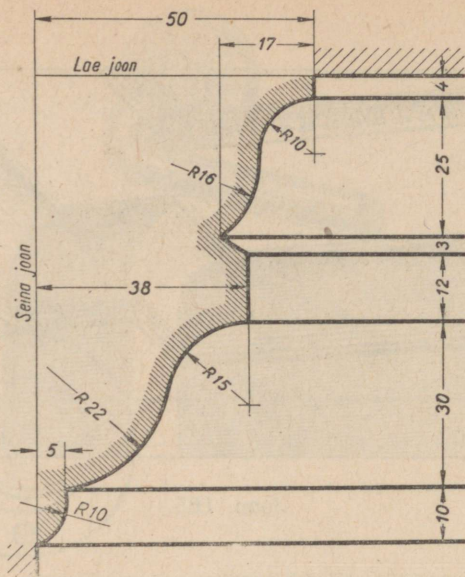
1. Missugused liited esinevad iga karniisi kontuuris?
2. Kuidas määrata antud joonisel sujuvalt liituvate kaartte liitesentrite asukohad?
3. Missuguses järjekorras tõmmata kaari, millede raadiused on 40, 70, 95 ja 34 mm (karniis joon. 166) ja 22, 15, 16 ja 10 mm (karniis joonisel 167)? Mispärast?



Joon. 165.



Joon. 166.



Joon. 167.

### Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Joonistada üks joonistel 166 ja 167 toodud karniisidest, kasutades joonisel 166 kujutatud karniisi puhul silmamõõdu järgi mastaapi 1:2 ning joonise 167 puhul mastaapi 1:1.

2. Joonistuse järgi valmistada sama karniisi joonis (ühes mõõtude äramärkimisega) ning kopeerida joonis pauspaberile (tušiga).

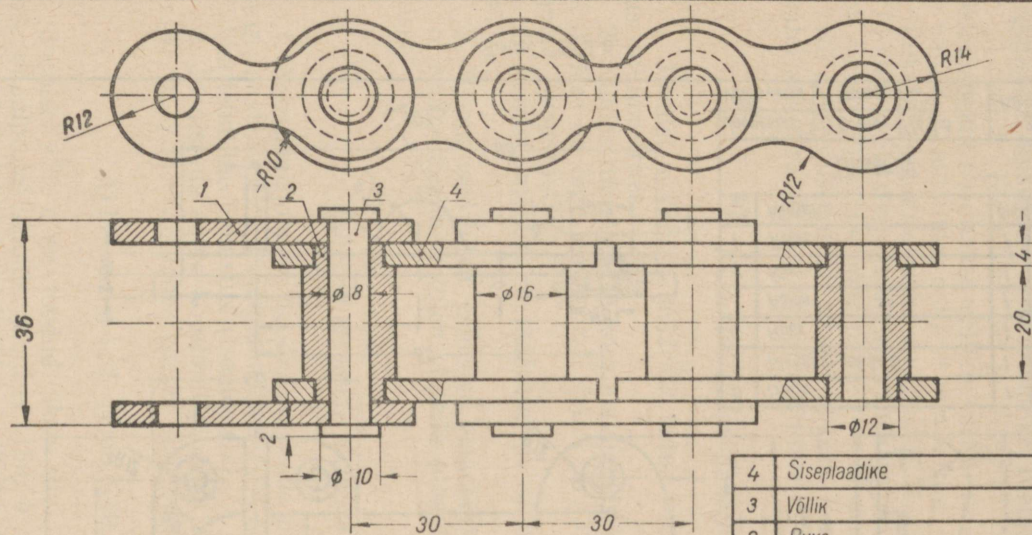
### 2. TÖÖ NR. 7.

Märkus. Töö nr. 7 seisab mitme detaili joonistamises koostamisjoonise järgi<sup>1</sup>. Töö nr. 7 valmistamiseks võib kasutada üht järgnevalt toodud ülesannet.

### Ülesanne 1 (joon. 168).

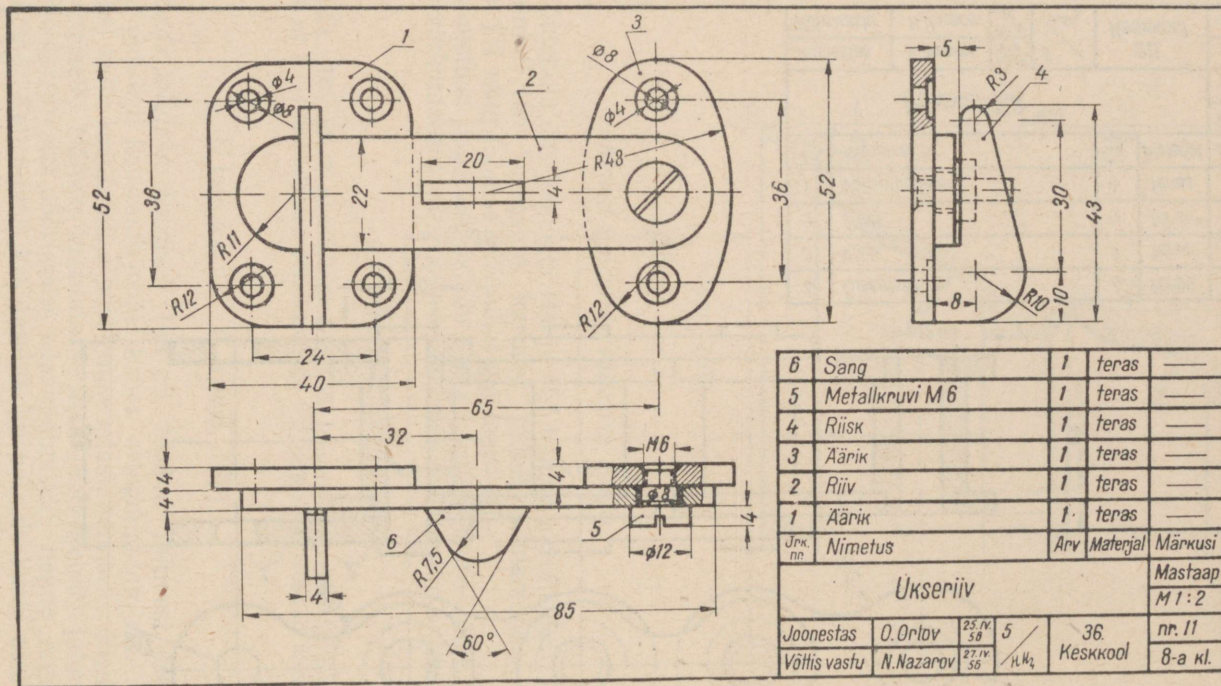
*Ülesande selgitus.* Joonisel 168 on toodud mitmest detailist koosneva puksketi koostamisjoonis kahes ortogonaalprojektsioonis. Selletaolisi kette kasutatakse pöörlemise edasiandmiseks ühelt masinaosalt teisele. Näiteks kasutatakse ketti (kett-ajamit) jalgratasel või mootorratasel pöörlemise edasiandmiseks nende tagumistele ratasestele. Kett-ajamit kasutatakse ka paljude teiste masinate juures.

<sup>1</sup> Seletused koostamisjooniste kohta on toodud lisas nr. 2.



4	Siseplaadike	4	teras	—
3	Võllik	3	teras	—
2	Puuk	4	teras	—
1	Välisplaadike	4	teras	—
Jrk. nr.	Nimetus	Arv. löögu kohta	Materjal	Märkusi
Puuksketi lõik				Mastaap
				M 1:1
Joonestaj	V. Ivanov	25. IV. 1956	5	20. nr 11
Võttis vastu	H. Nazarov	27. IV. 56	ИИ	8-a kl.

Joon. 168.



Joon. 169-a.

Juhime tähelepanu järgmisele erandile lõigete valmistamisel.

On lõiketapasind suunatud piki massiivseid, s. t. õõsi mittesaldavaid detaile, nagu näiteks piki joonisel 168 kujutatud detaili nr. 3 telgjoont, siis niisuguseid detaile ei kujutata joonisel lõigatuna nende pikitelje suunas.

Koostamisjoonise (joon. 168) alumises parempoolses nurgas oleva kirjanurga spetsifikatsioonist selgub, et antud ketiosa koosneb järgmistest detailidest: välisplaadike (detail nr. 1), puksi (detail nr. 2), völlik (detail nr. 3) ja siseplaadike (detail nr. 4). Ketikokkupanekul needitakse völliku (detail nr. 3) otsad, nagu joonisel on näidatud, mõõtudes  $\varnothing 10 \times 2 \text{ mm}$  kokku.

Puksketi põhimõõtmeks on: puksi läbimõõt (meie näite puhul  $\varnothing 16 \text{ mm}$ ), keti siseplaadikeste vahekaugus (meie näites  $20 \text{ mm}$ ) ja keti samm ( $t$ ) (meie näite puhul  $t = 30 \text{ mm}$ ).

Nii keti välis- kui ka siseplaadikeste kontuur tekib joonise eestvaatel antud raadiustega kaarte sujuval liitumisel.

### *Küsimusi ülesande kohta.*

1. Joonist mõõtmata määrata antud keti välisplaadikeste paksumillimeetrites.

2. Kuidas nimetatakse koostamisjoonisel toodud mõõtte?

3. Kas on õige, et joonisel detail nr. 3 (völlik) jääb viirutamata? Mispärast?

4. Joonist mõõtmata määrata puksi (detail nr. 2) gabariitmõõdud.

5. Missugused liited esinevad plaadikese kontuurjoones?

6. Mitu liitepunkti tuleb ehitada plaadikese joonise valmistamisel?

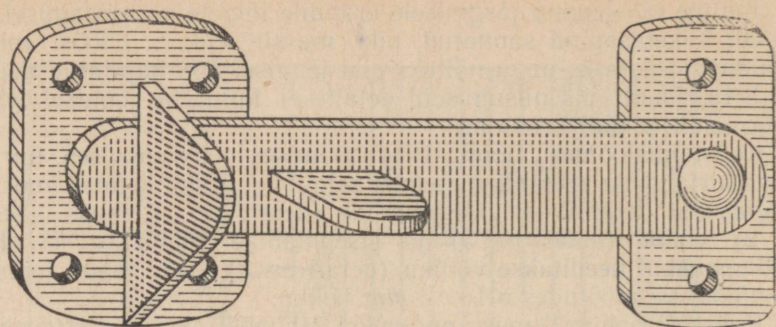
### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Koostamisjoonisel toodud mõõtude põhjal teha silmamõõdu järgi mastaabis 2:1 välisplaadikese (või siseplaadikese), puksi ja völliku tehniline joonistus (isomeetria).

2. Joonistada sama koostamisjoonise järgi detailid nr. 1 (või nr. 4), nr. 2 ja nr. 3 kahes vaates ning märkida mõõdud.

### *Ülesanne 2. (joon. 169, a ja b).*

Joonisel 169, a on toodud ukse riivi koostamisjoonis kolmes ortogonaalprojektsioonis, joonisel 169, b aga sama riivi näitlik kujutis. Antud koostamisjoonise spetsifikatsioonist (joon. 169, a) selgub, et riiv koosneb kuuest detailist. Koostamisjoonise vaatlemisel on kerge kindlaks teha, et kõik detailid, peale detaili nr. 5 (kruvi), koosnevad mitmesuguse kujuga plaadikestest, kusjuures igauhe kontuur tekib varem käsitletud joonte sujuval liitumisel.



Joon. 169-b.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused liited esinevad detailide nr. 1, nr. 2, nr. 3, nr. 4 ja nr. 5 kontuurjoontes?
2. Mitu liitepunkti tuleb leida ukseriivi iga detaili joonise valmistamisel?

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Valmistada antud koostamisjoonise põhjal silmamõõdu järgi mastaabis 2:1 ukseriivi kahe-kolme detaili tehniline joonis (isomeetria).
  2. Sama koostamisjoonise põhjal joonistada antud ukseriivi kaks-kolm detaili kahes vaates ühes mõõtude äramärgimisega.
-

#### IV peatükk.

### PÜRAMIIDI- JA KOONUSEKUJULISTE KEHADE JONESTAMINE.

#### KORRAPÄRASE PÜRAMIIDI JA PÜSTRINGKOONUSE MÕISTE.

Püramiid. Joonisel 170, *a* on toodud püramiidi näitlik kujutis. Püramiidiks nimetatakse hulktahukat, mille üks — põhjaks nimetatav tahk on mistahes hulknurk, kuna kõik teised — külgtahkudeks nimetatavad tahud on ühise tipuga kolmnurkad. Külgtahkude ühine tipp on ühtlasi ka püramiidi tipuks. Püramiidi tipust tema põhjale tõmmatud ristlõik on püramiidi kõrgus.

Püramiidid on kolmnurksed, nelinurksed jne., vastavalt sellele, kas nende põhjaks on kolmnurk, nelinurk jne.

Püramiidi nimetatakse korrapäraseks<sup>1</sup>, kui:

- 1) tema põhjaks on korrapärane hulknurk;
- 2) tema kõrgus läbib selle hulknurga keskmel.

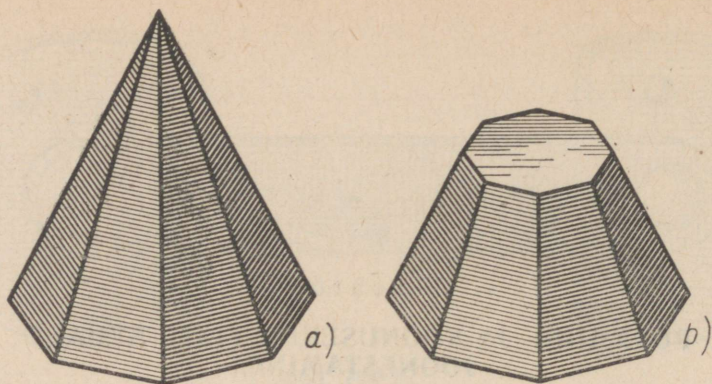
Kui püramiidi lõikab põhjaga paralleelne tasapind, siis nimetatakse põhja ja põhjaga paralleelse lõiketäpina vahelist püramiidi osa (joon. 170, *b*) tükipüramiidiks; tükipüramiidi paralleelseid tahke nimetatakse põhjadeks (vastavalt ülemine ja alumine). Tükipüramiidi nimetatakse korrapäraseks, kui ta moodustab osa korrapärasest püramiidist.

Püstringkoonus. Joonisel 171, *a* on toodud püstringkoonuse näitlik kujutis. Niisugust koonust võib vaadelda kehana, mis tekib täisnurkse kolmnurga pöörlemisel tema ühe kaateti ümber.

Joonisel 171, *b* on näidatud püstringkoonuse tekkimine täisnurkse kolmnurga pöörlemisel tema pikema kaateti kui telje ümber.

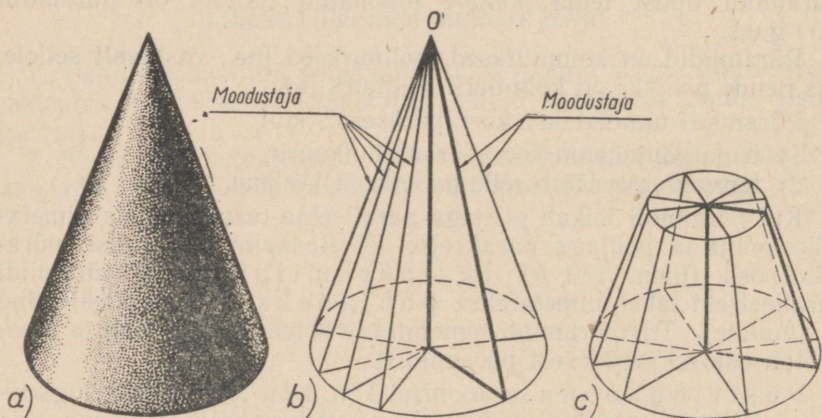
Kaatetit, mille ümber pöörleb kolmnurk, nimetatakse koonuse kõrguseks (teljeks), teine kaatet moodustab pöörlemisel koonuse põhja, kuna hüpoteenus moodustab seejuures koonuse külgpinna (koonilise pinna). Pöörlevat hüpotenuusi nimetatakse koonuse moodustajaks. Punkt *O* on koonuse tipp.

<sup>1</sup> Kui pole nõutud spetsiaalset täpsustamist, nimetame korrapärasest püramiidi edaspidi lihtsalt püramiidiks.



Joon. 170.

Kui püstringkoonust<sup>1</sup> lõikab põhjaga paralleelne tasapind, siis nimetatakse põhja ja põhjaga paralleelse lõiketasapinna vahelist koonuse osa tükikoonuseks. Niisugust koonust võib vaadelda kehana, mis tekib täisnurkse trapetsi pöörlemisel (joon. 171, c) põhjadega risti oleva külje ümber.

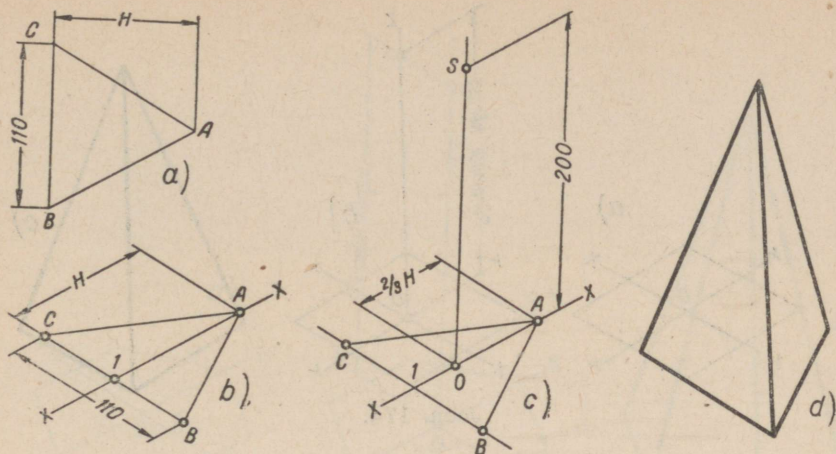


Joon. 171.

## I. Püramiidi ja koonuse isomeetriline kujutis.

**Kolmnurkne püramiid.** P ü r a m i i d. Olgu nõutud ehitada isomeetriline kujutis püramiidist, mille kõrgus on 200 mm ja põhjaks oleva võrdkülgse kolmnurga külje pikkus 110 mm (joon. 172).

<sup>1</sup> Kui pole nõutud spetsiaalset täpsustamist, nimetame püstringkoonust edaspidi lihtsalt koonuseks.



Joon. 172.

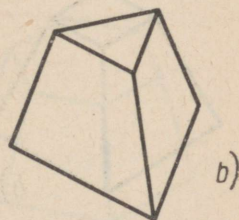
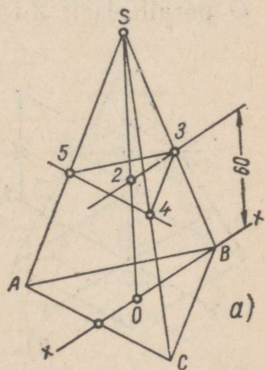
a) Ühele teljele, näiteks  $X$ -teljele (joon. 172, b), kanname lõigu  $A1$ , mis on võrdne püramiidi põhjaks oleva kolmnurga kõrgusega  $H$ . Järgnevalt tõmbame läbi punkti  $1$   $Y$ -teljega paralleelse sirge ning märgime sellel sirgel punktidega  $A$  ja  $B$  ära püramiidi põhiküljega võrdse sirglõigu ( $110 \text{ mm}$ ). Pärast punktide  $A, B$  ja  $C$  ühendamist peenjoontega saame püramiidi põhja kujutise;

b)  $X$ -teljel kanname punktist  $A$  (joon. 172, c) lõigu  $AO$ , mis on võrdne püramiidi põhjaks oleva kolmnurga  $\frac{2}{3}$  kõrgusega (punkt  $O$  on antud püramiidi põhja, s. t. kolmnurga keskpunkti projektsioon). Seejärel tõmbame punktist  $O$   $Z$ -teljega paralleelse sirge ning kanname sellele punktist  $O$  lõigu  $OS$ , mis on võrdne püramiidi kõrgusega (meie näite puhul  $200 \text{ mm}$ ). Püramiidi tipp  $S$  tuleb ühendada sirglõikude abil püramiidi põhja tippude projektsioonidega  $A, B$  ja  $C$ .

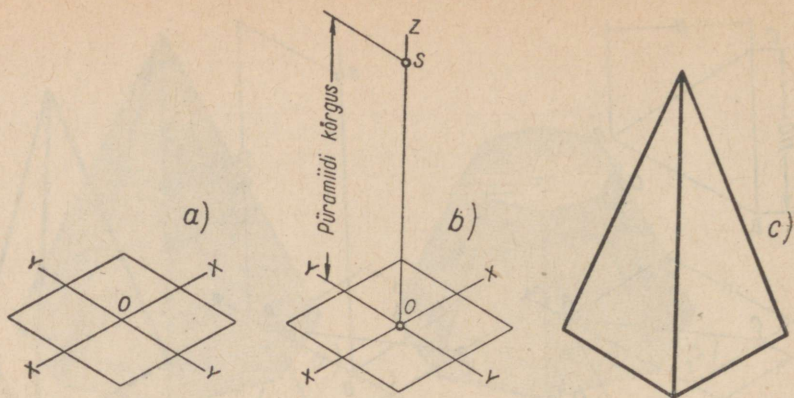
Joonisel 172, d on toodud antud mõõtudega valmistatud püramiidi lõpetatud isomeetriline kujutis.

Tüvipüramiid. Joonisel 173 on näidatud isomeetrilise kujutise ehitamist kolmnurksest tüvipüramiidist, mille kõrgus on antud näite puhul  $60 \text{ mm}$ .

Seejärel, kui on ehitatud isomeetriline kujutis püramiidist (joon. 173, a), kanname püramiidi põhjaks oleva kolmnurga keskpunkti lõigu  $0-2$ , mis on võrdne tüvipüramiidi



Joon. 173.



Joon. 174.

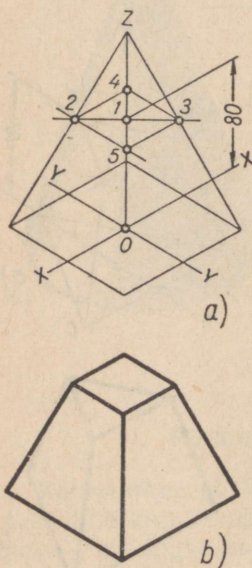
kõrgusega, s. o. 60 mm. Edasi tõmbame läbi punkti 2  $X$ -teljega paralleelse sirge; selle sirge lõikumisel külgservaga  $SB$  saame punkti 3. Lõigud 3—4, 3—5 ja 5—4 tõmbame paralleelselt püramiidi alumise põhja vastavate külgedega  $BC$ ,  $BA$  ja  $AC$ . Joonisel 173,  $b$  on toodud tüvipüramiidi lõpetatud isomeetiline kujutis.

**Nelinurkne püramiid.** P ü r a m i i d.  $X$ - ja  $Y$ -teljele ehitame püramiidi põhja — nelinurga isomeetrilise kujutise (joon. 174,  $a$ ). Punkt  $O$  on nelinurga — püramiidi põhja keskpunkt. Edasi on punktist  $O$  paralleelselt  $Z$ -teljega tõmmatud lõik  $OS$ , mis on võrdne püramiidi kõrgusega; punkt  $S$ , mis on tipu projektsiooniks, tuleb sirglõikude abil ühendada püramiidi põhja tippude projektsioonidega.

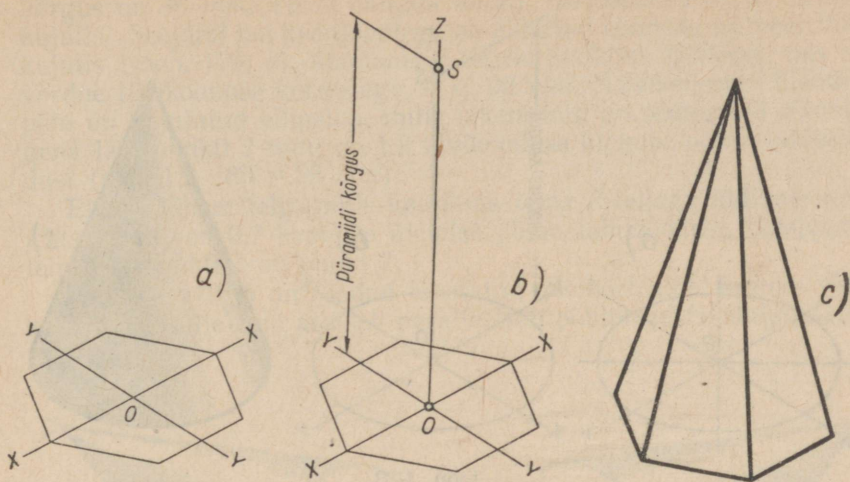
Joonisel 174,  $c$  on toodud lõpetatud isomeetiline kujutis nelinurksest püramiidist.

**Tüvipüramiid.** Seejärel kui peenjoontega on ehitatud isomeetiline kujutis püramiidist (joon. 175,  $a$ ), kanname  $Z$ -teljele punktist  $O$  sirglõigu, mis on võrdne tüvipüramiidi kõrgusega; meie näite puhul on tüvipüramiidi kõrgus (lõik  $O—1$ ) 80 mm. Järgnevalt tõmbame läbi punkti 1 rõhtsirge, mis lõikab püramiidi külgservade projektsiooni punktides 3 ja 2. Nüüd tõmbame püramiidi põhja vastavate külgede projektsioonidega paralleelsed lõigud 3—5, 5—2, 2—4 ja 4—3. Joonisel 175,  $b$  on näidatud nelinurkse tüvipüramiidi lõpetatud isomeetiline kujutis.

**Kuusnurkne püramiid.** P ü r a m i i d.  $X$ - ja  $Y$ -teljele ehitame püramiidi põhja — korrapärase kuusnurga isomeetrilise kujutise (joon. 176,  $a$ ).



Joon. 175.



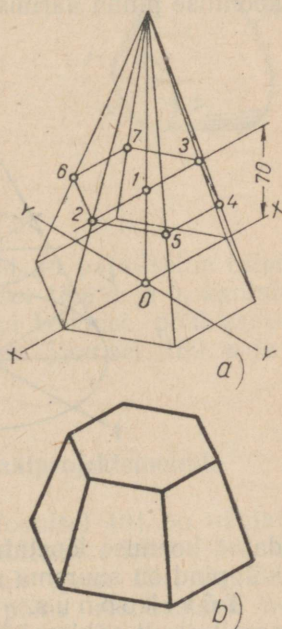
Joon. 176.

Seejärel kanname  $Z$ -teljel punktist  $O$  (s. t. püramiidi põhja keskpunktist) lõigu  $OS$ , mis on võrdne püramiidi kõrgusega (joon. 176,  $b$ ). Punkt  $S$ , mis on püramiidi tippu projektsiooniks, tuleb ühendada sirgete abil püramiidi põhja tippude projektsioonidega.

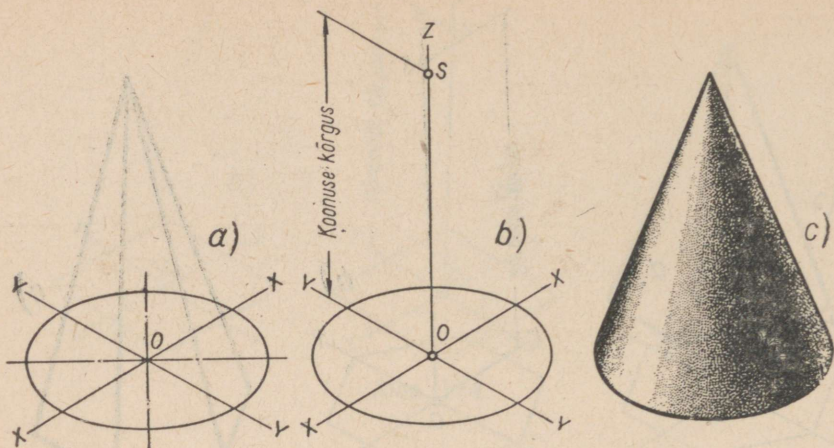
Joonisel 176,  $c$  on toodud kuusnurkse püramiidi lõpetatud isomeetiline kujutis.

**Tüvipüramiid.** Seejärel kui peenjoontega oleme välja joonestanud püramiidi isomeetrilise kujutise (joon. 177,  $a$ ), kanname punktist  $O$  kõrgusele lõigu, mis on võrdne tüvipüramiidi kõrgusega ning mis antud näite puhul (lõik  $O-1$ ) on 70 mm. Seejärel tõmbame läbi punkti  $1$   $X$ -teljega paralleelse sirge; viimane lõikab püramiidi külgservade projektsioone punktis  $3$  ja  $2$ . Lõigud  $3-7$ ,  $7-6$ ,  $6-2$ ,  $2-5$ ,  $5-4$  ja  $4-3$  tõmbame paralleelselt püramiidi põhja vastavate külgede projektsioonidega. Joonisel 177,  $b$  on toodud kuusnurkse tüvipüramiidi lõpetatud isomeetiline kujutis.

**Koonus.** Olgu meil tarvis joonestada isomeetiline kujutis koonusest, mille põhi on paralleelne põhiprojektsioonipinnaga. Koonuse joonestamist alustame tema põhja — ellipsi kujutamise (joon. 178,  $a$ ). Ellipsi pikem telg asetseb horisontaalselt ning on võrdne 1,2 koonuse põhja läbimõõduga (joonestame ilma lühenduseta



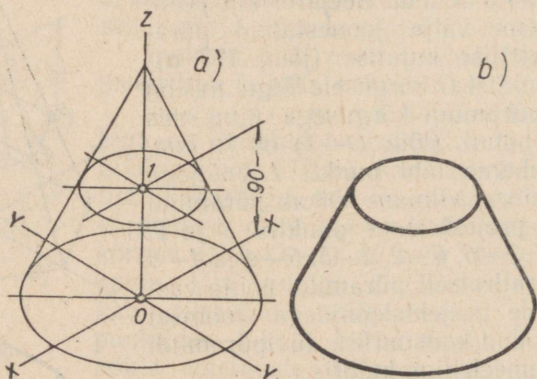
Joon. 177.



Joon. 178.

telgede suunas), kuna lühem telg on risti ja võrdne 0,7 koonuse põhja läbimõõduga.

Seejärel kanname Z-teljele punkti  $O$  (s. t. koonuse põhja ringjoone tsentri projektsioonist) lõigu  $OS$ , mis on võrdne koonuse kõrgusega (joon. 178, *b*). Punkt  $S$ , mis on koonuse tipu projektsiooniks, tuleb ühendada kahe sirgega, mis on ellipsi puutujateks ning koonilise pinna äärmisteks moodustajateks. Joonisel 178, *c* on näi-



Joon. 179.

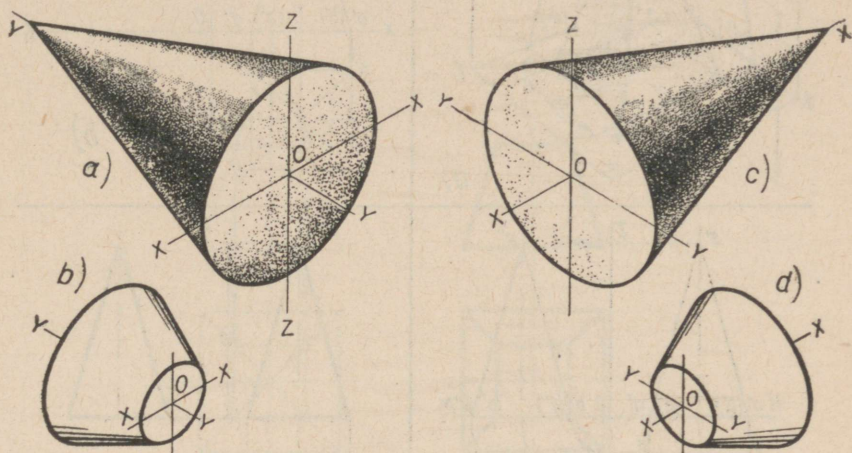
datud koonuse lõpetatud isomeetriline kujutis, kusjuures koonuse külgpind on suurema näitlikkuse mõttes varjutatud.

Tüvikoonus. Olgu antud tüvikoonus, mille põhi asetseb paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga. Koonuse alumise põhja läbimõõt on 200 mm ning ülemise põhja läbimõõt 80 mm. Tüvikoonuse

kõrgus on 90 mm. Tuleb ehitada antud tüvikoonuse isomeetriline kujutis. Seejärel kui peenjoontega on ehitatud koonuse isomeetriline kujutis (joon. 179, a), kanname Z-teljele punktist  $O$  lõigu, mis on võrdne tüvikoonuse kõrgusega, s. o. 90 mm. Tüvikoonuse ülemine põhi on kujutatud ellipsina, mille pikem telg on tõmmatud rõhtsirgema läbi punkti  $I$  ning on 1,2 tüvikoonuse ülemise põhja läbimõõdust (s. o.  $1,2 \cdot 80 = 96$  mm).

Ellipsi lühem telg, mille kanname tema Z-teljega ühtivale projektsioonile, on 0,7 koonuse ülemise põhja läbimõõdust, kusjuures telje keskpunktiks on punkt  $I$ .

Joonisel 179, b on toodud lõpetatud isomeetriline kujutis tüvikoonusest, mille põhi asetseb paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga.



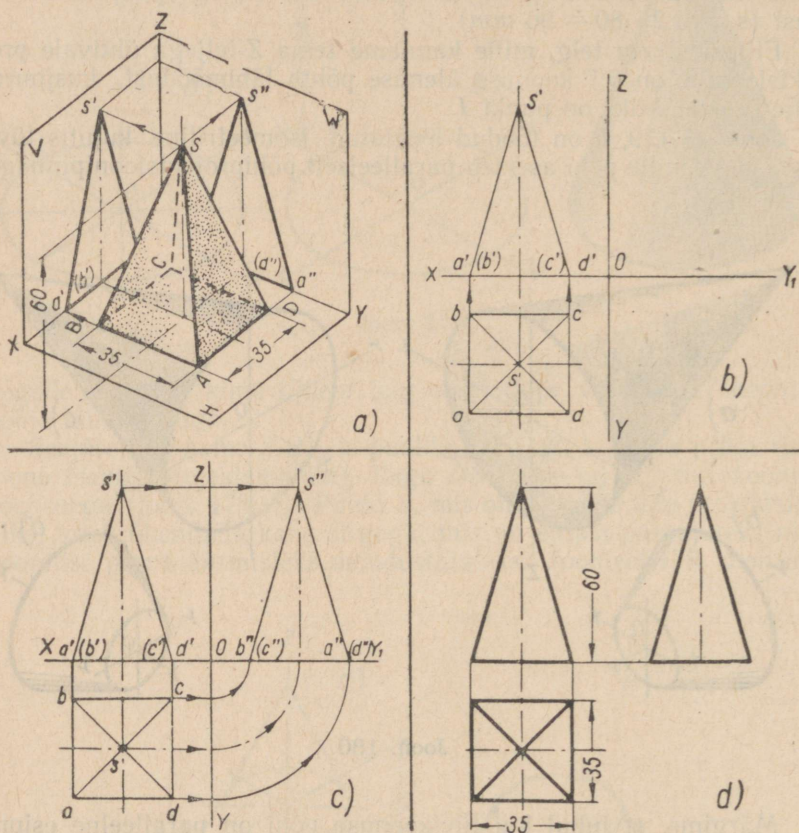
Joon. 180.

Märgime, et juhul kui tüvikoonuse põhi on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, nagu on näidatud joonisel 180, a ja b, kantakse ellipsi lühem telg Y-telje suunas; juhul kui koonuse põhi asetseb paralleelselt külgsprojektsioonipinnaga, nagu joonisel 180, c ja d, kantakse ellipsi lühem telg X-telje suunas.

## II. Püramiidi ja koonuse ortogonaalprojektsioonid.

**Nelinurkne püramiid.** Püramiid. Joonisel 181 on näidatud nelinurkse püramiidi kolme projektsiooni ehitamise käik. Püramiidi põhi toetub põhjaga põhiprojektsioonipinnale (joon. 181, a). Püramiidi tipp on tähistatud tähega  $S$ , tema põhja moodustava nelinurga (ruudu) tipud aga tähtedega  $A, B, C$  ja  $D$ .

Joonestamist (joon. 181, b) alustame ruudu ( $35 \times 35 \text{ mm}$ ) põhi-  
projektsiooni ehitamisega. Ruudu diagonaalide lõikepunkt  $s$  on  
püramiidi tipu  $S$  põhiprojektsioon, kuna lõigud  $sa$ ,  $sb$ ,  $sc$  ja  $sd$  on  
püramiidi vastavate külgservade põhiprojektsioonid.



Joon. 181.

Järgnevalt joonestame püramiidi esiprojektsiooni (joon. 181, b).  
Kuna püramiidi projekteerimisel antud asendis tema eesmise ja  
tagumise külgtahu esiprojektsioonid ühtivad, siis on püramiid see-  
tõttu kujutatud võrdhaarse kolmnurgana, mille alus on võrdne püra-  
miidi põhikülje pikkusega, s. o.  $35 \text{ mm}$ , kõrgus aga püramiidi kõr-  
gusega, s. o.  $60 \text{ mm}$ . Paneme tähele, et püramiidi põhja esiprojekt-  
siooniks olev lõik  $a' (b')-d' (c')$  ühtib X-teljega, sest ülesande tingi-  
muste kohaselt püramiidi põhi toetub põhiprojektsioonipinnale.

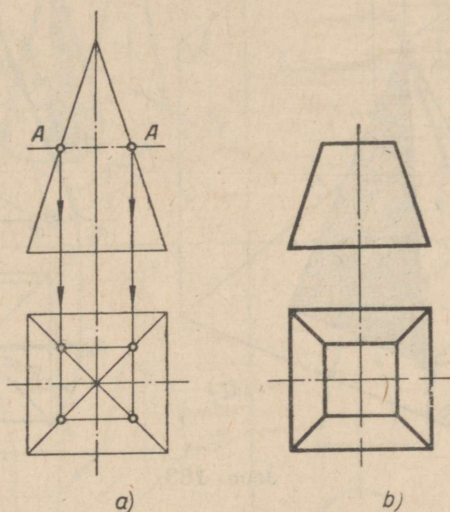
Püramiidi kolmanda projektsiooni — külgservade ehitamine sei-

sah, nagu nähtub joonisest 181, *c*, püramiidi vastavat kontuuri määravate punktide kolmandate projektsioonide leidmises.

Nagu silindri projekteerimiselgi ortogonaalprojektsioonis (joon. 40), tuuakse püramiidi külgsprojektsioon ainult selleks, et näidata selle ehitamise viisi. Joonise tegemisel püramiidist, mis on sarnane käsitletud püramiidiga, on küllalt kujutada teda kahes projektsioonis, näiteks esi- ja põhiprojektsioonis.

Joonisel 181, *d* on näidatud kolmes projektsioonis kujutatud nelinurkse püramiidi valmis joonis.

Tüvipüramiid. Joonisel 182, *a* on kujutatud nelinurkne püramiid, mida lõikab püramiidi põhjaga paralleelne tasapind. Lõiketasapinna jälg (suund) on tähistatud esiprojektsioonil joonega *AA*.



Joon. 182.

Lõiketasapind tükeldab antud püramiidi kaheks kehaks, millest alumine on tüvipüramiid ja ülemine väiksem püramiid. Olgu nõutud ehitada tüvipüramiidi kaks ortogonaalprojektsiooni: esi- ja põhiprojektsioon.

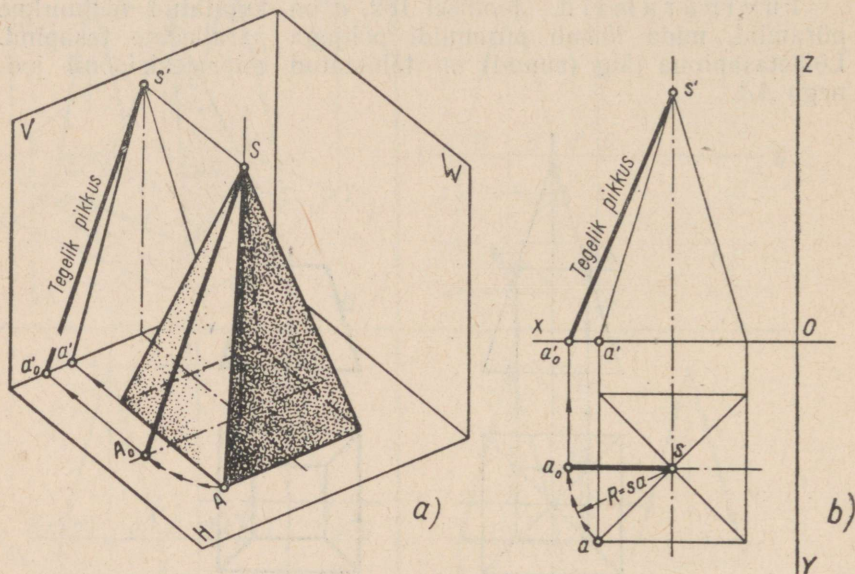
Antud tüvipüramiidi ülemise põhja põhiprojektsiooni ehitamiseks projekteerime lõiketasapinna jälje lõikepunktid püramiidi külgtahkude esiprojektsioonidega, nagu see on näidatud joonisel 182, *a*, samade külgservade põhiprojektsioonidele, mille järel projekteeritud punktid ühendame sirgetega. Joonisel 182, *b* on toodud nelinurkse tüvipüramiidi valmis joonis.

**Uldasendis antud sirglõigu tegeliku pikkuse leidmine.** Tuletame meelde, et sirglõik, mis pole paralleelne projektsioonipinnaga, projekteerub sellele tegelikust pikkusest lühemana.

Ainult sel juhul, kui sirglõik on paralleelne projektsioonipinnaga, on tema projektsioon sirglõiguga võrdne.

Joonisel 181, *a* ja *d* vaatlemisel on kerge märgata, et püramiidi külgservade projektsioonidest ei esine ükski tegelik pikkuses, sest ükski külgservadest pole paralleelne ühegi projektsioonipinnaga, s. t. nad on kaldu kõigi kolme projektsioonipinna suhtes.

Sirglõiku (näiteks joonisel 181, *a* kujutatud püramiidi mistahes külgserv), mis on kaldu kõigi kolme projektsioonitasapinna suhtes, nimetatakse üldasendis antud sirglõiguks.



Joon. 183.

Üldasendis antud sirglõigu tegelikku pikkust on võimalik joonisel määrata nn. pööramise meetodi abil. Käsitleme seda meetodit püramiidi külgserva tegeliku pikkuse määramise näite varal.

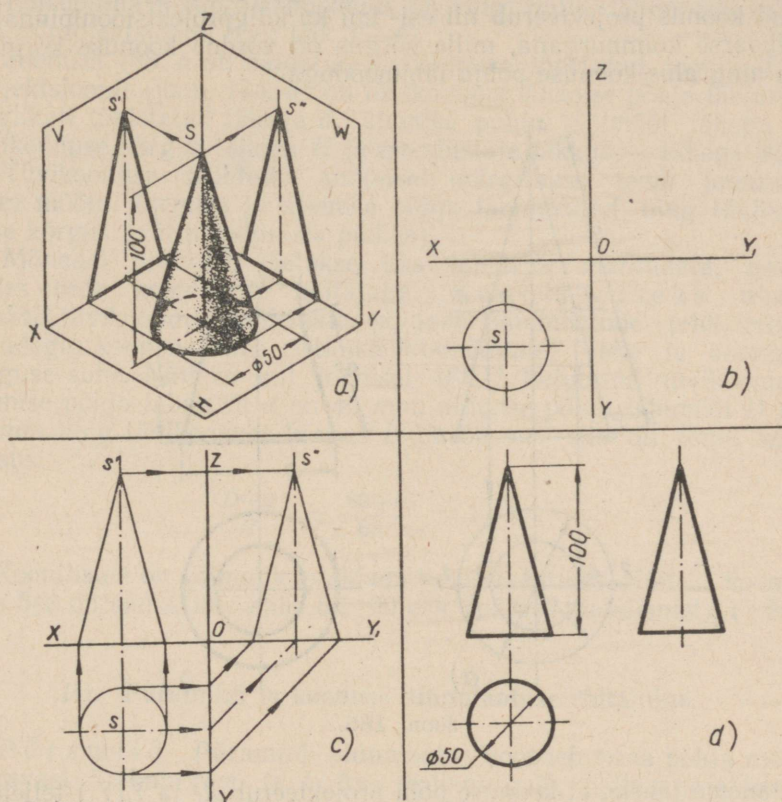
Joonisel 183, *a* on toodud näitlik kujutis nelinurksest püramiidist, mille üht külgserva tähistame *SA*-ga. Nii antud kui ka ülejäänud kolm külgserva pole paralleelsed esiprojektsioonipinnaga, sest külgserva *SA* esiprojektsioon *s'a'* ei ole tema tegeliku pikkusega võrdne, vaid on sellest lühem.

Selleks et leida külgserva *SA* tegelikku pikkust näiteks esiprojektsioonipinnal, pöörame külgserva *SA* seni, kuni ta on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, ning projekteerime teda seejärel nimetatud projektsioonipinnale.

Külgserva *SA* pööramisel võtame pöördteljeks püramiidi kõrguse. Pööratud külgserva uus esiprojektsioon *s'a'* on võrdne külgserva tegeliku pikkusega.

Tegelikult toimub pööramine ortogonaalprojektsioonis antud püramiidi puhul järgmisel viisil. Olgu nõutud määrata püramiidi külgserva tegelik pikkus (joon. 183, *b*).

Pööramiseks asetatakse sirkli nōelaga ots punkti *s* (püramiidi tipu *S* põhiprojektsioon), sirkli pliiatsisüdamikuga ots aga punkti *a*, mille järel tõmmatakse kaar raadiusega *sa* (joon. 183, *b*). Kaare



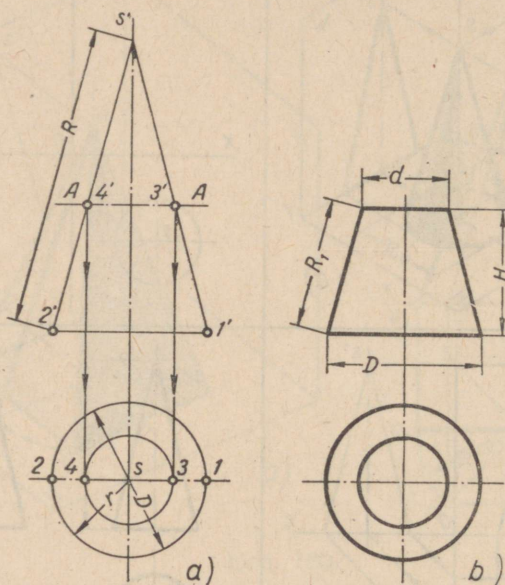
Joon. 184.

lõikepunkt püramiidi põhiprojektsiooni rõhtsa telgjoonega annab punkti  $a_0$ . Lõik  $sa_0$  on esiprojektsioonipinnaga paralleelsesse asendisse pööratud külgserva *SA* uueks põhiprojektsiooniks. Punkt  $a'_0$  on pööratud külgserva punkti *A* uueks esiprojektsiooniks, sirg-lõik  $s'a'_0$  aga pööratud külgserva *SA* uueks esiprojektsiooniks, mis annab joonisel edasi külgserva otsitud tegeliku pikkuse.

**Koonus.** Joonisel 184 on näidatud koonuse kolme projektsiooni ehitamise järjekord. Koonus (joon. 184, *a*) toetub põhjaga põhiprojektsioonipinnale; koonuse tipp on märgitud tähega *S*.

Joonestamist alustame koonuse põhiprojektsiooni ehitamisega (joon. 184, *b*). Antud koonus projekteerub põhiprojektsioonipinnale ringjoonena, mille läbimõõt on võrdne koonuse põhja läbimõõduga. Tõmmatud ringjoonega piiratud pinnaosa, *s. t.* ring, on koonulise pinna põhiprojektsiooniks. Punkt *s* on koonuse tipu *S* põhiprojektsiooniks.

Edasi ehitame koonuse esi- ja külgsprojektsiooni (joon. 184, *c*). Antud koonus projekteerub nii esi- kui ka külgsprojektsioonipinnale võrdhaarse kolmnurgana, mille kõrgus on võrdne koonuse kõrgusega ning alus koonuse põhja läbimõõduga.



Joon. 185.

Paneme tähele, et koonuse põhi projekteerub *X*- ja *Y*(*Y*<sub>1</sub>)-teljele, sest ülesande tingimuste kohaselt põhi asetseb põhiprojektsioonipinnal.

Joonisel 184, *d* on näidatud kolmes projektsioonis kujutatud koonuse valmis joonis. Nagu silindri projekteerimisel ortogonaalprojektsioonis (joon. 40), tuuakse koonuse külgsprojektsioon ainult selle ehitamisviisi näitamiseks. Koonuse joonise valmistamisel on küllalt kujutada koonust ainult kahes projektsioonis, näiteks esi- ja põhiprojektsioonis.

**T ü v i k o o n u s.** Joonisel 185 on kujutatud koonus, mille põhja raadius on tähistatud tähega *r*, põhja läbimõõt tähega *D*, moodustaja pikkus tähega *R* ja tipp tähega *S*.

Antud koonust lõikab tema põhjaga paralleelne tasapind. Lõike-tasapinna jälg (suund) on esiprojektsioonil tähistatud joonega *AA*.

Lõiketasapind tükeldab antud koonuse kaheks osaks, milledest alumine on tüvikoonus ja ülemine väiksem koonus. Olgu nõutud ehitada tüvikoonuse kaks ortogonaalprojektsiooni: esiprojektsioon ja põhiprojektsioon.

Lõikepinna, s. t. tüvikoonuse ülemise põhja esijoonise kujud on sirglõik, mida piiravad lõiketasapinna jälje  $AA$  lõikepunktid  $3'$  ja  $4'$  koonuse moodustajatega (s. t. lõikudega  $s'I'$  ja  $s'2'$ ).

Lõikepinna põhiprojektsiooniks on ring, mille läbimõõdu määrab esiprojektsioonil olev lõik  $3'-4'$ .

Joonisel 185,  $b$  on näidatud tüvikoonuse lõpetatud joonis. Esiprojektsioonil (joon. 185,  $b$ ) on tüvikoonuse ülemise põhja läbimõõt tinglikult tähistatud tähega  $d$ , alumise põhja läbimõõd tähega  $D$ , tüvikoonuse kõrgus tähega  $H$  ja moodustaja pikkus — tähega  $R_1$ .

Tüvikoonuse mõõtude andmisel märgitakse tema joonisele kolm mõõtu: ülemise ja alumise põhja läbimõõdud ning tüvikoonuse kõrgus (või moodustaja pikkus).

Mõnedel juhtudel jäetakse üks läbimõõt märkimata, asendades seda koonilisuse näitajaga. Koonilisuseks nimetatakse tüvikoonuse mõlemate põhjade läbimõõtude (ehk, teiste sõnadega, koonuse kahe ristlõike läbimõõtude) vahe ja koonuse kõrguse suhe. Näiteks kui joonisel 185,  $b$  kujutatud tüvikoonuse ülemise põhja läbimõõt  $d$  on 46 mm, alumise põhja läbimõõt  $D$  on 80 mm ning tüvikoonuse kõrgus  $H$  on 68 mm, siis on tema koonilisus:

$$\frac{D-d}{H} = \frac{80-46}{68} = 1 : 2.$$

Koonilisust on võimalik avaldada ka protsentides. Näiteks koonilisus 5% on sama, mis suhe 5 : 100 ehk (pärast taandamist) 1 : 20.

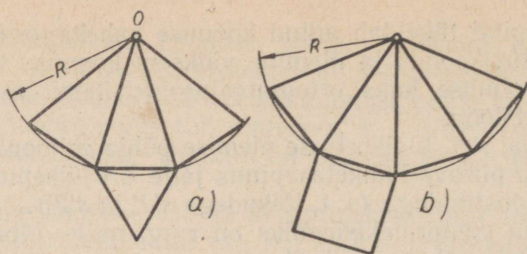
### III. Püramiidi ja koonuse pinnalaotuse ehitamine.

**P ü r a m i i d.** Püramiidi pinnalaotus koosneb tema põhja moodustavast hulknurgast (s. t. kas kolmnurgast, nelinurgast jne.) ning kolmnurkadest, millede arv ja mõõdud on võrdsed püramiidi külgtahkude arvu ja tegelike mõõtudega.

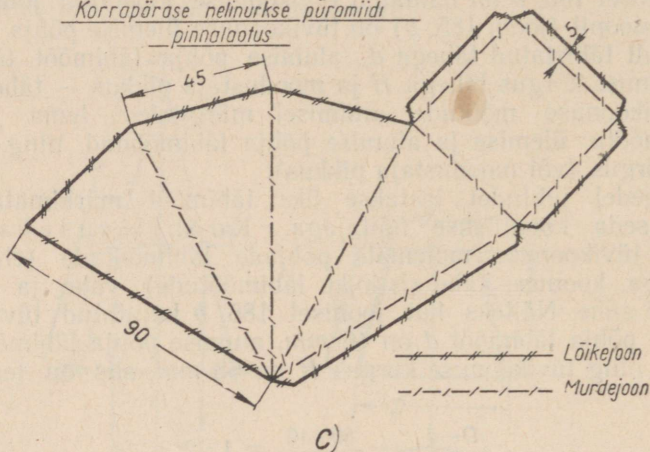
Joonisel 186,  $a$  on näidatud kolmnurkse püramiidi pinnalaotuse ehitamist järgmisel viisil. Meelevaldselt võetud punktist  $O$  (joon. 186,  $a$ ) kui tsentrist tõmbame kaare raadiusega  $R$ , mis on võrdne püramiidi külgserva tegeliku pikkusega. Siis kanname sellele kaarele kolm sirglõiku, millede mõõdud on võrdsed püramiidi põhiservade mõõtudega. Pärast sirglõikude lõpp-punktide ühendamist punktiga  $O$  sirgete abil saame püramiidi külgpinnalaotuse.

Järgnevalt joonestame püramiidi külginna laotuse kõrvale tema põhja — kolmnurga, ja saamegi püramiidi pinnalaotuse.

Nelinurkse püramiidi pinnalaotust võib valmistada joonisel 186,  $b$  kujutatud viisil.

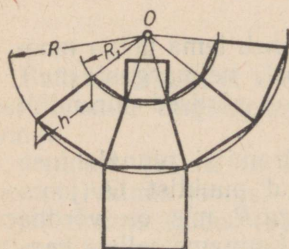


Korrapärase nelinurkse püramiidi pinnalaotus



Joon. 186.

Püramiidi mudeli, näiteks nelinurkse püramiidi valmistamiseks tuleb täiendavalt pinnalaotusele joonestada veel ribad (joon. 186, c), mis on ette nähtud mudeli kokkukleepimiseks.



Joon. 187.

Tüvipüramiid. Tüvipüramiidi pinnalaotuse ehitamine on näidatud joonisel 187. Tüvipüramiidi pinnalaotus erineb joonisel 186, a ja b toodust selle poolest, et tema ehitamiseks on tõmmatud kaks kaart, kusjuures lühema kaare raadius  $R_1$  on võrdne pikema kaare raadiuse  $R$  ja tüvipüramiidi külgserva tegeliku pikkuse ( $h$ ) vahega.

Tüvipüramiidi pinnalaotuse saamiseks lisame tema külgsinna laotusele täiendavalt veel tüvipüramiidi alumise ja ülemise põhja.

Koonus. Joonisel 188, a on näidatud koonuse pinnalaotus. Koonuse pinnalaotus koosneb kahest kujundist: ringist, mille läbimõõt  $D$  on võrdne koonuse põhja läbimõõduga, ning ringi sektorist, mis on koonuse külgsinna laotuseks. Sektori kaare raadius  $R$



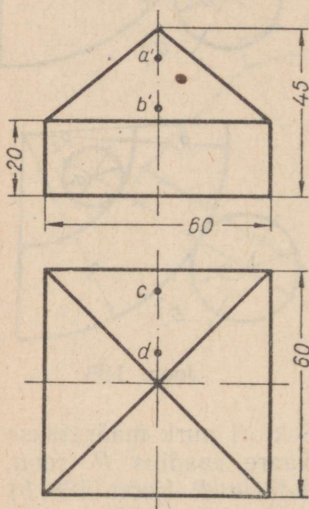
# PRAKTILISED TÖÖD.

## I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1. Toe joonise lugemine (joon. 190).

1. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili kuju?

2. Näidata detaili joonise mõlemal vaatel pindade kujutisi, mis on kaldu a) esiprojektsioonipinna, b) põhiprojektsioonipinna suhtes.



Joon. 190.

3. Näidata toe joonise mõlemal vaatel pindade kujutisi, mis on risti a) esiprojektsioonipinna, b) külprojektsioonipinna suhtes.

4. Pindadele, mis on nähtavad detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud kaks punkti — A ja B (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal? Kui oletada, et mõlemad punktid on kantud pindadele, mis detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale on nähtamatud, kumb nendest kahest punktist on sel puhul meile lähemal?

5. Missugustest ja kui paljudest tasapinnalistest kujunditest koosneb toe pinnalaotus? Kas detaili pinnalaotuse valmistamiseks tuleb antud joonise puhul määrata detaili pindade tegelikke suurusi abikonstruktsioonidega?

6. Kas detaili külvaade erineb milleski tema eestvaatest?

7. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud kaks punkti — C ja D (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $c$  ja  $d$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

Ülesanne 2. Aluse joonise lugemine (joon. 191).

1. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili kuju?

2. Näidata detaili joonise mõlemal vaatel pindade kujutisi, mis on kaldu a) põhiprojektsioonipinna, b) esiprojektsioonipinna, c) külprojektsioonipinna suhtes.

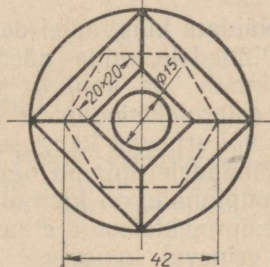
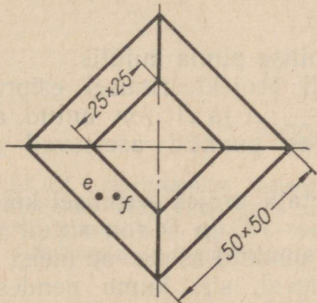
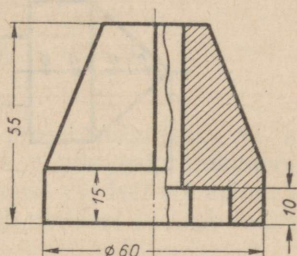
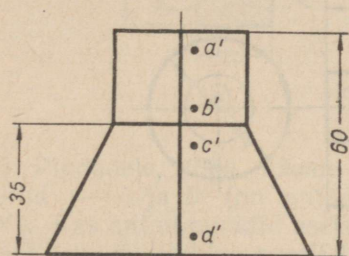
3. Pindadele, mis detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale on nähtavad, on kantud kaks punkti — A ja B (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kas punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel?

4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektioonipinnale, on kantud kaks punkti —  $C$  ja  $D$  (antud on ainult nende esiprojektioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kas punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb nendest punktidest on meile lähemal?

5. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojektioonipinnale, on kantud kaks punkti —  $E$  ja  $F$  (on antud ainult nende põhiprojektioonid  $e$  ja  $f$ ). Kas punktid asetsevad võrdsel või erineval kõrgusel? Kui erineval, siis kumb nendest asetseb kõrgemal?

6. Missugustest tasapinnalistest kujunditest koosneb aluse pinnalaotus? Kas aluse pinnalaotuse valmistamiseks tuleb antud joonise puhul määrata aluse pinna tegelik suurus abikonstruktsioonide kaudu?

7. Kas detaili külgvaade erineb milleski tema eestvaatest?



Joon. 191.

Joon. 192.

Ülesanne 3. Toe joonise lugemine (joon. 192).

1. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili väliskuju?

2. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili sisekuju?

3. Näidata detaili mõlemal vaatel projekteerimisel nähtavate kumerate pindade kujutisi.

4. Näidata detaili mõlemal vaatel projekteerimisel nähtavate tasapinnaliste pindade kujutisi.

5. Missugustest ja kui paljudest tasapinnalistest kujunditest koosneb selle toe välimine pinnalaotus? Kas on võimalik abikonstruktsioone kasutamata määrata joonise järgi detaili tasapinnaliste välispindade tegelikke suursusi?

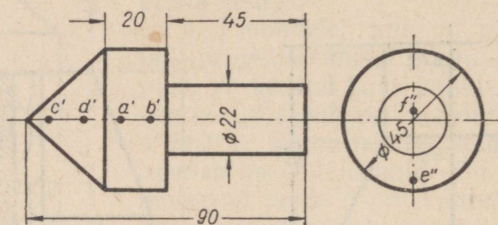
6. Missugustest ja kui paljudest tasapinnalistest kujunditest koosneb detaili sisemine pinnalaotus?

7. Milles erineb detaili külgvaade tema eestvaatest?

Ü l e s a n n e 4. Põkatsi joonise lugemine (joon. 193).

1. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili kuju?

2. Kas detailil esinevad tasapinnad? Kui esinevad, siis näidata nende kujutisi mõlemal vaatel.



Joon. 193.

3. Näidata külgvaatel detaili koonilise pinna kujutisi.

4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid —  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kas punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel?

5. Pindadele, mis on nähtavad detaili projekteerimisel külprojektsioonipinnale, on kantud punktid —  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kas punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb nendest on meile lähemal?

6. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel külprojektsioonipinnale, on kantud punktid —  $E$  ja  $F$  (on antud ainult nende külprojektsioonid  $e''$  ja  $f''$ ). Kumb nendest punktidest asetseb lähemal külprojektsioonipinnale?

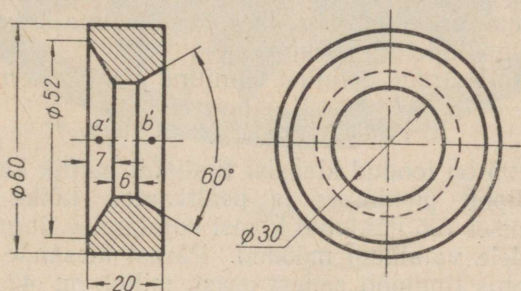
Ü l e s a n n e 5. Rõnga joonise lugemine (joon. 194).

1. Kas võib antud detailist täieliku ettekujutuse saamist kahjustamata piirduda ainult ühe vaatega? Missugusega nimelt? Kuidas tuleb sel juhul mõõte märkida?

2. Näidata külgvaatel detaili projekteerimisel nähtavate ja nähtamatute tasapindade kujutisi.

3. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud detaili sisemine kuju?

4. Näidata külgsuunal antud lõike saamiseks kasutatud lõike-tasapinna suund. Näidata samal vaatel detaili selle osa kujutis, mis tinglikult kõrvaldatakse sellise lõike saamiseks. Kuidas nimetatakse antud lõiget?



Joon. 194.

5. Pindadele, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid — *A* ja *B* (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $\alpha'$  ja  $\beta'$ ). Kas antud punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval kaugusel, siis kumb nendest asetseb meile lähemal?

## II. Harjutused.

### 1. MODELLEERIMINE.

Märkus. Harjutamine seisneb mitme mudeli valmistamises jooniste järgi. Mudeleid võib valmistada mitmesugusest materjalist, näiteks paberist, kartongist, plastiliinist, puidust vm. Harjutusmaterjali võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 190).

Teha mudel detailist, mille mõõdud on toodud joonisel, joonestades selleks esmalt detaili pinnalaotuse mastaabis 2:1. Lisa-ülesandena võib valmistada mudeli veel mõnest teisest materjalist, näiteks plastiliinist, mastaabis 1:1.

#### Ülesanne 2 (joon. 191).

Sama, mis ülesanne 1, ainult mastaabiks võtta 1:1.

#### Ülesanne 3 (joon. 193).

Sama, mis ülesanne 2.

## 2. TEHNILISTE JOONISTUSTE, ESKIISIDE JA JOONISTE VALMISTAMINE.

Märkus. Harjutamine seisneb mitme tehnilise joonistuse, eskiisi ja joonise valmistamises. Harjutuste eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

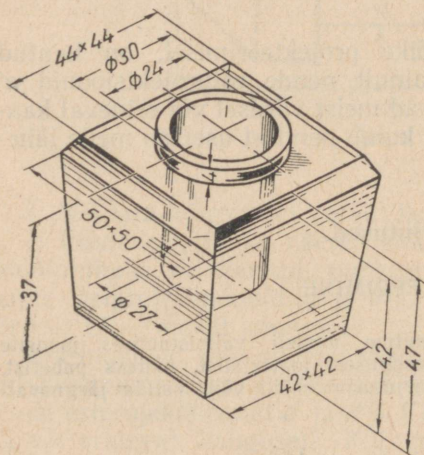
### Ülesanne 1 (joon. 194).

1. Pidades silmamõõdu järgi kinni detaili mõõtudest, joonistada detail rudulisele paberile ühes vaates, ilma lõiketähtede, ning kõikide vajalike mõõtude äramärkimisega.

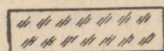
2. Valmistada antud detailist tehniline joonis (isomeetria).

### Ülesanne 2 (joon. 195).

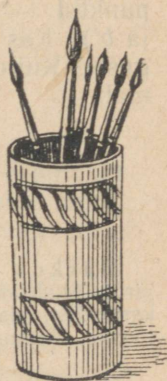
Joonisel 195 on toodud klaasist tindipoti näitlik kujutis. Joonistada see tindipott püstitõikes ja pealtvaates. Lõike märkimiseks kasutada joonisel 196 näidatud klaasi kujutamise tingmärki. Kanda projektsioonidele vajalikud mõõdud. Pärast ülesande täitmist ehitada pinnalaotus tindipoti sellest osast, millel on 42 mm kõrguse tšüüpüramiidi kuju.



Joon. 195.



Joon. 196.



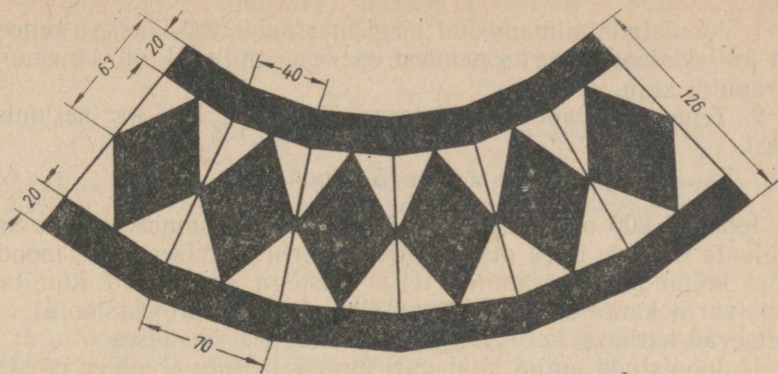
Joon. 197.

### Ülesanne 3 (joon. 197 ja 198).

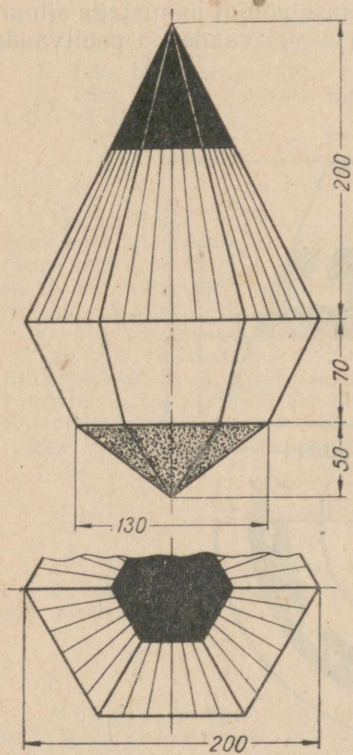
Joonisel 197 on toodud silindrikujulise külgpinnaga pintslitopsi näitlik kujutis ning joonisel 198 külgpinna laotus teisest mustriga pintslitopsist, millel on kuusnurkse tšüüpüramiidi kuju. Joonistada antud pinnalaotuse järgi pintslitops kolmes vaates: eestvaates, pealtvaates ja külgvaates.

### Ülesanne 4 (joon. 199).

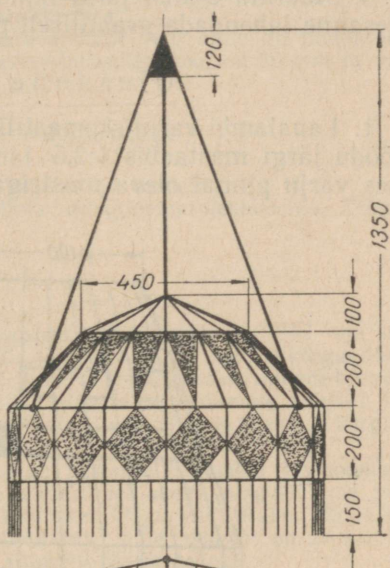
Joonisel 199 on toodud karnevalilaterna joonis, kusjuures selle pealtvaade on tinglikult kujutatud ainult osaliselt.



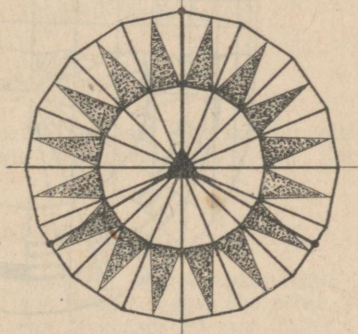
Joon. 198.



Joon. 199.



Joon. 200.



1. Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:2,5 kaks isomeetrist projektiooni laterna nendest osadest, millel on kuusnurkse püramiidi kuju.

2. Teha pinnalaotus nii laterna ülemisest kui ka keskmisest osast.

### Ülesanne 5 (joon. 200).

Joonisel 200 on toodud lambivarju joonis. Lambivarju karkassi hoidvate nõõride ühed otsad ühtivad varju ülemises osas, moodustades kolmnurkse püramiidi; teiste otstega on nõõrid kinnitatud lambivarju karkassi külge punktides (vt. põhiprojektiooni), mis asetsevad karkassi kontuuril võrdsetel kaugustel üksteisest.

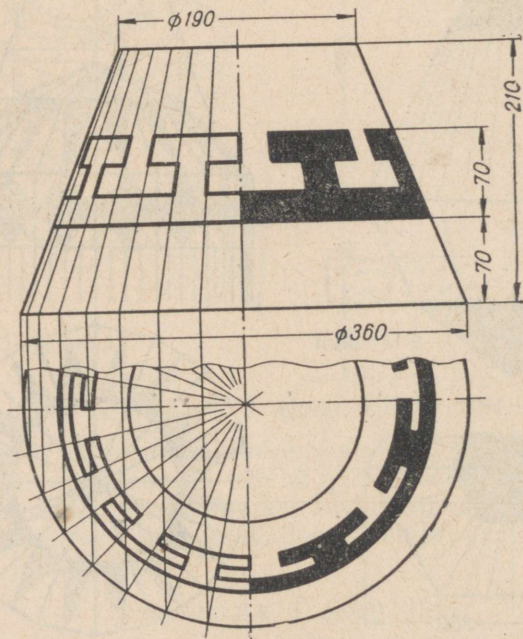
1. Joonistada antud lambivari ühes selle pinnal oleva mustri järgi mastaabis 1:10 eestvaates ja pealtvaates.

2. Ehitada lambivarju tüvipüramiidikujulise osa pinnalaotus.

3. Määrata eskiisi järgi lambivarju ühe nõõri tegelik pikkus. Ülesanne lahendada graafiliselt pöörämismeetodi abil.

### Ülesanne 6 (joon. 201).

1. Laualambi varju skemaatilise joonise põhjal joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:2,5 lambivarju eestvaade ja pealtvaade ühes varju pinnal oleva mustriga.



Joon. 201.

2. Teha antud lambivarju mudel, joonestades selleks esmalt varju pinnalaotus mastaabis 1:5.

3. Teha tehniline joonistus (isomeetria) antud lambivarjust.

### 3. MUDELI KUJUTAMINE TEMA KIRJELDUSE JÄRGI.

Märkus. Juhiseid mudelite valmistamise kohta nende kirjelduse järgi vt. eestpoolt. Harjutusülesandeid võib valida järgnevalt toodute hulgast.

#### Ülesanne 1.

Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb kahest korrapärasest kuusnurksest tüvipüramiidist, mis liituvad oma suuremate põhjadega kuusnurkse prisma põhjadega, kusjuures kõigil kolmel mudeliosal on ühine telg.

Kummagi tüvipüramiidi kõrgus on 25 mm. Püramiidide väiksemate põhjade kuusnurgad on joonestatud ringjoonesse, mille läbimõõt on 40 mm, kuna suuremate põhjade kuusnurgad on joonestatud ringjoonesse läbimõöduga 55 mm.

Prisma kõrgus on 30 mm. Tema põhjadeks olevad kuusnurgad on võrdsed tüvipüramiidide suuremate põhjade kuusnurkadega.

Püramiide ja prisma läbib kooniline ava, mille telg ühtib nii tüvipüramiidide kui ka prisma teljega. Koonilise ava suurim läbimõõt on 25 mm ja väikseim 10 mm.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonistus eespool kirjeldatud mudelist.

2. Teha samast mudelist eskiis kolmes ortogonaalprojektsioonis. Eskiisile kanda mõõdud.

#### Ülesanne 2.

Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb viiest osast, millel on järgmine kuju ja mõõdud: a) silindrist, mille läbimõõt on 40 mm ja kõrgus 45 mm (nimetame teda kõrgeks silindriks); b) kahest tüvikoonusest, millede kõrgused on 20 mm, väiksemate põhjade läbimõõdud 40 mm ja suuremate põhjade läbimõõdud 65 mm; c) kahest silindrist, millede läbimõõdud on 65 mm ja kõrgused 5 mm (nimetame neid madalateks silindriteks).

Mudelit moodustavad viis osa liituvad järgmiselt: kumbki tüvikoonusest liitub oma väiksema põhja kaudu kõrge silindri põhjadega ning suurema põhja kaudu madalate silindrite ühe põhjaga, kusjuures kõigil viiel osal on ühine telg. Silindreid ja tüvikoonuseid läbib silindriline ava, mille läbimõõt on 20 mm, kusjuures ava telg ühtib tüvikoonuste ja silindrite ühise teljega.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonistus (isomeetria) eespool kirjeldatud mudelist.

2. Teha samast mudelist eskiis kahes ortogonaalprojektsioonis. Kanda eskiisile mõõdud.

#### Ülesanne 3.

Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb risttahukakujulisest plaadist, mille gabariitmõõdud on  $65 \times 40 \times 20$  mm, ning temaga ühe põhja kaudu liituvast silindrist, mille läbimõõt on 35 mm ja kõrgus 20 mm. Silindri telg on risti plaadi ristkülikukujuliste pindadega, mille mõõdud on  $65 \times 40$  mm, ja

läbib nende ristkülikute ümber joonestatud ringjoone tsentri. Silindrit ja plaati läbib ühine silindriline ava, mille läbimõõt on 20 mm, kusjuures silindri, plaadi ja ava teljed ühtivad.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonistus eespool kirjeldatud mudelist.
2. Teha samast mudelist eskiis kolmes ortogonaalprojektsioonis. Eskiisile kanda mõõdud.

#### Ülesanne 4.

**Mudeli kirjeldus.** Mudel koosneb risttahukakujulisest plaadist, mille garabiitmõõdud on  $70 \times 70 \times 15$  mm, ja temaga suurema põhja kaudu liituvast tüvipüramiidist. Tüvipüramiidi kõrgus on 30 mm, suurema põhja kuusnurga külje pikkus on 30 mm ning väiksema põhja kuusnurga külje pikkus 18 mm. Tüvipüramiidi telg on risti plaadi ruudukujuliste pindadega, mille külje pikkus on 70 mm, ning läbib ruudu tsentrit. Tüvipüramiidi ja plaati läbib tüvikoonusekujuline ava, mille telg ühtib tüvipüramiidi teljega. Tüvikoonuse väiksema põhja läbimõõt on 20 mm ja suurema läbimõõt 40 mm, kusjuures tüvikoonuse väiksem põhi ühtib tüvipüramiidi väiksema põhjaga.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonistus (isomeetria) eespool kirjeldatud mudelist.
2. Teha samast mudelist eskiis kolmes ortogonaalprojektsioonis. Kanda eskiisile mõõdud.

#### Ülesanne 5.

**Mudeli kirjeldus.** Mudel koosneb risttahukakujulisest plaadist, mille garabiitmõõdud on  $100 \times 60 \times 15$  mm, ja temaga suurema põhja kaudu liituvast tüvikoonusest. Tüvikoonuse kõrgus on 40 mm, tema suurema põhja läbimõõt on 50 mm ning väiksema põhja läbimõõt 40 mm. Tüvikoonuse telg on risti plaadi nende ristkülikukujuliste pindadega, mille mõõdud on  $100 \times 60$  mm. Telg läbib nende ristkülikute ümber joonestatavate ringjoonte tsentri. Tüvikoonust ja plaati läbib ava, mille ristlõikel on korrapärase kuusnurkse prisma kuju, kusjuures selle kuusnurga külje pikkus on 15 mm. Ava telg ühtib tüvikoonuse teljega. Plaati läbivad neli silindrilist ava, millede läbimõõdud on 10 mm. Avade teljed on risti plaadi selle pinnaga, mille mõõdud on  $100 \times 60$  mm; avade teljed asetsevad sama pinna nurkades, 10 mm kaugusel plaadi servadest.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha tehniline joonistus (isomeetria) eespool kirjeldatud mudelist.
2. Teha samast mudelist eskiis kolmes ortogonaalprojektsioonis. Märkida eskiisile mudeli mõõdud.

### III. Tööd.

#### 1. TÖÖ NR. 8.

Märkus. Töö nr. 8. seisneb tehnilise joonistuse ja eskiisi valmistamises esemest, milles püramiidikujulised vormid liituvad varemõpitudetega. Seejärel tuleb eskiisi järgi teha joonis. Joonistuse ja eskiisi eeskujuks võib valida järgnevalt toodud ülesande.

Ülesanne (joon. 202).

Silmamõõdu järgi vaasi üksikosade vahelist suurust arvestades teha:

- 1) tehniline joonis (isomeetria) vaasist;
- 2) vaasi joonis eestvaates ja pealtvaates, ühes mõõtude äärmärkimisega;

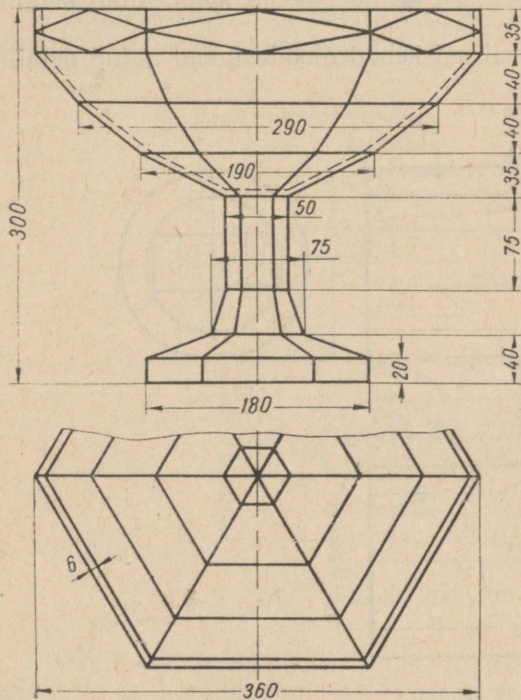
2. TÖÖ NR. 9.

Märkus. Töö nr. 9. seisab tehnilise joonise ja eskiisi valmistamises mõnest tehnilisest detailist, milles koonusekujulised vormid liituvad varemõpitu-tega. Seejärel teha eskiisi järgi joonis. Joonise ja eskiisi eeskujuks võib valida ühe järgnevalt toodud harjutuse.

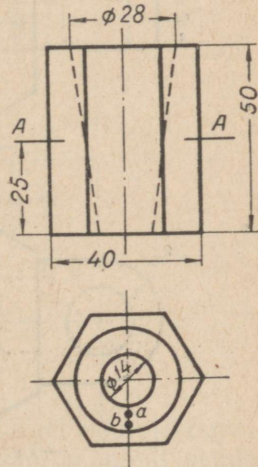
Ülesanne 1 (joon. 203).

Küsimusi ülesande kohta.

1. Missuguse geomeetrilise kujuga on antud detaili välispind?
2. Missuguse geomeetrilise kujuga on antud detaili sisepind?



Joon. 202.



Joon. 203.

3. Pindadele, mis on nähtavad detaili projekteerimisel põhiprojektioonipinnale, on kantud punktid — *A* ja *B* (antud on ainult nende põhiprojektioonid *a* ja *b*). Kumb nendest punktidest asetseb kõrgemal?

4. Mille poolest erineb lõige *AA* detaili pealtvaatest?

5. Määrata detaili koonilise pinna mõõdud.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha detaili tehniline joonis (isomeetria).

2. Joonistada detailist püstlõige, pealtvaade ja lõige *AA* järgi ning märkida ära mõõdud, mida vajatakse joonise järgnevaiks valmistamiseks.

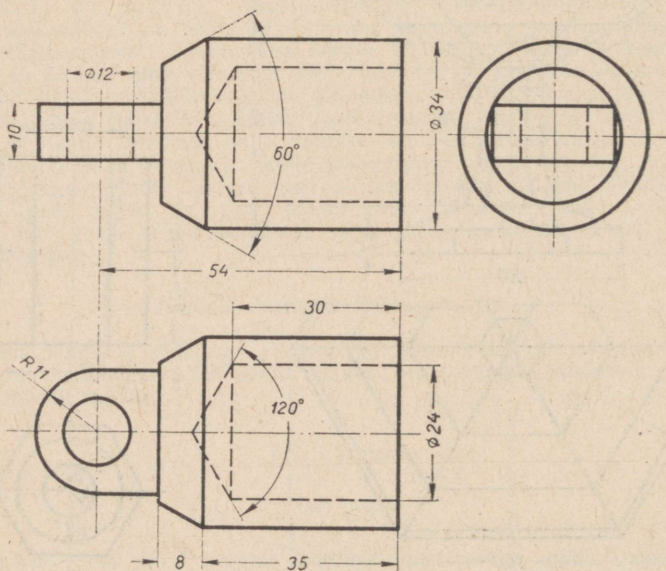
3. Punkti 2 kohaselt tehtud kujutiste järgi valmistada sama detaili joonis ning kanda sellele mõõdud.

Ülesanne 2 (joon. 204).

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused geomeetriselised kehad moodustavad antud detaili välise kuju?

2. Missugused geomeetriselised kehad moodustavad antud detaili sisemise kuju?



Joon. 204.



4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojekt-sioonipinnale, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (antud on ainult nende põhiprojektioonid  $c$  ja  $d$ ). Kas need punktid asetsevad samal või erineval kõrgusel? Kui erineval, siis kumb nendest on kõrgem?

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Teha detaili tehniline joonis (isomeetria).
2. Joonistada detailist pealtvaade, külgsuuna ja eestvaade pool-lõikes-poolvaates, ning märkida ära mõõdud, mida vajatakse järg-nevalt valmistatava joonise jaoks.
3. Punkti 2 kohaselt tehtud kujutiste järgi teha detaili joonis ning märkida sellele mõõdud.

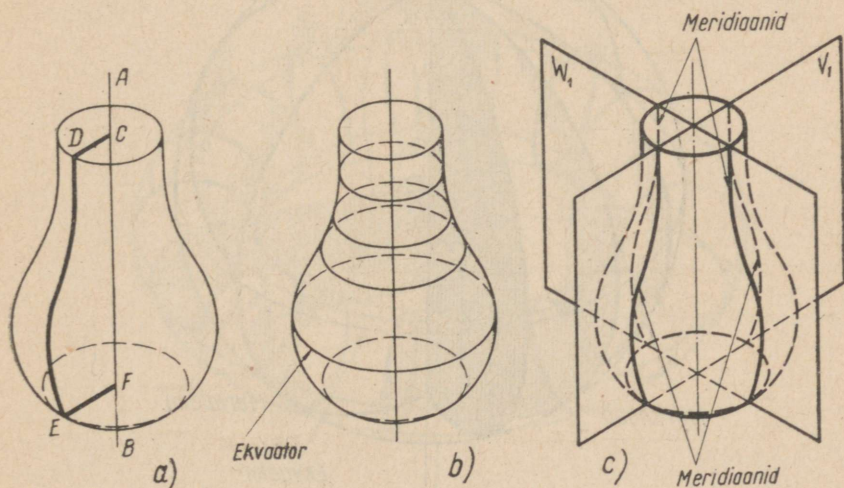
## V peatükk.

### ESEMETE JOONESTAMINE, MILLE KUJUS ESINEB KERA JA RÖNGAS.

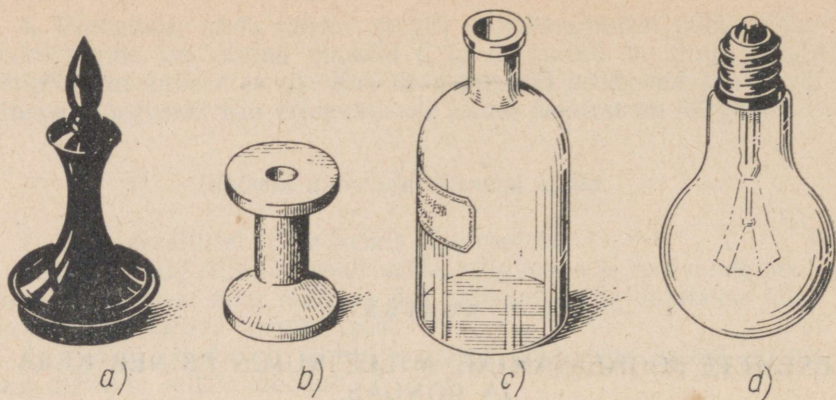
#### PÖÖRDPINNA NING KERA- JA RÖNGASPINNA MÖISTE.

Olgu  $AB$  (joon. 206, *a*) liikumata sirge ja  $CDEF$  mingi joon. Joone  $CDEF$  pöörlemisel sirge  $AB$  kui telje ümber tekib mingisugune pind. Pinda, mis tekib mingi joone pöörlemisel ümber sirge, nimetatakse pöördpinnaks. Sirget, mille ümber joon pöörleb, nimetatakse pöördteljeks ja pöörlevat joont — moodustajaks.

Pöördteljega ristuva tasapinna lõikejoon pöördpinnaga on ringjoon, mis näitlikult on kujutatud (ellipsina) joonisel 206, *b*. Nii-suguseid ringjooni nimetatakse paralleelideks, kusjuures suurimat paralleeli nimetatakse ekvaatoriks, väikseimat aga suudmeks.

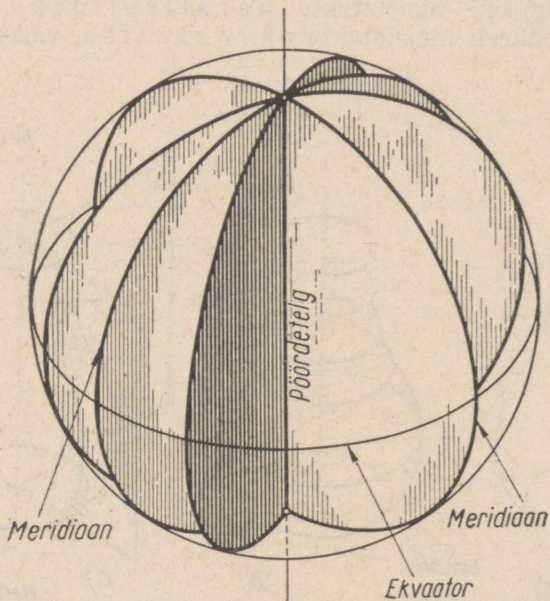


Joon. 206.

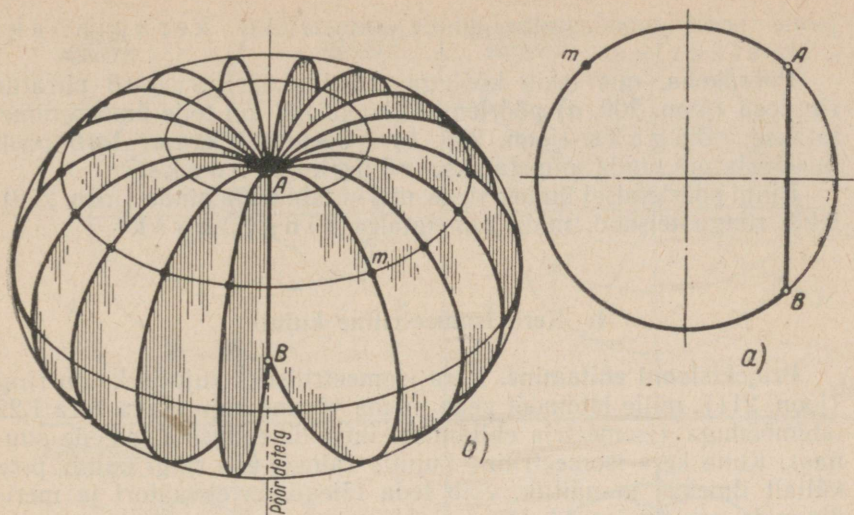


Joon. 207.

Lõiketasapindu, mis läbivad pöördetelge, nagu näiteks joonisel 206, *c* näitlikult kujutatud tasapinnad  $V_1$  ja  $W_1$ , nimetatakse meridiaantasapinnadeks. Pöördpinna lõikejoont meridiaantasapinnaga nimetatakse meridiaaniks. Meridiaani, mille tasapind on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, nimetatakse peameridiaaniks (esimeridiaaniks). Sel juhul nimetame meridiaani, mille tasapind on paralleelne külprojektsioonipinnaga, külgeridiaaniks.



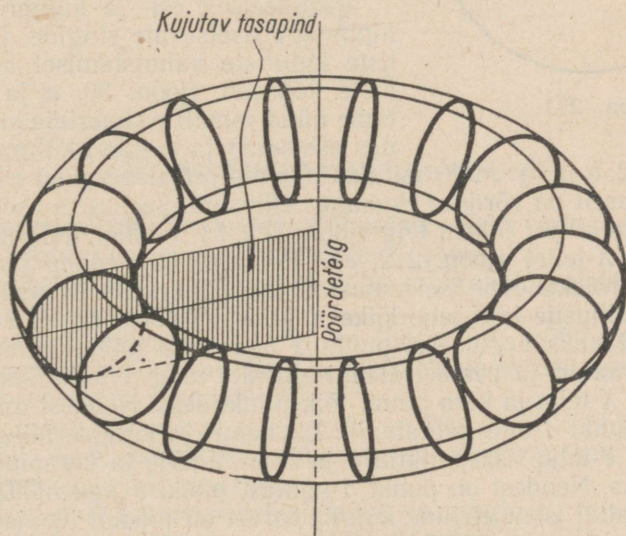
Joon. 208.



Joon. 209.

Ettekujutuse pöördekhadest saame näiteks malendi (joon. 207, *a*), niidirulli (joon. 207, *b*), pudeli (joon. 207, *c*), elektrihoõglambi (joon. 207, *d*) ja paljude teiste meid ümbritsevate kehade vaatlemisel.

Pöördekeha, mis tekib poolringi pöörlemisel läbimõõdu kui telje ümber, nimetatakse *keraks* (joon. 208). Seejuures poolring-



Joon. 210.

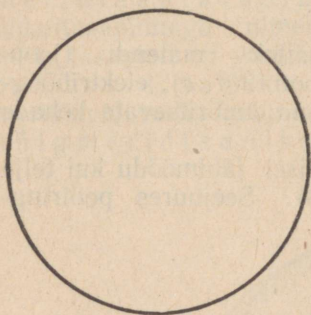
joone poolt moodustatud pinda nimetatakse kerapinnaks ehk sfääriks.

Pöördkeha, mis tekib kõõluga  $AB$  ja kaarega  $AmB$  piiratud ringiosa (joon. 209,  $a$ ) pöörlemisel kõõlu  $AB$  kui telje ümber, nimetatakse rōngaks (joon. 209,  $b$ ). Seejuures kaare  $AmB$  poolt moodustatud pinda nimetatakse rōngaspinnaiks.

Ringi pöörlemisel ümber sirge, mis ei läbi tema pinda (joon. 210), tekib rōnga teisend, mida nimetatakse ringrōngaks.

## I. Kera isomeetriline kujutis.

**Projektsiooni ehitamine.** Kera isomeetriliseks kujutiseks on ring (joon. 211), mille läbimõõt peab olema võrdne kujutatava kera 1,22 läbimõõduga (isomeetria ehitamisel ilma lühenduseta telgede suunas). Kuna kera isomeetriline kujutis (ainult ühe ringi kujul) pole küllalt ilmekas ja näitlik, võib teda täiendada ekvaatori ja meridiaanide projektsioonidega.

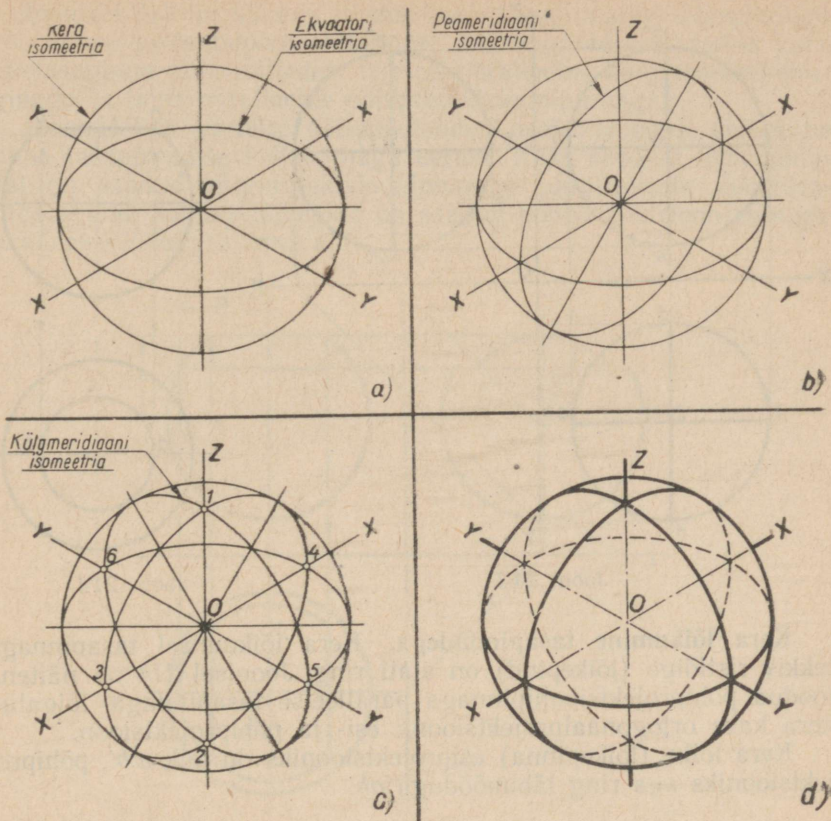


Joon. 211.

Selleks tõmbame esmalt läbi ringjoone tsentri  $O$  (joon. 212,  $a$ )  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telje; seejärel ehitame isomeetrilise kujutise ekvaatorist, mis projekteerub ellipsina. Ellipsi pikem telg, mis asetseb rõhtsalt, on võrdne tõmmatud ringjoone läbimõõduga;  $Z$ -teljel asetsev ellipsi lühem telg on 0,7 pikemast teljest (s. t. tõmmatud ringjoone läbimõõdust).

Paralleelselt esi- ja külgsprojektsioonipinnaga asetsevate ringide isomeetriliste kujutiste valmistamisel antud juhiste kohaselt (joon. 30,  $a$  ja  $b$ ), ehitame nüüd esmalt peameridiaani (esipinnas asetseva) ja seejärel külgsmeridiaani (joon. 212,  $b$  ja  $c$ ). Mõlemad meridiaanid projekteeruvad ellipsitena, mis suuruselt on võrdsed ekvaatori ellipsiga. Seejuures asetseb peameridiaani ellipsi lühem telg (joon. 212,  $b$ )  $Y$ -teljel, külgsmeridiaani oma aga  $X$ -teljel (joon. 212,  $c$ ). Pöörame tähelepanu järgmistele ehitatud projektsioonide iseloomustavatele punktidele. Mõlemate meridiaanide ellipsite ja  $Z$ -telje lõikepunktidest (joon. 212,  $c$ ) on punkt 1 kera nähtavaks pooluseks, punkt 2 aga tema nähtamatuks pooluseks. Ekvaatori ja peameridiaani ellipsite ning  $X$ -telje lõikepunktid 3 ja 4 on  $X$ -telje ja kera pinna lõikepunktideks. Nendest on punkt 3 nähtav, punkt 4 aga nähtamatu. Ekvaatori ja külgsmeridiaani ellipsite ning  $Y$ -telje lõikepunktid 5 ja 6 on  $Y$ -telje ja kerapinna lõikepunktideks. Nendest on punkt 5 nähtav, punkt 6 aga nähtamatu.

Lõpetatud isomeetriline kujutis kerast on toodud joonisel 212,  $d$ , kusjuures suurema näitlikkuse pärast on  $X$ -,  $Y$ - ja  $Z$ -telg kujutatud lühikeste jämedate kriipsudena.



Joon. 212.

## II. Kera ortogonaalprojektsioonid.

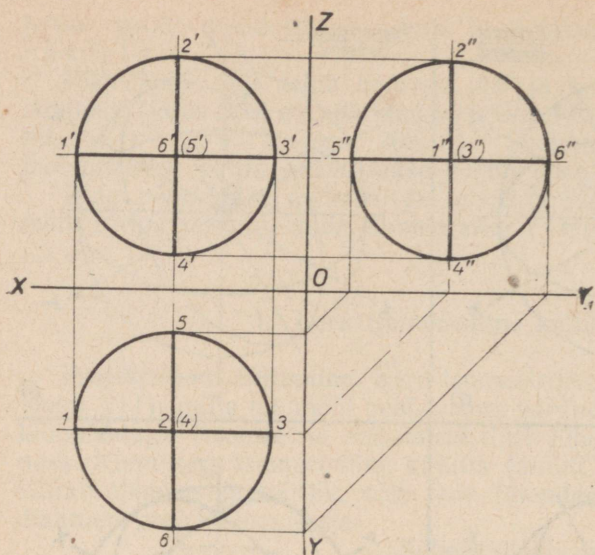
**Ortogonaalprojektsioonide ehitamine.** Kera ortogonaalprojektsiooni kontuuriks joonise pinnal on ringjoon.

Joonisel 213 on toodud kera kolm ortogonaalprojektsiooni: esi-, põhi- ja külprojektsioon.

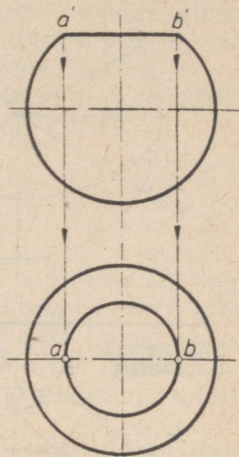
Ekvaatori esiprojektsiooniks on lõik  $1'—3'$ , põhiprojektsiooniks aga ringjoon, mis ühtib kera põhiprojektsiooni kontuuriga, kuna külprojektsiooniks on lõik  $5''—6''$ .

Peameridiaani esiprojektsiooniks on lõik  $2'—4'$ , põhiprojektsiooniks lõik  $5—6$ , külprojektsiooniks aga ringjoon, mis ühtib kera külprojektsiooni kontuuriga.

Külgeridiaani esiprojektsiooniks on ringjoon, mis ühtib kera esiprojektsiooni kontuuriga, põhiprojektsiooniks lõik  $1—3$ , kuna külprojektsiooniks on lõik  $2''—4''$ .



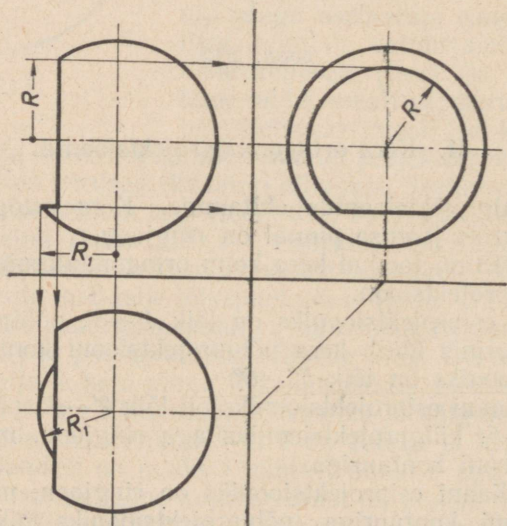
Joon. 213.



Joon. 214.

**Kera lõikumine tasapindadega.** Kera lõikumisel tasapinnaga tekkiv ristlõige (lõikepind) on alati ring. Joonisel 214 on näitena toodud põhiprojektsioonipinnaga paralleelse tasapinnaga lõigatud kera kaks ortogonaalprojektsiooni: esi- ja põhiprojektsioon.

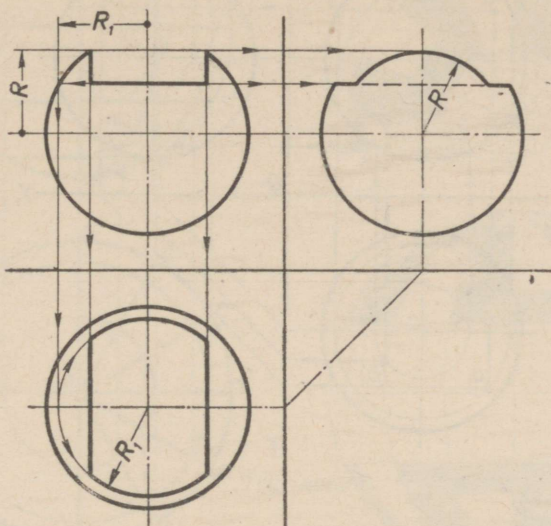
Kera lõike (lõikepinna) esiprojektsiooniks on lõik  $a'b'$ , põhiprojektsiooniks aga ring läbimõõduga  $ab$ .



Joon. 215.

Joonisel 215 on näitena toodud kahe tasapinnalise lõikepinnaga kera kolme projektsiooni ehitamine. Lõikepinnad on saadud kahe lõiketasapinna abil, milledest üks on paralleelne külgsprojektsioonipinnaga ja teine paralleelne põhiprojektsioonipinnaga.

Joonisel 216 on teise näitena toodud projektsioonide ehitamine kolme tasapinnalise lõikepinnaga kerast. Kaks nendest lõikepindadest on saadud külgsprojektsioonipinnaga paralleelsete lõiketasapindade abil, kolmas lõikepind on saadud põhiprojektsioonipinnaga paralleelse lõiketasapinna abil.



Joon. 216.

**Kera pinnale kantud punktide projektsioonide ehitamine.** E s i - m e n e j u h t u m. Joonisel 217 on toodud kolm ortogonaalprojektsiooni kerast, mille nähtavale pinnale on kantud punkt  $A$ .

Oletame, et joonisel on antud ainult punkti  $A$  esiprojektsioon  $a'$  ning tuleb ehitada antud punkti põhiprojektsioon  $a$  ja külgsprojektsioon  $a''$ .

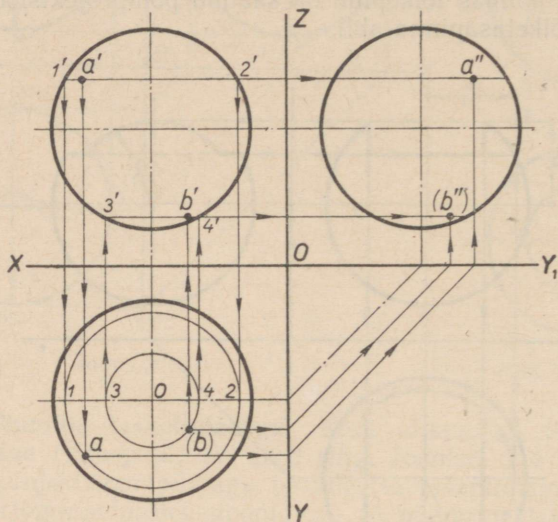
Punkti  $A$  põhiprojektsioon  $a$  leitakse abilõiketasapinna kaudu, mis on paralleelne põhiprojektsioonipinnaga ning läbib punkti  $A$ . Kuna kera pinnale kantud punkt  $A$  asetseb samal ajal ka paralleelil, mis tekib kera pinna lõikumisel abilõiketasapinnaga, siis peavad ka punkti  $A$  kõik projektsioonid asetsema sama paralleeli vastavatel projektsioonidel.

Kera pinna lõikumisel abilõiketasapinnaga tekkiva paralleeli esiprojektsiooniks (joon. 217) on lõik  $1'-2'$ . Punkti  $A$  esiprojektsioon  $a'$  asetseb sellel sirglõigul.

Sama paralleeli põhiprojektsiooniks on ringjoon läbimõõduga  $1-2$ , mis on võrdne lõiguga  $1'-2'$ . Joonisel 217 on nooltega näi-

datud selle sirglõigu lõpp-punktide  $1'$  ja  $2'$  projekteerimist põhiprojektsioonile. Punkti  $A$  põhiprojektsiooni  $a$  saamiseks projekteerime punkti  $a'$  paralleeli põhiprojektsioonile, s. t. ringjoonele läbimõõduga  $1-2$ .

Punkti  $A$  kolmanda, s. t. külprojektsiooni  $a''$  leiame punkti kahe antud projektsiooni järgi.



Joon. 217.

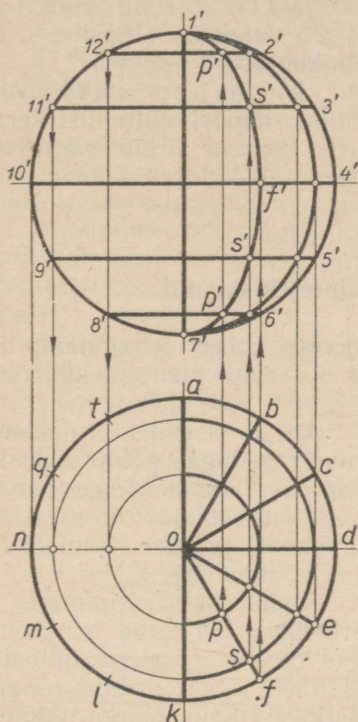
**Teine juhtum.** Oletame, et kera projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale on tema nähtamatule pinnale kantud punkt  $B$ . Joonisel 217 on antud selle punkti põhiprojektsioon  $(b)$ . Punkti  $B$  esiprojektsiooni  $b'$  ja külprojektsiooni  $b''$  ehitamine toimub järgmiselt.

Esmalt tuleb kera põhiprojektsioonil leida selle paralleeli põhiprojektsioon, millel asetseb antud punkt  $B$ . Selleks tõmbame punkti  $O$  kui tsentrist ringjoone, mis läbib punkti  $(b)$ , s. t. ringjoone raadiusega  $o(b)$ . Seejärel leiame nimetatud paralleeli esiprojektsiooni, milleks on lõik  $3'-4'$ . Joonisel 217 on nooltega näidatud selle lõigu lõpp-punktide esiprojektsioonide  $3'$  ja  $4'$  leidmist. Punkti  $B$  esiprojektsioon  $b'$  leitakse punkti  $(b)$  projekteerimisel paralleeli esiprojektsioonile (s. t. lõigule  $3'-4'$ ).

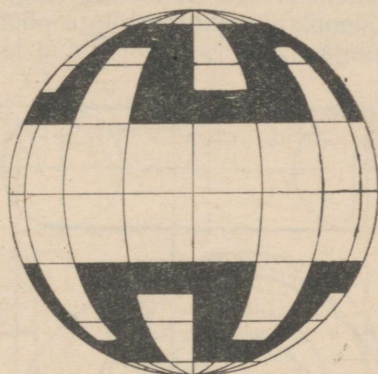
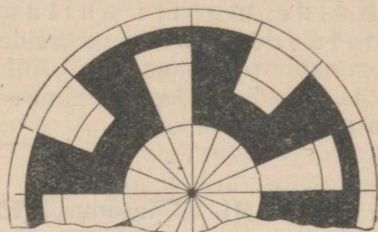
Punkti  $B$  kolmanda projektsiooni, s. t. külprojektsiooni  $b''$  leiame punkti kahe antud projektsiooni järgi.

**Paralleelide ja meridiaanide ortogonaalprojektsioonide joonestamine.** Kera lõikumine tasapindadega. Selleks, et ülesande kohaselt leida näiteks kera viie paralleeli ja kahe teistkümneme meridiaani ortogonaalprojektsioonid (joon. 218), tuleb iga

ringjoon, s. t. kera esiprojektsiooni kontuur, jaotada 12 võrdseks osaks (ehitamise selgitamiseks on jaotuspunktid tähistatud esiprojektsioonil arvudega  $1', 2', 3', 4' \dots 12'$  ning põhiprojektsioonil tähtedega  $a, b, c, d \dots t$ ).



Joon. 218.



Joon. 219.

Edasi on kera esiprojektsioonil punkt  $12'$  sirglõigu abil ühendatud punktiga  $2'$ , punkt  $11'$  punktiga  $3'$  jne. Lõigud  $12'-2'$ ,  $11'-3'$  jne. on paralleelide esiprojektsioonid. Samade paralleelide põhiprojektsioonideks on ringjooned, millede läbimõõdud on võrdsed vastavate paralleelide esiprojektsioonidega. Kera meridiaanid projekteeruvad põhitasapinnale sirglõikudena. Meridiaanide põhiprojektsioonide ehitamiseks tuleb punkt  $o$ , s. t. kera pooluse põhiprojektsioon, ühendada sirgete abil ringjoone jaotuspunktidega  $a, b, c$  jne. (joonisel 218 on see tehtud ainult projektsiooni paremal poolel); lõigud  $oa, ob, oc$  jne. ongi meridiaanide põhiprojektsioonideks.

Kõik meridiaanid (välja arvatud pea- ja külgeridiaan) projekteeruvad esiprojektsioonipinnale ellipsitena (joonisel 218 on meridiaanid kujutatud ainult kera esiprojektsiooni paremal poolel).

Ellipsile kuuluvad punktid määratakse meridiaanide projektsioonide ja paralleelide projektsioonide lõikepunktide järgi. Näiteks ühe

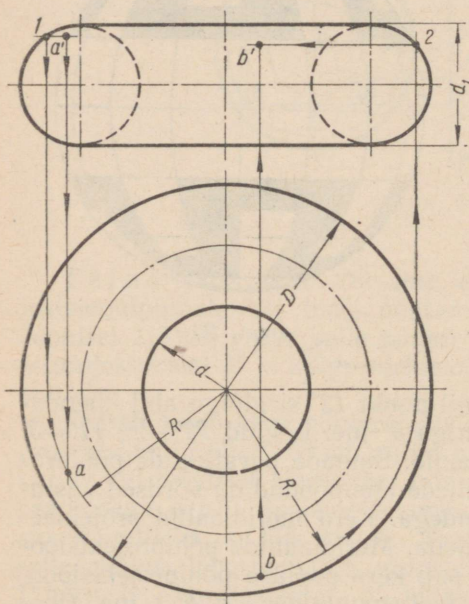
meridiaani põhiprojektsioon — lõik  $of$  — lõikub paralleelide põhiprojektsioonidega punktides  $f$ ,  $s$  ja  $p$ .

Nimetatud punktide projekteerimisel vastavate paralleelide esiprojektsioonidele (s. t. punkti  $f$  projekteerimisel lõigule  $10'-4'$ , punkti  $s$  projekteerimisel lõikudele  $9'-5'$  ja  $11'-3'$  ning punkti  $p$  projekteerimisel lõikudele  $8'-6'$  ja  $12'-2'$ ) saadakse ellipsile, s. t. vaadeldava meridiaani esiprojektsioonile kuuluvaid punkte.

Näide mustri ehitamisest kera projektsioonidele. Joonisel 219 on näidatud lihtsa mustri ehitamist kera ortogonaalprojektsioonidele. Antud mustri kontuur ühtib paralleelide ja meridiaanidega, seejuures on joonisel kujutatud vaid osa kera põhiprojektsioonist.

### III. Ringrõnga ortogonaalprojektsioonid.

Joonisel 220 on toodud ringrõnga joonis kahes ortogonaalprojektsioonis, kusjuures rõnga pöördetelg on risti põhiprojektsiooni pinnaga.



Joon. 220.

Antud asendis projekteerub ringrõngas põhiprojektsioonipinnale kahe ringjoonena, neist ühe läbimõõt on  $d$  (siseläbimõõt) ja teise läbimõõt  $D$  (välisläbimõõt).

Esiprojektsioonipinnale projekteerub antud ringrõngas kahe ringjoonena, millede läbimõõt  $d_1$  on võrdne rõnga ristlõike läbimõõduga. Mõlemad ringjooni ühendab ühine puutuja. Ringrõnga nähtamatu kontuur on kujutatud kriipsjoontega.

Ringrõnga pinnale kantud punktide, näiteks punkti  $A$  põhiprojektsiooni  $a$  või punkti  $B$  esiprojektsiooni  $b'$  (joon. 220) ehitamine toimub samuti kui kerapinnale kantud punktide projektsioonide leidmine, s. t. paralleelide abil (joon. 217).

I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 221).

1. Näidata joonise kummalgi vaatel detaili kerakujuliste pindade kujutusi.

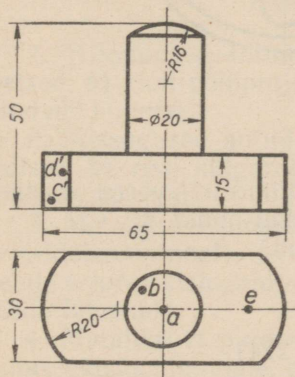
2. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud kujuga detail?

3. Näidata eestvaatel kujutist detaili tasasest pinnast, mis on paralleelne esiprojektsioonipinnaga.

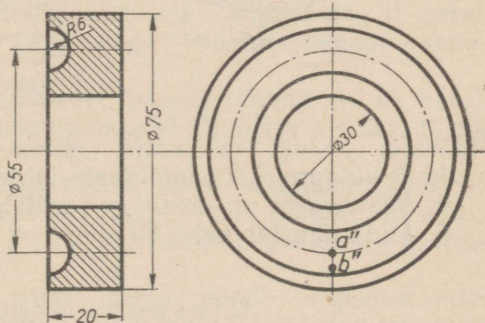
4. Pinnale, mis on nähtav detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $a$  ja  $b$ ). Kumb nendest punktidest asetseb kõrgemal?

5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsiooni pinnale, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kumb nendest punktidest asetseb meile lähemal?

6. Punkt  $E$ , samuti nagu punkt  $A$ , on kantud projekteerimisel nähtavale detaili pinnale. Määrata, joonist mõõtmata, mitme millimeetri võrra asetseb punkt  $A$  punktist  $E$  kõrgemal.



Joon. 221.



Joon. 222.

Ülesanne 2 (joon. 222).

1. Missugune geomeetiline kuju on detaili pindadel, millede kujutised on lõikes viirutamata? Näidata külgsuunaliste vaatluste nendepindade kujutisi.

2. Näidata külgsuunaliste vaatluste suunda, mis lõiketasapinnale tulla anda eestvaatel toodud lõike saamiseks, ning detaili selle osa kujutist, mis niisuguse lõike puhul tulla tinglikult kõrvaldada.

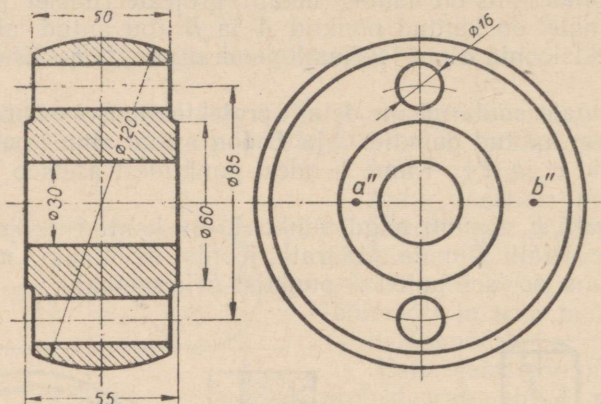
3. Külgvaate projekteerimisel nähtavale pinnale on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (antud on ainult nende külgsprojektsioonid  $a''$  ja  $b''$ ). Kumb nendest punktidest asetseb külgsprojektsioonipinnale lähemal?

### Ülesanne 3 (joon. 223).

1. Näidata kummalgi projektsioonil detaili kerakujuliste pindade kujutisi.

2. Näidata külgvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.

3. Punktid  $A$  ja  $B$  on kantud detaili projekteerimisel nähtavatele pindadele (on antud ainult punktide külgsprojektsioonid  $a''$  ja  $b''$ ).



Joon. 223.

Määrata, joonist mõõtmata, mitme millimeetri võrra asetseb punkt  $B$  külgsprojektsioonipinnale lähemal kui punkt  $A$ .

4. Missugused on detaili gabariitmõõdud?

5. Mida tähistab mõõt 85 mm?

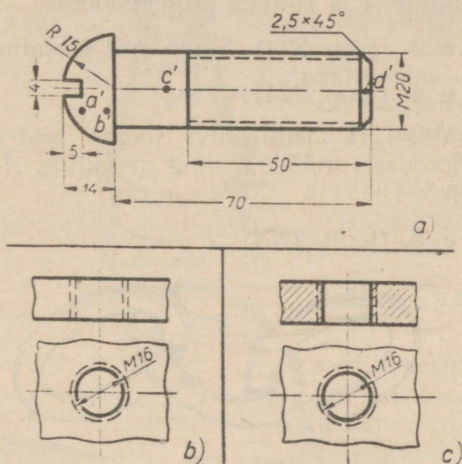
### Ülesanne 4 (joon. 224).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 224,  $a$  on toodud ümarpeaga metallkruvi joonis. Metallkruvi pea on poolkerakujuline ja temasse on kruvikeeraja jaoks tehtud sisselõige, nn. pilu. Pilu laius on 4 mm ja sügavus 5 mm. Kruvi 70 mm pikkune polt lõpeb tüvikoonuse kujulise otsaga, mille kõrgus on 2,5 mm. Tüvikoonuse moodustaja ja telje vaheline nurk, nn. faas on  $45^\circ$ .

Auku keeramiseks on kruvipolt keermestatud 50 mm pikkuselt. Juhime tähelepanu järgmisele keermestatud augu tähistamise iseärasusele.

Joonisel 224,  $c$  on näidatud keeme märkimist lõikes antud augu puhul, joonisel 224,  $b$  aga lõiketa antud augu puhul. Lõikes antud

augu puhul kujutatakse keerme välisläbimõõt kriipsjoonena, sise-  
läbimõõt aga pideva joonena, lõiketa antud augu puhul märgitakse  
nii keerme siseläbimõõt kui ka välisläbimõõt kriipsjoontega.



Joon. 224.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused antud metallkrui tasased pinnad on *a*) paral-  
leelsed, *b*) risti põhiprojektsioonipinnaga? Näidata joonisel nende  
pindade kujutisi.

2. Missugused antud metallkrui tasased pinnad on *a*) paral-  
leelsed, *b*) risti külgsprojektsioonipinnaga? Näidata joonisel nende  
pindade kujutisi.

3. Metallkrui pinnale, mida näeme tema projekteerimisel esi-  
projektsioonipinnale, on kantud punktid *A* ja *B* (antud on ainult  
nende esiprojektsioonid *a'* ja *b'*). Kumb nendest punktidest asetseb  
meile lähemal?

4. Metallkrui pindadele, mida näeme nende projekteerimisel  
esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid *C* ja *D* (antud on ainult  
nende esiprojektsioonid *c'* ja *d'*). Kumb nendest punktidest asetseb  
meile lähemal?

## II. Harjutused.

Märkus. Harjutamine seisneb eskiiside ja jooniste valmistamises. Har-  
jutusülesandeid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

Ülesanne 1 (joon. 221).

Joonistada antud detail eest-, pealt- ja külgsvaates. Kanda kju-  
tistele mõõdud ning antud punktide *A*, *B*, *C* ja *D* kõik kolm pro-  
jektsiooni.

Ülesanne 2 (joon. 222).

Joonistada antud detail järgmistes projektsioonides: pealtvaates ning eestvaatel poolvaates-poollõikes. Kanda kujutisele mõõdud ning antud punktide *A* ja *B* kaks projektsiooni.

Ülesanne 3 (joon. 223). Sama, mis ülesanne 2.

Ülesanne 4 (joon. 224).

Teha mastaabis 2:1 metallkruvi joonis eest- ja külgsuunas. Kanda valmis joonisele mõõdud ning punktide *A*, *B*, ja *C* esi- ja külgsuunas.

Ülesanne 5 (joon. 225).



Joon. 225.

*Ülesande selgitus.* Joonisel 225 on toodud kolmest lülist koosneva keti näitlik kujutis. Iga lüli moodustab ringrõnga, mille välisläbimõõt on 60 mm, siseläbimõõt aga 30 mm, kuna rõnga profiili läbimõõt on 15 mm.

*Juhis ülesande täitmise kohta.*

Antud näitliku kujutise järgi teha mastaabis 1:1 kolmest lülist koosneva keti joonis kahes ortogonaalprojektsioonis: eest- ja külgsuunas. Seejuures tuleb keskmine lüli kujutada paralleelsena põhi- projektsioonipinnaga, ülejäänud kaks aga paralleelsetena esiprojektsioonipinnaga.

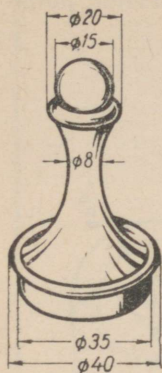
### III. Tööd.

#### 1. TÖÖ NR. 10.

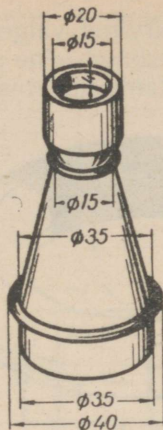
Märkus. Töö nr. 10 seisneb eskiisi valmistamises pöördpinnaga piiratud lihtsast esemest ning joonise tegemises eskiisi järgi; ühtlasi tuleb joonis kopeerida pauspaberile (tusiga). Mudeliks võib valida ühe järgnevalt toodud ülesannetest.

Ülesanne 1 (joon. 226).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 226 on toodud malendi — etturi näitlik kujutis. Ülesande täitmisel tuleb võtta malendi üldkõrguseks 65 mm, kerakujulise osa kõrguseks — 12 mm ning aluse silindrilise osa kõrguseks — 6 mm.



Joon. 226.



Joon. 227.

### Juhiseid ülesande täitmise kohta.

Ülesande selgituse järgi valmistada:

- 1) käega silmamõõdu järgi malendi joonis eest- ja pealtvaates ühes mõõtude äramärgimisega;
- 2) malendi joonis samades vaadetes ühes mõõtude äramärgimisega;
- 3) malendi joonise koopia pauspaberil (tušiga).

Ülesanne 2 (joon. 227).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 227 on toodud malendi — vankri näitlik kujutis. Ülesande täitmisel tuleb võtta malendi üldkõrguseks 65 mm, pealmise silindrilise osa kõrguseks 8 mm ning aluse silindrilise osa kõrguseks — 6 mm.

### Juhiseid ülesande täitmise kohta.

Samad juhised, mis ülesande 1 jaoks.

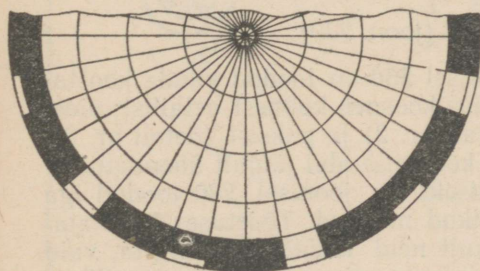
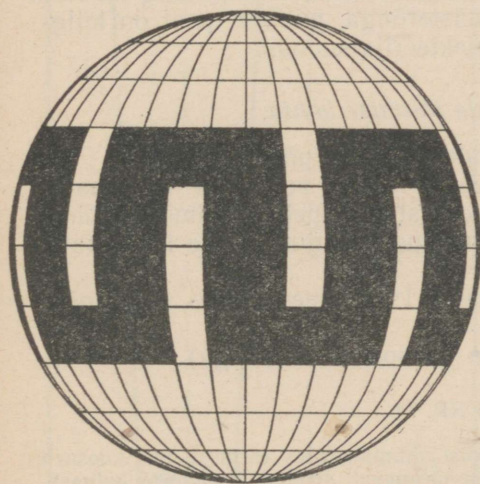
Ülesanne 3 (joon. 228).

Mustriega kaunistatud kera ortogonaalprojektsioonide järgi valmistada:

- 1) käega kera joonis kahe projektsioonis;
- 2) kera joonis samades projektsioonides;
- 3) kera joonise koopia pauspaberil (tušiga).

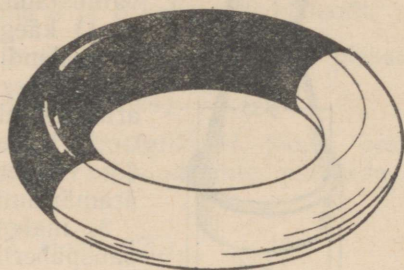
Ülesanne 4 (joon. 229).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 229 on toodud ringrõngakujulise päästerõnga näitlik kju-



Joon. 228.

tis. Päästerõnga üks pool on värvitud valgeks, sellele poolele on kantud ka laeva nimetus. Päästerõnga teine pool on värvitud punaseks ning kannab laeva kodusadama nimetust.



Joon. 229.

Ülesande täitmisel lähtuda järgmistest päästerõnga mõõtudest: välisläbimõõt 710 mm, siseläbimõõt 440 mm. Peale selle tuleb päästerõnga kujutise valmistamisel arvestada, et tema telg on risti põhiprojektsioonipinnaga ning päästerõnga punane pool on külgvaate valmistamisel pööratud projekteeija suunas.

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Joonise 229 järgi ning ülesande selgituse põhjal teha:

1) päästerõnga joonistus (käega) eest-, pealt- ja külgvaates ühes mõõtude äramärgimisega; joonistada tuleb silmamõõdu järgi mastaabis 1:10; päästerõnga punase poole kujutis katta igal vaatel värvilise pliatsiga;

2) päästerõnga joonis mastaabis 1:5 kolmes vaates ühes mõõtude äramärgimisega;

3) päästerõnga joonise koopia pauspaberile (tušiga).

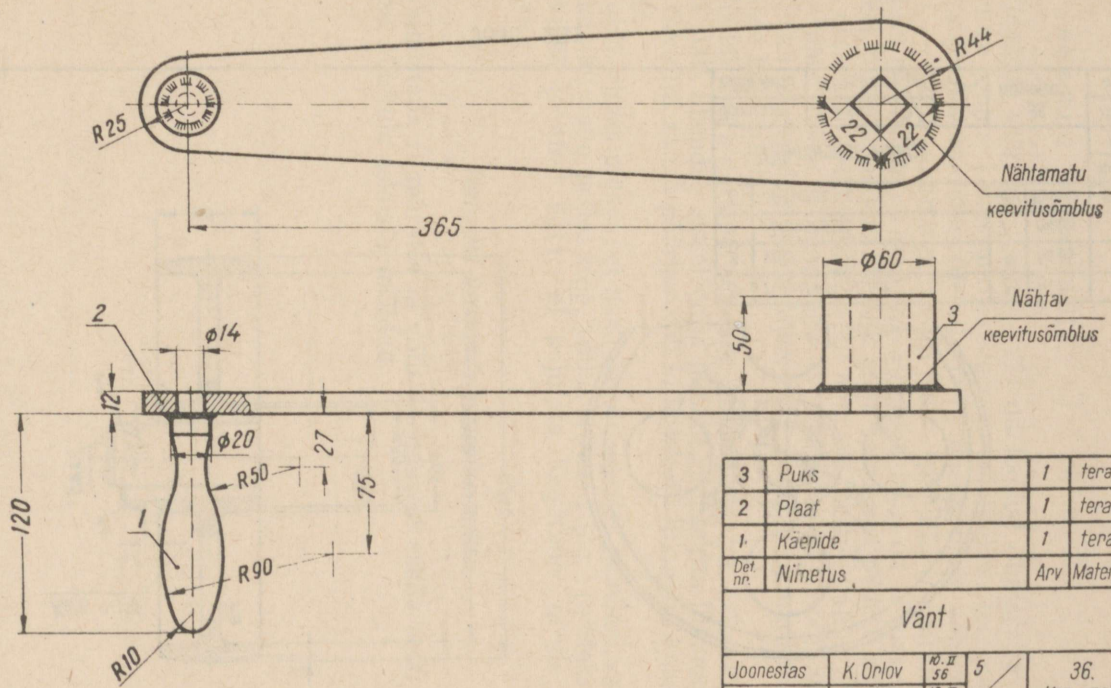
#### 2. TÖÖ NR. 11.

Märkus. Töö nr. 11 seisneb eskiisi valmistamises esemest, mis koosneb 2—3 detailist. Mudeliks võib valida ühe järgnevalt toodud ülesannete hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 230).

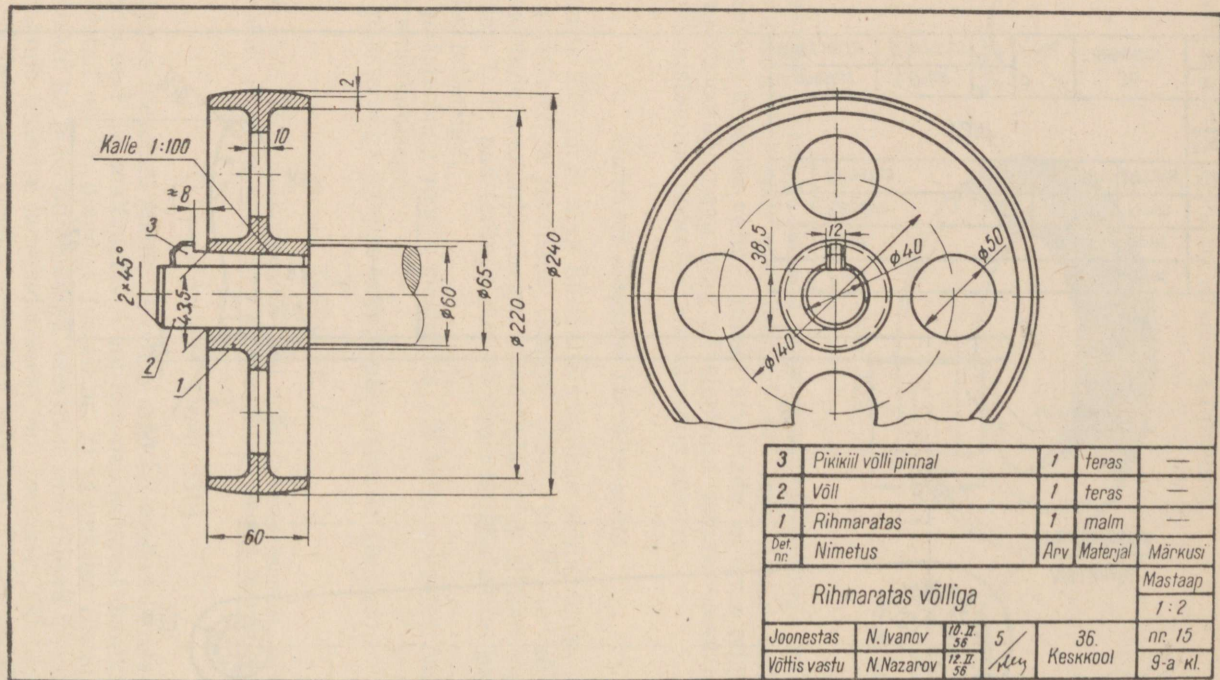
*Selgitus ülesande kohta.* Joonisel 230 on toodud vända koostamisjoonis eest- ja pealtvaates. Vänt koosneb kolmest detailist: pide-  
mest (detail nr. 1), plaadist (detail nr. 2) ja puksist (detail nr. 3). Nii pide kui ka puks on plaadiga keevituse abil jäigalt ühendatud.

Ülesande täitmise kergendamiseks on joonisel 230 toodud iga detaili väljajoonestamiseks vajalikud mõõdud. Tööstuses kasutatavatele koostamisjoonistele harilikult neid mõõte ei märgita, vaid piirdutakse ainult nende mõõtude äratoomisega, mis on taryilikud kogu toote koostamiseks ning viimase õigsuse kontrollimiseks.



3	Püks	1	teras	—
2	Plaat	1	teras	—
1	Käepide	1	teras	—
Det nr.	Nimetus	Arv	Materjal	Märkusi
Vänt				Mastaap
				1:2
Joonestaj	K. Orlov	10. II 56	5	36.
Võttis vastu	N. Nazarov	12. II 56	1/11	nr 15
				Keskkoal 9-a kl.

Joon. 230.



Joon. 231.

### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Teha vända eskiis eest-, pealt- ja külgvaates ühes mõõtude äramärkimisega.

Ülesanne 2 (joon. 231).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 231 on toodud rihmaratta ja võlli ühenduse joonis kahes projektsioonis: püstlõikes (eestvaatel) ja külgvaates. Rihmarattas (detail nr. 1) ühendatakse võlliga (detail nr. 2) — näidatud on ainult võlli ots — pikikiilu (detail nr. 3) abil. Pikikiilu ristlõikeks on ristkülik. Pikikiilu laius on 12 mm (vt. külgvaadet) ning üldpikkus 72 mm, kuna tema pea pikkus on 12 mm. Võlli otsal, mille läbimõõt on 40 mm, on tasapinnaline lõikepind, mida nimetatakse võllipinnaks (vt. külgvaadet, mõõt 38,5 mm).

Pikikiil asetatakse võllipinnale ning lüüakse rihmaratta rummus olevasse kiilunuuti.

Pikikiilu ja kiilunuudi pindade kalde tõttu (vt. lõikel kalde suurst 1:100) ühendab sisselöödud pikikiil rihmaratta liikumatult võlliga. Seetõttu annab pöörlev võll kiilu kaudu liikumise edasi rihmarattale.

Tuleb silmas pidada, et masinaehitusalaistel joonistel vardakujulisi detaile, nagu polte, kiile, võlle, kruvisid jne. (näiteks võlliots ja pikikiil joonisel 231), ei kujutata lõigatuna nende pikitelje suunas.

### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Valmistada rihmaratta ja võlli ühendusest eskiis eest- ja külgvaates. Märkida eskiisile mõõdud.

## VI peatükk.

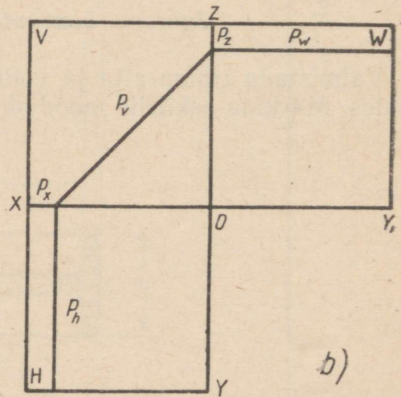
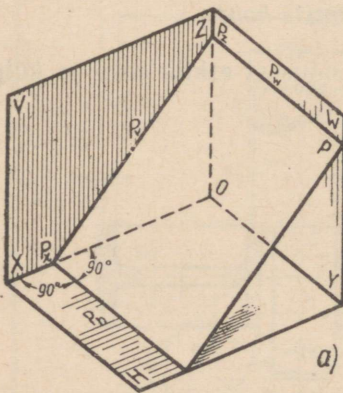
### ESEMETE JOONESTAMINE, MILLEDE KUJUS ESINEVAD TASAPINDADEGA LÕIGATUD PRISMAD JA SILINDRID.

TASAPINNAD, MIS ON RISTI VAID ÜHE PROJEKTSIOONIPINNAGA.  
TASAPINNA JÄLGJOONE JA TELGPUNKTI MÕISTE.

Vaatleme tasapinna kolme võimalikku asendit, mille puhul ta on risti vaid ühe projektsioonipinnaga.

Esimene juhtum. Tasapind on risti ainult esiprojektsioonipinnaga.

Joonisel 232, *a* on toodud näitlik kujutis ning joonisel 232, *b* kolm ortogonaalprojektsiooni tasapinnast  $P$ , mis on risti ainult esiprojektsioonipinnaga ( $V$ ).



Joon. 232.

Tasapinda, mis (nagu meie näite puhul tasapind  $P$ ) on risti ainult esiprojektsioonipinnaga, nimetatakse esiprojektsioonipinnale projekteeruvaks (vertikaalselt projekteeruvaks). Tasapinna lõikejooni projektsioonipindadega nimetatakse tasapinna jälgjoonteks ehk lihtsalt jälgedeks. Meie näite

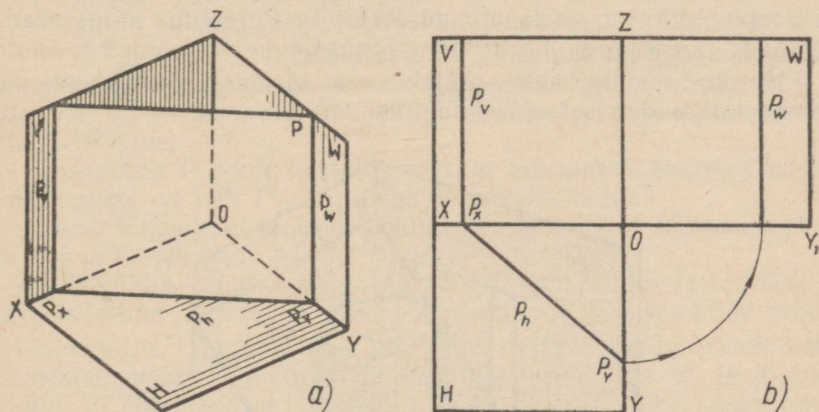
puhul joonisel 232, *a* ja 232, *b* lõikab tasapind  $P$  põhiprojektsioonipinda ( $H$ ) mööda sirget  $P_h$ , esiprojektsioonipinda ( $V$ ) mööda sirget  $P_v$  ja külprojektsioonipinda ( $W$ ) mööda sirget  $P_w$ . Antud juhul nimetatakse tasapinna  $P$  jälgjoont  $P_v$  tema esijäljeks, jälgjoont  $P_h$  — põhijäljeks ning jälgjoont  $P_w$  — küljäljeks.

Kui tasapind lõikab projektsioonitelge, siis saadakse sellel teljel tasapinna kahe vastava jälgjoone lõikepunkt, mida nimetatakse tasapinna jälgjoonte telgpunktiks.

Joonistel 232, *a* ja 232, *b* toodud näite puhul lõikab tasapind  $P$  kahte projektsioonitelge:  $X$ -telge ja  $Z$ -telge. Sel puhul saadakse kaks lõikepunkti:  $X$ -teljel punkt  $P_x$ , mis on tasapinna  $P$  jälgede  $P_v$  ja  $P_h$  telgpunktiks, ning  $Z$ -teljel punkt  $P_z$ , mis on sama tasapinna  $P$  jälgede  $P_v$  ja  $P_w$  telgpunktiks.

**Teine juhtum.** Tasapind on risti ainult põhiprojektsioonipinnaga.

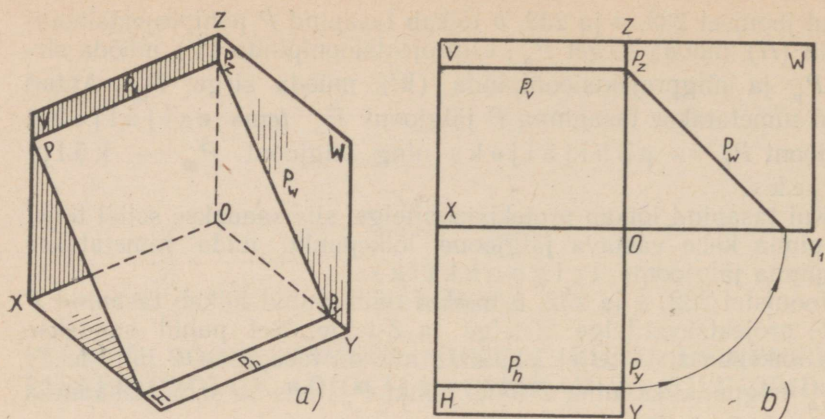
Joonisel 233, *a* on toodud näitlik kujutis ning joonisel 233, *b* kolm ortogonaalprojektsiooni tasapinnast  $P$ , mis on risti ainult põhiprojektsioonipinnaga ( $H$ ). Niisugust tasapinda nimetatakse **põhitasapinnale projekteeruvaks** (horisontaalselt projekteeruvaks). Selle juhtumi puhul tähistatakse tasapinna jälgjooned ja telgpunktid nii, nagu on näidatud joonisel 233.



Joon. 233.

**Kolmas juhtum.** Tasapind on risti ainult külprojektsioonipinnaga.

Joonisel 234, *a* on toodud näitlik kujutis ning joonisel 234, *b* kolm ortogonaalprojektsiooni tasapinnast  $P$ , mis on risti ainult külprojektsioonipinnaga ( $W$ ). Niisugust tasapinda nimetatakse **külgtasapinnale projekteeruvaks** (profiilselt projekteeruvaks). Tasapinna jälgjoonte ja telgpunktide tähistus on toodud joonisel 234.



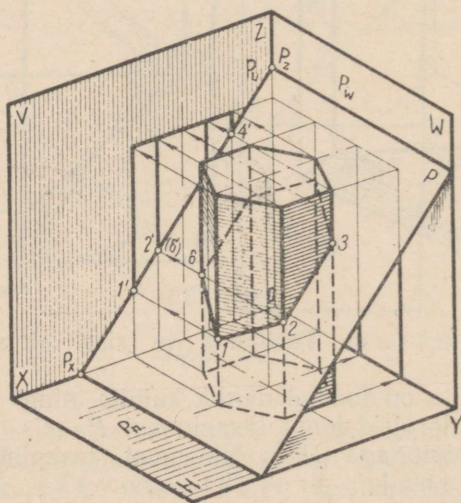
Joon. 234.

### I. Kuusnurkse prisma lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

Kaldu lõigatud prisma osade ortogonaalprojektsioonide ehitamine. Joonisel 235 on toodud näitlik kujutis kuusnurksest prismast, mille põhi toetub põhiprojektsioonipinnale. Prismat lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ . Tasapind, lõigates prisma tahkusi, lõikab samal ajal ka tema külgservi punktides 1, 2, 3 jne.

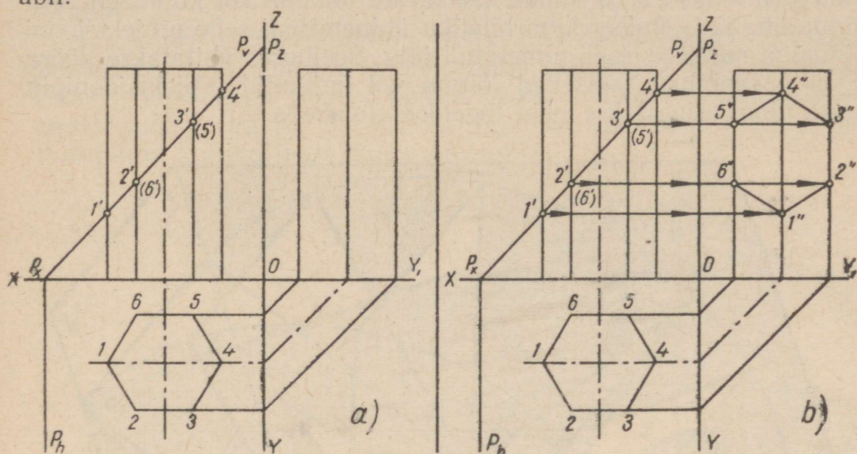
Vastavalt lõikab ka tasapinna  $P$  esijälg  $P_v$  prisma külgservade esiprojektsioone punktides 1', 2', 3' (6') jne.

Esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind jaotab prisma kaheks osaks: ülemiseks ja alumiseks.



Joon. 235.

Olgu nõutud valmistada antud kaldu lõigatud prisma alumise osa joonis kolmes ortogonaalprojektsioonis, lugedes tema ülemist osa kõrvaldatuks. Joonise valmistamist alustame (joon. 236, a) täispüramiidi kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil.



Joon. 236.

Seejärel, sõltuvalt esiprojektsioonipinnale projekteeruva tasapinna  $P$  kaldest, ehitame tema jäljed  $P_v$  ja  $P_a$ . Järgnevalt tähistame tasapinna  $P$  lõikepunktide prisma külgservadega numbrite 1, 2, 6 jne. abil ning nimetatud lõikepunktide esiprojektsioonid numbritega  $1'$ ,  $2'$ ,  $(6')$  jne.

Tasapinna  $P$  poolt tekitatud prisma lõikepinna kujundi esiprojektsiooniks on lõik  $1'—4'$  prisma esiprojektsioonil.

Sama lõikepinna kujundi põhiprojektsiooniks on kuusnurk, 1, 2, 3, 4, 5 ja 6, mis ühtib prisma põhiprojektsiooniga.

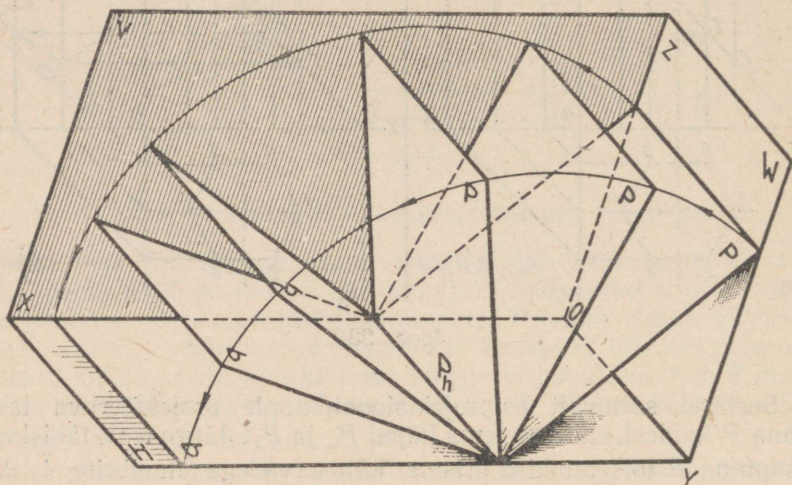
Lõikepinna kujundi külprojektsiooni ehitamiseks (joon. 236, b) projekteerime jälje  $P_v$  ja prisma külgservade lõikepunktide esiprojektsioonid, s. t. punktid  $1'$ ,  $2'$ ,  $(6')$  jne. vastavate külgservade külprojektsioonidele. Punkti  $4''$  ühendamisel punktiga  $5''$  ja  $3''$  ning punkti  $1''$  ühendamisel punktidega  $6''$  ja  $2''$  sirgete abil saame kuusnurga  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ,  $5''$  ja  $6''$ , mis ongi kaldu lõigatud prisma lõikepinna kujundi külprojektsiooniks.

Nii prisma lõikepinna kujundi põhiprojektsioon — kuusnurk 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 kui ka tema külprojektsioon — kuusnurk  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ,  $5''$  ja  $6''$  ei vasta joonisel lõikepinna kujundi tegelikule suurusele, sest lõikepind on kaldu mitte ainult põhiprojektsioonipinna, vaid ka külprojektsioonipinna suhtes (lõik  $1'—4'$  on esiprojektsioonipinnal kaldu mitte ainult  $X$ -telje, vaid ka  $Z$ -telje suhtes).

Selleks et joonise järgi määrata kaldu lõigatud prisma lõikepinna kujundi tegelikku suurust ja joonestada seda kujundit, tuleb

kasutada menetlust, mida nimetatakse ühitamise meetodiks.

**Lõikepinna kuju ehitamine tegelikus suuruses ühitamise meetodi abil.** Ühitamise meetod seisab selles, et projekteeruv tasapind pööratakse koos temas asetsevate lõikude või kujudega tasapinna ühe jälje ümber kuni täieliku ühinemiseni selle projektsioonipinnaga, millel asetseb nimetatud jälg. Seejuures ühitatakse pööratavas tasapinnas asetsevad lõigud või kujundid projektsioonipinnaga ning kujutatakse neid tegelikus suuruses.



Joon. 237.

Esiprojektsioonipinnale projekteeruva tasapinna  $P$  ühitamist põhiprojektsioonipinnaga on näitlikult kujutatud joonisel 237. Antud juhul on pöördeteljeks tasapinna  $P$  jälg  $P_h$ . Tasapind  $P$  on pööratud põhijälje  $P_h$  ümber ning ühitatud põhiprojektsioonipinnaga, millel asetseb nimetatud jälg.

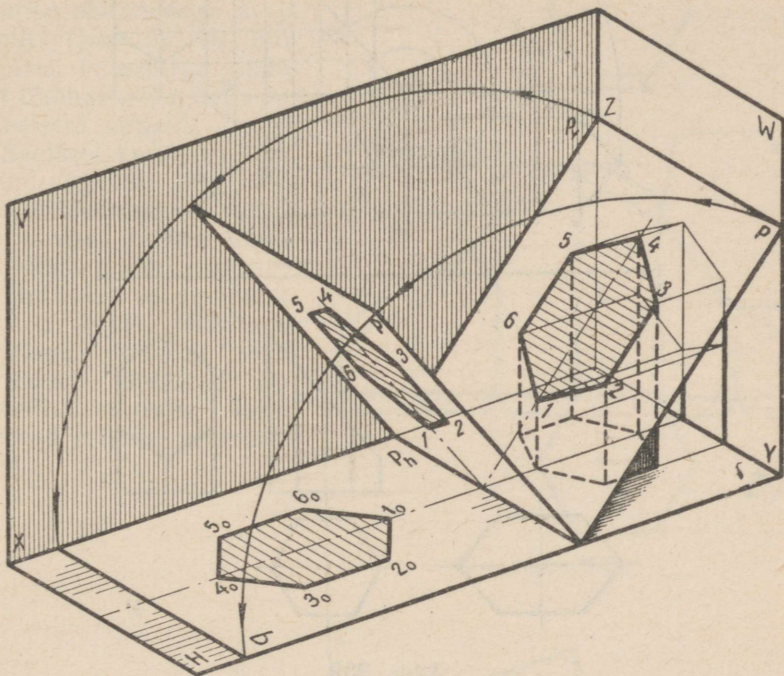
Joonisel 238 on näitlikult kujutatud, kuidas prismat lõikav esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$  ühes sellel asetseva prisma lõikepinna kujundiga on pööratud jälje  $P_h$  ümber ning koos lõikepinna kujundiga on ühitatud põhiprojektsioonipinnaga. Prisma lõikepinna kujund, mis on ühitatud põhiprojektsioonipinnaga, esineb sellel tegelikus suuruses. Joonisel 238 toodud kuusnurk  $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0, 6_0$  ei ole aga lõikepinna kujundi tegelikuks suuruseks, vaid ainult tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundi näitlik kujutis.

Olgu vaja ehitada antud prisma lõikepinna kujund tegelikus suuruses esiprojektsioonipinnale projekteeruva tasapinna ühitamisel põhiprojektsioonipinnaga. Selleks tõmbame sirkliga (joon. 239), mille nõelaga ots on asetatud tasapinna  $P$  jälgedes  $P_v$  ja  $P_h$  telg-

punkti  $P_x$ , järgemööda kaared raadiustega  $P_x - 1'$ ,  $P_x - 2'$  jne. kuni nende kaarte lõikumiseni  $X$ -teljega.

Järgnevalt tõmbame leitud lõikepunktidest ristsirged  $X$ -teljele ning kuusnurga põhiprojektsiooni tippudest  $X$ -teljega paralleelsed sirged.

Rööpsirgete lõikepunktid vastavate ristsirgetega määravad punkte  $1_0, 2_0, 3_0$  jne., s. t. lõikepinna kujundi tegelikus suuruses esineva kuusnurga tippe. Leitud punktide ühendamisel sirgetega saame kuusnurga  $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0$  ja  $6_0$ , mis ongi antud prisma lõikepinna kujundi tegelikuks suuruseks.



Joon. 238.

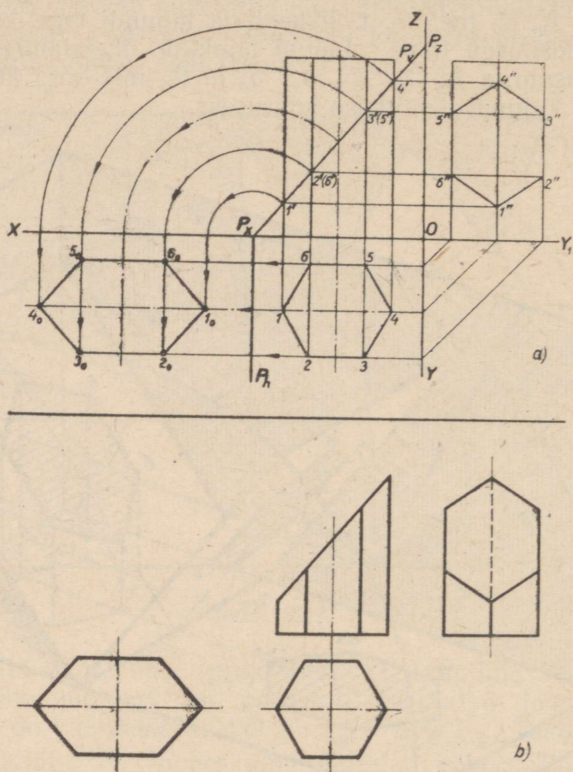
Kaldu lõigatud prisma alumise osa lõpetatud joonis on toodud joonisel 239, *b*.

**Kaldu lõigatud prisma alumise osa üldpinnalaotuse ehitamine ja niisuguse prisma osa mudeli valmistamine.** Pinnalaotuse ehitamine. Pinnalaotus kaldu lõigatud prisma alumisest osast, mille ortogonaalprojektsioonid on kujutatud joonisel 239, *a*, koosneb tema külgpinnalaotusest, prisma põhjast ning prisma lõikepinna kujundist tegelikus suuruses.

Prisma alumise osa külgpinnalaotuse ehitamiseks (joon. 240, *a*) kujutame algul täisprisma külgpinnalaotuse peenjoonte abil. Niisugune pinnalaotus koosneb kuuest ristkülikust, mille lühem külg

on võrdne prisma põhiservaga, pikem külg aga prisma külgservaga.

Seejärel kanname ristkülikute pikematele külgedele lõigud, mis suuruselt on võrdsed kaldu lõigatud prisma külgservade pikkustega. Saame punktid  $1, 2, 3$  jne., mis ühendame sirgete abil. Lõigatud



Joon. 239.

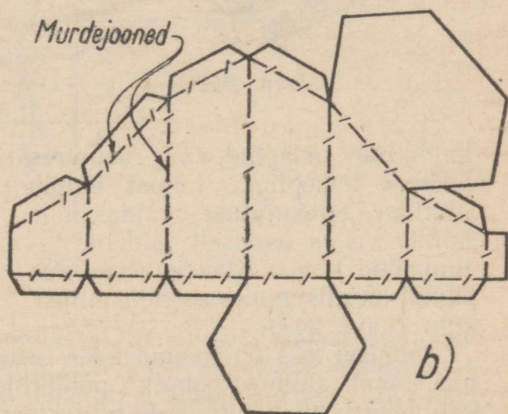
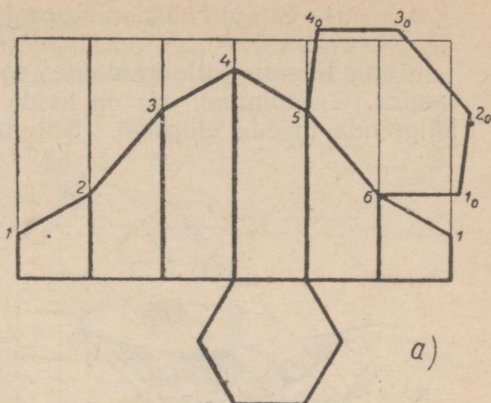
külgservade moodsud määrame nende vastavate esi- või külgservade projektsioonide järgi joonisel 239, *a*. Järgnevalt lisame külgpinnalaotusele prisma põhjaks oleva korrapärase kuusnurga ning tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundi  $1_0, 2_0, 3_0$ , jne.; seega saame prisma alumise osa pinnalaotuse.

Juhiseid mudeli valmistamise kohta. Selleks et näiteks paberist valmistada kaldu lõigatud prisma alumise osa mudelit, tuleb joonise 240, *a* kohta antud seletuste kohaselt valmistada esmalt peenjoonte abil nimetatud prisma alumise osa pinnalaotus. Viimast tuleb joonisel 240, *b* toodud näite kohaselt täiendada vastavatele kontuurjoontele lisandatud ribadega, mis on ette

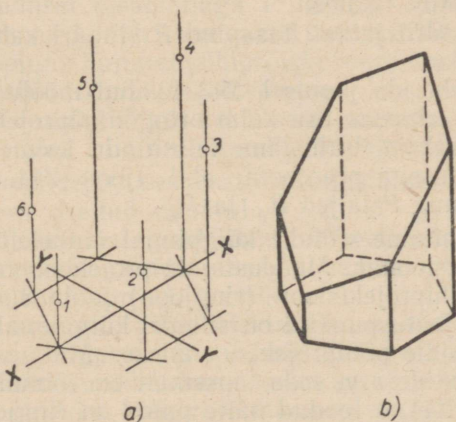
nähtud mudeli kokkukleepimiseks, mille järel mudel välja lõigatakse, murtakse ja kokku kleebitakse.

**Isomeetriline kujutis kaldu lõigatud prisma alumisest osast.** Isomeetrilise kujutise ehitamist eespool käsitletud prisma alumisest osast alustame prisma alumise põhja isomeetrilise kujutise ehitamisega  $X$ - ja  $Y$ -teljel (joon. 241, *a*), mille järel kuusnurga tippudest tõmbame  $Z$ -teljega paralleelseid sirgeid.

Seejärel kanname tõmmatud sirgetele järgemööda sirglõike, mis on suuruselt võrdsed prisma lõigatud külgservade pikkustega. Sel puhul saadud punktid  $1, 2, 3$  jne. ühendame sirgetega. Joonisel 241, *b* on toodud lõpetatud isomeetriline kujutis kaldu lõigatud prisma alumisest osast.



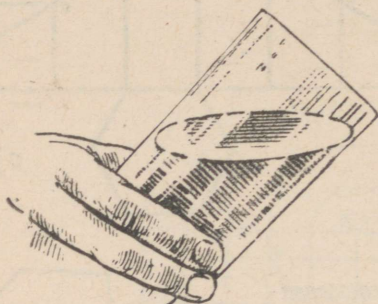
Joon. 240.



Joon. 241.

## II. Silindri lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

Kaldu lõigatud silindri alumise osa ortogonaalprojektsioonide ehitamine. Tasapinnad, mis on kaldu silindri teljega, lõikavad tema külgpinda mööda ellipseid. Silindrist, mida lõikab tema teljega



Joon. 242.

kaldu olev tasapind, ning seejuures tekkiva lõikepinna kujust annab näitliku ettekujutuse kaldasendis hoitava veega osaliselt täidetud silindriline klaas. Klaasis oleva vee pinnal on niisuguses asendis ellipsi kuju (joon. 242).

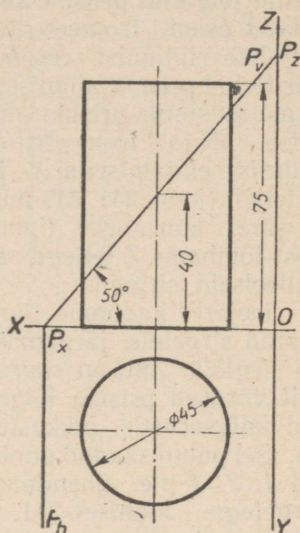
Joonisel 243 on toodud kaks ortogonaalprojektsiooni silindrist, mis toetub alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale. Silindrit lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ , mille üle võib otsustada silindri esiprojektsiooni lõikava esijälje  $P_v$  ja  $X$ -teljega risti oleva põhijälje  $P_h$  järgi.

Lõigates silindrit jaotab tasapind  $P$  silindri kahte ossa: ülemiseks ja alumiseks.

Nõutud on ehitada joonisel 243 toodud mõõtude järgi kaldu lõigatud silindri alumise osa kolm ortogonaalprojektsiooni.

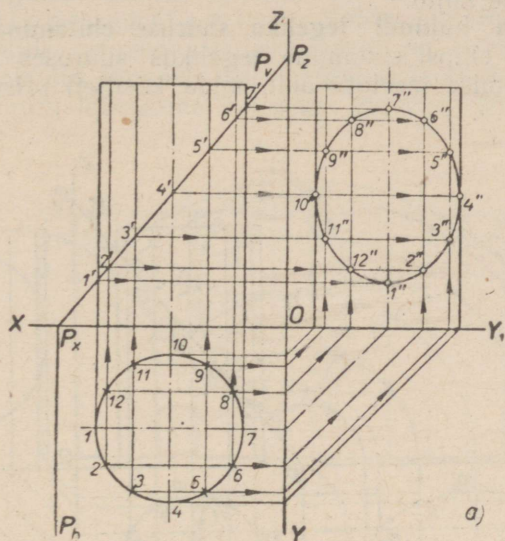
Joonise valmistamist alustamä täissilindri kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil (joon. 244, a), mille järel tõmbame tasapinna  $P$  jäljed  $P_v$  ja  $P_h$ .

Järgnevalt ehitame silindri külgpinnal ühtlaselt jaotatud moodustajate projektsioonid. Moodustajate projektsioonide ehitamiseks tuleb silindri põhiprojektsioon (ringjoon) jaotada võrdseteks osadeks; ringjoone jaotuspunktid on silindri külgpinnal ühtlaselt asetsevate moodustajate põhiprojektsioonideks. Mida suurem on ringjoone jaotuspunktide arv, seda täpsemalt on võimalik teostada ehitamist. Joonisel 244, a toodud näite puhul on ringjoon jaotatud 12 võrdseks osaks. Seejärel projekteerime jaotuspunktid 1, 2, 3 jne.



Joon. 243.

X- ja Y ( $Y_1$ )-teljele. Edasi tõmbame X- ja Y ( $Y_1$ )-teljel saadud punktidest silindri esi- ja külgsprojektsiooni telgedega paralleelsed sirged. Saadud sirged ongi silindri moodustajate esi- ja külgsprojektsioonideks.



Joon. 244, a.

Tasapinna  $P$  ja silindri moodustajate lõikepunktidest annavad projekteerimisel nähtavad punktid 1, 2, 3 jne. esiprojektsioonipinnal punktid  $1'$ ,  $2'$ ,  $3'$  jne., mis on nimetatud lõikepunktide esiprojektsioonideks. Projekteerimisel nähtamatuid lõikepunkte 8, 9, 10, 11 ja 12 esiprojektsioonil ei tähistata.

Silindri lõikumisel tasapinnaga  $P$  tekkiva lõikepinna kujundi esiprojektsiooniks on silindri eestvaatel asetsev lõik  $1'—7'$ .

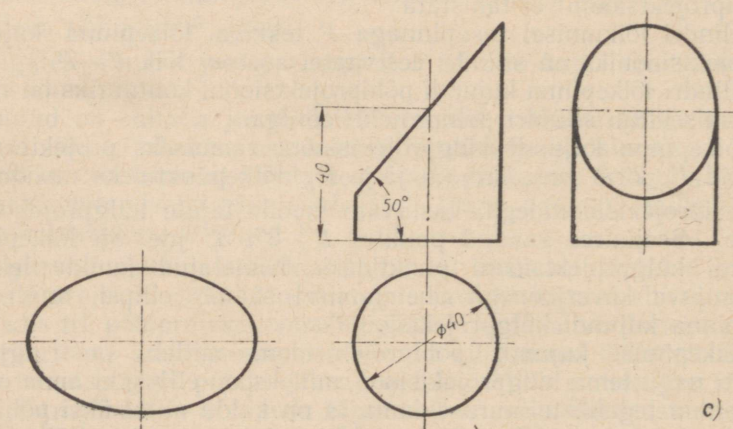
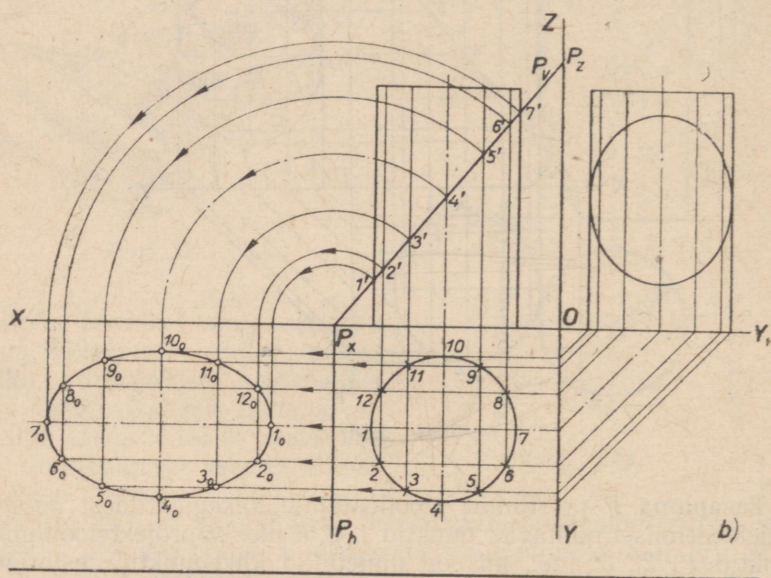
Silindri lõikepinna kujundi põhiprojektsiooni kontuuriks on ringjoon, mis ühtib silindri põhiprojektsiooniga.

Lõikepinna kujundi külgsprojektsiooni saamiseks projekteerime punktid  $1'$ ,  $2'$ ,  $3'$  jne., mis on jälje  $P_v$  lõikepunktideks moodustajate esiprojektsioonidega, vastavate moodustajate külgsprojektsioonidele. Seejuures saadud punktid  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$  jne. on lõikepinna kujundi külgsprojektsiooni punktideks. Nimetatud punkte lekaali abil sujuva kõverjoonega ühendamisel saame ellipsi, mis ongi lõikepinna kujundi külgsprojektsiooniks.

Lõikepinna kujundi põhiprojektsioon, milleks on ringjoon, samuti nagu tema külgsprojektsioon, milleks on ellips, ei anna edasi lõikepinna tegelikku suurust, kuna ta on kaldu mitte üksi põhiprojektsioonipinna, vaid ka külgsprojektsioonipinna suhtes (lõik  $1'—7'$  on esiprojektsioonipinnal kaldu nii X-telje kui ka Z-telje suhtes).

Tähendame, et juhul kui esiprojektsioonipinnale projekteeruva tasapinna  $P$  kaldenurk põhiprojektsioonipinna (või, mis on sama, esijälje  $P_v$  kaldenurk  $X$ -telje) suhtes oleks olnud  $45^\circ$ , siis lõikepinna kujund projekteeruks küljprojektsioonipinnale mitte ellipsi, vaid ringjoone kujul.

**Lõikepinna kujundi tegeliku suuruse ehitamine.** Lõikepinna kujundi, s. t. ellipsi ehitamine tegelikus suuruses (joon. 244, *b*) teostub ühitamise meetodi abil, mida käsitleti prisma lõikepinna

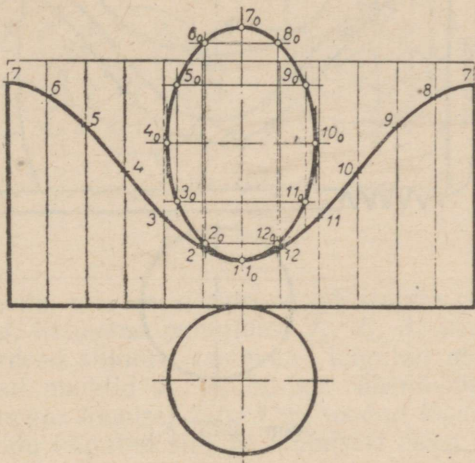


Joon. 244.

kujundi tegeliku suuruse määramisel (joon. 239, a). Ellipsi punktid  $1_0, 2_0, 3_0, 4_0$  jne. ühendatakse lekaali abil sujuva kõverjoonega.

Kaldu lõigatud silindri alumise osa valmis kujutis on toodud joonisel 244, c.

**Kaldu lõigatud silindri alumise osa pinnalaotuse ehitamine.**  
Pinnalaotuse ehitamine. Kaldu lõigatud silindri alumise osa (mille ortogonaalprojektsioonid on kujutatud joonisel 244, c) pinnalaotus koosneb tema külgpinnalaotusest, silindri põhjast ning silindri lõikepinna kujundist tegelikus suuruses.



Joon. 245, a.

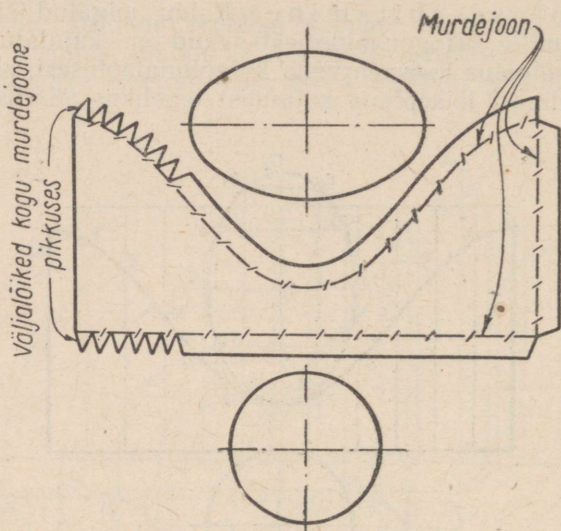
Silindri alumise osa külgpinnalaotuse ehitamiseks (joon. 245, a) tuleb kujutada esmalt täissilindri külgpinnalaotus peenjoonte abil. Viimaseks on riskülik, mille pikem kül on võrdne põhja ringjoone ümbermõõduga ja lühem kül silindri kõrgusega. Nüüd jaotame risküliku pikema külje 12 võrdseks osaks ning tõmbame igast jaotuspunkti sirged, mis on paralleelsed risküliku lühema küljega. Seejärel kanname nendele sirgetele lõigud, mis on võrdsed kaldu lõigatud silindri moodustajate pikkustega. Sel viisil saame punktid 7, 6, 5... 8 ja 7, mis lekaali abil ühendame sujuva kõverjoonega.

Kaldu lõigatud silindri moodustajate mõõdud määrame nende vastavate esi- või külprojektsioonide järgi joonisel 244, b. Järgnevalt lisame silindri ringikujulise põhja ning tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundi, s. t. ellipsi ja saame silindri alumise osa pinnalaotuse.

Et selgitada tegelikus suuruses esineva lõikepinna, s. t. ellipsi joonestamist mistahes joonise kohal, võrdleme jooniseid 245, a ja 244, b.

Kahele vastastikku ristuvale telgjoonele (joon. 245, a) kanname kõigepealt ellipsi pikema ja lühema telje mõõdud. Ellipsi pikema

telje  $7_0-1_0$  suuruse määrab esiprojektsioonil olev lõik  $1'-7'$  (joon. 244, *b*), kuna ellipsi lühema telje suuruse  $4_0-10_0$  (joon. 245, *a*) määrab silindri põhiprojektsiooni kujutava ringjoone läbimõõt  $10-4$  (joon. 244, *b*). Järgnevalt on ellipsi pikemal teljel punktide



Joon. 245, *b*.

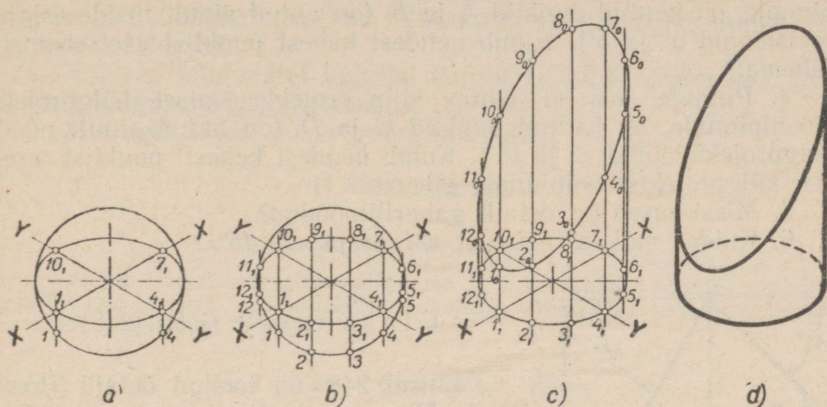
$7_0-1_0$  (joon. 245, *a*) vahel tõmmatud ellipsi, väiksema teljega  $4_0-10_0$  paralleelsed sirged, kusjuures nende sirgete vahelised kaugused on võrdsed esiprojektsioonil asetsevate vastavate punktide  $7', 6', 5' \dots 1'$  vaheliste kaugustega (joon. 244, *b*).

Seejärel kanname tõmmatud sirgetele, sümmeetriliselt ellipsi pikema teljega  $7_0-1_0$  (joon. 245, *a*), lõigud  $2_0-12_0$ ,  $3_0-11_0$  jne., millede pikkused on võrdsed põhiprojektsioonipinnal oleva ringjoone kõõludega  $12-2$ ,  $13-3$  jne. (joon. 244, *b*). Punktide  $1_0$ ,  $2_0$ ,  $3_0$  jne. sujuval ühendamisel lekaali abil saame ellipsi, s. t. tegelik suurus esineva lõikepinna kujundi.

Joonisel 245, *b* on toodud kaldu lõigatud silindri alumise osa pinnalaotus, mis on ette nähtud mudeli valmistamiseks.

**Isomeetriline kujutis kaldu lõigatud silindri alumisest osast.** Eespool käsitletud silindri alumise osa isomeetrilise kujutise ehitamist alustame tema alumise põhja isomeetrilise kujutise, s. t. ellipsi ehitamisega (joon. 246, *a*). Selleks et isomeetrias kujutada 12 võrdseks osaks jaotatud ringjoont, toimime järgmiselt.  $X$ - ja  $Y$ -telje lõikepunktist kui tsentrist tõmbame abiringjoone raadiusega, mis on võrdne ellipsi pikema poolteljega. Seejärel kanname punktid  $1_1$  ja  $4_1$ , mis on ellipsi lõikepunktid  $X$ - ja  $Y$ -teljega, üle abiringjoonele. Lähtudes nendest punktidest jaotame ringjoone 12

võrdseks osaks (joon. 246, *b*) ning kanname jaotuspunktid  $1, 2, 3$  jne. üle ellipsile. Järgnevalt tõmbame läbi punktide  $1_1, 2_1, 3_1$  jne. Z-teljega paralleelsed sirged (joon. 246, *c*).



Joon. 246.

Saadud sirgetele, mis on silindri moodustajate isomeetrilisteks projektsioonideks, kanname punktidest  $1_1, 2_1, 3_1$  jne. lõigud, mis suuruselt on võrdsed silindri vastavate lõigatud moodustajatega. Sel puhul saadud punktid  $1_0, 2_0, 3_0$  jne. ühendame lekaali abil sujuva kõverjoonega. Joonisel 246, *d* on toodud lõpetatud isomeetiline kujutis kaldu lõigatud silindri alumisest osast.

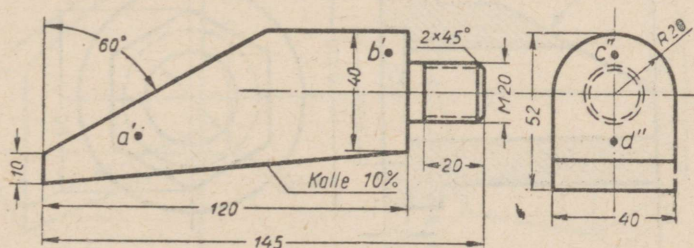
## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 247).

Joonisel 247 on toodud detaili (kiilu) joonis kahes vaates: eest- ja külgsuunas.

1. Näidata eestvaates kiilu kumerate pindade kujutisi.



Joon. 247.

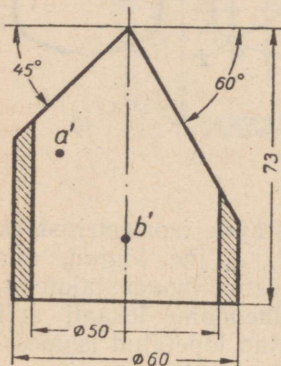
2. Näidata kummalgi vaatel kujutisi detaili kahest tasasest pinnast, mis on kaldu külgsprojektsioonipinna suhtes.

3. Pinnale, mida näeme kiilu projekteerimisel esiprojektsiooni-pinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

4. Pinnale, mis on nähtav kiilu projekteerimisel külgsprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende külgsprojektsioonid  $c''$  ja  $d''$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb külgsprojektsioonipinnale lähemal?

5. Missugused on detaili gabariitmõõdud?

6. Kuidas mõista tähistust «M20» ja «2×45°»?



Joon. 248.

### Ülesanne 2 (joon. 248).

Joonisel 248 on toodud detaili (toru) joonis ühes projektsioonis.

1. Kas jätkub ühest projektsioonist toru kujut jäieliku ettekujutuse saamiseks? Mispärast?

2. Toru pinnale, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

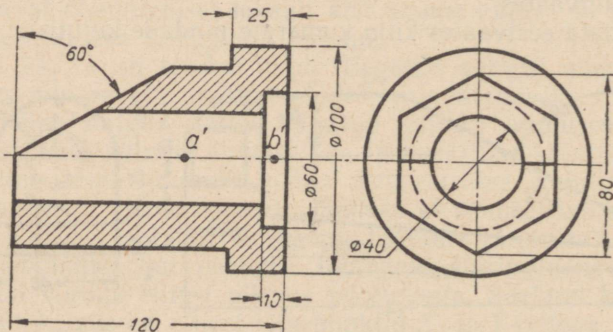
3. Missugused on toru gabariitmõõdud?

### Ülesanne 3 (joon. 249).

Joonisel 249 on toodud detaili (puksi) joonis.

1. Kuidas nimetatakse antud projektsioone?

2. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud puksi a) väliskuju, b) sisekuju?



Joon. 249.

3. Puksi pindadele, mida näeme lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist on meile lähemal? Määrata, joonist mõõtmata, mitme millimeetri võrra on üks punkt teisest meile lähemal.

4. Näidata külgvaatel kujutisi detaili tasastest pindadest, mis on risti külprojektsioonipinnaga.

5. Missugused on puksi gabariitmõõdud?

## II. Harjutused.

### 1. MODELLEERIMINE.

Märkus. Harjutused seisnevad prisma ja silindri osade paberist mudelite valmistamises jooniste järgi. Mudelite eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

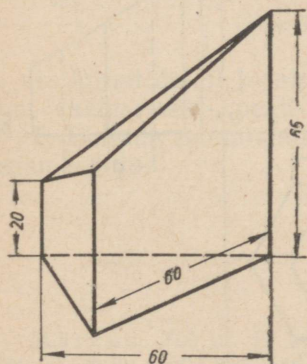
Ülesanne 1 (joon. 250).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 250 on toodud kabinetprojektsioonis alumine osa kaldu lõigatud prismast, mille põhjaks on võrdkülgne kolmnurk külje pikkusega  $60\text{ mm}$ . Prisma on kujutatud selliselt, et üks tema külgtahkudest (projekteerimisel nähtamatu) asetseb paralleelselt esiprojektsioonipinnaga.

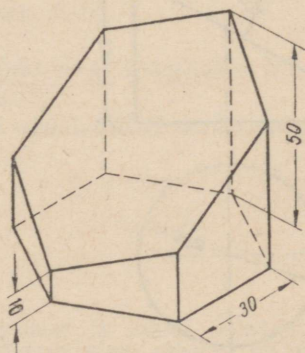
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonise 250 ja sellel toodud mõõtude järgi teha joonis antud prisma alumisest osast kolmes ortogonaalprojektsioonis: esi-, põhi- ja külprojektsioonis. Seejuures tuleb prisma kujutada samas asendis, s. t. nii, et tema külgtahk, mis joonisel 250 on kujutatud paralleelsena esiprojektsioonipinnaga, oleks joonisel samas asendis.

2. Tehtud joonise järgi valmistada prisma antud osa paberist mudel.



Joon. 250.



Joon. 251.

## Ülesanne 2 (joon. 251).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 251 on toodud isomeetriline kujutis kaldu lõigatud prismast, mille põhjaks on korrapärane kuusnurk külje pikkusega 30 mm. Prisma on kujutatud selliselt, et tema kaks külgtahku asetsevad esiprojektsioonipinnaga paralleelsetes tasapindades.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonise 251 ja sellel toodud mõõtude järgi teha joonis antud prisma alumisest osast kolmes ortogonaalprojektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis. Seejuures tuleb antud prisma osa kujutada niiviisi, et kaks tema külgtahkudest, mis joonisel 251 on näidatud paralleelsetena esiprojektsioonipinnaga, oleksid ka valmistataval joonisel kujutatud samas asendis.

2. Tehtud joonise järgi valmistada paberist prisma antud osa mudel.

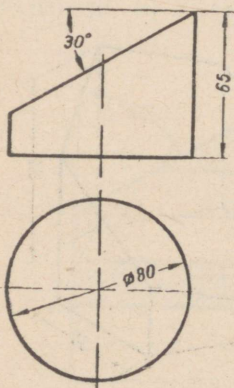
## Ülesanne 3 (joon. 252).

*Joonise selgitus.* Joonisel 252 on toodud kaldu lõigatud silindri alumise osa kujutis kahes projektsioonis: esi- ja põhiprojektsioonis.

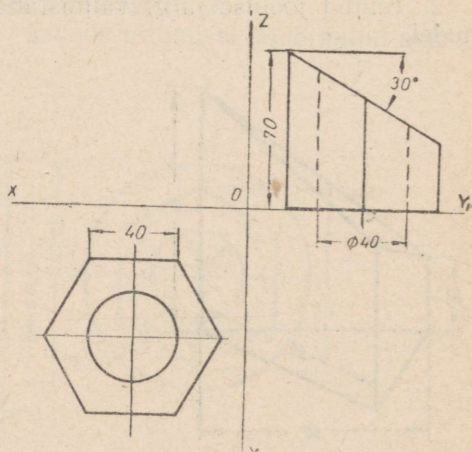
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonise 252 ja sellel toodud mõõtude järgi teha joonis silindri antud osast kolmes ortogonaalprojektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis.

2. Tehtud joonise põhjal valmistada paberist silindri antud osa mudel.



Joon. 252.



Joon. 253.

## Ülesanne 4 (joon. 253).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 253 on toodud kaldu lõigatud kuusnurkse prisma alumise osa kaks ortogonaalprojektsiooni: esi- ja küljprojektsioon. Prismat läbib silindriline ava.

### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonisel 253 toodud kujutise ja mõõtude järgi teha joonis prisma antud kolmes ortogonaalprojektsioonis: esi-, põhi- ja küljprojektsioonis.

2. Tehtud joonise järgi valmistada prisma osa paberist mudel.

## 2. ESKIISIDE VALMISTAMINE.

Märkus. Harjutused seisnevad eskiiside tegemises esemetest. Eskiiside valmistamiseks vajalikke mudeleid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

## Ülesanne 1 (joon. 247).

1. Antud detail joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja küljvaates. Kujutistele kanda mõõdud ning punktide *A*, *B*, *C* ja *D* kolm projektsiooni.

2. Teha pinnalaotus mudeli sellest osast, mille gabariitmõõdud on  $120 \times 52 \times 40$  mm.

## Ülesanne 2 (joon. 248).

1. Antud detail joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja küljvaates. Märkida kujutistele mõõdud.

2. Teha toru välispinnalaotus.

3. Teha tehniline joonis (isomeetria) torust.

## Ülesanne 3 (joon. 249).

1. Antud detail joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja küljvaates.

2. Ehitada pinnalaotus puksi sellest osast, millel on kuusnurkse prisma kuju.

## III. Tööd.

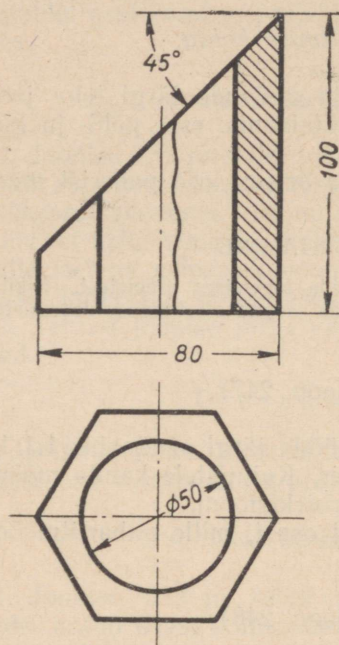
### TÖÖ NR. 12.

Märkus. Töö nr. 11 seisneb tehnilise joonise ja eskiisi valmistamises esemest, mille kujus esinevad tasapinnaliste lõikepindadega prismad või silindrid, ning eskiisi järgi joonise valmistamises. Töö jaoks vajaliku mudeli võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

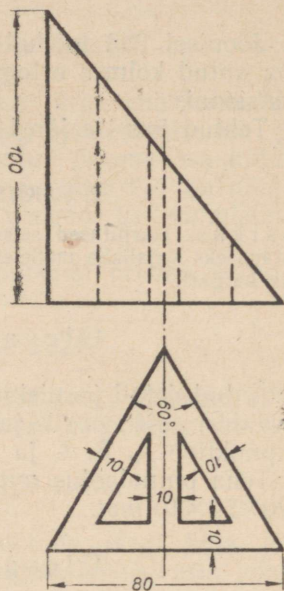
Ülesanne 1 (joon. 254).

Joonise 254 järgi valmistada:

1) tehniline joonis (isomeetria) antud detailist;



Joon. 254.



Joon. 255.

2) detaili joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgs vaates. Kanda vaadetele mõõdud;

3) joonis samades vaadetes ning märkida nendele mõõdud.

Ülesanne 2 (joon. 255). Sama, mis esimene ülesanne.

## VII peatükk.

### ESEMETE JOONESTAMINE, MILLEDE KUJUS ESINEVAD TASAPINNALISTE LÕIKEPINDADEGA PÜRAMIIDID JA KOONUSED.

#### 1. Kuusnurkse püramiidi lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa ortogonaalprojektsioonide ehitamine. Joonisel 256, *a* on toodud kaks ortogonaalprojektsiooni kuusnurksest püramiidist, mis põhjaga toetub põhiprojektsioonipinnale ning mille kaks põhiserva on paralleelsed esiprojektsioonipinnaga. Püramiidi lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ , mille üle võib otsustada püramiidi esiprojektsiooni lõikava esijälje  $P_v$  ning  $X$ -teljega risti oleva põhijälje  $P_h$  järgi. Lõigates püramiidi, jaotab tasapind  $P$  tema kaheks osaks — alumiseks ja ülemiseks.

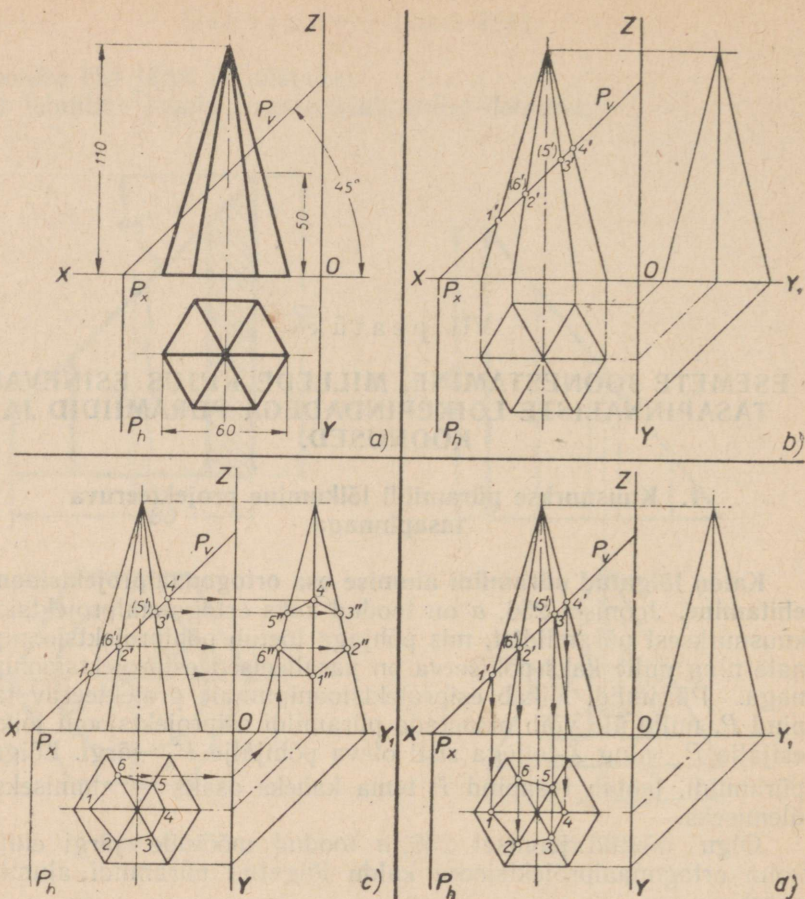
Olgu nõutud joonisel 256, *a* toodud mõõtude järgi ehitada kolm ortogonaalprojektsiooni kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast.

Joonise valmistamist alustame (joon. 256, *b*) täispüramiidi kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil, seejärel ehitame antud tasapinna  $P$  jäljed  $P_v$  ja  $P_h$  ning tähistame tasapinna  $P$  ja püramiidi külgservade lõikepunktide esiprojektsioonid järgmiselt:  $1', 2', (6')$ ,  $3', (5')$  ja  $4'$ .

Püramiidi lõikepinna kujundi esiprojektsiooniks on lõik  $1'—4'$ .

Lõikepinna kujundi esiprojektsiooni ehitamiseks (joon. 256, *d*) projekteerime külgservade esiprojektsioonidel asetsevad punktid  $1', 2', (6')$  jne. vastavate külgservade põhiprojektsioonidele; seejärel ühendame need punktid sirgete abil, mille tagajärjel saame korrapäratu kuusnurga  $1, 2, 3, 4, 5, 6$ , mis ongi püramiidi lõikepinna kujundi põhiprojektsiooniks.

Lõikepinna kujundi külgservade esiprojektsiooni ehitamiseks (joon. 256, *c*) projekteerime külgservade esiprojektsioonidel asetsevad punktid  $1', 2', (6')$  jne. vastavate külgservade külgservadele, mille järel ühendame need punktid sirgete abil. Seejuures saadud korra-



Joon. 256.

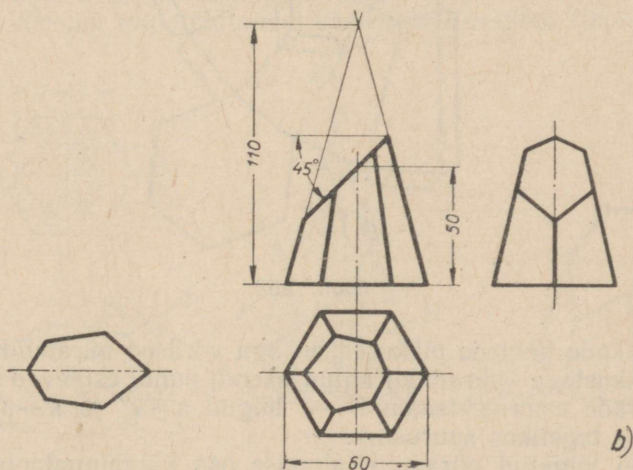
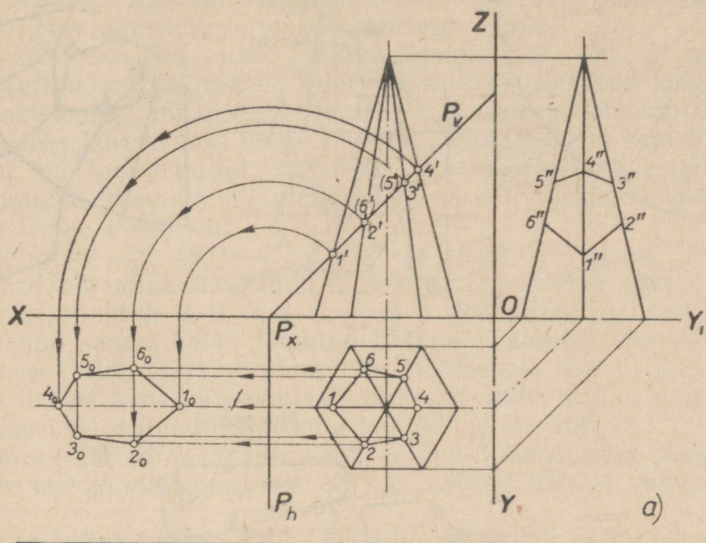
päratu kuusnurk  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ,  $5''$ ,  $6''$  ongi kaldu lõigatud püramiidi lõikepinna külgsprojektsiooniks.

Lõikepinna kujundi põhiprojektsioon ja tema külgsprojektsioon ei vasta lõikepinna kujundi tegelikule suurusele, sest ta on kaldu nii põhiprojektsioonipinna kui ka külgsprojektsioonipinna suhtes (esiprojektsioonipinnal asetsev lõik  $1'—4'$  on kaldu mitte ainult X-telje, vaid ka Z-telje suhtes).

**Lõikepinna kujundi ehitamine tegelikus suurus.** Püramiidi lõikepinna kujundi ehitamine tegelikus suurus (joon. 257, a) teostub ühitamise meetodi abil, mida me kasutasime juba püramiidi ja silindri lõikepinna kujundi ehitamisel tegelikus suurus (joon. 239, a ja 244, b).

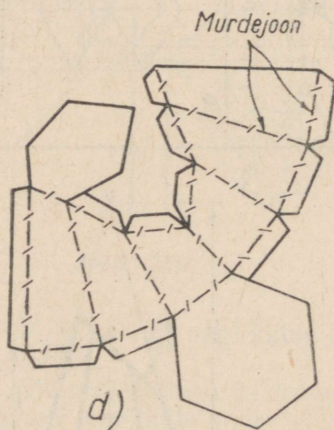
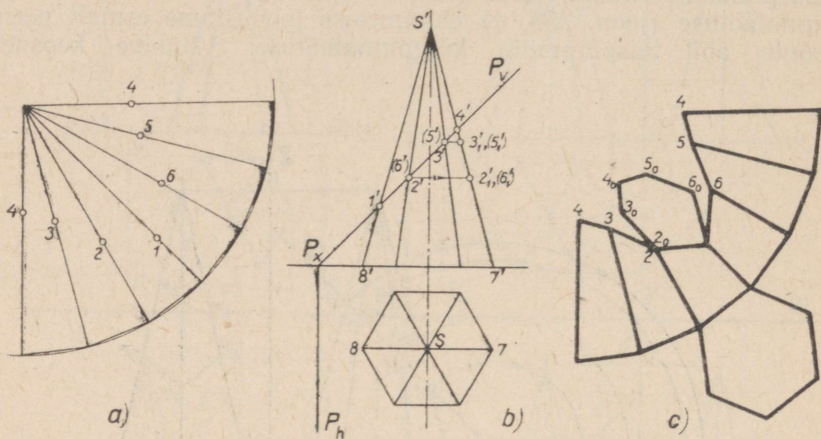
Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa valmis kujutis on toodud joonisel 257, b.

**Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa pinnalaotuse ehitamine.**  
 Pinnalaotus kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast, mille ortogonaalprojektsioonid on toodud joonisel 257, *b*, koosneb selle püramiidi põhjast, külgpinnalaotusest ja tegelikus suuruses esinevast lõikepinna kujundist. Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa külgpinnalaotuse (joon. 258, *a*) ehitamiseks joonestame esmalt peenjoonte abil täispüramiidi külgpinnalaotuse. Viimane koosneb



Joon. 257.

kuuest võrdhaarsest kolmnurgast, mis suuruselt on võrdsed püramiidi külgtahkudega, kusjuures iga kolmnurga alus on võrdne püramiidi põhiserva pikkusega (püramiidi antud asendi puhul leiame püramiidi põhiserva tegeliku suuruse põhiprojektsioonil).



Joon. 258.

Kolmnurkade külgede pikkused on aga võrdsed püramiidi külgservade pikkustega (püramiidi antud asendi puhul esinevad püramiidi külgservade esiprojektsioonid — lõigud  $s'-7'$  ja  $s'-8'$  joonisel 258,  $b$  — tegelikus suuruses).

Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa külgpinnalaotuse ehitamiseks kanname täispüramiidi külgpinnalaotuse kolmnurkade külgedele sirglõigud, millede pikkused on võrdsed vastavate lõigatud

külgservade tegelike pikkustega. Seejuures saame punktid 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 (joon. 258, a). Kahe lõigatud külgserva 1—8 ja 4—7 tegelik suurus on määratud nende külgservade esiprojektsioonidega, s. t. lõikudega 1'—8' ja 4'—7' (joon. 258, b), sest need külgservad, olles paralleelsed esiprojektsioonipinnaga, projekteeruvad sellele projektsioonipinnale tegelikus suuruses.

Kuna püramiidi ülejäänud lõigatud külgservad pole paralleelsed ühegi projektsioonipinnaga, tuleb nende tegeliku suuruse leidmiseks kasutada abiprojektsiooni, mida käsitlesime juba üldasendis antud sirglõigu tegeliku suuruse leidmisel pööramise meetodi abil (näiteks püramiidi külgserva pööramisega joonisel 183).

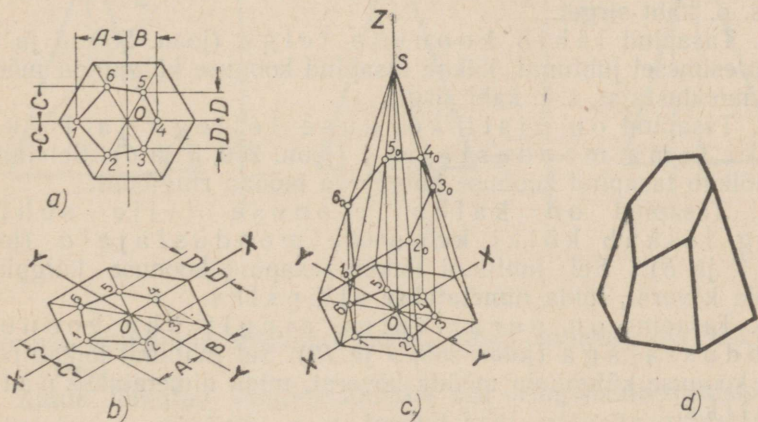
Abikonstruktsioon seisab selles, et punktid 2', (6'), 3' ja (5') projekteeritakse paralleelselt X-teljega sellisele lõigatud külgserva esiprojektsioonile, mis asetseb paralleelselt esiprojektsioonipinnaga. Niisuguseks külgservaks on 4—7. Selline ehitamine on samaväärne sellega, kui iga lõigatud külgserv, mis projekteerub esiprojektsioonipinnale moonutatult, oleks pööratud esiprojektsioonipinnaga paralleelsesse asendisse.

Lõigud 3<sub>1</sub>'—7', (5<sub>1</sub>')—7', 2<sub>1</sub>'—7' ja (6<sub>1</sub>')—7' (joon. 258, b) määravad püramiidi ülejäänud külgservade tegelikke suurusi.

Pärast punktide 4, 3, 2, 1, 6, 5 ja 4 (joon. 258, a) ühendamist sirgete abil saame kaldu lõigatud püramiidi alumise osa külgpinnalaotuse. Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa pinnalaotuse saamiseks lisame tema külgpinnalaotusele püramiidi põhja ning tegelikus suuruses esineva lõikepinna kujundi (joon. 258, c).

Joonisel 258, d on toodud kaldu lõigatud kuusnurkse püramiidi alumise osa pinnalaotus, mis on ette nähtud mudeli valmistamiseks.

**Isomeetiline kujutis kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast.** Joonisel 259, a on toodud kaldu lõigatud püramiidi alumise osa põhiprojektsioon, mille ehitamist käsitlesime eespool (joon. 256, c).



Joon. 259.

Püramiidi alumise osa isomeetrilise kujutise saamiseks tuleb kõigepealt ehitada isomeetriline kujutis joonisel 259, *a* toodud püramiidi põhiprojektsioonist. Tähtedega *A* ja *B* tähistame joonisel 259, *a* punktide *1* ja *4* kaugusi püsttelgjoonest ja joonisel 259, *b* samade punktide kaugusi *Y*-teljest. Tähtedega *C* ja *D* tähistame joonisel 259, *a* vastavalt punktide *2* ja *6* ning *3* ja *5* kaugust rõhttelgjoonest ja joonisel 259, *b* samade punktide kaugusi *X*-teljest. Järgnevalt kanname *Z*-teljele (joon. 259, *c*) punktist *O* lõigu *OS*, mis on võrdne täispüramiidi kõrgusega, mille järel punkti *S* ühendame sirgete abil püramiidi põhja isomeetrilise kujutise, s. t. kuusnurga fippudega. Seejärel tõmbame punktide *1*, *2*, *3*, *4*, *5* ja *6* *Z*-teljega paralleelsed sirged, mis lõikavad püramiidi külgservade isomeetrilisi projektsioone punktides *1*<sub>0</sub>, *2*<sub>0</sub>, *3*<sub>0</sub>, *4*<sub>0</sub>, *5*<sub>0</sub> ja *6*<sub>0</sub>.

Leitud punktide ühendamisel saame isomeetrilise kujutise püramiidi lõikepinna kujundist. Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa isomeetriline kujutis on toodud joonisel 259, *d*.

## II. Koonuse lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

**Koonuslõigete mõiste.** Sõltuvalt koonust lõikavale tasapinnale antavast asendist on võimalik saada mitmesuguseid lõikeid, mida nimetatakse koonuslõigeteks. Joonisel 260 on näitena toodud mitmesugused koonuslõiked, mida saadakse sõltuvalt koonust lõikava tasapinna *P* asendist. Iga koonuslõike näite selgitamiseks on toodud tema näitlik kujutis ning sellele vastav ortogonaalprojektsioon.

Vaatame igat koonuslõike näidet eraldi.

1. Tasapind läbib koonuse tippu, kuid ei lõika koonuse telge (joon. 260, *1* ja *2*). Sel juhtumil lõikab tasapind koonuse külgpinda (koonulist pinda) mööda kaht moodustajat, s. o. kaht sirget.

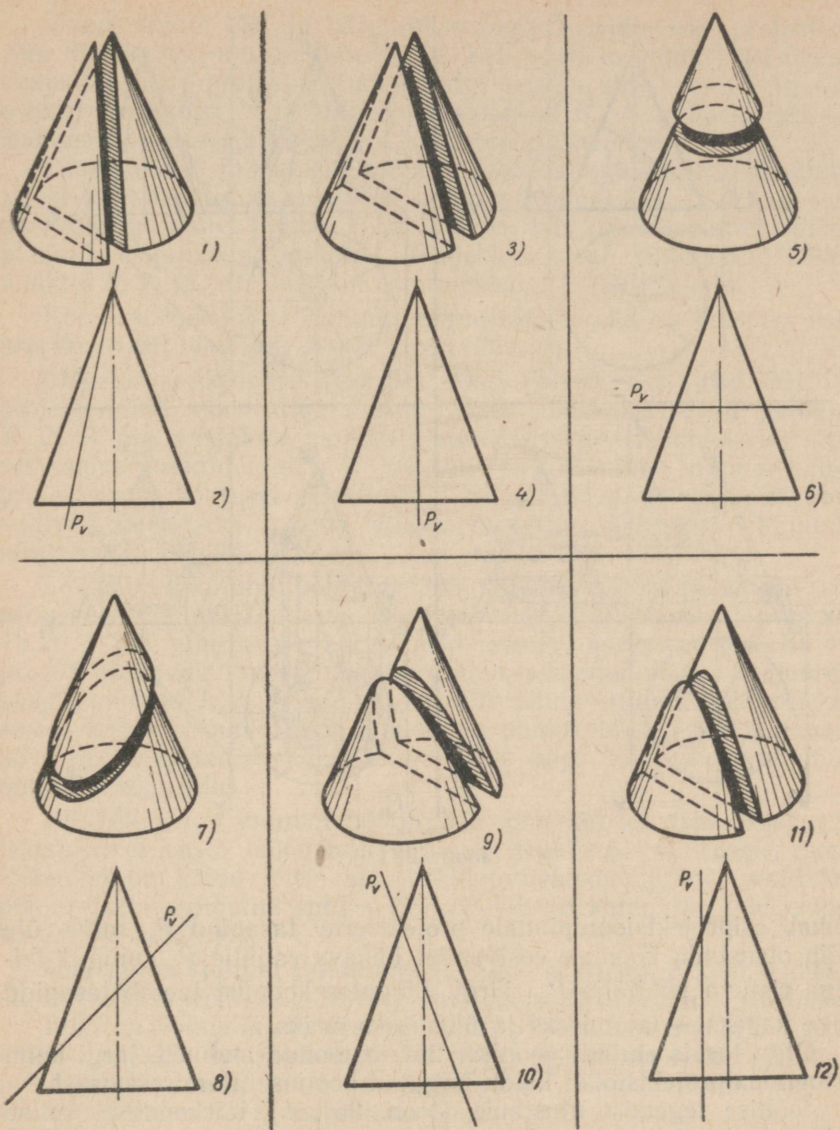
2. Tasapind läbib koonuse telge (joon. 260, *3* ja *4*). Nagu esimesel juhtumil, lõikab tasapind koonuse külgpinda mööda kaht moodustajat, s. t. kaht sirget.

3. Tasapind on risti koonuse teljega ja lõikab kõiki tema moodustajaid (joon. 260, *5* ja *6*). Sel juhtumil lõikab tasapind koonuse külgpinda mööda ringjoont.

4. Tasapind on kaldu koonuse telje suhtes ning lõikab kõiki koonuse moodustajaid (joon. 260, *7* ja *8*). Sel juhtumil lõikab tasapind koonuse külgpinda mööda kõverat, mida nimetatakse ellipsiks.

5. Tasapind on paralleelne ainult ühe koonuse moodustajaga (joon. 260, *9* ja *10*). Sel juhtumil lõikab tasapind koonuse külgpinda mööda kõverat, mida nimetatakse parabooliks.

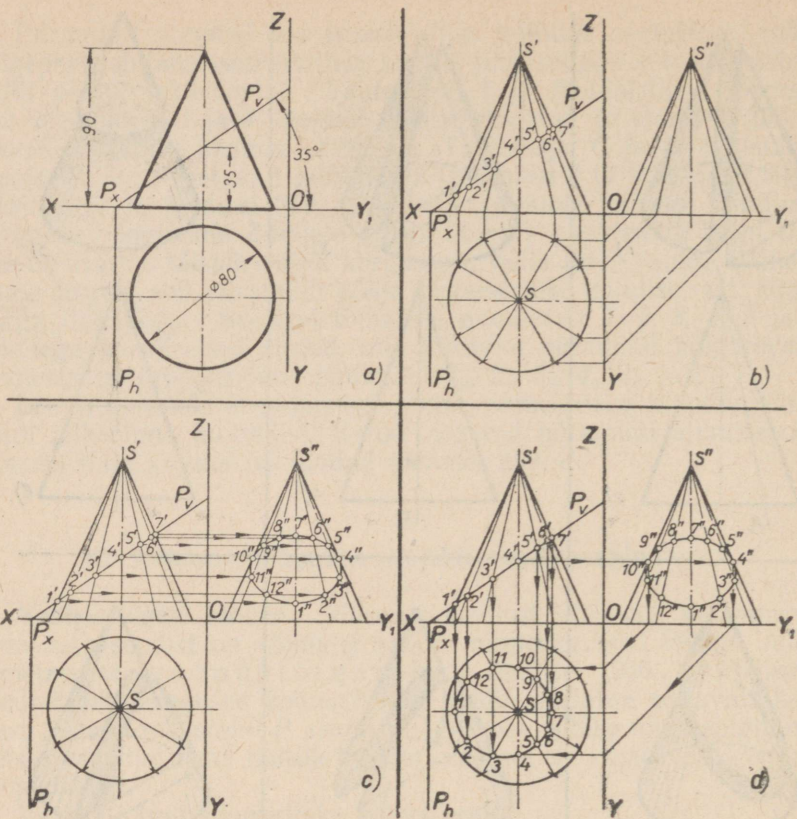
6. Tasapind on paralleelne koonuse kahe moodustajaga (joon. 260, *11* ja *12*). Sel juhtumil lõikab tasapind



Joon. 260.

koonuse külgpinda mööda kõverat, mida nimetatakse hüperbooliks.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa ortogonaalprojektsioonide ehitamine. Joonisel 261, *a* on toodud kaks ortogonaalprojektsiooni koonusest, mis toetub põhjaga põhiprojektsioonipinnale. Koonust



Joon. 261.

lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ , mille üle võib otsustada koonuse eestvaadet lõikava esijälje  $P_v$  ning  $X$ -teljega ristuva põhijälje  $P_h$  järgi. Lõigates koonust jaotab tasapind selle kaheks — alumiseks ja ülemiseks osaks.

Olgu tarvis ehitada joonisel 261, a toodud andmete järgi kolm ortogonaalprojektsiooni kaldu lõigatud koonuse alumisest osast.

Joonise tegemist alustame (joon. 261, b) täiskoonuse kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil, mille järel ehitame tasapinna  $P$  jäljed  $P_v$  ja  $P_h$ .

Järgnevalt ehitame koonuse moodustajate projektsioone. Selleks et moodustajad oleksid koonuse pinnal ühtlaselt jaotatud, jaotame esmalt (nagu silindriga näite puhul joonisel 244, a) ringjoone, s. t. koonuse põhiprojektsiooni 12 võrdseks osaks. Ühendame ringjoone jaotuspunktid koonuse tipu põhiprojektsiooniga, s. t. punktiga  $s$ . Saadud sirged on koonuse moodustajate põhiprojektsioonideks.

Moodustajate esi- ja külprojektsioonide leidmiseks projekteerime ringjoone jaotuspunktid  $X$ - ja  $Y(Y_1)$ -teljele, mille järel ühendame telgedele projekteeritud punktid sirgete abil koonuse tipu  $S$  esiprojektsiooniga  $s'$  ja külprojektsiooniga  $s''$ . Saadud sirged on koonuse moodustajate esi- või külprojektsioonideks.

Tasapinna  $P$  lõikumisel koonuse moodustajatega saadud punktidest annavad projekteerimisel nähtavad punktid  $1, 2, 3$  jne. esiprojektsioonipinnal punkte  $1', 2', 3'$  jne., mis on nimetatud lõikepunktide esiprojektsioonideks. Projekteerimisel nähtamatud lõikepunktid  $8, 9, 10, 11$  ja  $12$  on esiprojektsioonil tähistamata.

Koonuse lõikepinna kujundi esiprojektsiooniks on koonuse esiprojektsioonil olev lõik  $1'-7'$  (joon. 261,  $b$ ).

Lõikepinna kujundi külprojektsiooni ehitamiseks (joon. 261,  $c$ ) projekteerime moodustajate esiprojektsioonidel asetsevad punktid  $1', 2', 3'$  jne. vastavate moodustajate külprojektsioonidele, kusjuures saame punktid  $1'', 2'', 3''$  jne., mis on lõikepinna kujundi külprojektsiooni kontuuri punktideks. Nimetatud punkte lekaali abil sujuvalt ühendades saame ellipsi, mis ongi lõikepinna kujundi külprojektsiooniks.

Lõikepinna kujundi põhiprojektsiooni ehitamiseks (joon. 261,  $d$ ) projekteerime moodustajate esiprojektsioonidel asetsevad punktid  $1', 2', 3'$  jne. ning nende külprojektsioonidel asetsevad punktid  $4''$  ja  $10''$  vastavate moodustajate põhiprojektsioonidele. Seejuures saame punktid  $1, 2, 3$  jne., mis on lõikepinna kujundi põhiprojektsiooni kontuuri punktideks. Nimetatud punkte lekaali abil sujuvalt kõveraga ühendades saame ellipsi, mis ongi lõikepinna kujundi põhiprojektsiooniks.

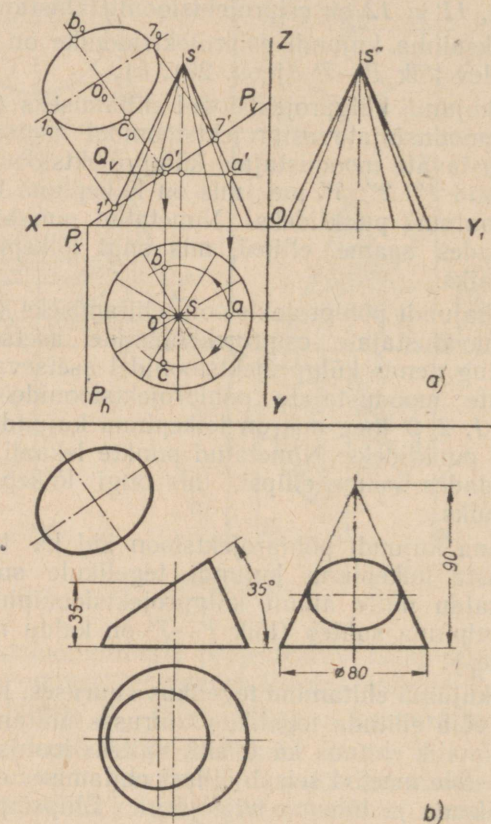
Nii lõikepinna kujundi põhiprojektsioon kui ka tema külprojektsioon ei vasta lõikepinna kujundi tegelikule suurusele, sest lõikepind on kaldu mitte ainult külprojektsioonipinna, vaid ka põhiprojektsioonipinna suhtes (lõik  $1'-7'$  on kaldu nii  $X$ -telje kui ka  $Z$ -telje suhtes).

**Lõikepinna kujundi ehitamine tegelikus suuruses.** Koonuse lõikepinna kujundi võib ehitada tegelikus suuruses ühitamise meetodil.

Teda on võimalik ehitada ka teisiti, näiteks joonisel 262,  $a$  näidatud meetodil. See meetod seisab ellipsi ehitamises eelnevalt määratud ellipsi pikema ja lühema telje järgi. Ellipsi pikem telg on võrdne lõiguga  $1'-7'$  esiprojektsioonil.

Ellipsi lühema telje pikkuse määramiseks poolitame esiprojektsioonil oleva lõigu  $1'-7'$  punktis  $O'$ . Järgnevalt tõmbame läbi punkti  $O'$  abil lõiketasapinna jälje  $Q_v$ . Abilõiketasapind  $Q$  on risti koonuse teljega ning lõikab koonuse külgpinda mööda ringjoont. Tõmbame põhiprojektsioonil asetsevast punktist  $s$  kui tsentrist kaare raadiusega, mis on võrdne lõiguga  $n'-a'$ . Seejärel läbi punkti  $O'$  paralleelselt koonuse teljega tõmmatud sirge lõikab seda kaart punktides  $b$  ja  $c$ . Lõigud  $ob$  ja  $oc$  on võrdsed ellipsi otsitud lühemate pooltelgedega.

Ellipsi ehitame järgmiselt. Esmalt tõmbame sirge, mis on paral-  
leelne lõiketasetaspinna jäljega  $P_v$ , seejärel kanname sellele lõigud  
 $o_0-1_0$  ja  $o_0-7_0$ , mis on võrdsed ellipsi pikemate pooltelgedega.  
Järgnevalt tõmbame läbi punkti  $o_0$  sirge, mis on risti ellipsi pikema  
teljega  $1_0-7_0$ , ning kanname sellele punktist  $o_0$  lõigud  $o_0-b_0$  ja  
 $o_0-c_0$ , mis on võrdsed ellipsi lühemate pooltelgedega. Ellipsi ehi-  
tamine tema kahe telje järgi toimub meile juba tuntud viisil.

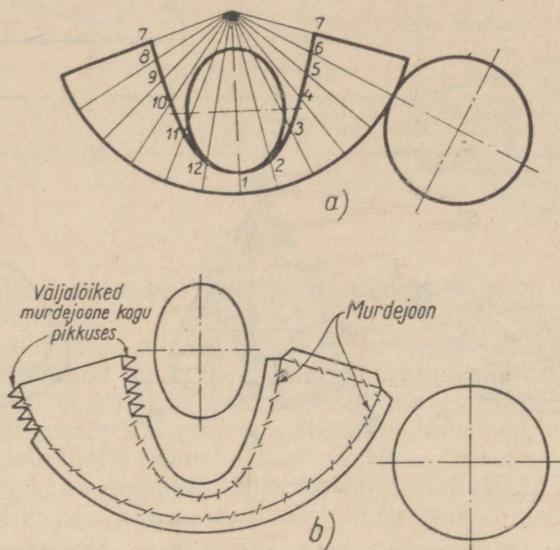


Joon. 262.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa valmis kujutis on toodud  
joonisel 262, b.

**Kaldu lõigatud koonuse alumise osa pinnalaotuse ehitamine.**  
Pinnalaotus kaldu lõigatud koonuse alumisest osast, mille ortogo-  
naalprojektsioonid on toodud joonisel 262, b, koosneb selle koonuse  
alumise põhja kujundist (s. t. ringist), koonuse alumise osa külg-  
pinnalaotusest ning tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundist.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa külgpinnalaotuse (joon. 263, a) valmistamiseks joonestame eelnevalt täiskoonuse külgpinnalaotuse peenjoonte abil. Seejärel jaotame sektori kaare samarvulisteks võrdseteks osadeks, nagu koonuse põhiprojektsioonigi (s. t. 12 võrdseks osaks). Järgnevalt ühendame sektori kaare jaotuspunktid sirgete abil sektori tipuga.



Joon. 263.

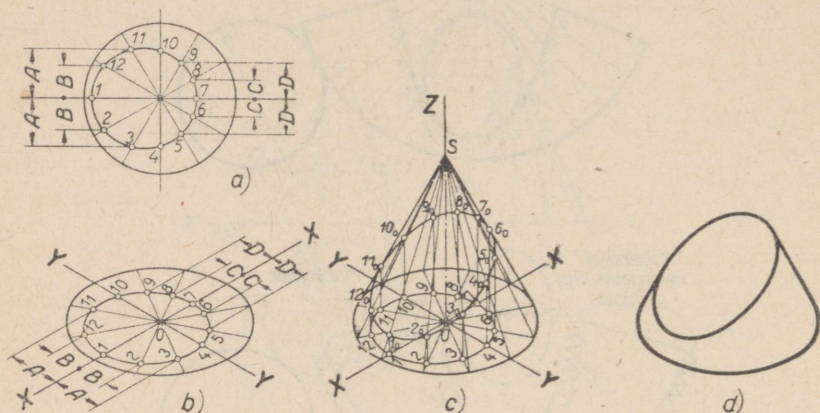
Edasi määrame meetodil, mida kasutasime püramiidi lõigatud külgservade tegelike pikkuste määramiseks (joon. 258, b), koonuse iga lõigatud moodustaja tegeliku pikkuse. Kanname sektori kaare jaotuspunkte tema tipuga ühendavatele sirgetele järgemööda lõigud, mis on võrdsed vastavate lõigatud moodustajate tegelike pikkustega. Seejuures saadud punktid 1, 2, 3 jne. ühendame lekaali abil sujuva kõverjoonega.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa pinnalaotuse saamiseks lisame tema külgpinnalaotusele täiendavalt veel koonuse põhja kujutise (ringi) ning tegelikus suuruses esineva lõikepinna kujundi (ellipsi). Joonisel 263, b on toodud kaldu lõigatud koonuse alumise osa pinnalaotus, mis on ette nähtud mudeli valmistamiseks.

**Kaldu lõigatud koonuse alumise osa isomeetiline kujutis.** Joonisel 264, a on toodud kaldu lõigatud koonuse alumise osa põhiprojektsioon, mille ehitamist käsitlesime eespool (joon. 261, d). Kaldu lõigatud koonuse alumise osa isomeetrilise kujutise ehitamiseks tuleb meil kõigepealt valmistada isomeetiline kujutis joonisel 264, a

toodud koonuse põhiprojektsioonist. Tähtedega  $A, B, C$  ja  $D$  tähistame punktide  $3$  ja  $11, 2$  ja  $12$  jne. kaugusi rõhttelgjoonest (joon. 264,  $a$ ) ning  $X$ -teljest (joon. 264,  $b$ ).

Kanname  $Z$ -teljele (joon. 264,  $c$ ) punkti  $O$  lõigu  $OS$ , mis on võrdne täiskoonuse kõrgusega. Selle järel ühendame punkti  $S$  sirgete abil koonuse põhja isomeetrilise kujutise, s. t. ellipsi jaotuspunktidega. Saadud sirged on koonuse moodustajate isomeetrilisteks projektsioonideks.



Joon. 264.

Järgnevalt püstitame punktide  $1, 2, 3$  jne.  $Z$ -teljega paralleelsed sirged, mis lõikuvad koonuse moodustajate projektsioonidega punktides  $1_0, 2_0, 3_0$  jne.

Punkte  $1_0, 2_0, 3_0$  jne. lekaali abil sujuvalt kõveraga ühendades saame koonuse lõikepinna kujundi isomeetrilise kujutise. Lõpetatud isomeetriline kujutis kaldu lõigatud koonuse alumisest osast on toodud joonisel 264,  $d$ .

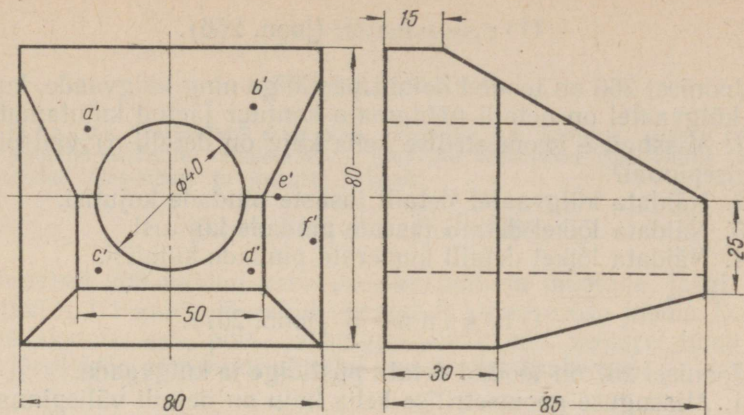
## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 265).

Joonisel 265 on kujutatud detail eest- ja külgvaates.

1. Missuguste geomeetriliste kehade kaju on detaili välispinnal?
2. Näidata eestvaatel kujutisi pindadest, mis on paralleelsed esi- projektsioonipinnaga.
3. Näidata külgvaatel kujutisi pindadest, mis on kaldu põhi- ja küljprojektsioonipinnaga.



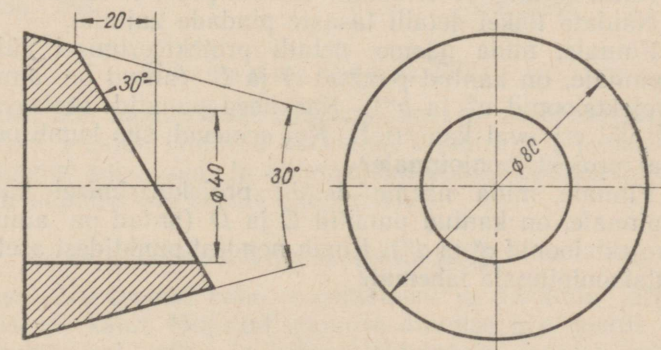
Joon. 265.

4. Näidata eestvaatel kujutisi pindadest, mis on kaldu esiprojektsioonipinnaga.

5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kas need punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb neist on meile lähemal?

6. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kas need punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel?

7. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $E$  ja  $F$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $e'$  ja  $f'$ ). Kas need punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb nendest on meile lähemal?



Joon. 266.

## Ülesanne 2 (joon. 266).

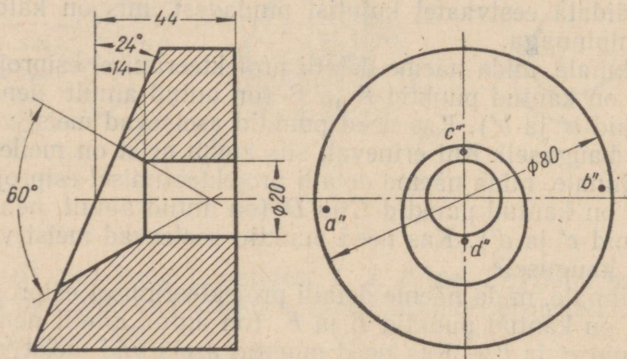
Joonisel 266 on toodud detaili püstlõige ning külgvaade, kusjuures külgvaatel on detaili nähtamatu kontuur jäetud kujutamata.

1. Missuguse geomeetrilise keha kaju on detaili *a)* välispinnal, *b)* sisepinnal?
2. Näidata külgvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
3. Näidata lõikel detaili tasaste pindade kujutisi.
4. Näidata lõikel detaili kumerate pindade kujutisi.

## Ülesanne 3 (joon. 267).

Joonisel 267 on toodud detaili püstlõige ja külgvaade.

1. Missuguse geomeetrilise keha kaju on detaili välispinnal?
2. Missuguste geomeetriliste kehade kaju on detaili sisepinnadadel?



Joon. 267.

3. Näidata külgvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
4. Näidata lõikel detaili tasaste pindade kujutisi.
5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel külgprojektsioonipinnale, on kantud punktid *A* ja *B* (antud on ainult nende külgprojektsioonid *a''* ja *b''*). Kas need punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb nendest on lähemal projektsioonipinnale?
6. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel külgprojektsioonipinnale, on kantud punktid *C* ja *D* (antud on ainult nende külgprojektsioonid *c''* ja *d''*). Kumb nendest punktidest asetseb külgprojektsioonipinnale lähemal?

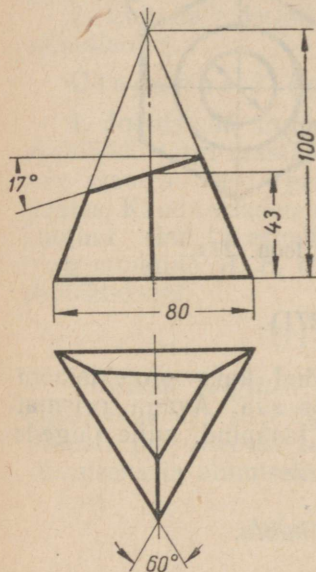
## II. Harjutused.

### I. MODELLEERIMINE.

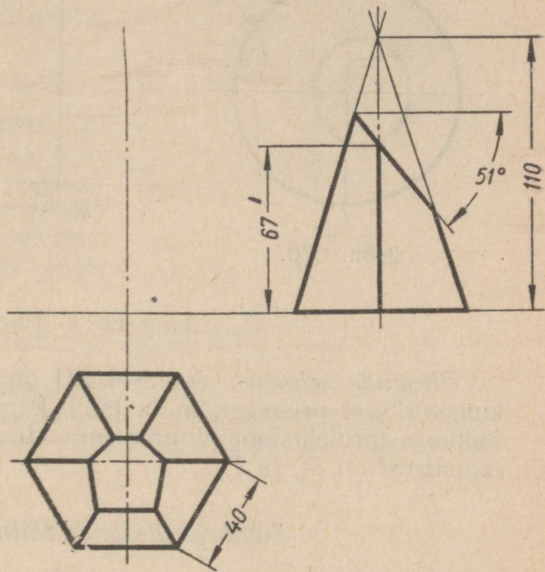
Märkus. Harjutused seisnevad püramiidi ja koonuse osade jooniste järgi paberist mudelite valmistamises. Mudelite eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 268).

Joonisel 268 toodud kahe projektsiooni ja mõõtude järgi teha mastaabis 1:1 kaldu lõigatud püramiidi alumise osa joonis kolmes projektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis; seejärel tuleb joonise järgi teha püramiidi alumise osa mudel (paberist).



Joon. 268.



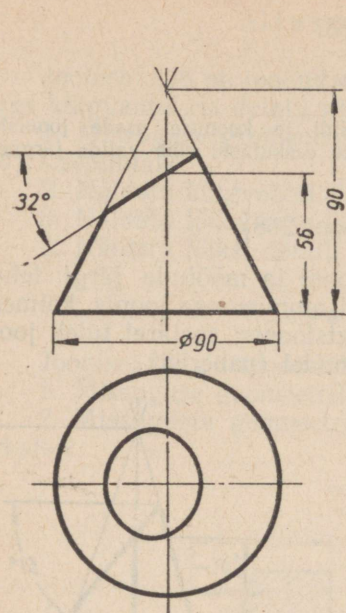
Joon. 269.

#### Ülesanne 2 (joon. 269).

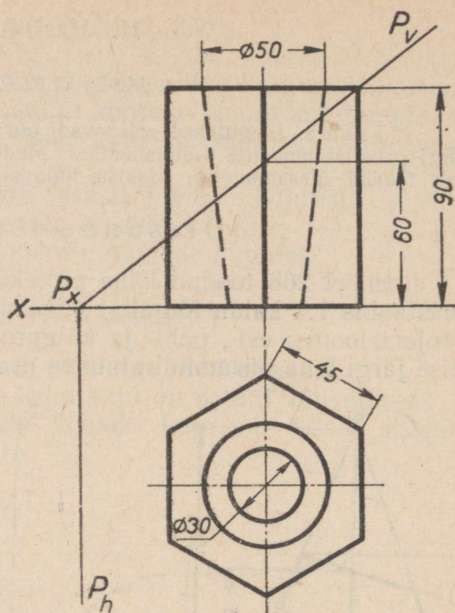
Joonisel 269 toodud kahe projektsiooni ja mõõtude järgi teha mastaabis 1:1 kaldu lõigatud püramiidi alumise osa joonis kolmes projektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis. Joonise järgi teha püramiidi alumise osa mudel (paberist).

#### Ülesanne 3 (joon. 270).

Joonisel 270 toodud kahe projektsiooni ja mõõtude järgi teha mastaabis 1:1 kaldu lõigatud koonuse alumise osa joonis kolmes projektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis. Joonise järgi teha koonuseosa mudel (paberist).



Joon. 270.



Joon. 271.

#### Ülesanne 4 (joon. 271).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 271 on toodud kaks projektsiooni kuusnurksest prismast, mida läbib kooniline ava. Avaga prisma lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind, mille jälgede tähistused on  $P_v$  ja  $P_h$ .

#### *Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Joonisel 271 toodud projektsioonide ja mõõtude järgi teha mastaabis 1:1 kaldu lõigatud prisma alumise osa joonis kolmes projektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis. Joonise järgi teha avaga prisma mudel (paberist).

### 2. ESKIISIDE VALMISTAMINE.

**Märkus.** Harjutused seisnevad esemetest eskiiside valmistamises. Eskiiside valmistamiseks vajalikke mudeleid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 265).

1. Joonistada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 järgmistes projektsioonides: eestvaates, pealtvaates ning püstlõikes (külgsvaate asemel). Kanda projektsioonidele nähtamatu kontuur

(kui ta esineb), mõõdud ja punktid  $A, B, C, D, E$  ja  $F$  kolm projektsiooni.

2. Ehitada detaili püramiidikulise osa pinnalaotus.

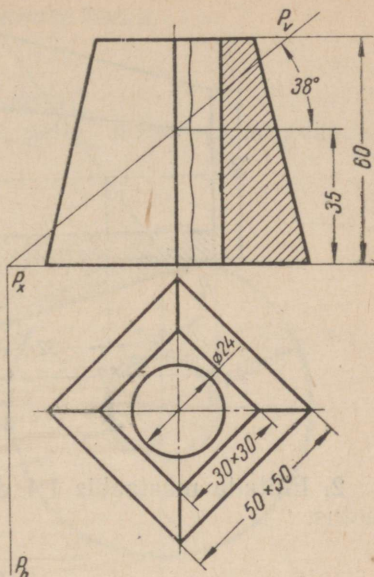
Ülesanne 2 (joon. 266).

1. Joonistada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas. Kanda vaadetele nähtamatu kontuur (kui ta esineb) ning mõõdud.

2. Ehitada detaili välispinna pinnalaotus.

Ülesanne 3 (joon. 267).

1. Joonistada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas. Kanda vaadetele nähtamatu kontuur (kui ta esineb), mõõdud ning punktide  $A, B, C$  ja  $D$  kolm projektsiooni.



Joon. 272.

Ülesanne 4 (joon. 272).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 272 on detail kujutatud kahes projektsioonis: esi- ja põhiprojektsioonis. Detaili lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ , mis jaotab detaili kaheks osaks: ülemiseks ja alumiseks.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

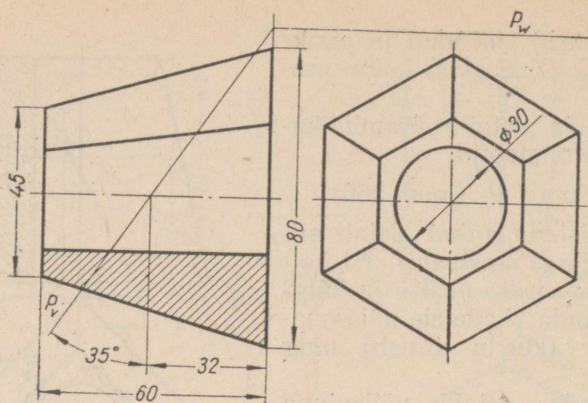
Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kaldu lõigatud detaili alumine osa kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas. Märkida kujutistele mõõdud. Ehitada samas mõõtkavas detaili alumise osa välispinnalaotus.

Ülesanne 5 (joon. 273).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 273 on detail kujutatud esi- ja külgsuunas. Esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$  jaotab detaili kaheks osaks: vasak- ja parempoolseks.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 detaili parempoolne osa kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas. Märkida kujutistele mõõdud.



Joon. 273.

2. Ehitada mastaabis 1:1 detaili parempoolse osa välispinna-laotus.

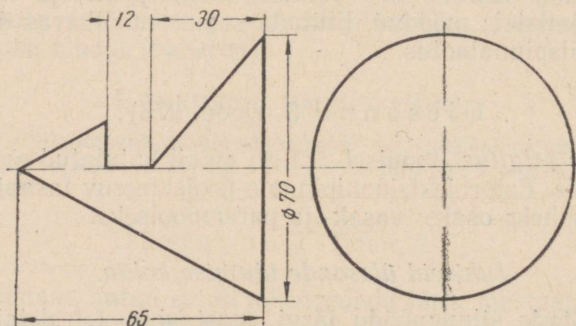
### III. Tööd.

TÖÖ NR. 13.

Märkus. Töö nr. 12. seisneb tehnilise joonistuse ja eskiisi valmistamises lihtsa väljalõikega koonusekujulisest esemest, mille järel eskiisi järgi tuleb teha joonis. Töö jaoks vajalik mudel valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

Ülesanne 1 (joon. 274).

Ülesande selgitus. Joonisel 274 on kujutatud tasapinnalise lõikepinnaga koonus esi- ja külgsprojektsioonis, kusjuures viimane on lõpuni joonestamata.

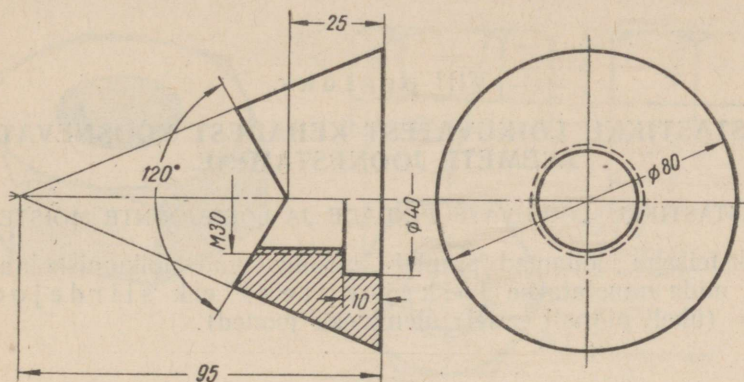


Joon. 274.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Joonise 274 järgi valmistada:

- 1) koonuse tehniline joonis (isomeetria);
- 2) koonuse joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgvaade. Märkida vaadetele mõõdud;



Joon. 275.

3) koonuse joonis samades vaadetes ning märkida nendele mõõdud.

**Ülesanne 2 (joon. 275).**

*Joonise selgitus.* Joonisel 275 on kujutatud tasapinnalise lõikepinnaga koonusekujuline detail kahes projektsioonis, kusjuures külgsprojektsioon on lõpuni joonestamata.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Joonise 275 järgi valmistada:

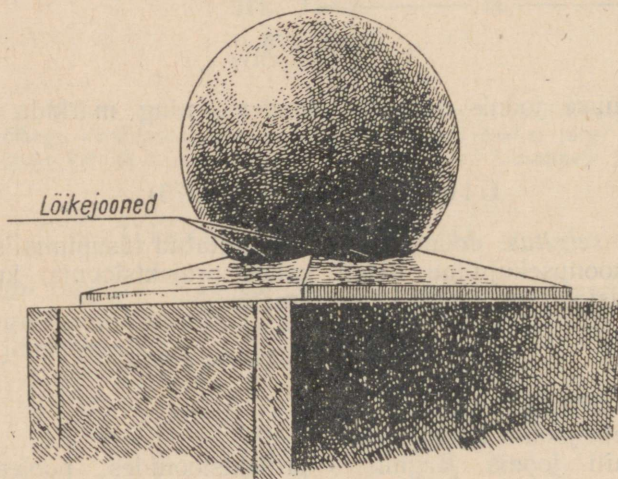
- 1) detaili joonis (isomeetria);
- 2) detaili joonis järgmistes projektsioonides: pooleestvaade koos poolpüstitõikega ning poolpealtvaade koos poolrõhltõikega ja külgvaade. Märkida projektsioonidele mõõdud.
- 3) detaili joonis samades projektsioonides ühes mõõtude äärmärkimisega.

## VIII peatükk.

### VASTASTIKKU LÕIKUVATEST KEHADEST KOOSNEVATE ESEMETE JOONESTAMINE.

#### VASTASTIKKU LÕIKUVATE PINDADE JA LÕIKEJOONTE MÕISTE.

Üksteisega lõikuvad pinnad moodustavad lõikumiskohtades jooni, mida nimetatakse lõikejoonteks ehk siirdejoonteks (ühelt pinnalt teisele ülemineku jooned).



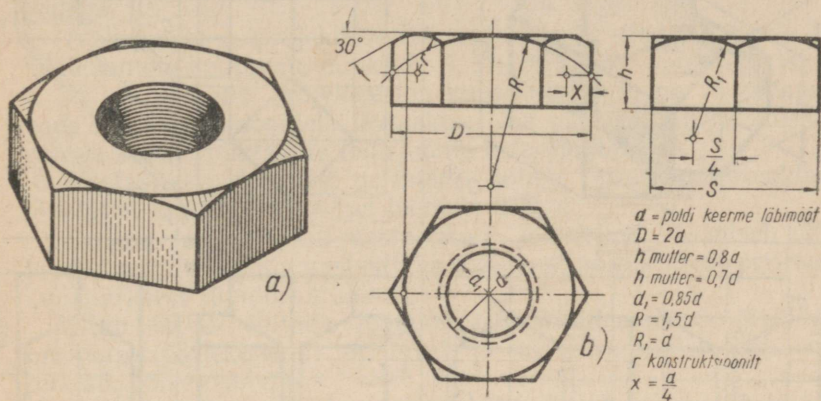
Joon. 276.

Joonisel 276 on toodud üks kujunditest, mis kaunistavad Moskvast A. M. Gorki nimelise kultuuri- ja puhkepargi kaldapealset. Kujundi pealmine osa koosneb kerast, mis on asetatud nelinurksele püramiidile. Vastastikku lõikudes moodustavad kera ja püramiidi pinnad kõveraid lõikejooni.

Teise näitena lõikejoone tekkimise kohta on joonisel 277 toodud kinnitusdetaili — kuuskantmutri näitlik kujutis.

Mutri prismakujulise pinna pealmine osa on kooniliselt maha

treitud, mille tõttu koonuse ja prisma pinna vastastikuse lõikumise kohtades tekivad kõverad lõikejooned. Kuna antud näite puhul kooniline pind lõigatakse koonuse teljele paralleelsete tasapindadega (mutri külgtahkudega), siis need kõverad kujutavad endast, nagu teame eespool käsitletust, mitte midagi muud kui hüperboole (võrrelda joonisega 260,  $l$  ja  $m$ ).



Joon. 277.

Märgime, et masinaehitusalases joonestamises ei joonestata kuuskant- (nelikant-) mutri ning poldi- ja metallkrui pea tahkude lõikejooni hüperboolidena, vaid lihtsustatult, ringjoone kaartena. Joonisel 277,  $b$  on näidatud lihtsustatud viis mutri joonestamiseks. Sama meetodit kasutatakse ka poldi- või metallkrui pea joonestamisel. Sõltuvalt poldi keeme välisläbimõõdust  $d$  (või, mis on sama, mutri ava keeme välisläbimõõdust  $d$ ) määratakse ka teised ehitamiseks vajalikud mõõdud, ja nimelt:  $D$ ,  $h$ ,  $d_1$  jne.

Järgnevalt käsitleme juhiseid ja viise lõikejoonte ehitamiseks, mis tekivad mõnede geometriliste kehade vastastikusel lõikumisel.

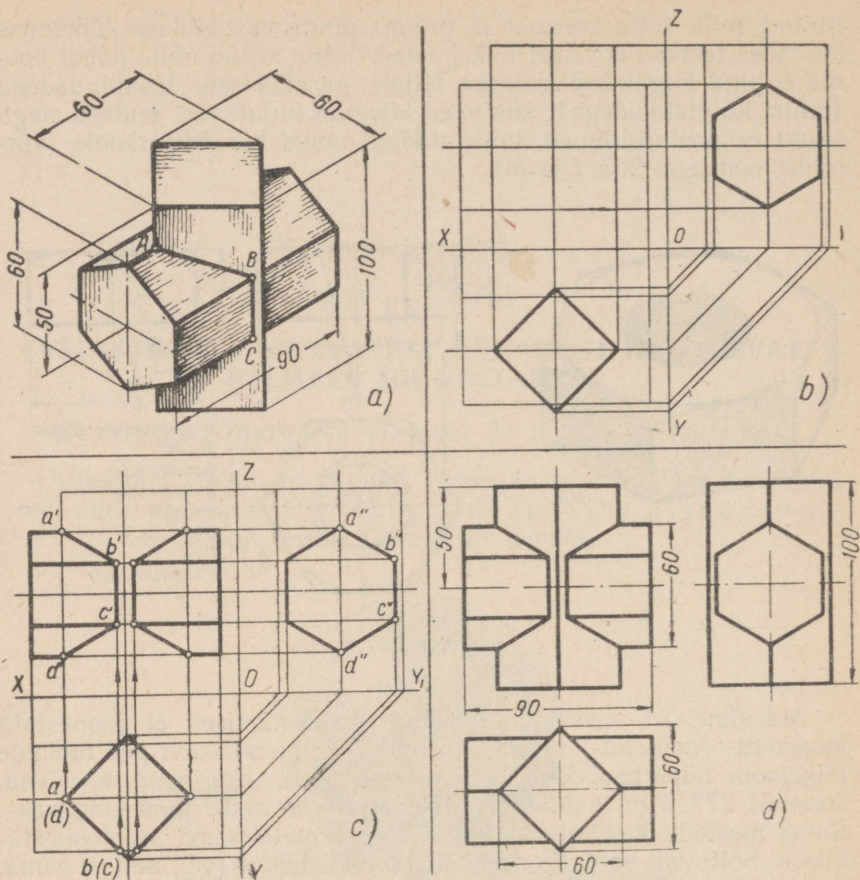
## I. Hulktahkude vastastikune lõikumine.

**Kahe prisma vastastikune lõikumine.** Joonisel 278,  $a$  on toodud näitlik kujutis kahest vastastikku lõikuvast (ühendatud) prismast; püstprismaks on nelinurkne ning rõhtprismaks kuusnurkne prisma.

Olgu tarvis ehitada joonisel 278,  $a$  toodud mõõtude järgi kolm ortogonaalprojektsiooni lõikuvatest prismadest ühes nende pindade lõikejoontega.

Joonise valmistamist alustame prismade kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil (joon. 278,  $b$ ), alles siis asume lõikejoone projektsioonide ehitamisele.

Selleks, et ehitada lõikejoonte projektsioone, tuleb esmalt leida



Joon. 278.

lõikejoontele kuuluvate punktide ortogonaalprojektsioonid. Joonise 278, *a* vaatemisel näeme, et antud prismade ühtede külgservade lõikepunktiks on näiteks punkt *A*, ning et ühe prisma (meie näite puhul kuusnurkse) külgservade lõikepunktideks teise prisma (antud juhul nelinurkse) külgtahkudega on näiteks punktid *B* ja *C*.

Kõrvutades joonist 278, *c* joonisega 278, *a*, näeme, et lõikejoonele kuuluva punkti *A* põhiprojektsioon *a* määratakse mõlema prisma vastavate külgservade põhiprojektsioonide lõikumisega. Lõikejoone punkti *B* põhiprojektsioon *b* (samuti kui punkti *C* põhiprojektsioon *c*) määratakse kuusnurkse prisma servade põhiprojektsioonide lõikumisel nelinurkse prisma külgtahkude projektsioonidega.

Punktide *A*, *B* ja *C* põhiprojektsioonid *a*, *b* ja *c*, samuti nagu lõikejoonele kuuluvate kõikide ülejäänud punktide põhiprojektsioo-

nid, ühtivad prisma tahkude ja servade vastavate projektsioonidega, s. t. ühtivad ruudu tippude ja külgedega. Seega peavad ka lõikejoonte põhiprojektsioonid ühtima selle ruudu tippude ja külgedega.

Punktide  $A, B, C$  jne. külgservade projektsioonid  $a'', b'', c''$  jne. ühtivad omakorda kuusnurkse prisma vastavate külgservade külgservade projektsioonidega, s. t. ühtivad kuusnurga tippudega. Järelikult ühtivad lõikejoonte külgservade projektsioonid ka selle kuusnurga tippude ja külgedega.

Lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamiseks (joon. 278,  $c$ ) tuleb lõikejoontele kuuluvate punktide  $A, D, B, C$  jne. põhiprojektsioonid  $a, (d), b, (c)$  jne. projekteerida kuusnurkse prisma vastavate servade esiprojektsioonidele. Projekteeritud punktide ühendamisel sirgetega saame nähtavate lõikejoonte esiprojektsioone.

Vastastikku lõikuvate prismade kolme ortogonaalprojektsiooni lõpetatud kujutis on toodud joonisel 278,  $d$ .

**Prisma ja püramiidi vastastikune lõikumine.** Joonisel 279 on toodud näitlik kujutis vastastikku lõikuvast nelinurksest prismast ja kuusnurksest tüvipüramiidist.

Olgu tarvis ehitada joonisel 279 antud mõõtude järgi kolm ortogonaalprojektsiooni prismast ja tüvipüramiidist ühes nende pindade lõikejoontega.

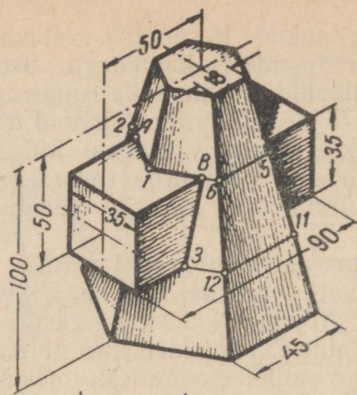
Joonise valmistamist alustame ühendatud prisma ja tüvipüramiidi kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil (joon. 280,  $a$ ).

Lõikejoone projektsiooni ehitamiseks (joon. 280,  $b$ ) lõikame prismat ja tüvipüramiidi abitasapindadega  $P$  ja  $S$ , mis on paralleelsed põhiprojektsioonipinnaga ning ühtivad prisma rõhtsa pealmise ja alumise külgtahuga (vt. jäljed  $P_0$  ja  $S_0$  esiprojektsioonil).

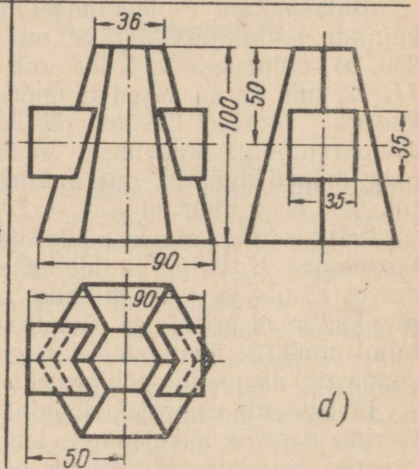
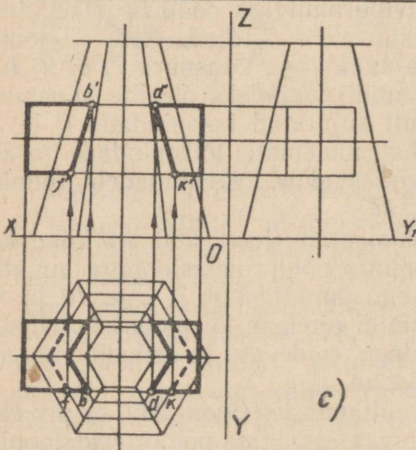
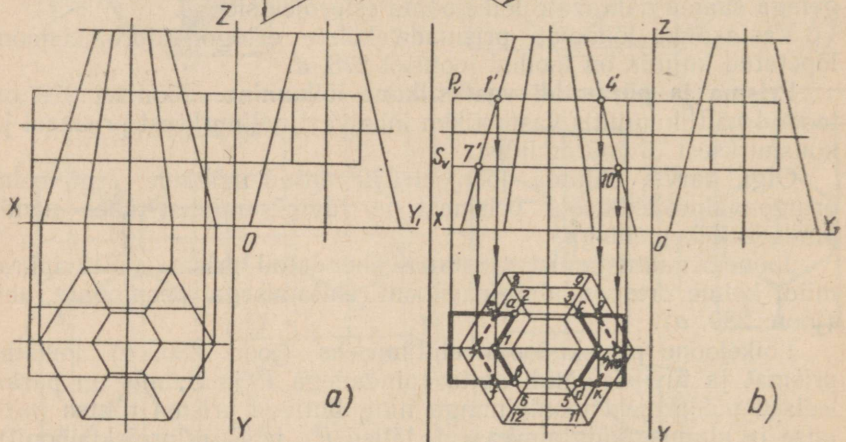
Abitasapinna  $P$  lõikumisel tüvipüramiidiga saadud lõikepinna kujundi põhiprojektsiooniks on kuusnurk  $1, 2, 3, 4, 5, 6$  (joon. 280,  $b$ ), abitasapinna  $S$  lõikumise puhul aga kuusnurk  $7, 8, 9, 10, 11, 12$ , mis on sarnased tüvipüramiidi põhjadeks olevate kuusnurkadega. Joonisel 279 on näitlikult kujutatud tasapindade  $P$  ja  $S$  tüvipüramiidiga lõikumisel saadud mõlemate lõikepindade osad ning mõned punktid, mis kuuluvad nendele lõikepindadele (punktid  $2, 1, 6, 5$  ning punktid  $3, 12, 11$ ).

Prisma külgservade põhiprojektsioonid (joon. 280,  $b$ ) lõikuvad tasapinnas  $P$  tüvipüramiidi lõikepinna põhiprojektsiooniga punktides  $a, 1, c, 4$  ja  $d$ , tasapinnas  $S$  aga punktides  $e, 7, f, g, 10$  ja  $k$ , mis kuuluvad prisma ja tüvipüramiidi pindade lõikejoonte. Nimeetatud punktide ühendamisel sirgetega (pidevate ja kriipsjoontega) saamegi lõikejoonte põhiprojektsioone.

Lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamiseks (joon. 280,  $c$ ) projekteerime nendele lõikejoontele kuuluvate punktide põhiprojektsioonid prisma vastavate külgservade esiprojektsioonidele (joon. 280,  $c$  on näidatud punktide  $f, b, d$  ja  $k$  projekteerimine), mille järel punkt  $b'$  ühendatakse sirge abil punktiga  $f'$ , punkt  $d'$  aga punktiga  $k'$ . Lõigud  $b'f'$  ja  $d'k'$  on nähtavate lõikejoonte esiprojektsioonideks.



Joon. 279.



Joon. 280.

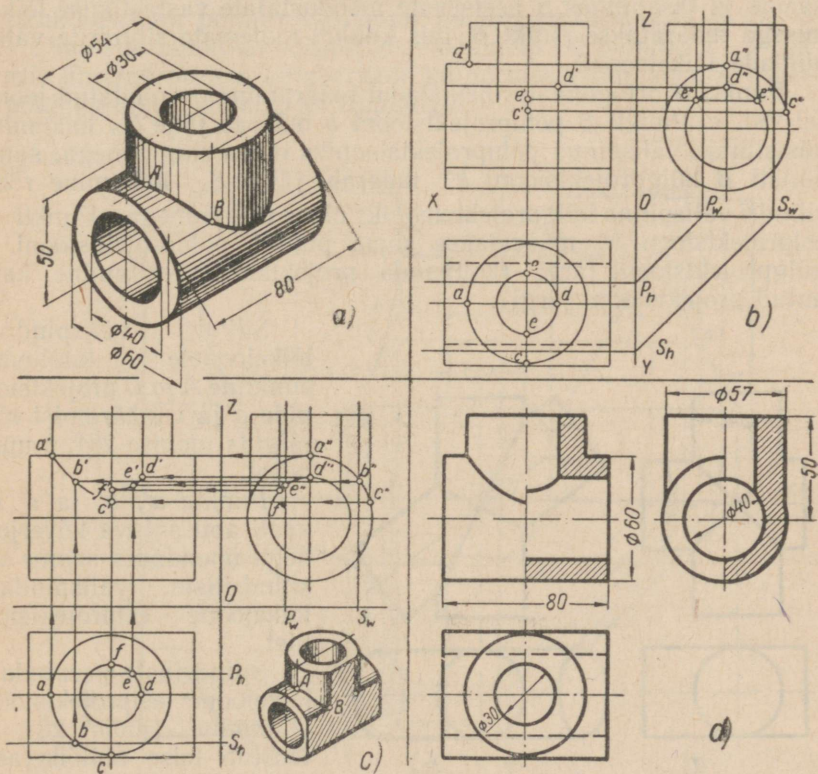
Vastastikku lõikuva prisma ja püramiidi kolme ortogonaalprojektsiooni lõpetatud kujutis on näidatud joonisel 280, *d*.

## II. Silindrite vastastikune lõikumine.

Täisnurga all lõikuvate telgedega silindrite ortogonaalprojektsioonide ehitamine. Joonisel 281, *a* on toodud näitlik kujutis kahest vastastikku lõikuvast õõnsast püst- ja rõhtsilindrist. Mõlematel silindritel on erinevad nii välis- kui ka siseläbimõõdud. Olgu tarvis ehitada joonisel 281, *a* toodud mõõtude põhjal järgmised projektsioonid: pooleestvaade-poolpüstitlõige, pealtvaade ja poolkülgvaade-poolpüstitlõige.

Joonise valmistamist alustame antud silindrite kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega (joon. 281, *b*) peenjoonte abil.

Mõlemate silindrite välispindade lõikejoonel asetsevate punktide *A* ja *C* esiprojektsioone *a'* ja *c'* (joon. 281, *b*) ning silindrite sise-



Joon. 281.

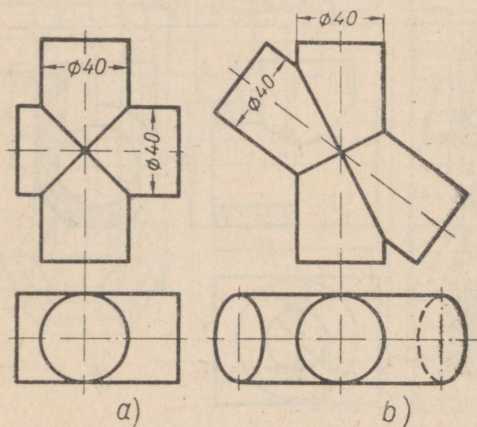
pindade lõikejoonel asetsevate punktide  $D$  ja  $E$  esiprojektsioone  $d'$  ja  $e'$  määrame järgmisel viisil.

Projektsioonid  $a'$  ja  $d'$  on silindriliste välispindade äärmiste moodustajate (projektsiooni  $a'$  jaoks) ning sisepindade äärmiste moodustajate (projektsiooni  $d'$  jaoks) esiprojektsioonide lõikepunktideks.

Projektsioonid  $c'$  ja  $e'$  saame silindriliste välispindade (projektsiooni  $c'$  jaoks) ja sisepindade (projektsiooni  $e'$  jaoks) külgsilindriprojektioonide kontuuride vastastikusel lõikumisel tekkivate punktide  $c''$  ja  $e''$  projekteerimise puhul.

Silindriliste välis- ja sisepindade lõikejoontele kuuluvate abipunktide projektsioonide määramiseks lõikame mõlemaid silindreid (joon. 281,  $b$ ) abilõiketasetasandega  $P$  ja  $S$ , mis on paralleelsed mõlemate silindrite moodustajate suundadega. Nimetatud abilõiketasetasandades asetsevate moodustajate vastastikusel lõikumisel saame rea punkte, mis kuuluvad lõikejoonele. Joonisel 281,  $c$  on toodud näitlik kujutis mõlematest silindritest, mida lõikab kummagi silindri moodustajaga paralleelne abilõiketasetasand (tasapind  $S$ ). Joonistel 281,  $c$  ja 281,  $a$  toodud näitlike kujutiste vastastamisel näeme, et tasapinnas  $S$  asetsevate moodustajate vastastikuse lõikumisega määratakse punkt  $B$ , mis kuulub mõlemate silindrite välispindade lõikejoonele.

Punkti  $B$  ortogonaalprojektsiooni määramine on näidatud joonisel 281,  $c$ . Punkti  $B$  põhiprojektsiooni  $b$  määrab jälje  $S_h$  lõikumine püstsilindri välispinna põhiprojektsiooniks oleva ringjoonega; sama punkti  $B$  külgsilindri projektsiooni  $b''$  määrab jälje  $S_w$  lõikumine rõhtsilindri välispinna külgsilindri projektsiooniks oleva ringjoonega. Punkti  $B$  esiprojektsioon  $b'$  määratakse sama punkti põhiprojektsiooni ja külgsilindri projektsiooni järgi (kolmanda projektsiooni ehitamine kahe antud projektsiooni järgi).



Joon. 282.

Silindri välispindade lõikejoonele kuuluvate punktide  $A$  ja  $C$  projektsioonide  $a$  ja  $c$  määramist võib jälgida joonise 281,  $c$  uurimisel.

Punkte  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$  lekaali abil sujuva kõverjoonega ühendades saame osa silindriliste välispindade lõikejoone esiprojektsiooni.

Silindriliste sisepindade lõikejoone esiprojektsiooni ehitamine (joon. 281,  $c$ ) teostub teise abilõiketasetasandiga ( $P$ ) järgi eespoolkäsitletud viisil.

Lõpetatud kujutis on toodud joonisel 281, d.

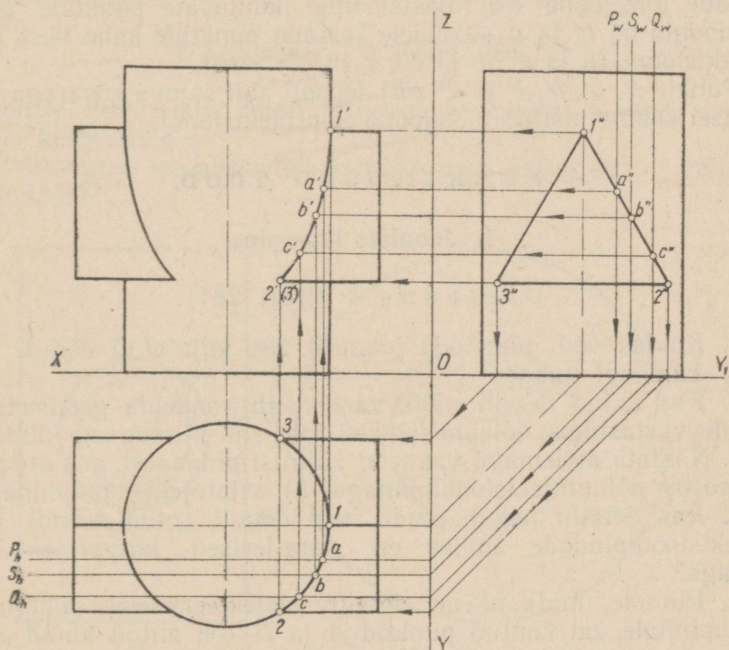
**Võrdse läbimõõduga vastastikku lõikuvate silindrite lõikejoon.**  
 Kui kahe vastastikku lõikuva silindri läbimõõdud on võrdsed, siis projekteerub nende välispindade lõikejoon sirgetena, sõltumata sellest, kas silindrite teljed lõikuvad täisnurga (joon. 282, a) või täisnurgast erineva nurga all (joon. 282, b). Niisugustel juhtumitel asetseb lõikejoone projektsioon silindrite telgede projektsioonide vahelise nurga poolitajal.

### III. Prisma ja silindri vastastikune lõikumine.

Joonisel 283 on toodud kolm ortogonaalprojektsiooni vastastikku lõikuvast (ühendatud) korrapärasest prismast ja silindrist. Vaatleme antud projektsioonide näite varal prisma ja silindri pinna lõikejoonele kuuluvate punktide projektsioonide määramise ja ehitamise viise.

Otsitud joontele kuuluvate mõnede punktide põhiprojektsioonid määratakse prisma külgservade põhiprojektsioonide lõikumisega silindri põhiprojektsiooniga, s. t. ringjoonega. Niisugusteks lõikepunktideks on põhiprojektsioonil näiteks punktid 2, 1 ja 3.

Samade punktide külgservade külgservade projektsioonidega, s. t. prisma põhjaks oleva kolmnurga tippudega.



Joon. 283.

Samade punktide esiprojektsioonid  $1'$ ,  $2'$  ja ( $3'$ ) määratakse nende kahe teise antud projektsiooni ( $1$  ja  $1''$ ,  $2$  ja  $2''$ ,  $3$  ja  $3''$ ) järgi (kolmanda projektsiooni ehitamine antud kahe projektsiooni järgi).

Lõikejoonte põhiprojektsioonideks on ringjoonte kaared, mis ühtivad ringjoonega, s. t. silindri põhiprojektsiooniga, näiteks kaar 2—3.

Lõikejoonte külgsprojektsioonideks on lõigud  $1''—2''$ ,  $2''—3''$  ja  $3''—1''$ , mis ühtivad prisma külgservade külgsprojektsioonidega, s. t. prisma põhjaks oleva kolmnurga külgedega.

Prisma ja silindri lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamine teostub otsitavale joonele kuuluva kolme abipunkti esiprojektsiooni järgi. Selleks lõigatakse prisma ja silindrit kolme abilõiketasapinnaga —  $P$ ,  $S$  ja  $Q$ . Nimetatud tasapindade jäljed on põhiprojektsioonipinnal tähistatud tähtedega  $P_h$ ,  $S_h$  ja  $Q_h$ , külgsprojektsioonipinnal aga vastavalt  $P_w$ ,  $S_w$  ja  $Q_w$ .

Abitasapinnad lõikavad prisma külgservi mööda sirgeid, silindrit aga mööda moodustajaid, kusjuures ühes tasapinnas asetsevate sirgete ja moodustajate lõikumisega määratakse otsitud lõikejoonte kuuluvad punktid.

Abitasapindade jäljed lõikuvad põhiprojektsioonipinnal silindri põhiprojektsiooni punktides  $a$ ,  $b$  ja  $c$ . Vastavate abitasapindade jäljed lõikavad külgsprojektsioonipinnal prisma külgservade külgsprojektsioone (lõik  $1''—2''$ ) punktides  $a''$ ,  $b''$  ja  $c''$ . Prisma ja silindri pindade lõikejoone esiprojektsioonile kuuluvate punktide esiprojektsioonid  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$  saadakse samade punktide kahe teise antud projektsiooni ( $a$  ja  $a''$ ,  $b$  ja  $b''$ ,  $c$  ja  $c''$ ) järgi.

Punkte  $1'$ ,  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  ja  $2'$  ( $3'$ ) lekaali abil sujuva kõveraga ühendamisel saame otsitud lõikejoone esiprojektsiooni.

## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

#### Ülesanne 1 (joon. 284).

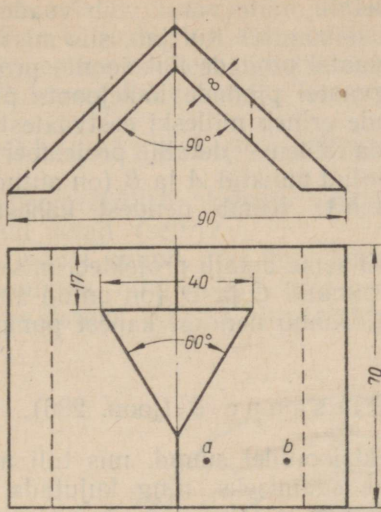
1. Kuidas võib nimetada joonisel 284 kujutatud detaili (nurgiku) kumbagi vaadet?

2. Kas antud detaili näite varal võib vaadelda geomeetriliste kehade vastastikust lõikumist? Kui jah, siis missuguste nimelt?

3. Näidata mõlematel vaadetel kujutisi pindadest, mis on paralleelsed a) põhiprojektsioonipinnaga, b) esiprojektsioonipinnaga.

4. Kas detailil leidub pindu, mis detaili antud asendi puhul projektsioonipindade suhtes on paralleelsed külgsprojektsioonipinnaga?

5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $a$  ja  $b$ ). Kas antud punktid asetsevad ühel ja samal tasemel? Kui erinevatel, siis kumb nendest asetseb kõrgemal?



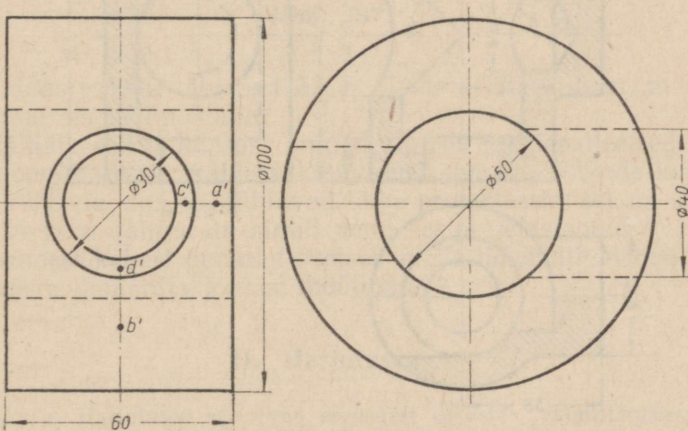
Joon. 284.

Kas antud punktid on nähtavad detaili projekteerimisel külgsprojektsioonipinnale?

Ülesanne 2 (joon. 285).

Joonisel 285 toodud detail (rõngas) on kujutatud kahes vaates: eest- ja külgsvaates.

1. Missuguse geomeetriselise keha kuju on antud detaili välis- ja sisepindadel?



Joon. 285.

2. Kas antud detaili näite varal võib vaadelda geomeetriliste kehade vastastikust lõikumist? Kui jah, siis missuguste nimelt?
3. Näidata eestvaatel pindade lõikejoonte projektsioone.
4. Näidata külgsuunal pindade lõikejoonte projektsioone.
5. Kas pealtvaade erineb milleski eestvaatest?
6. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meie lähemal?
7. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $C$  ja  $D$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  ja  $d'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meie lähemal?

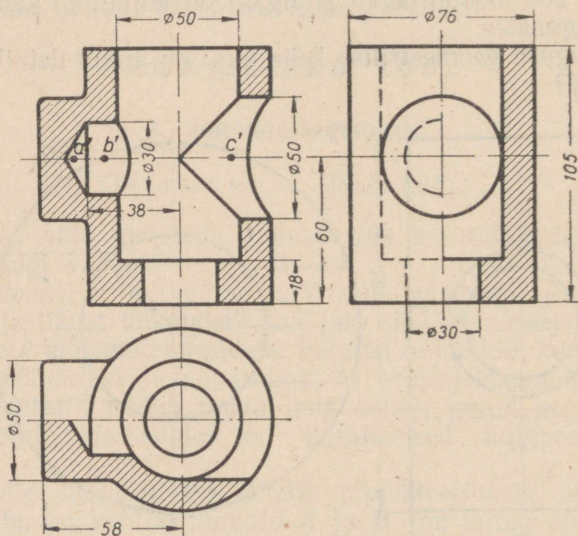
### Ülesanne 3 (joon. 286).

1. Näidata projektsioonidel suund, mis tuli anda lõiketasapinnale iga antud lõike saamiseks, ning kujutada detaili (pideme) nende osade kujutisi, mis loetakse lõike kujutamisel tinglikult kõrvaldatuks.

2. Määrata lõike viirutuse järgi antud detaili valmistamiseks kasutatud materjal.

3. Missuguste geomeetriliste kehade vastastikusel lõikumisel tekib antud detail?

4. Kas on õige, et  $\varnothing 50$  mm avade lõikejoon on esiprojektsioonil kujutatud kahe sirgega,  $\varnothing 30$  mm ja  $\varnothing 50$  mm avade lõikejoon aga kõverana? Mispärast?



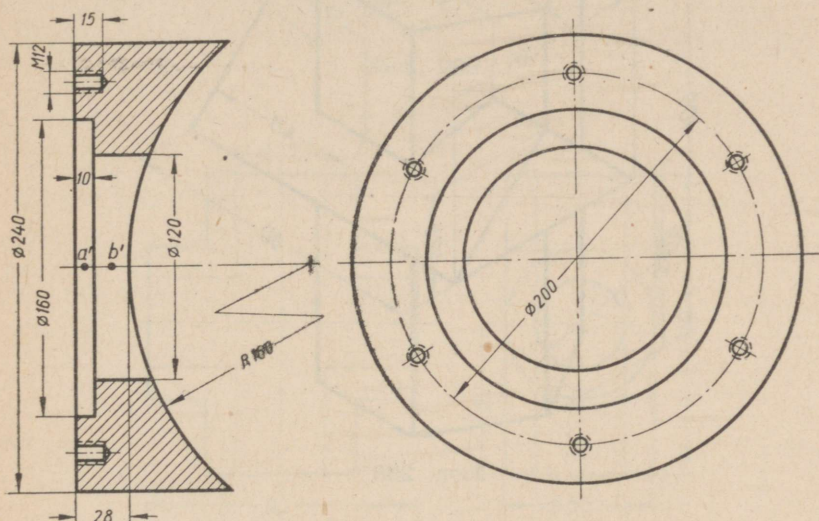
Joon. 286.

5. Pindadele, mida näeme püstlõike projekteerimisel, on kantud kolm punkti —  $A$ ,  $B$  ja  $C$  (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$ ). Milline nendest kolmest punktist asetseb meie lähemal ning milline kahest teisest kaugemal?

#### Ülesanne 4 (joon. 287).

1. Missuguste geomeetriliste kehade vastastikusel lõikumisel tekib näitena toodud detail (seib)?

2. Näidata külgvaatel suund, mis tuli lõiketasapinnale anda kujutatud lõike saamiseks, ning detaili selle osa kujutis, mis loetakse tinglikult kõrvaldatuks. Kuidas nimetatakse niisugust lõiget?



Joon. 287.

3. Kuidas mõista tähistust M12? Näidata lõikel joont, mis vastab keermes siseläbimõõdule.

4. Näidata lõikel kujutisi pindadest, mis on paralleelsed külprojektsioonipinnaga. Näidata külgvaatel samade pindade kujutisi.

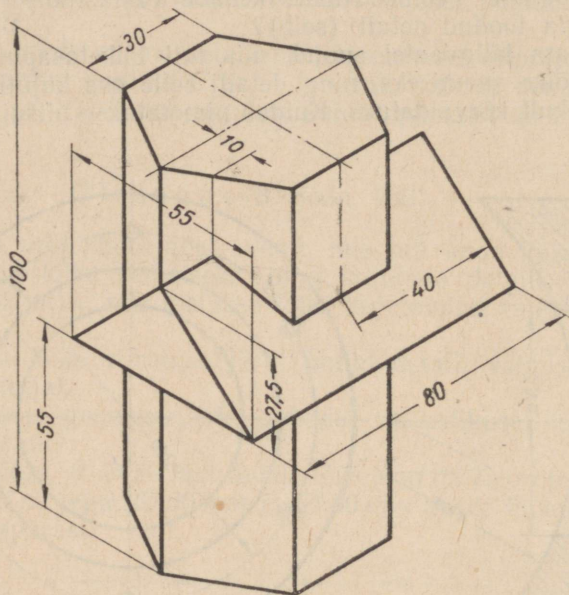
5. Pindadele, mis on nähtavad lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meie lähemal? Mitme millimeetri võrra (määrata joonist mõõtmata)?

## II. Harjutused.

Märkus. Harjutused seisnevad esemetest eskiiside valmistamises. Harjutusülesannete eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

## Ülesanne 1 (joon. 288).

Antud isomeetrilise kujutise järgi joonistada mõlemad vastastikku lõikuvad prismad ühes nende pindade lõikejoontega kolmes ortogonaalprojektsioonis (esi-, põhi- ja külprojektsioonis) ning märkida nendele mõõdud.



Joon. 288.

## Ülesanne 2 (joon. 289).

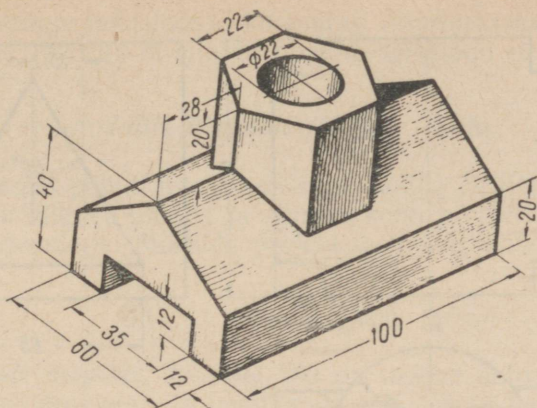
Antud isomeetrilise kujutise järgi joonistada detail (liugur) ühes tema pindade lõikejoontega kolmes ortogonaalprojektsioonis (esi-, põhi- ja külprojektsioonis) ning märkida nendele mõõdud.

## Ülesanne 3 (joon. 290).

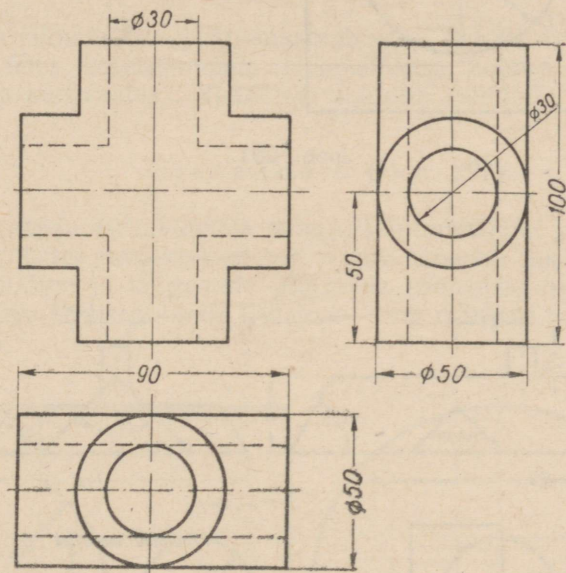
*Ülesande selgitus.* Joonisel 290 on toodud detaili (toru risttüki) kolm projektsiooni (esi-, põhi- ja külprojektsioon), kusjuures esiprojektsioon pole lõpuni joonestatud (detaili välis- ja sisepindade lõikejooned pole kujutatud).

*Juhis ülesande täitmise kohta.*

Joonistada joonisel 290 kujutatud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon poolvaates-



Joon. 289.

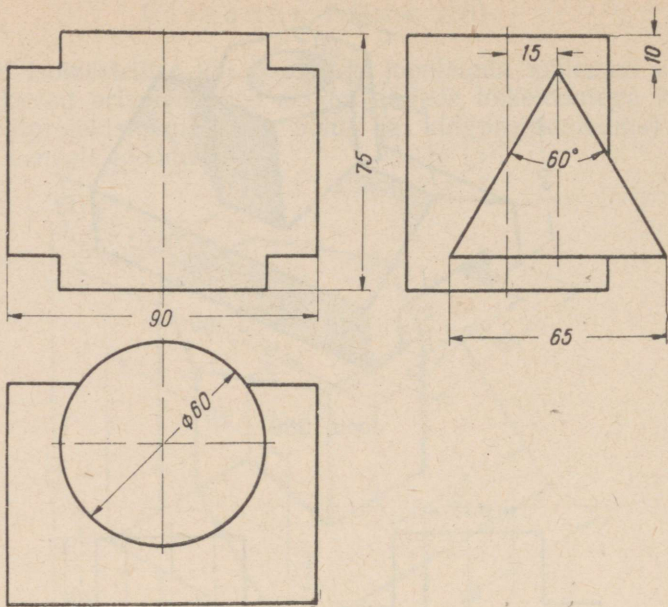


Joon. 290.

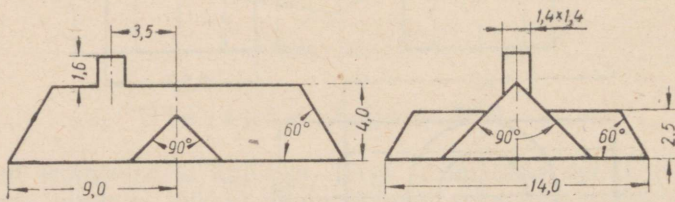
poollõikes, põhiprojektsioon poolvaates-poollõikes ning külprojektsioon poolvaates-poollõikes. Kujutada projektsioonidel detaili välis- ja sisepindade lõikejooni ning märkida mõõdud.

Ülesanne 4 (joon. 291).

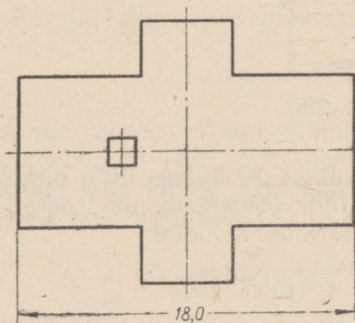
*Ülesande selgitus.* Joonisel 291 on toodud vastastikku lõikuva korrapärase kolmnurkse prisma ja silindri kolm projektsiooni (esi-



Joon. 291.



*Mõõtmed meetrites*



Joon. 292.

põhi- ja külgsprojektsioon), kusjuures esiprojektsioon pole lõpuni joonestatud (prisma ja silindri pindade lõikejoon ei ole kujutatud).

*Juhis ülesande täitmise kohta.*

Joonise 291 põhjal joonistada silmamõõdu järgi (mastaabis 1:1) vastastikku lõikuva prisma ja silindri kolm projektsiooni koos pindade lõikejoontega. Märkida projektsioonidele mõõdud.

Ülesanne 5 (joon. 292).

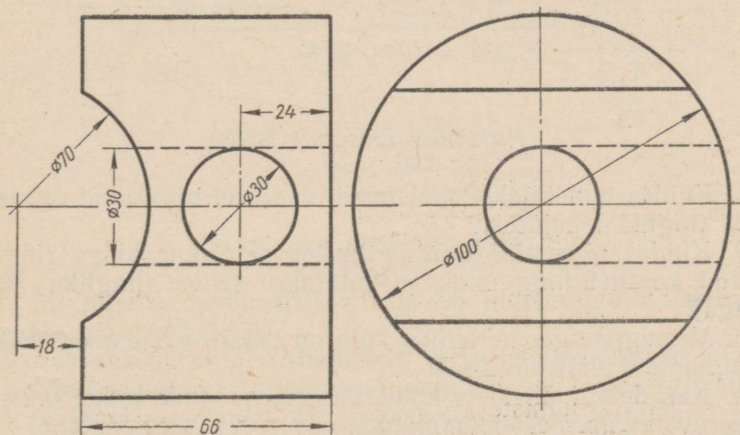
*Ülesande selgitus.* Joonisel 292 on toodud katuse skemaatiline joonis, kusjuures eest- ja pealtvaade pole lõpuni joonestatud.

*Juhis ülesande täitmise kohta.*

Teha silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 katuse skemaatiline joonistus ühes katusepindade lõikejoontega kolmes vaates (eest-, pealt- ja külgsvaates). Vaadetele märkida mõõdud.

Ülesanne 6 (joon. 293).

Joonistada antud detail (rõngas) silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon poolvaates-poollõikes, rõhtlõige ja külgsvaade. Kujutada projektsioonidel detaili pindade välis- ja sisepindade lõikejooni ning märkida projektsioonidele mõõdud.



Joon. 293.

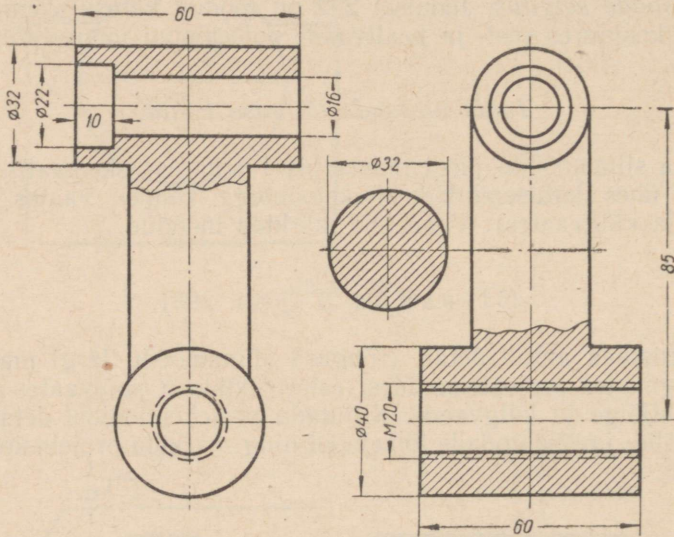
### III. Tööd.

#### 1. TÖÖ NR. 14.

Märkus. Töö nr. 14 seisneb eskiisi valmistamises esemest, mille kuju sisaldab vastastikku lõikuvaid silindreid, ning joonise valmistamises eskiisi järgi. Harjutusülesannet võib valida järgnevalt toodud jooniste ja ülesannete hulgast.

#### Ülesanne 1 (joon. 294).

Joonisel 294 on kujutatud detail (kang) kahes vaates (eest- ja külgsvaates).



Joon. 294.

#### Küsimusi ülesande kohta.

1. Kuidas nimetatakse mõlematel vaadetel viirutatud osana esinevat tinglikku kujutust?
2. Kuidas nimetatakse 32-millimeetrise läbimõõduga ringi viirutatud kujutist ning mida saavutatakse sellise tingliku kujutamiseega?
3. Missugune geomeetriline kuju on detaili vastastikku lõikuvatel kumeratel välispindadel?
4. Kas detaili ülemiste kumerate välispindade lõikejooned projekteeruvad esiprojektsioonipinnale kõver- või sirgjoontena?
5. Kas detaili alumiste kumerate välispindade lõikejooned projekteeruvad külgsprojektsioonipinnale kõver- või sirgjoontena?

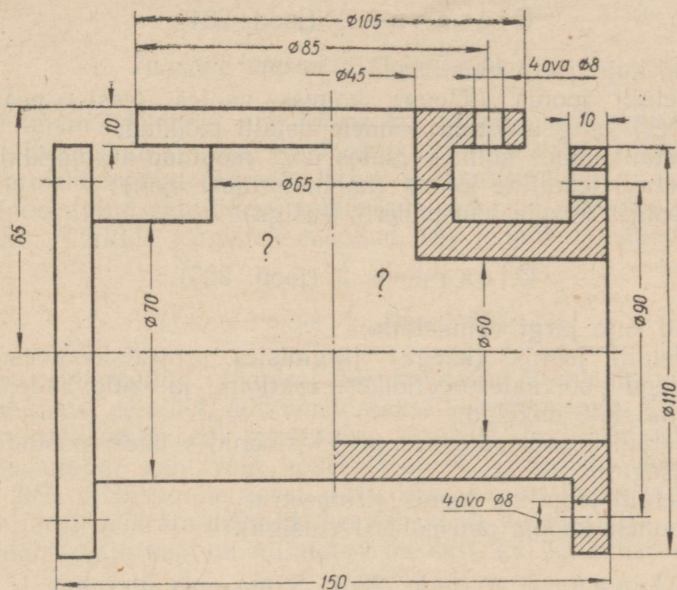
## Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Joonistada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 ühes tema välispindade lõikejoontega kahes vaates: eest- ja külgsuunas. Kujutada vaadetes nähtamatud kontuurid ning märkida vaadetele mõõdud.

2. Teha kangi joonis samades vaadetes ning märkida mõõdud.

## Ülesanne 2 (joon. 295).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 295 on toodud detaili (torukolmiku) esiprojektsioon poolvaates-poollõikes, kusjuures nii poolvaatel kui ka poollõikel on mõned detaili pindade lõikejooned jäänud kujutamata (on asendatud küsimärkidega).



Joon. 295.

## Küsimusi ülesande kohta.

1. Missugune geomeetriline kuju on antud detaili vastastikku lõikuvatel sisepindadel?

2. Kas antud detaili silindriliste välis- ja sisepindade lõikejooned projekteeruvad esiprojektsioonipinnale kõver- või sirgjoontena?

3. Näidata poolvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.

4. Näidata poollõikel kujutisi detaili tasastest pindadest, mis on a) paralleelsed, b) risti põhiprojektsioonipinnaga.

## Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Kujutada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon poolvaates-poollõikes, põhi- projektsioon poolvaates-poollõikes ning külprojektsioon poolvaates-poollõikes. Ehitada projektsioonidel detaili välis- ja sisepindade lõikejooned ning märkida projektsioonidele mõõdud.

2. Teha torukolmiku joonis samades projektsioonides ning märkida nende mõõdud.

### 2. TÖÖ NR. 15.

Märkus. Töö nr. 15 seisneb eskiisi valmistamises ühest tehnilisest detailist, joonise ja näitliku kujutise valmistamises eskiisi järgi ning joonise kopeerimises pauspaberile (tušga). Töö eeskujuks võib valida üht järgnevalt toodud ülesannet koos joonisega.

#### Ülesanne 1 (joon. 284).

Antud kuju järgi valmistada:

- 1) detaili joonis (käega) kolmes vaates (eest-, pealt- ja külgsvaates) ning märkida nende detaili mõõdud;
- 2) detaili joonis kolmes vaates ühes mõõtude äramärkimisega;
- 3) detaili tehniline joonis (kabinetprojektsioon);
- 4) joonise koopia pauspaberil (tušiga).

#### Ülesanne 2 (joon. 285).

Antud kuju järgi valmistada:

- 1) detaili joonis (käega) järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon poolvaates-poollõikes, rõhtlõige ja külgsvaade; märkida kujutistele mõõdud;
- 2) detaili joonis samades projektsioonides ühes mõõtude äramärkimisega;
- 3) detaili tehniline joonis (isomeetria);
- 4) joonise koopia pauspaberil (tušiga).

Ülesanne 3 (joon. 286). Sama, mis ülesanne 1.

#### Ülesanne 4 (joon. 287).

Antud kuju järgi valmistada:

- 1) detaili joonis (käega) järgmistes projektsioonides: püstlõige eestvaate asemel, rõhtlõige ja külgsvaade; kanda kujutistele mõõdud ning punktide *A* ja *B* kolm projektsiooni;
- 2) detaili joonis mastaabis 1:2 samades projektsioonides ühes mõõtude äramärkimisega ning punktide *A* ja *B* kolme projektsiooni kujutamiseks;
- 3) detaili tehniline joonis (isomeetria);
- 4) joonise koopia pauspaberil (tušiga).

Märkus. Töö nr. 16. seisneb lihtsal koostamisjoonel toodud detailidest eskiiside ja jooniste valmistamises. Tööks võib valida üht järgnevalt toodud ülesannet. Töö valmistamisel juhendada lisas 2 toodud selgitusest koostamisjoonise kohta.

Ülesanne 1 (joon. 296).

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugustest detailidest koosneb kujutatud kuldnokapuur?
2. Mitu detaili tuleb üldse valmistada ühe kuldnokapuuri jaoks?
3. Missugusel detailil on kõige väiksemad gabariitmõõdud?
4. Missugusel detailil on kõige suuremad gabariitmõõdud?
5. Selgitada kuldnokapuuri detailide kokkupaneku otstarbekas järjekord.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Silmamõõdu järgi, arvestades iga detaili üksikosade vahelist suurust, joonistada (käega) kuldnokapuuri mõni detail kolmes ortogonaalprojektsioonis. Märkida kujutistele mõõdud.

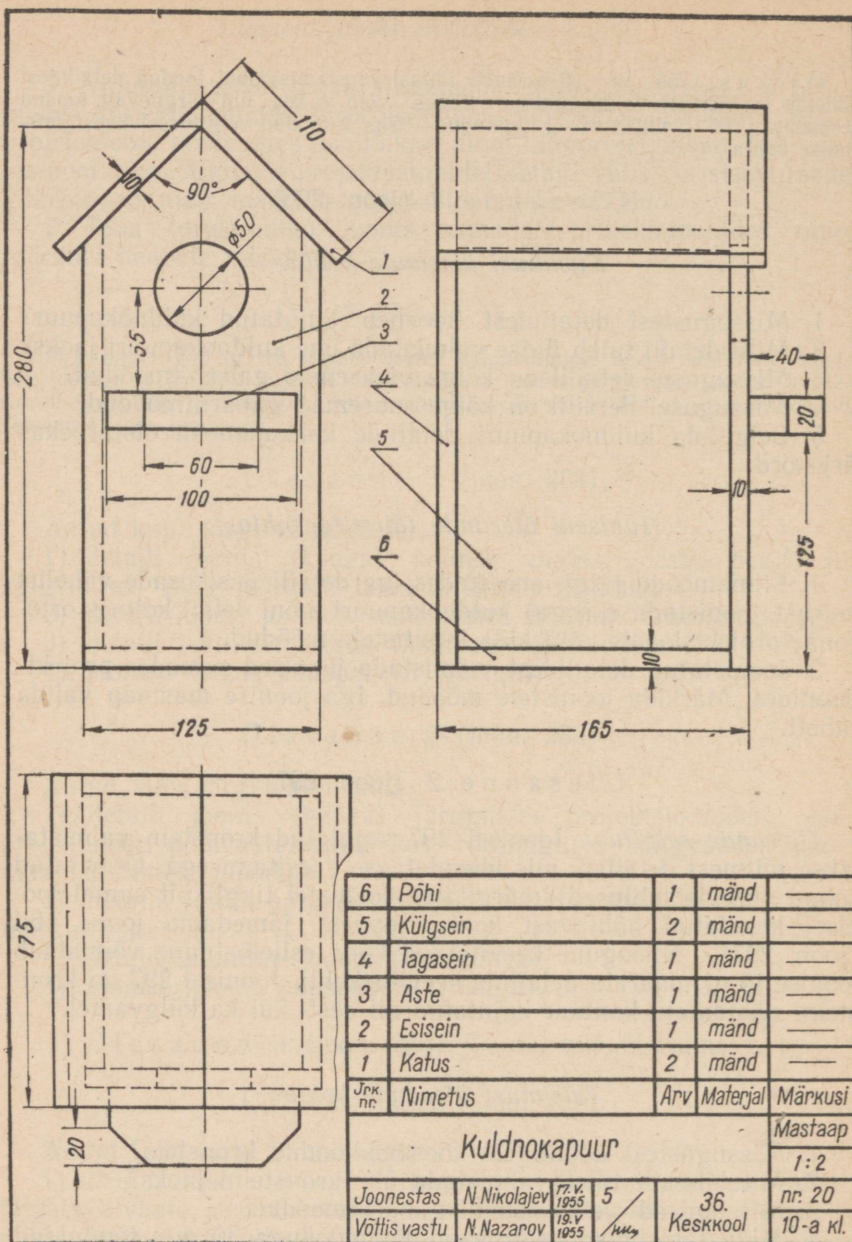
2. Joonistatud detailidest valmistada joonised samades projektsioonides. Märkida joonistele mõõdud. Iga joonise mastaap valida vabalt.

Ülesanne 2 (joon. 297).

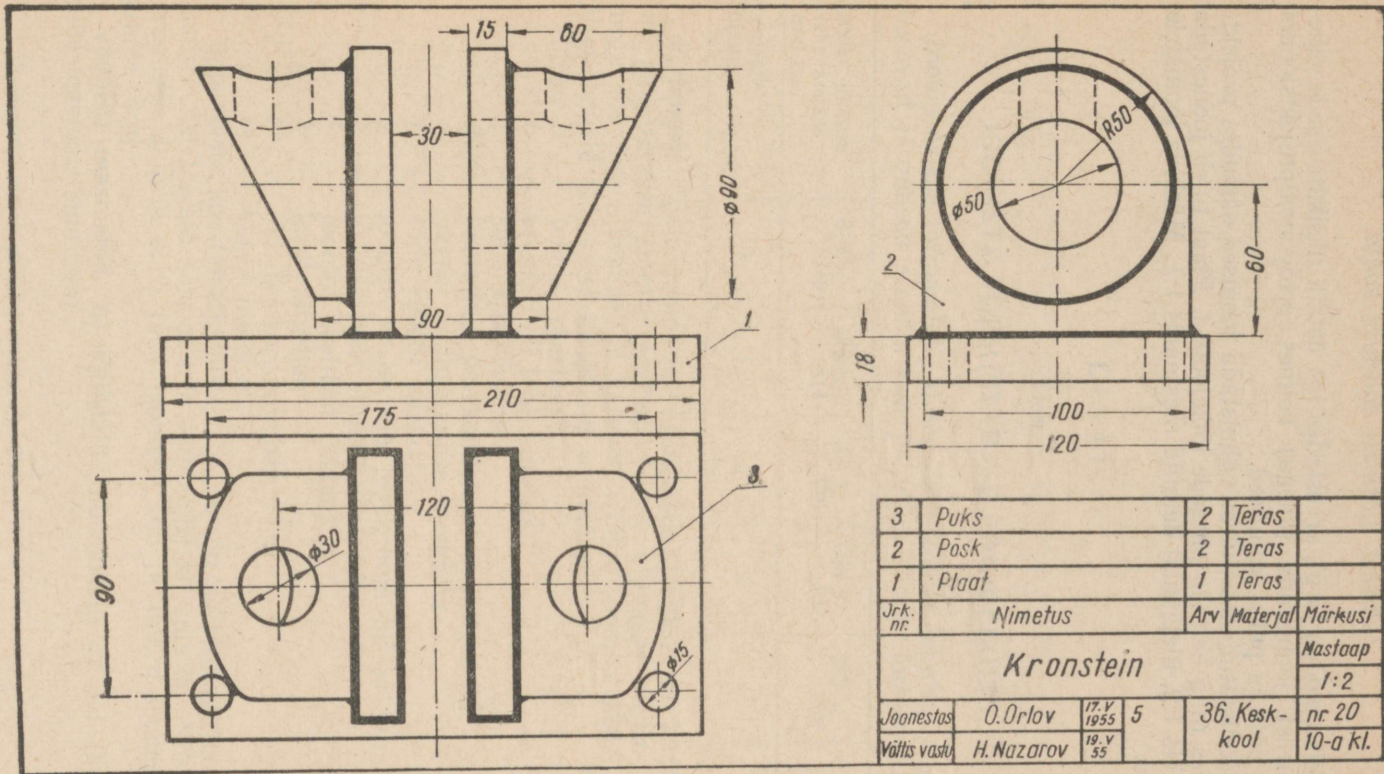
*Ülesande selgitus.* Joonisel 297 kujutatud kronstein valmistatakse mitmest detailist, mis ühendatakse keevitamisega. Keevitatud kohad (keevisõmblused) märgitakse joonistel tinglikult samal joonisel kasutatud nähtavast kontuurjoonest jämedama joone abil (joon. 297). Niisugune keevitatava koha esiletõstmine võimaldab joonise järgi määrata detailide keevituskohti. Joonisel 297 on kronsteini nähtamatu kontuur kujutatud nii eest- kui ka külgvaatel.

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugustest detailidest koosneb toodud kronstein?
2. Mitu detaili tuleb valmistada ühe kronsteini jaoks?
3. Missugused on kronsteini gabariitmõõdud?
4. Mida tähistavad pealtvaatel läbimõõduga 30 mm tõmmatud ringides leiduvad kõverjooned?
5. Näidata eestvaatel projekteerimisel nähtavate kronsteini tasaste pindade kujutisi.
6. Näidata külgvaatel kujutist pinnast, mis on kaldu küljprojektsioonipinna suhtes.



Joon. 296.



Joon. 297.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Silmamõõdu järgi, arvestades iga detaili üksikute osade vahelist suurust, joonistada (käega) kolmes ortogonaalprojektsioonis plaadi, põse ja puksi kujutised.

2. Joonistatud detailidest valmistada joonised samades projektsioonides ning ehitada pindade lõikejooned. Plaat tuleb joonestada mastaabis 1:2, ülejäänud detailid mastaabis 1:1. Märkida joonistele mõõdud.

## L I S A D.

### Lisa 1.

#### JOONISTE VORMISTAMISE PÕHIREEGLID.

**Joonestuslehe formaadid.** Masinaehituslaste jooniste jaoks on nõutavad järgmised standardsed joonestuslehtede formaadid:

Valmis joonise lehe suurus mm-tes	814 × 1152	576 × 814	407 × 576	288 × 407	203 × 288	144 × 203
Formaadi tähistus	0	1	2	3	4	5

**Kirjanurk.** Igale joonisele või eskiisile tehakse nn. kirjanurk, mis paigutatakse joonise parempoolsesse alumisse nurka. Kirjanurga soovitatav formaat ja kuju on toodud joonisel 298. Kirjanurga lahtrid täidetakse järgmiste andmetega:

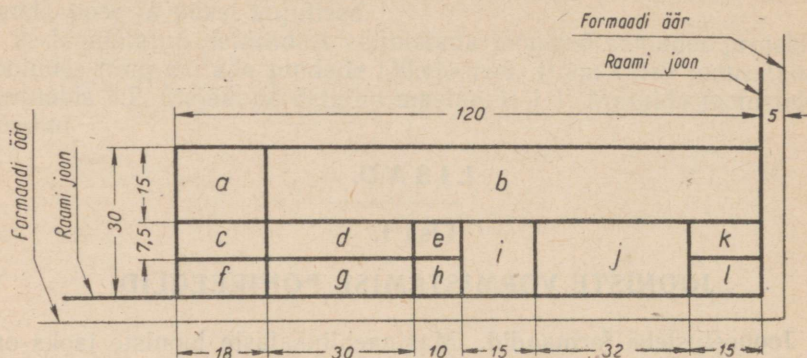
- lahter *a* — joonise mastaap;
- „ *b* — eseme (või töö) nimetus;
- „ *c* — sõna «*joonestas*»;
- „ *d* — joonestaja perekonnanimi ja initsiaalid;
- „ *e* — joonise valmistamise kuupäev;
- „ *f* — sõna «*võttis vastu*»;
- „ *g* — joonise vastuvõtja perekonnanimi ja initsiaalid;
- „ *h* — joonise kontrollimise kuupäev;
- „ *i* — joonise kvaliteet (hinne);
- „ *k* — kooli nimetus;
- „ *l* — töö järjekorranumber;
- „ *m* — klassi nimetus.

Õppealaste koostamisjooniste<sup>1</sup> jaoks on soovitatav kasutada joonisel 299 toodud suuruses ja formaadis kirjanurka. Niisuguse kirjanurga lahtrid tuleb täita joonistel 168 ja 169, *a* toodud eeskujude järgi.

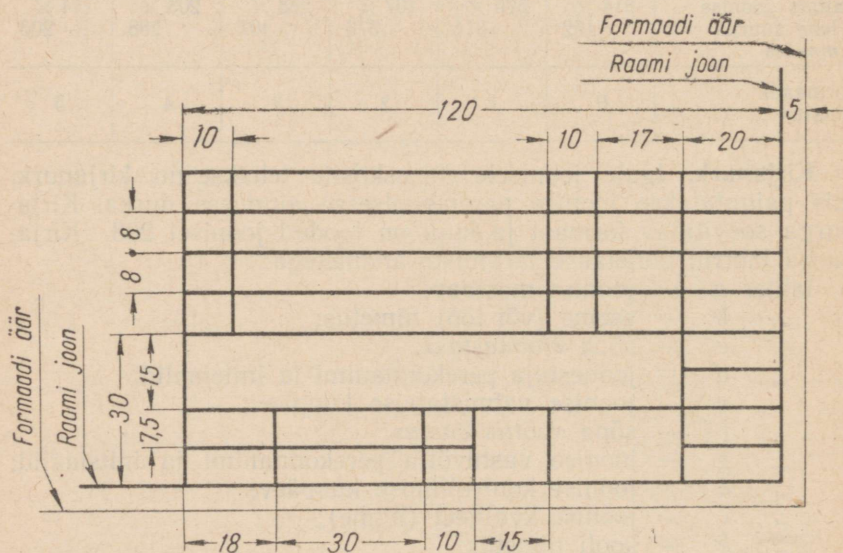
**Jooniste mastaabid.** a) Eelistatud mastaabiks on 1:1 (kujutamine tegelikus suuruses).

<sup>1</sup> Koostamisjoonise mõistet vaata lk. 250.

b) Masinaehitusalaste jooniste vähenduse või suurenduse mastaabid tuleb valida vastavalt kujutiste keerukusele ja suurusele järgmiste standardsete mastaapide hulgast:



Joon. 298.



Joon. 299.

Mastaabid vähenduse saamisel	1:2; (1:2,5); (1:4); 1:5; 1:10; (1:15); 1:20; 1:25; 1:50; 1:75
Mastaabid suurenduse saamisel	2:1; (2,5:1); (4:1); 5:1; 10:1

Märkus. Sulgudes olevad mastaabid on lubatud, kuid mitte soovitatud.

c) Vajadusel saada veelgi suuremat vähendust või suurendust tuleb kasutada:

vähenduse saamiseks mastaap  $1:10^n$ ;  $1:(2 \cdot 10^n)$ ;  $1:(5 \cdot 10^n)$ , suurenduse saamiseks mastaapi  $(10 \cdot n):1$ ; kus  $n$  on täisarv.

Tuleb meeles pidada, et missugust mastaapi (suurenduse või vähenduse saamiseks) kasutatud ka on, joonisele märgitakse ikka kujutatava eseme (detaili, toote) tegelikud mõõdud.

**Joonisel kasutatavad jooned.** Antud joonise kõikide joonte jämedus sõltub kujutatava eseme nähtava kontuurjoone (pideva joone) jämedusest ( $b$ ), mis valitakse 0,4 kuni 1,5 mm piirides sõltuvalt kujutise keerukusest ja suuruselt ning joonise otstarbest. Seejuures peab joone valitud jämedus ( $b$ ) samal joonisel ühes ja samas mastaabis joonestatud vaadetel ja lõigetel olema ühtlane.

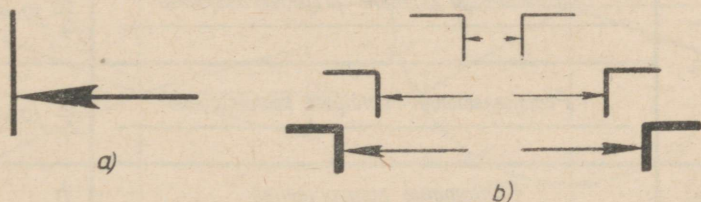
Kriipsjoon peab koosnema ühesuguse pikkusega kriipsudest, millede pikkus valitakse 4 kuni 6 mm piirides. Kriipsjoonte tõmbamisel pikkusega alla 15 mm on lubatud vähendada kriipsude pikkust.

Kriipsude vahe peab olema üks neljandik kriipsu pikkusest.

Kriips-punktjoon koosneb kriipsudest ja punktidest. Kriipsud peavad olema ühepikkused, näiteks 20 mm. Kriips-punktjoon peab algama ja lõppema kriipsuga. Ringjoonte tsentrid märgitakse kriips-punktjoonte ristuvate kriipsudega; ringjoonte puhul, millede läbimõõt on alla 12 mm, tuleb kriips-punktjoonte asemel kasutada pidevaid peenjooni.

Joonte valikul on soovitatav juhinduda tabelist 4.

**Mõõtmete asetamine.** Mõõtjoonte otsas olev nool on suurendatud kujul toodud joonisel 300, *a*. Noolte suurus valitakse kooskõlas nähtava kontuurjoone jämedusega (joon. 300, *b*) ning nad peavad ühel ja samal joonisel olema võimalikult ühesuurused.


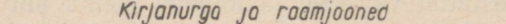
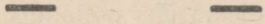

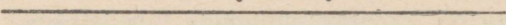
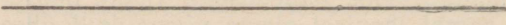
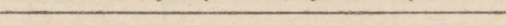
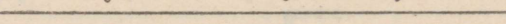
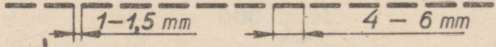
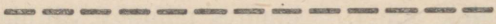
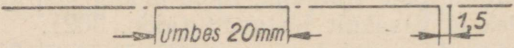


Joon. 300.

Joonisel 301 on näidatud mõõtjarvude asetamist mõõtjoonte mitmesuguste kallete puhul. Seejuures püütagu vältida mõõtjoonte tõmbamist joonisel 301 viirutusega tähistatud  $30^\circ$ -se nurga piirides. Kui seda vältida pole võimalik, tuleb mõõtjarvud kirjutada selliselt, et nad oleksid vasakult loetavad (joon. 302).

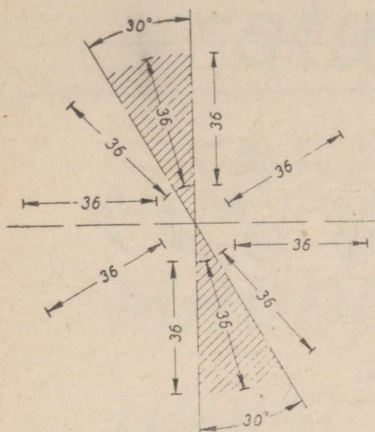
Nurga mõõtjarvude asendid on näidatud joonisel 303.

Mõõtjarvude paigutamise näited on toodud joonisel 304, *a*. Mõõtjarvud, mis ei mahu kahe distantarjoone vahele, kirjutatakse joonisel 304, *b* toodud näite kohaselt.

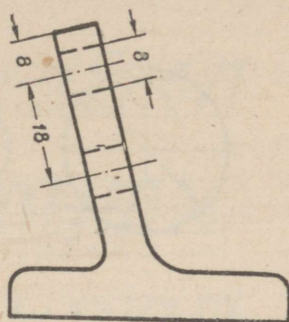
JOONED JA NENDE KASUTAMINE		Joonte suhtelised jämedused $b=0,4-1,5\text{mm}$
P I D E V A D J O O N E D	Nähtavad kontuurjooned 	$b$
	Kirjanurga ja raamjooned 	$b$ ja vähem
	Läigete ja ristläigete jooned 	$\frac{b}{2}$ ja enam
	Katkestus-, murde- ja löikejooned 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
	Distsants-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

Ringjoone ja kaare raadiuse pikkust määrava mõõtarvu ette asetatakse täht  $R$ , näiteks:  $R20$ ;  $R10$  jne. (joon. 305).

Ringjoonte läbimõõtude mõõtarvude ette kirjutatakse kõigil juhtudel märk  $\varnothing$ , näiteks:  $\varnothing44$ ;  $\varnothing20$  jne. (joon. 306).

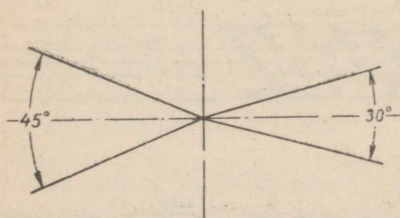


Joon. 301.

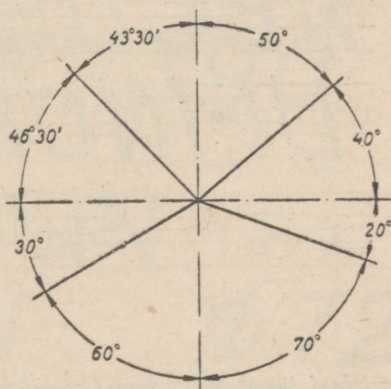


Joon. 302.

**Standardkiri.** Standardkirja kirjutamisel tuleb juhinduda järgnevatel joonistel toodud eeskujudest ning tabelis 5 esitatud kirja mõõtudest ( $mm$ -tes):

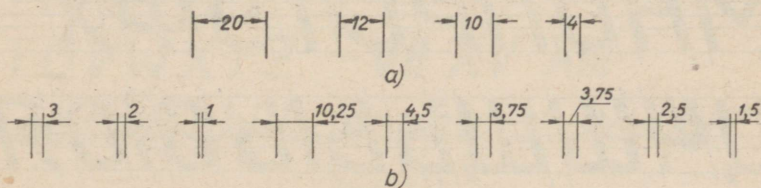


a)



b)

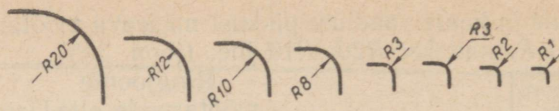
Joon. 303.



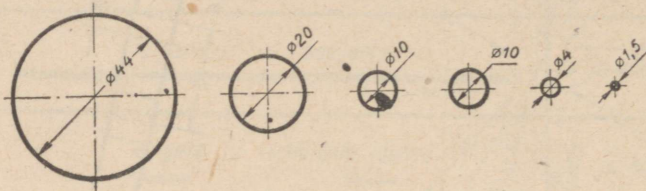
a)

b)

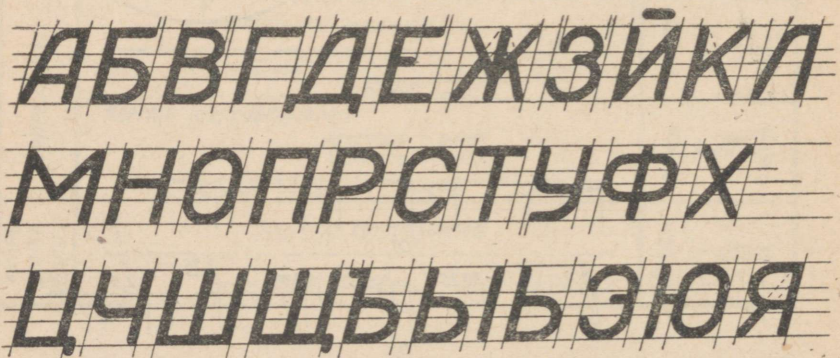
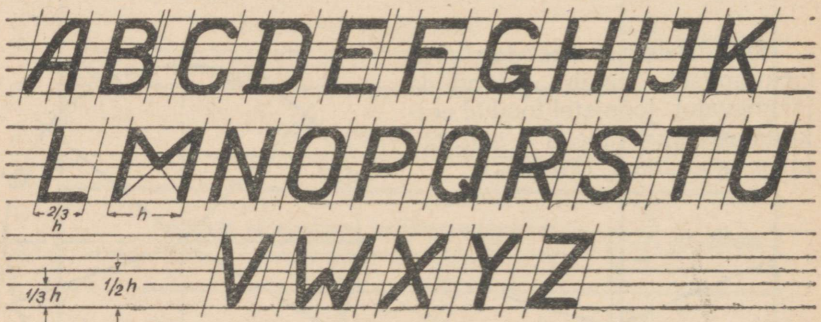
Joon. 304.



Жоон. 305.



Жоон. 306.



Жоон. 307.

abcdefghijklmnopq  
rstuvwxyz

абвгдежзijkl

mnopрстуфх

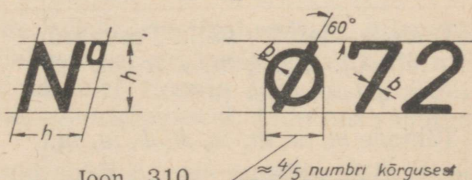
цчщщъыьэюя

Joon. 308.

1234567890

Joon. 309.

- a) ladina ja vene tähestiku suured tähed (joon. 307);  
 b) ladina ja vene tähestiku väikesed tähed (joon. 308);  
 c) numbrid (joon. 309);  
 d) tähis  $N^{\circ}$  ja  $\emptyset$  (joon. 310);  
 e) ladina tähestiku suured ja väikesed tähed ning rooma numbrid (joon. 311).



Joon. 310.

ABCDEFGHIJKLMNOPS  
 TUVWXYZ VII XV XIII  
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

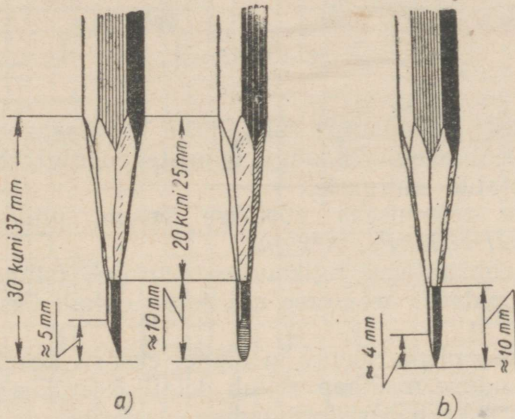
Joon. 311.

Tabel 5

Kirja number		nr. 10	nr. 7	nr. 5	nr. 3,5	nr. 2,5
SUURED TÄHED JA NUMBRID	Tähtede ja numbrite kõrgus	10	7	5	3,5	2,5
	Tähtede ja numbrite laius, välja arvatud tähed <i>J, M, W, D, Ж, M, Ф, III, III, Ъ</i> ja <i>Ю</i> , number <i>I</i> ning märk <i>N°</i>	7	5	3,5	2,5	1,7
	Tähtede <i>M, W, D, Ж, M, Ф, III, III, Ъ</i> ja <i>Ю</i> ning märgi <i>N°</i> laius	10	7	5	3,5	2,5
	Tähe <i>I</i> laius	5	3,5	2,5	1,7	1
	Tähtede ja numbrite joonejämedus	1,5	1	0,7	0,5	0,3
VÄIKESED TÄHED	Tähtede ja numbrite vahe	3	2	2	1,5	1
	Sõnade vahe (vähemalt)	7	5	3,5	2,5	1,5
	Tähtede kõrgus, välja arvatud tähed <i>b, d, f, g, h, j, k, l, p, q, t, y, б, в, д, р, у</i> ja <i>ф</i>	7	5	3,5	2,5	1,5
	Tähtede <i>b, d, g, h, j, k, l, p, q, t, y, б, в, д, р, у</i> ja <i>ф</i> kõrgus	10	7	5	3,5	2,5
	Tähtede laius, välja arvatud tähed <i>f, i, j, l, m, t, w, m, ж, м, ф, u, u, ъ</i> ja <i>ю</i>	5	3,5	2,5	1,7	1
	Tähtede <i>m, w, m, ж, м, ф, u, u, ъ</i> ja <i>ю</i> laius	7	5	3,5	2,5	1,5
	Tähtede <i>f</i> ja <i>t</i> laius	3,5	2,5	1,7	1	0,7
Tähtede joonejämedus	1	0,7	0,5	0,3	0,2	
Sõnade vahe (vähemalt)	5	3,5	2,5	1,7	1	
Ridade vahe	15	12	10	7	5	

## PÕHIJUHISED ESEMETEST ESKIISIDE VALMISTAMISE KOHTA. KOOSTAMISJONISE MÕISTE.

Pliiatsi ja sirkli ettevalmistamine tööks. Peenjoonte tõmbamiseks peab pliiats olema teritatud joonisel 312, *a* toodud näite kohaselt. Joonise kontuuride väljatõmbamiseks ning eskiiside valmistamiseks tuleb pliiats teritada joonisel 312, *b* näidatud kujul. Sirkli jaoks kasutatava grafiitsüdamik (miini) kõvadus võetakse niisuguse arvestusega, et ühe ja sama miiniga on võimalik erineva survega tõmmata isesuguse jämedusega jooni.



Joon. 312.

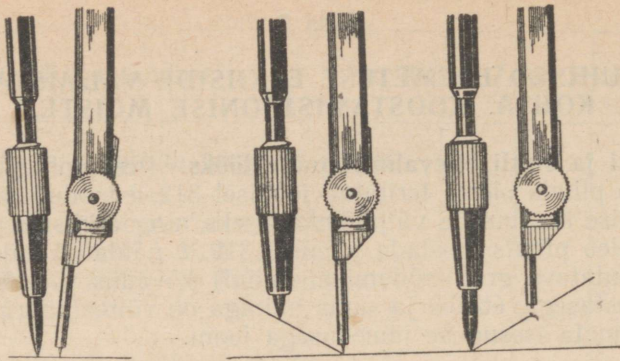
Enne kui asuda ringjoonte või kaarte tõmbamisele, tuleb miin asetada selliselt sirkliharu otsikusse, et sirkli nõelateraviku ja miini otsad oleksid ligikaudu ühel tasemel (joonis 313, näide «õige»), sõltumata miini ja nõelateraviku vahekaugusest. Miin peab ulatuma otsikust välja umbes 7 mm.

Joonisel 314, *a* on näidatud sirkli harude õige asend 1—3 mm raadiusega ringjoonte ja kaarte tõmbamisel, joonisel 314, *b*, *c* ja *d* aga nende asetus näiteks 20, 70 ja 130 mm raadiusega ringjoonte või kaarte tõmbamisel.

**Eskiiside vormistamine.** Eskiiside valmistamisel tuleb kinni pidada jooniste kohta kehtivatest riiklikest üleliidulistest standarditest ning tingimustest. Harilikult tehakse detaili eskiis eseme järgi ning see on järgnevalt valmistatava joonise aluseks.

Eskiiside valmistamisel tuleb kinni pidada järgmistest nende vormistamise põhireeglitest:

1) eskiis tehakse käsitsi, ainult ringjooni ja kaari on lubatud tõmmata sirkliga;



Õige

Vale

Joon. 313.

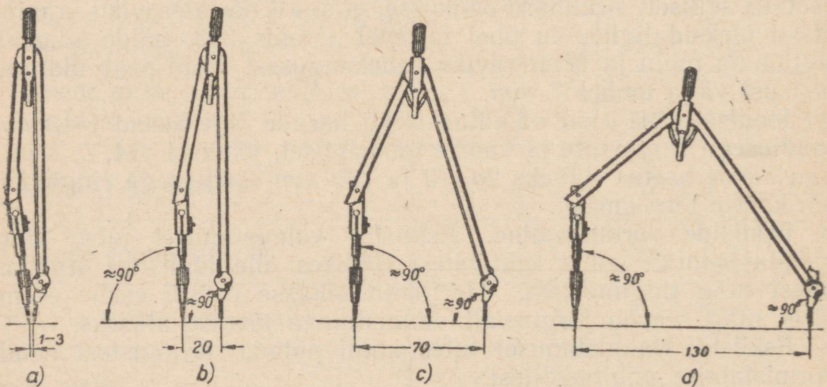
2) eskiis tuleb valmistada ruudulisele kirjutuspaberile; paberilehe formaat peab seejuures nagu jooniste puhulgi vastama standardiga kehtestatud suurusele;

3) eskiiside tegemiseks võetakse pehme pliats: M, 2M, «МОСКВА», «ПИОНЕР», №2 jne.;

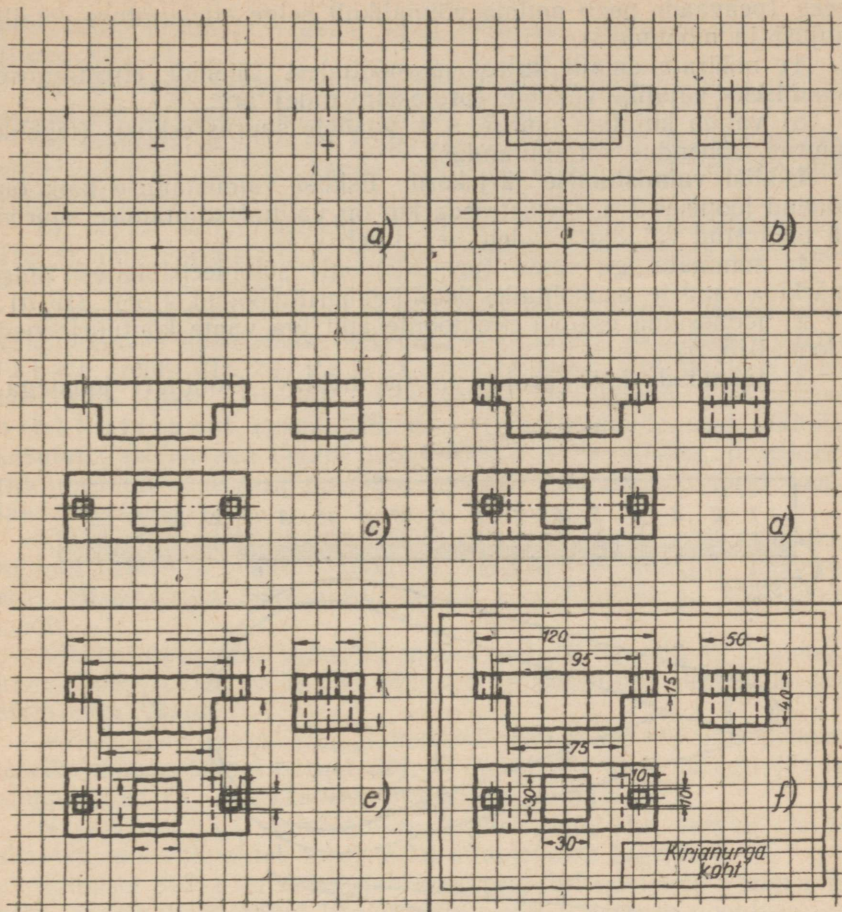
4) eskiis valmistatakse ligikaudses suuruses (silmamõõdu täpsuse piirides), pidades seejuures aga kinni detaili üksikosade proportsioonidest;

5) eskiis peab olema loetav ja täpne; eskiisil kasutatav vähenduse või suurenduse mastaap sõltub detaili keerukusest ja suuruselt ning samuti ka paberi formaadist;

6) eskiisil, samuti ka joonisel olev vaadete (projektsioonide) arv peab olema kõige väiksem, kuid ühtlasi küllaldane, et kujuta-



Joon. 314.



Joon. 315.

tavast detailist saada täielikku ettekujutust; seejuures peab nii eskiisil kui ka joonisel toodud vaadete vahel valitsema projektsiooniline seos;

7) vaated (projektsioonid) tuleb paigutada ühtlaselt formaadile, jättes ruumi mõõtude äramärgimiseks;

8) eskiisi parempoolsesse alumisse nurka tuleb asetada käsitsi valmistatud kirjanurk.

**Ettevalmistused eskiisi tegemiseks.** Enne kui asuda esemest eskiisi tegemisele, tuleb:

- 1) määrata eskiisitava detaili nimetus ja otstarve;
- 2) selgitada detaili ehitus tervikuna ning seejärel tema koostisosad;
- 3) valida detaili asend peavaate, s. t. eestvaate projekteerimi-

seks (peavaade peab andma võimalikult selge ettekujutuse detaili kujust ja mõõtudest);

4) määrata detaili kujust ja mõõtudest täieliku ettekujutuse saamiseks vajalike vaadete (projektsioonide) arv;

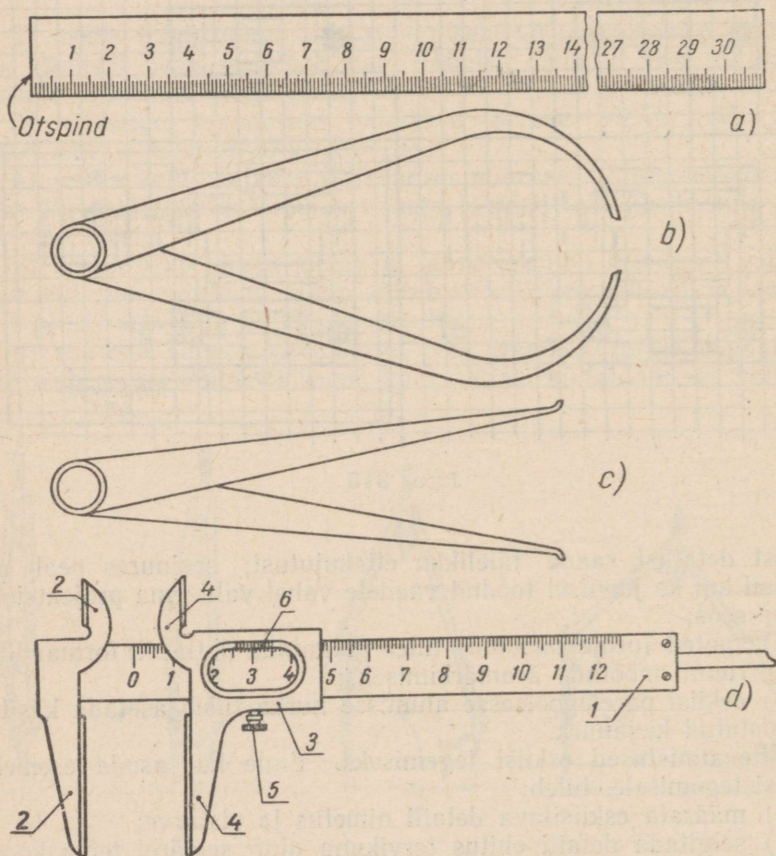
5) valida kujutise suurus, s. t. vaadete suurus eskiisil (tegelik suurus, vähendus või suurendus).

**Eskiisi valmistamise järjekord.** Eskiisi valmistamise käik on toodud joonisel 315. Pärast seda kui on valitud kujutamise suurus ja määratud vajalike vaadete arv, tuleb:

1) tõmmata iga vaate (projektsiooni) sümmeetriateljed ning märkida vaadete asukohtades detaili gabariitmõõdud (joon. 315, a);

2) joonestada eskiisil peenjoonte abil iga vaate kontuurjooned (joon. 315, b).

3) täiendada kõik projektsioonid nähtava kontuuri joontega,



Joon. 316.

kontrollida kujutiste õigsust ning tõmmata välja eskiisi jooned (joon. 315, c).

4) kujutada kriipsjoontega detaili nähtamatu kontuur kõigil kolmel projektsioonil, kus ta ilmneb (joon. 315, d);

5) määrata, kuidas on kõige otstarbekohasem asetada mõõte, ning vastavalt sellele kanda eskiisile distants- ja mõõtjooned (joon. 315, e);

6) mõõta detail, märkida mõõtude suurused eskiisile (joon. 315, f) ning vormistada kirjanurk; vormistamisel pidada kinni joonisel 298 toodud kirjanurga mõõtudest.

**Lihtsaimad mõõduriistad ja mõõtmise viisid.** Esemetest eskiiside valmistamisel kasutatakse detailide mõõtmiseks peamiselt joonlaua (joon. 316, a), välistastrit (joon. 316, b) ja sisetastrit (joon. 316, c). Täpsematel mõõtmistel kasutatakse nihkkaliibrit (joon. 316, d). Terasjoonlauda saab näiteks kasutada mõõdetava detaili joonmõõtude määramiseks, projektterides sel puhul detaili piirilised mõõdud silmamõõdu järgi joonlaua skaalale.

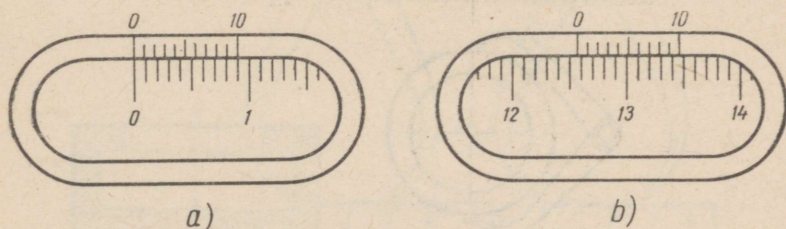
Välistastrit kasutatakse detaili väliste mõõtude määramiseks, näiteks seinte ja plaatide paksuse, välisläbimõõtude jne. mõõtmiseks. Sisetastriga mõõdetakse detaili siseläbimõõte ja teisi joonmõõte.

Nihkkaliibriga on võimalik mõõta detaili väliseid ja sisemisi joonmõõte; peale selle on võimalik nihkkaliibrit kasutada ka sügavusmõõtjana.

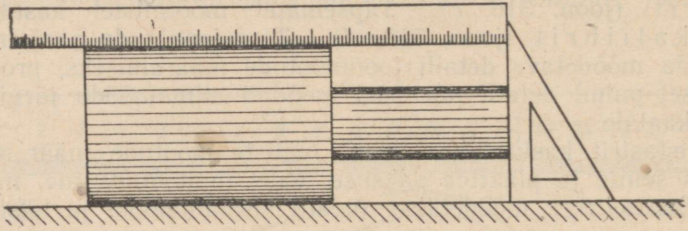
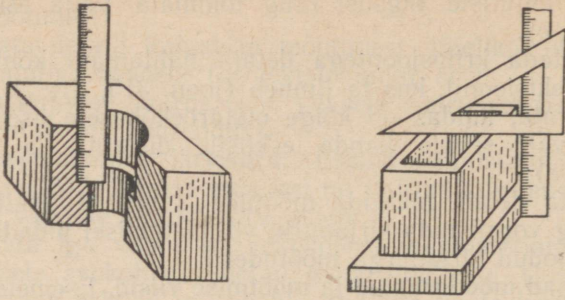
Nihkkaliiber (joon. 316, d) koosneb joonlauast (1) ning sellega terviku moodustavast härust (2), liugurist (3) ühes haruga (4) ja stoppkruvist (5). Nihkkaliibri liuguril on noonius (6).

Nooniuseks nimetatakse liuguri väljalõike serval olevat skaalat, mis võimaldab millimeetri kümnendike lugemist.

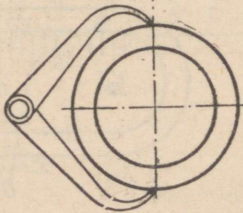
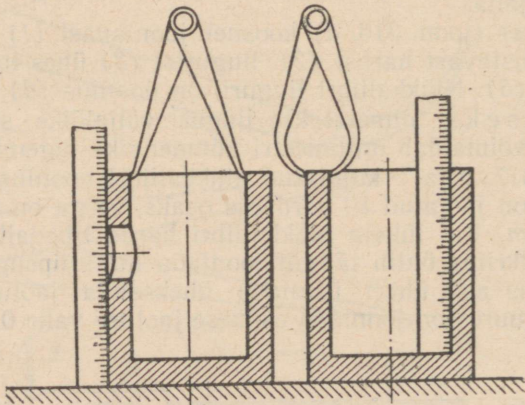
Joonisel 317, a ja b kujutatud nihkkaliibri nooniusse 9 mm pikune skaala on jaotatud 10 võrdseks osaks, seega on nooniusse iga jaotus 0,9 mm. Kui lükata nihkkaliibri harud tihedalt kokku, siis nooniusse nullkriips ühtib täpselt joonlaua nullkriipsuga, nooniusse kümnes jaotus aga ühtib joonlaua üheksanda jaotusega (joon. 317, a). Seejuures on joonlaua esimese jaotuse vahe 0,1 mm, joon-



Joon. 317.



Joon. 318.



Joon. 319.

laua teise jaotuse ja nooniusse teise jaotuse vahe 0,2 mm, joonlaua ja nooniusse üheksandate jaotuste vahe aga 0,9 mm.

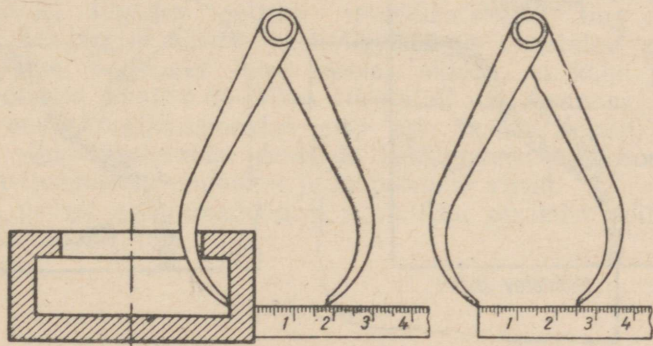
Seega on nihkkaliibri mõõtmise täpsus võrdne joonlaua ühe jaotuse ja nooniusse jaotuste arvu suhtega. Kui nihkkaliibri noonius on jaotatud kümneks võrdseks osaks, siis on niisuguse nihkkaliibri mõõtmise täpsus 0,1 mm.

Et määrata nihkkaliibriga mõõdetud detaili mõõtu, tuleb tähele panna, missuguse joonlaua jaotusega ühtib nooniusse nullkriips. Mõõdetava detaili mõõtu määrab joonlaua jaotus, mis ühtib nooniusse nullkriipsuga.

Kui detaili mõõtmisel nooniusse nullkriips ei ühti joonlaua mingi jaotusega (joon. 317, *b*), vaid asetseb joonlaua kahe jaotuse vahel, siis vasakult lähim jaotus näitab tervete millimeetrite arvu (joonisel 317, *b* toodud näite puhul on see 125 mm), millele tuleb lisada millimeetri kümnendike arv. Viimaste leidmiseks tuleb kindlaks teha, mitmes nooniusse jaotus ühtib joonlaua jaotusega. Joonisel 317, *b* toodud näite puhul ühtib nooniusse seitsmes jaotus joonlaua jaotusega, mis vastab 0,7 mm.

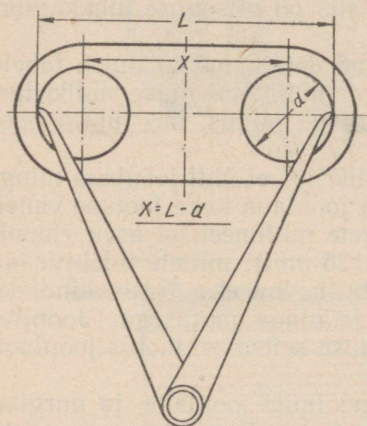
Joonisel 318 on näidatud detaili mõõtmist joonlaua ja nurgiku abil. Välistastri ja sisetastri kasutamist detaili väliste ja sisemiste mõõtude määramiseks on näidatud joonisel 319.

Joonisel 320 on näidatud detaili seina paksuse mõõtmist. Antud detaili suuremat siseläbimõõtu pole võimalik mõõta ei välisega ka sisetastri, sest antud juhul pole võimalik mõõduriista, tema harude vahekaugust rikkumata, avast välja võtta. Niisugusel juhul võib toimida järgmiselt. Välistastri harud nihutatakse laiali mistahes kaugusele, kuid sellisele, mis võimaldab välistastrit harude vahekaugust rikkumata detaili asetada ja sealt välja võtta. Seejärel asetatakse terasjoonlaud vastu detaili välisseina ning tehakse kindlaks välistastri näit terasjoonlaua skaalal. Välistastri näit (18 mm) antud asendi puhul peetakse meeles. Seejärel asetatakse välistaster terasjoonlauale ning määratakse harude vahekaugus (antud juhul 25 mm); lahutades teisest näidust esimese, saadakse seina paksus  $25 - 18 = 7$  (mm).



Joon. 320.

Joonisel 321 on näidatud kahe ühesuguse läbimõõduga ava tsentrite vahekauguse määramist sisetastri abil. Esmalt määratakse ava läbimõõt  $d$ , seejärel määdetakse tähega  $L$  märgitud vahekaugus; tsentrite vahekaugus  $X = L - d$ .



Joon. 321.

Joonisel 322 on näidatud kõverjoonelise kontuuriga detaili piirjoone määramist. Detaili määdetavale osale asetatakse esmalt paberileht, mis muljutakse määdetava kontuuri järgi. Seejärel, võtnud paberi detaililt, joonestatakse pliitsiga muljumise jälg välja ning saadakse detaili kontuur kõverjoonena. Järgnevalt valitakse sirkliaga sellele kõverale vastavad raadiused ning saadakse otsitud mõõdud.

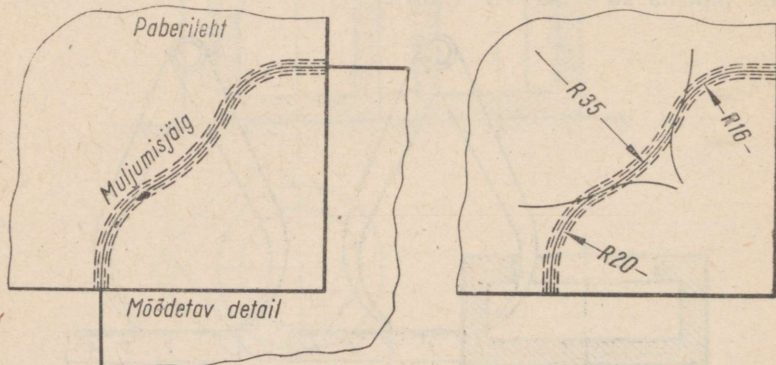
Joonisel 323 on näidatud detaili välis- ja siseläbimõõtude ja süvendite sügavuse määramist.

**Koostamisjoonise mõiste.** Joonist, millel ei kujutata ühtainsat detaili, vaid mitut detaili koostatud olekus, nimetatakse koostamisjooniseks.

Koostamisjoonised annavad selge ettekujutuse nii sõlmest endast tervikuna kui ka tema koostisosadest — detailidest.

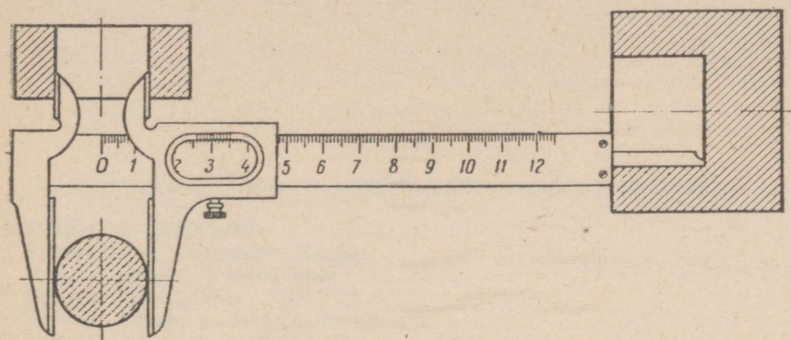
Koostamisjooniseid kasutatakse peale selle sõlmede kokkupanelkul, s. t. üksikute detailide õigeks paigutamiseks, ühendamiseks ning kinnitamiseks. Koostamisjoonised valmistatakse harilikult ortogonaalprojektsioonis.

Iga koostamisjoonise alumises parempoolses nurgas peab olema kirjanurk.



Joon. 322.

Peale selle peab iga koostamisjoonis olema varustatud nn. spetsifikatsiooniga. Spetsifikatsiooniks nimetatakse tabelit, milles näidatakse sõlme kuuluvate detailide järjekorranumbrid, nimetused ja tähistused.



Joon. 323.

Lisaks sellele näidatakse spetsifikatsioonis ära ka sõlme kuuluvate detailide arv, materjali nimetus jne.

Sõlme moodustavate detailide kuju ja mõõtude määramist ning iga detaili joonise valmistamist koostamisjoonise järgi nimetatakse detailiseerimiseks. Detailiseerimisel tuleb iga detail kujutada joonisel selliselt, et oleks võimalik saada temast täielikku ettekujutust ning valmistada teda. Selleks peab detaili joonis sisaldama vajaliku arvu vaateid ja lõikeid, mõõte jm.

Asudes koostamisjoonise lugemisele, tuleb kõigepealt tutvuda sõlme nimetusega, et mõista, mis koostamisjoonisel on kujutatud. Seejärel tutvume joonise erisustega; selleks on vaja kindlaks teha, missugused vaated, lõiked ja ristlõiked on toodud koostamisjoonisel, lugeda kõik joonisel olevad pealkirjad, selgitada sõlmesse puutuvad põhimõõdud jne.

Alles pärast seda võib asuda iga üksiku detaili kuju ja mõõtude määramisele, lugedes selleks spetsifikatsiooni ning otsides joonisel järk-järgult kõikide spetsifikatsioonis nimetatud detailide projektsioone. Seejuures tuleb meeles pidada, et kahe pinnaga kokkupuutuvad detailid on lõikes viirutatud vastassuunas.

Määranud koostamisjoonise järgi iga üksiku detaili kuju ja mõõdud, tuleb selgitada detailide kokkupaneku järjekord ning nende vastastikuse ühendamise ja kinnitamise viisid.

Alles pärast koostamisjoonise põhjalikku uurimist võib asuda tema detailiseerimisele.

## SISUKORD

### I peatükk. Prisma- ja silindrikujuliste esemete joonestamine.

<b>A. Korrapärane püstprisma.</b>	
Korrapärase püstprisma mõiste . . . . .	3
I. Prisma kabinetprojektsioonid . . . . .	4
II. Prisma pinnalaotuse valmistamine . . . . .	6
III. Prisma ortogonaalprojektsioonid . . . . .	8
IV. Jooniste lugemise näiteid . . . . .	12
<b>B. Isomeetria.</b>	
Isomeetria mõiste . . . . .	18
Isomeetria ehitamine . . . . .	20
<b>C. Püstringsilinder.</b>	
Püstringsilindri mõiste . . . . .	26
I. Püstringsilindri isomeetria . . . . .	27
II. Silindri pinnalaotuse ja mudeli valmistamine . . . . .	35
III. Silindri ortogonaalprojektsioonid . . . . .	37
IV. Silindrilise krüvijoone mõiste . . . . .	38
V. Keerme mõiste . . . . .	40
<i>Praktilised tööd</i>	
I. Jooniste lugemine . . . . .	41
II. Harjutused . . . . .	50
III. Tööd . . . . .	63

### II peatükk. Ristlõiked ja lõiked.

I. Ristlõiked . . . . .	69
II. Lõiked . . . . .	73
III. Hoonete plaanide ja lõigete mõisted . . . . .	80
<i>Praktilised tööd</i>	
I. Jooniste lugemine . . . . .	89
II. Harjutused . . . . .	92
III. Tööd . . . . .	99

### III peatükk. Joonte liited.

Liite mõiste . . . . .	100
I. Vajalikud tingimused sujuvate üleminekute saamiseks. Liidete liigid . . . . .	101
II. Liidete ehitamise juhiseid . . . . .	104
III. Kalle . . . . .	110
IV. Valtsterase profiili (ristlõike) joonestamine . . . . .	112
<i>Praktilised tööd</i>	
I. Harjutused . . . . .	114
II. Tööd . . . . .	118

#### IV peatükk. Püramiidi- ja koonusekujuliste kehade joonestamine.

	Korrapärase püramiidi ja püstringkoonuse mõiste . . . . .	127
I.	Püramiidi ja koonuse isomeetiline kujutis . . . . .	128
II.	Püramiidi ja koonuse ortogonaalprojektsioonid . . . . .	133
III.	Püramiidi ja koonuse pinnalaotuse ehitamine . . . . .	139
	<i>Praktilised tööd</i>	
I.	Jooniste lugemine . . . . .	142
II.	Harjutused . . . . .	145
III.	Tööd . . . . .	150

#### V peatükk. Esemete joonestamine, mille kujus esineb kera ja rõngas.

	Pöördpinna ning kera- ja rõngaspinna mõiste . . . . .	155
I.	Kera isomeetiline kujutis . . . . .	158
II.	Kera ortogonaalprojektsioonid . . . . .	159
III.	Ringrõnga ortogonaalprojektsioonid . . . . .	164
	<i>Praktilised tööd</i>	
I.	Jooniste lugemine . . . . .	165
II.	Harjutused . . . . .	167
III.	Tööd . . . . .	168

#### VI peatükk. Esemete joonestamine, millede kujus esinevad tasapindadega lõigatud prismad ja silindrid.

	Tasapinnad, mis on risti vaid ühe projektsioonipinnaga. Tasapinna jälgjoone ja telgpunkti mõiste . . . . .	174
I.	Kuusnurkse prisma lõikumine projekteeruva tasapinnaga . . . . .	176
II.	Silindri lõikumine projekteeruva tasapinnaga . . . . .	182
	<i>Praktilised tööd</i>	
I.	Jooniste lugemine . . . . .	187
II.	Harjutused . . . . .	189
III.	Tööd . . . . .	191

#### VII peatükk. Esemete joonestamine, millede kujus esinevad tasapinnaliste lõikepindadega püramiidid ja koonused

I.	Kuusnurkse püramiidi lõikumine projekteeruva tasapinnaga . . . . .	193
II.	Koonuse lõikumine projekteeruva tasapinnaga . . . . .	198
	<i>Praktilised tööd</i>	
I.	Jooniste lugemine . . . . .	204
II.	Harjutused . . . . .	207
III.	Tööd . . . . .	210

#### VIII peatükk. Vastastikku lõikuvatest kehadest koosnevate esemete joonestamine.

	Vastastikku lõikuvate pindade ja lõikejoonte mõiste . . . . .	212
I.	Hulktahukate vastastikune lõikumine . . . . .	213
II.	Silindrite vastastikune lõikumine . . . . .	217
III.	Prisma ja silindri vastastikune lõikumine . . . . .	219
	<i>Praktilised tööd</i>	
I.	Jooniste lugemine . . . . .	220
II.	Harjutused . . . . .	223
III.	Tööd . . . . .	228

#### Lisad.

Lisa 1.	Jooniste vormistamise põhireeglid . . . . .	235
Lisa 2.	Põhijuhised esemetest eskiiside valmistamise kohta. Koostamis- jooniste mõiste . . . . .	243

Александр Александрович Абрикосов

ЧЕРЧЕНИЕ

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство  
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

\*

Toimetaja R. Siirak

Tehniline toimetaja M. Aardma

Korrektorid A. Kalberg ja I. Roots

Ladumisele antud 1. II 1957. Trükkimisele  
antud 25. II 1957. Paber 60×92, 1/16. Trüki-  
poognaid 16 + 1 kleeb'is. Arvutuspoognaid  
15,02. Trükiarv 10 000. Tellimise nr. 800.

Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk tn. 2.

Hind rbl. 2.90

Rbl. 2.90

A-21465

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00899394 3