

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

VIII-XI  
KLASSILE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-22365

A. ABRIKOSSOV

# JOONESTAMINE

KÄSIRAAMAT  
VIII—XI KLASSILE



---

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS  
TALLINN 1959

Originaali tiitel:

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

Утверждено Министерством просвещения РСФСР.

Учпедгиз, 1957

Tõlge kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi poolt.

2

Tartu Riikliku Ollkooli  
Raamatukogu

44835

ARHIIVKOGU

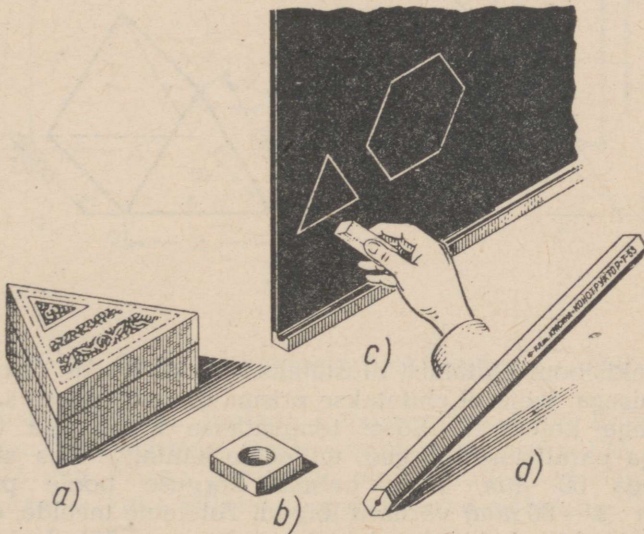
## I peatükk.

### PRISMA- JA SILINDRIKIJULISTE ESEMETE JONESTAMINE.

#### A. KORRAPÄRANE PÜSTPRISMA.

#### KORRAPÄRASE PÜSTPRISMA MÖISTE.

Joonisel 1 on toodud rida esemeid, millede vaatlemine annab ettekujutuse prismast. Niisugusteks esemeteks on näiteks kolmnurkne karbik (joon. 1, a), detailide kinnitamiseks kasutatav



Joon. 1.

nelikantmutter (joon. 1, b), klassitahvlil 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.

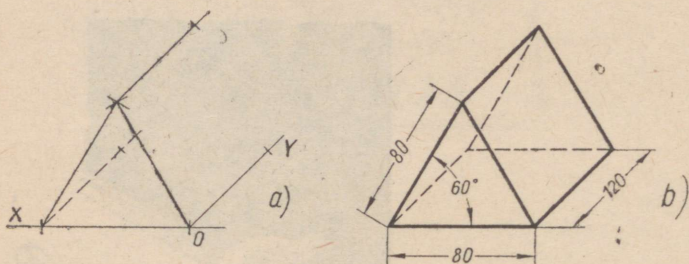
Prismat nimetatakse püstprismaks, kui tema külgservad on ühe põhjaga risti. Püstprismat nimetatakse korrapäraseks, kui tema põhjad on korrapärased hulknurgad. Niisuguse prisma<sup>1</sup> kõik külgtahud on võrdsed ristkülikud.

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) kabinetprojektsioonis prisma, mille kõrgus on 120 mm ja mille põhjadeks on võrdkülgse kolmnurgad külje pikkusega 80 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, milledele kantakse siis sirglõigud pikkusega 60 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 ehitamist.

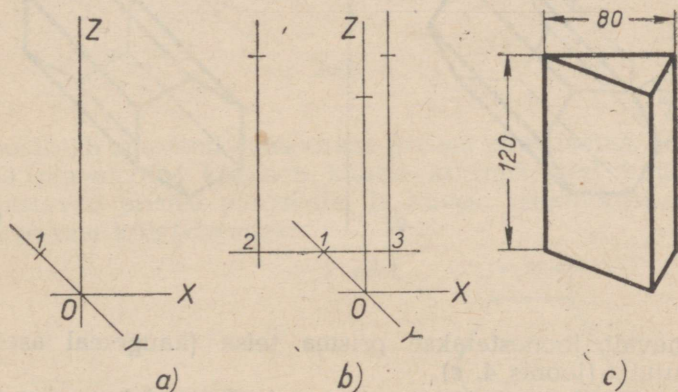
<sup>1</sup> Edaspidi, kui pole nõutud erilist täpsustamist, nimetatakse lühiduse mõttes korrapärasest püstprismat lihtsalt prismaks.

mine kolmnurksest prismast, mis mõõtudelt vastab eelmisele, kuid on põhjadega asetatud paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga, mitte esiprojektsioonipinnaga.

Kabinetprojektsiooni ehitamist alustatakse X-, Y- ja Z-telje tõmbamisega (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.

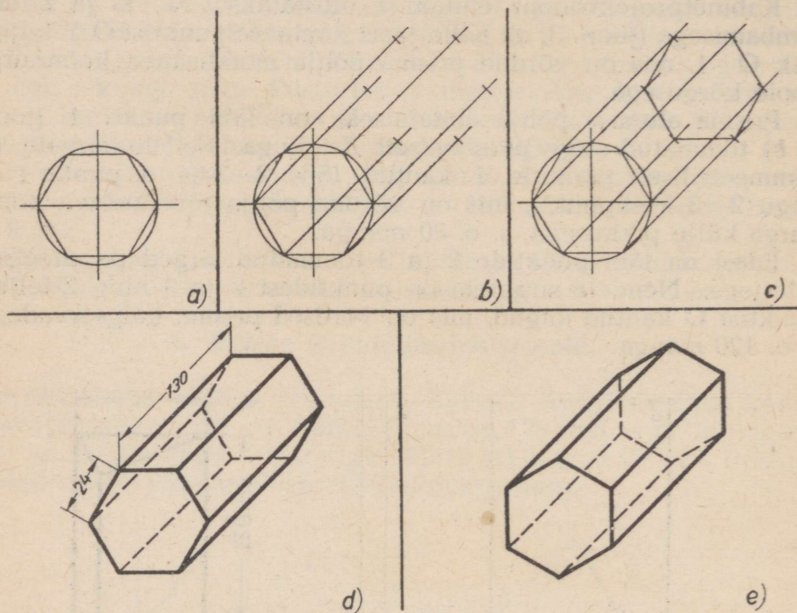
Antud prisma lõpetatud kabinetprojektsioon on näidatud joonisel 3, c.

**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 paralleelsed 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) pee-

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



Joon. 4.

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

Prisma lõplik projektsioon (joon. 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.

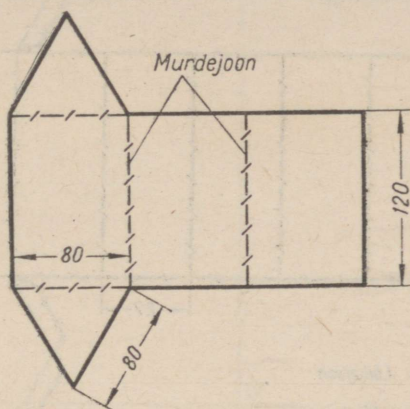
## II. Prisma pinnalaotuse valmistamine.

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.

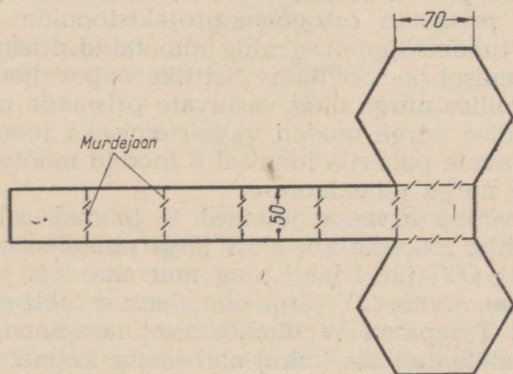
Pinnalaotus kolmnurksest prismast, mille kabinetprojektsioo-

nide ehitamist käsitleti eespool (joonised 2 ja 3), on kujutatud joonisel 5. Nimetatud prisma pinnalaotus koosneb kahest võrdkülgsest kolmnurgast, mis vastavad tema põhjadele, ja kolmest ristkülikust, mis vastavad prisma külgtahkudele.



Joon. 5.

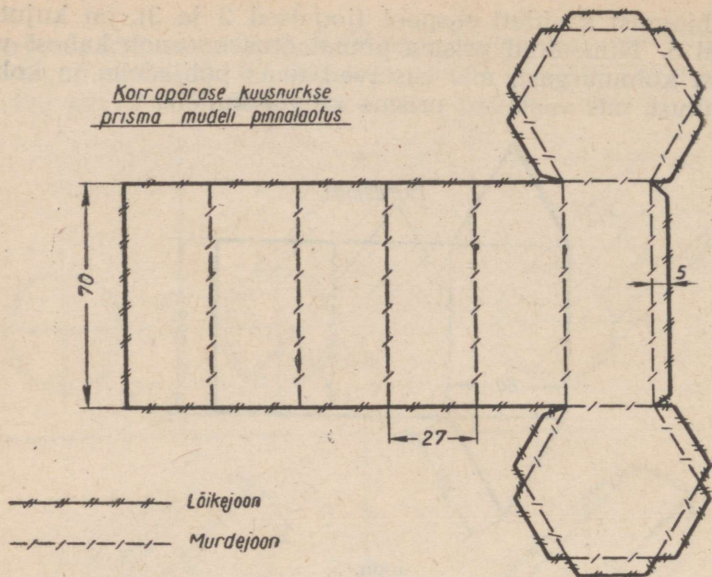
Joonisel 6 on antud kuusnurkse prisma pinnalaotus. Nimetatud prisma pinnalaotus koosneb kahest korrapärasest kuusnurgast, mis vastavad prisma põhjadele, ja kuuest ristkülikust, mis vastavad prisma külgtahkudele.



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 mudeleid.

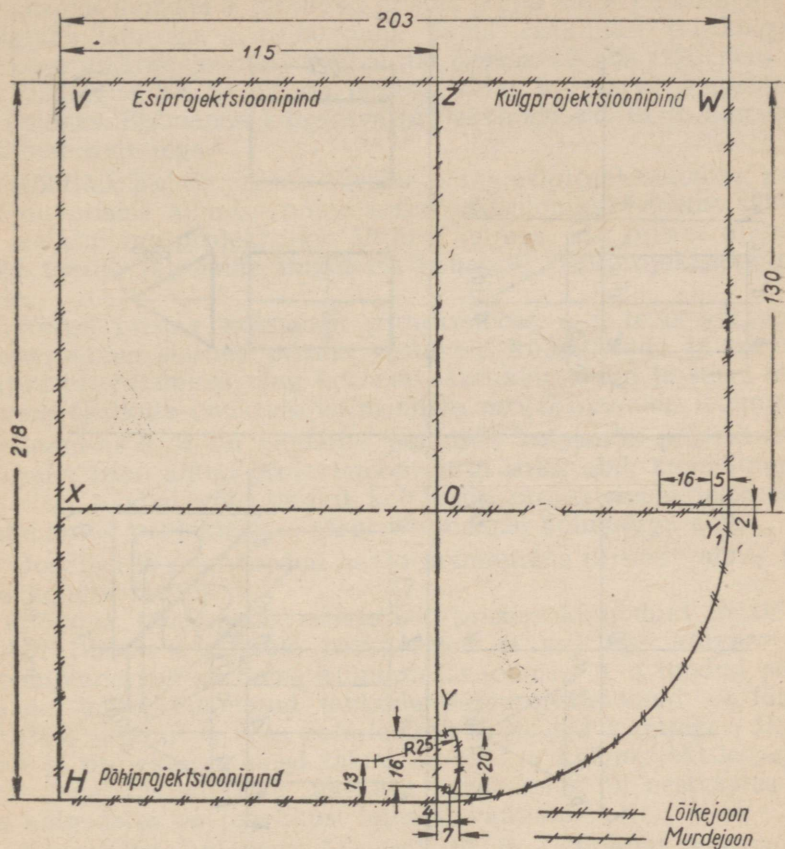
Kolmetahulise nurga mudeli valmistamiseks joonestame masstaabis 1:1 tugevale paberile joonisel 8 toodud mõõtudele vastava kolmetahulise nurga pinnalaotuse.

Sejärel, 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 külgvaate 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-



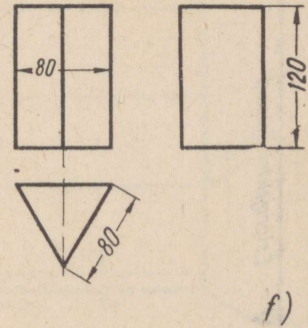
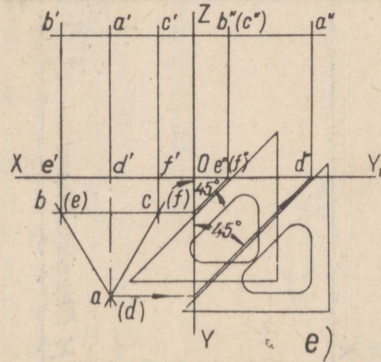
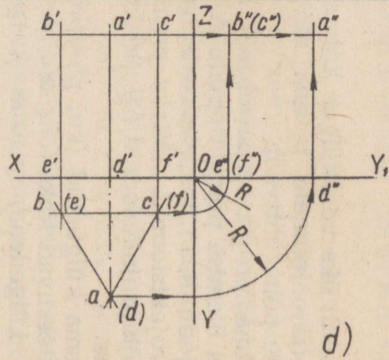
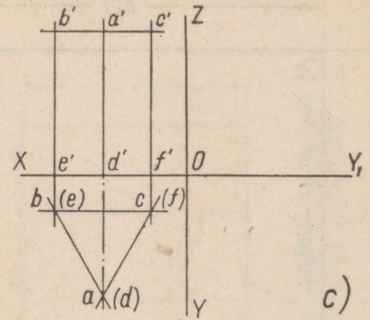
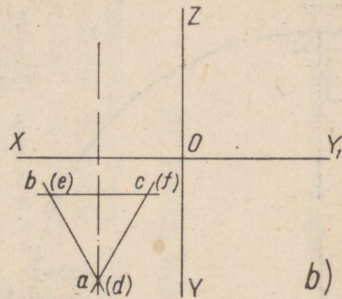
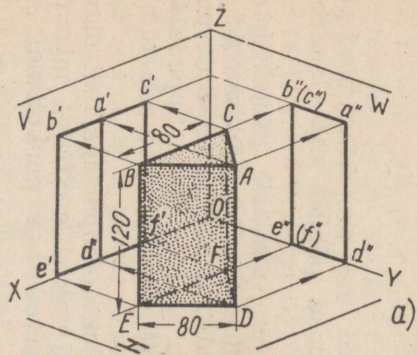
Joon. 8.

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 punktidena, 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



Joon. 9.

on võrdne joonisel 9,  $a$  toodud prisma põhja külje pikkusega (või külgtahu laiusega, s. o. 80 mm). Sama ristküliku 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  $d'd'$  ühtib eestvaate sümmeetriateljega.

Rõhthõik  $b'c'$  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 ehitamises 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.

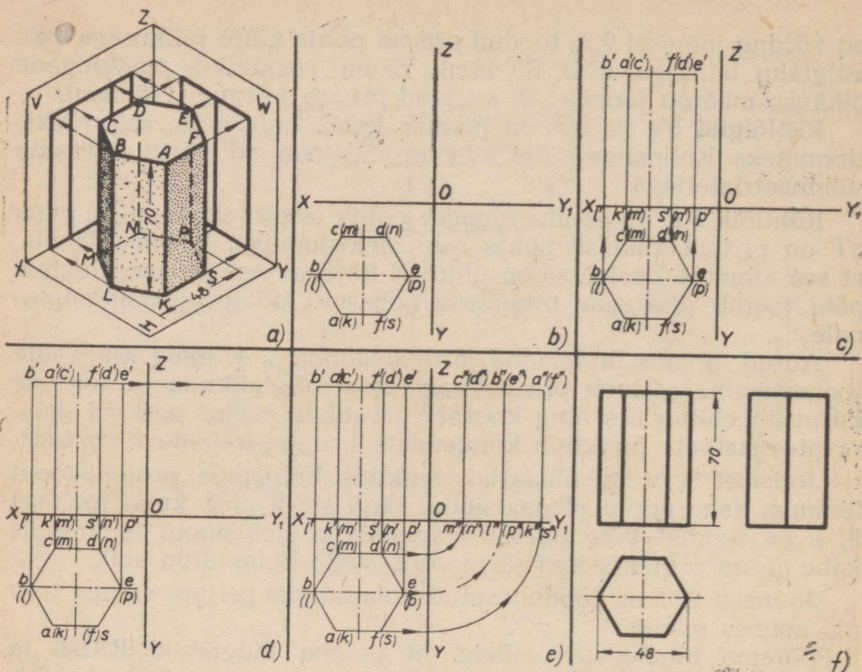
**Kuusnurkne prisma.** Joonisel 10 on näidatud kuusnurkse prisma kolme ortogonaalprojektsiooni, s. t. prisma eest-, pealt- ja külgservade ehitamist.

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 ristkülik  $b'e'p'I$  (joon. 10,  $c$ ). Tema rõhthõikude 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



Joon. 10.

ristküliku püstkülgede pikkuse määrab joonisel 10, *a* antud prisma kõrgus (70 mm).

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

Rõhtlõik  $b'e'$  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. külgsuure (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 külgsuurena. Antud joonise lugemise kergendamiseks on sama detail joonisel 11, *b* kujutatud näitlikult. Nagu näha, kujutab antud detail endast korrapärasest viisnurksest prismast. Punased nooled näitavad eestvaate, sinised pealtvaate, rohelised aga külgsuure 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 projekteerija suhtes.

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

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

Oeldust võime teha järgmised järeldused.

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

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

3. Kui tahk on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, siis annab tema kujutis eestvaates (helepunane ristkülik) 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 ristkülikutena ning tinglikult esile tõstetud tumepunase värviga.

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

Külgvaates on vasak esitahk kujutatud tumepunase ristküliku kujul. Parempoolse esitahu kujutis külgvaates ühtib vasakpoolse esitahu kujutisega.

Oeldust võime teha järgmised järeldused.

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

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

3. Kui tahud pole paralleelsed ei esi- ega külgprojektsioonipinnaga, siis nende kujutised eest- ja külgvaates (tumepunased ristkülikud) ei anna edasi nimetatud tahkude tegelikku suurust.

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

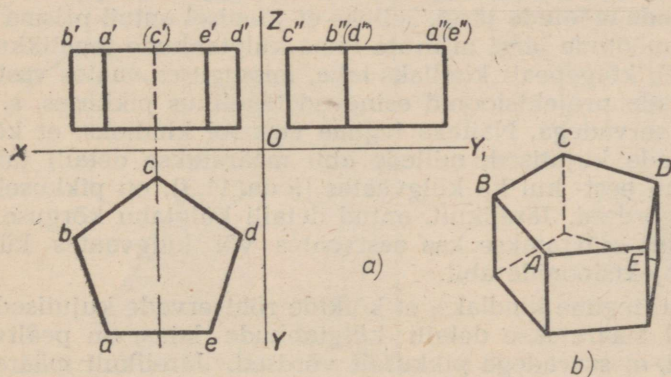
Vaatleme nüüd detaili mõlemate põhjade asetust projektsioonipindade suhtes.



ortogonaalprojektsioonide järgi teeme kindlaks, et kõik tema külgservad on paralleelsed kahe projektsioonipinna, ja nimelt esi- ning külgservade projektsioonipinna suhtes, sest külgservi kujutavad sirglõigud on paralleelsed Z-teljega. Järelikult annavad need sirglõigud esi- ja külgservade projektsioonipinnal 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 külgservade projektsioonipinnaga, on samal ajal risti kolmanda projektsioonipinnaga — põhiprojektsioonipinnaga, sest nende kujutised pealtvaates on punktid — viisnurja tippudeks (mis tinglikult on samal joonisel 11, *f* kujutatud punaste punktidenä).

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 paralleelne X-teljega. Järelikult annavad need sirglõigud nii eest- kui ka pealtvaates edasi serva tegeliku pikkuse, s. t. nad on servaga võrdse pikkusega. Kolmanda projektsioonipinna — külgservade projektsioonipinna suhtes on antud serv risti, sest tema kujutiseks külgservade projektsioonipinnal on punkt *a''* (*e''*).

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

$b''c''$ ,  $c''$  ( $d''$ ) ja ( $d''$ ) ( $e''$ ) külgservatsioonipinnal — ei anna edasi servade tegelikku pikkust.

Samal ajal on need servad paralleelsed põhiprojektsoonipinnaga, sest nende projektioonid esi- ja külgservatsioonipinnal 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 projektsoonipinnaga, nimelt esi- ja põhiprojektsoonipinnaga, on ülejäänud neli serva paralleelsed vaid ühe projektsoonipinna — põhiprojektsoonipinna suhtes.

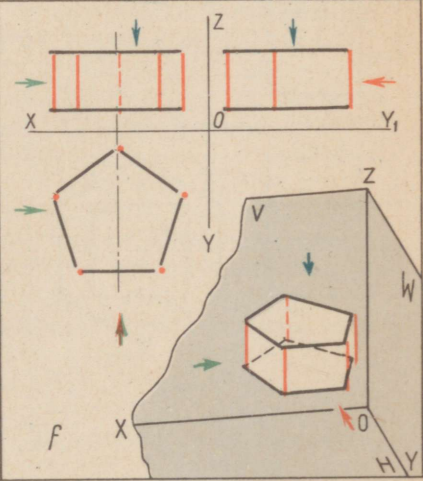
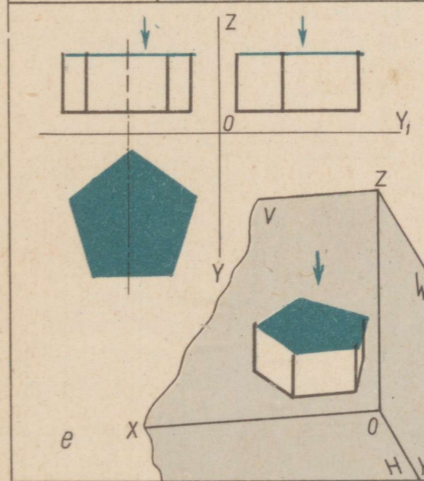
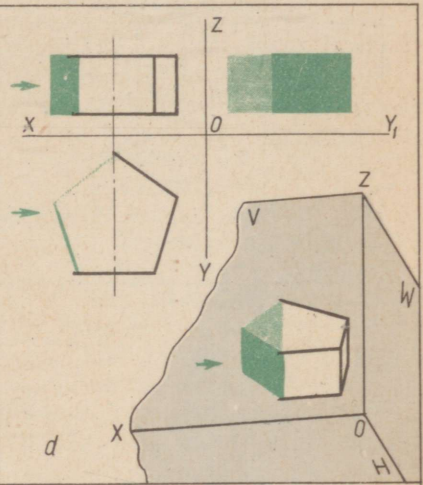
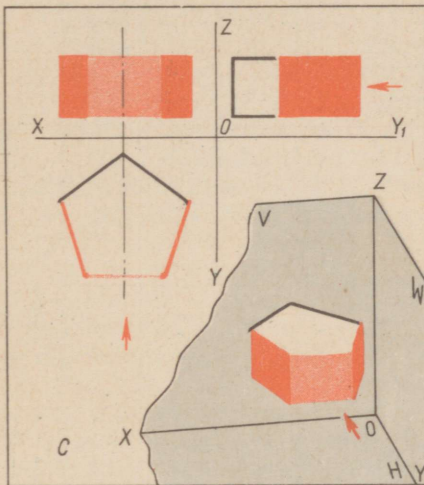
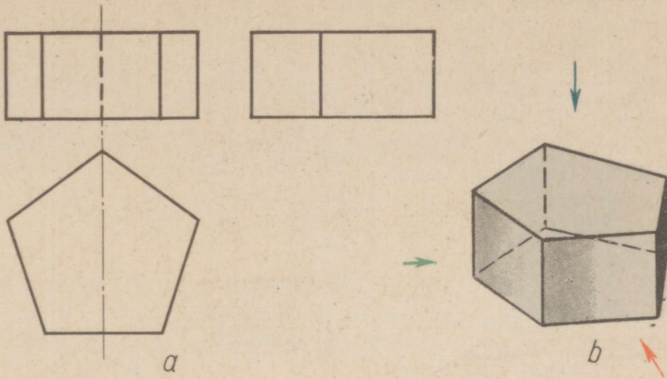
Detaili alumistel rõhtservadel on projektsoonipindade suhtes samad asendid, mis neile vastavatel ülemistel servadel, sest pealtvaates (joon. 12,  $a$ ) alumiste rõhtservade projektioonid ühtivad ülemiste projektsoonidega.

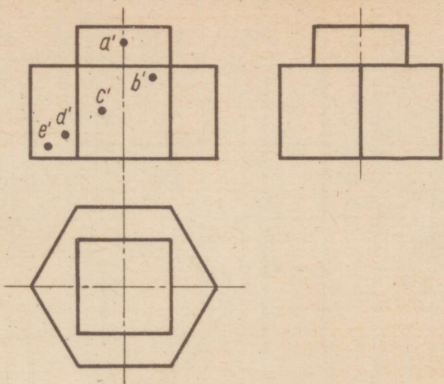
**Prisma külgtahkude tegeliku suuruse määramine joonisel tema külgservade mõõtude järgi.** Selleks et joonisel antud prisma külgservade mõõtude järgi määrata tema külgtahkude tegelikku suurst, tuleb kõigepealt kindlaks teha, missuguses vaates vastavate külgservade projektioonid esinevad tegelikus pikkuses, 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 projektsoonide 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 laius on võimalik määrata ka eestvaatest, kuid ainult selle rõhtserva kujutise (projektsooni) järgi, mis pikkuselt on servaga võrdne, s. t. lõigu  $a'e'$  (joon. 12,  $a$ ) järgi.

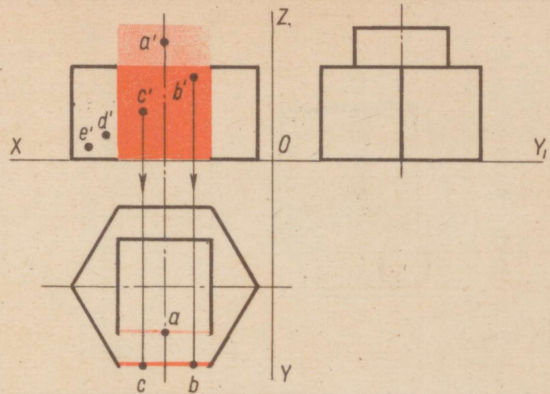
**Prisma pinnale kantud punktide projektsoonide määramine joonise järgi.** Joonisel 13,  $a$  (vt. tabelit) on toodud detaili joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgservades. Detailiks on liitkeha, mis on saadud korrapärase nelinurkse prisma (detaili ülemine osa) ja korrapärase kuusnurkse prisma (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 esiprojektioonid  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$ ,  $d'$  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.

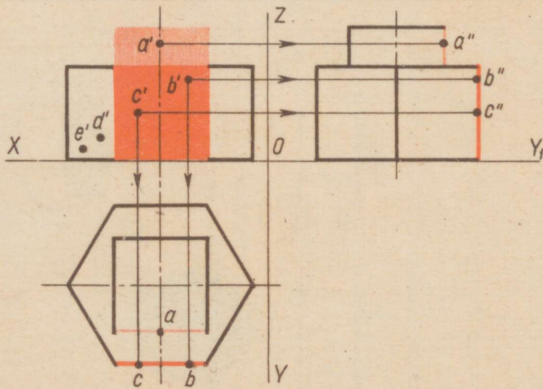




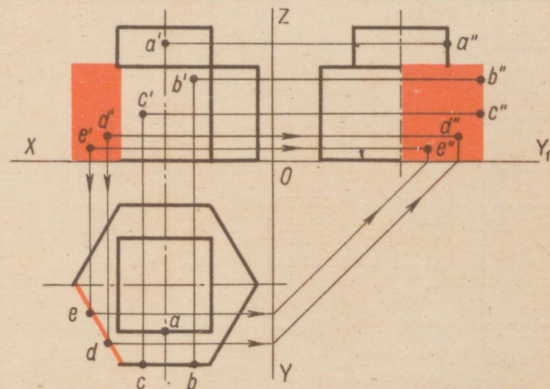
a



b



c



d

Määrame esmalt, kasutades selleks peale eestvaate veel mõnda muud vaadet, näiteks pealtvaadet, detaili pindade teised projektsioonid, milledele on kantud  $A$ ,  $B$  ja  $C$ , ja samade punktide vastavad projektsioonid. Detaili pind, millele on kantud punkt  $A$ , on eestvaates kujutatud ristkülikuna (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 ristkülikuna (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 külgsuunas. Näiteks (joon. 13,  $c$ ) pind, millele on kantud punkt  $A$ , on külgsuunas kujutatud  $Z$ -teljega paralleelse sirglõiguna. Punkti  $A$  külgsuunas  $a''$  asetseb sellel sirglõigul. Teine pind, millele on kantud punktid  $B$  ja  $C$ , on külgsuunas kujutatud tumepunase ja  $Z$ -teljega paralleelse sirglõiguna. Punktide  $B$  ja  $C$  külgsuunas  $b''$  ja  $c''$  asetsevad sellel sirglõigul. Seejuures on helepunane sirglõik külgsuunas  $Z$ -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 ristkülikuna ning tinglikult näidatud tume-

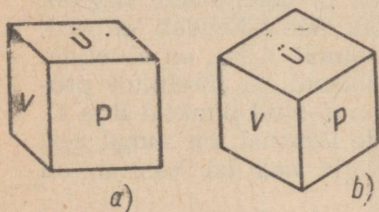
punase värviga, kuna pealtvaates on see pind kujutatud tumepunase sirglõiguna. Tähendab, punktide  $D$  ja  $E$  põhiprojektsioonid  $d$  ja  $e$  asetsevad sellel sirglõigul. Vastandades näiteks pealtvaates (joon. 13,  $d$ ) kõikide antud viie punkti asendid  $X$ -telje suhtes (või, mis on sama, esiprojektsioonipinna 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 MÕISTE.

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



Joon. 14.

milledest 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-

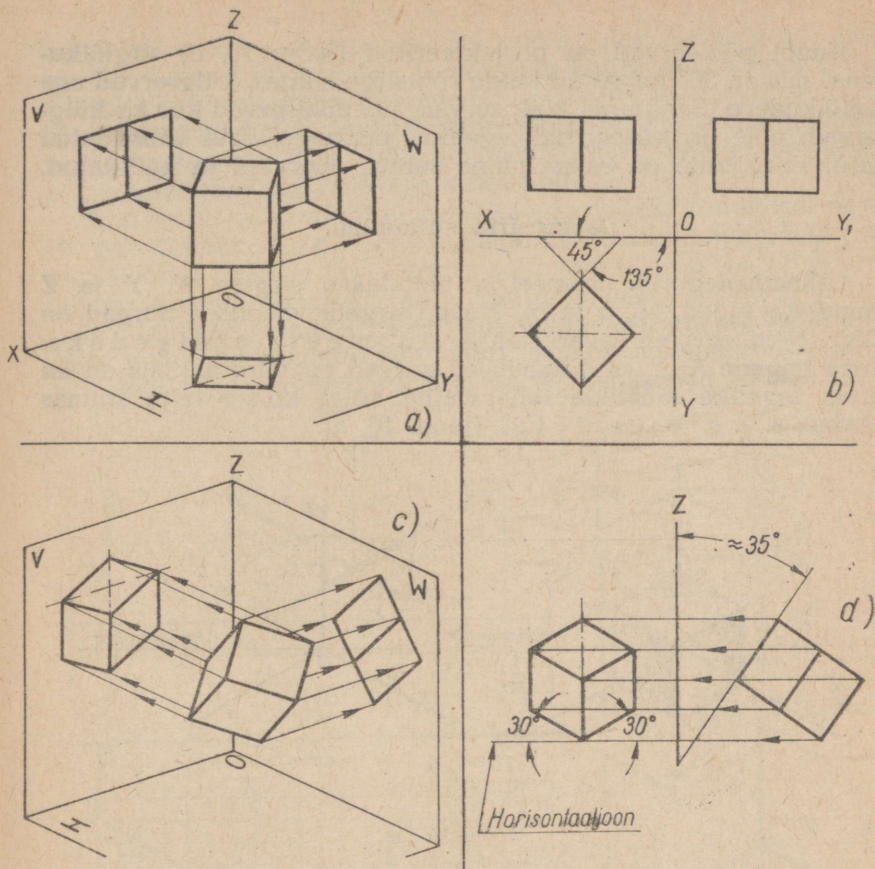
gesti üldise ruumilise ettekujutuse eseme vormist. Selles seisabki isomeetria sarnasus kabinetprojektsiooniga.

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 rööpküliku kuju.

Isomeetria ülalnimetatud erinevus kabinetprojektsioonist tekib seetõttu, et tema ehitamiseks asetatakse ese projektsioonipinna



Joon. 15.

ja projekteerija silma vahele teisiti kui kabinetprojektsiooni valmistamisel. Peale selle — projekteerivad kiired on suunatud projektsioonipinnale 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;

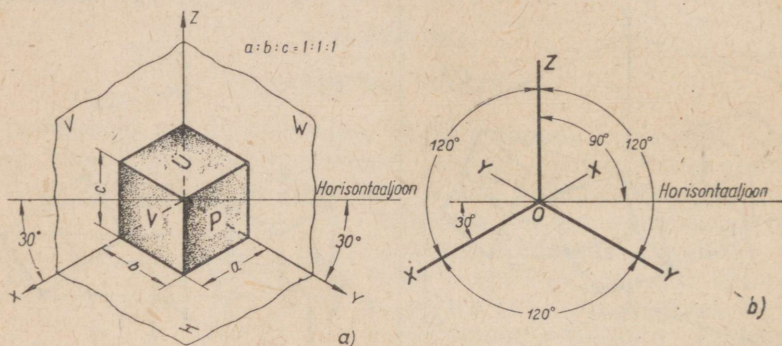
b) seejärel on kuup kallutatud selliselt (joon. 15, c — näitlik kujutis, joonis 15, d — isomeetria), et tema külgservad on  $35^\circ$  nurga all kaldu esiprojektsioonipinna suhtes;

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 esimest täpse isomeetrilise kujutise valmistamisel kõiki tema tegelike mõõte vähendada 0,82 korda.

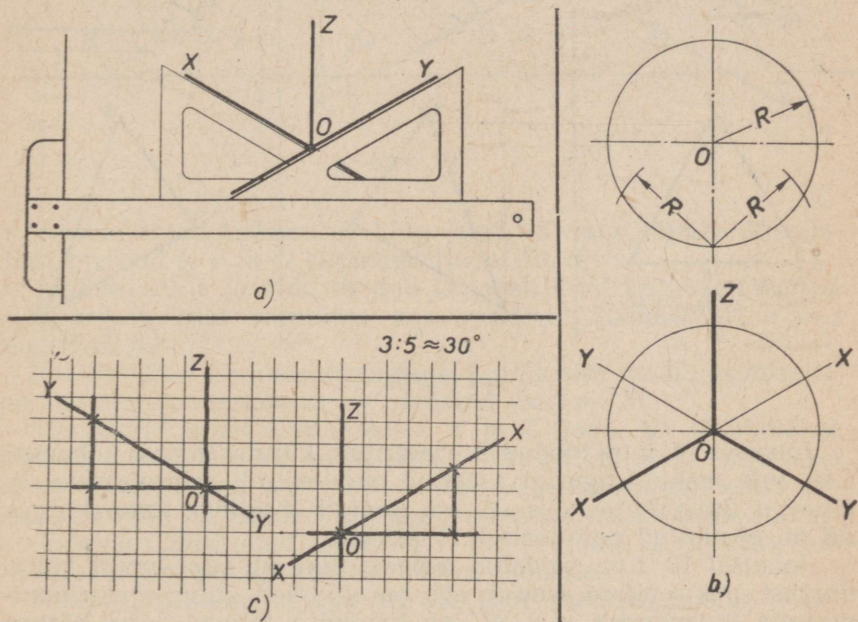
Isomeetria võib ehitada ka tegelike mõõtude järgi, s. t. neid lühendamata. Sel puhul on isomeetiline kujutis tõelisest kujutisest veidi suurem, ja nimelt 1,22 (100 : 82) korda. Joonestamise lihtsustamiseks jätame edaspidi mõõdud lühendamata ning kanname telgedele ja nendega paralleelsetele sirgetele 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 niisugused pinnad, nagu näiteks samal joonisel tähega  $Ü$  märgitud tahk, asetatuks paralleel-

selt põhiprojektsioonipinnaga. 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 pikemasse on sel juhul 3 : 5, mille puhul hüpoteenuusi kaldenurk (meie näite puhul *X*- ja *Y*-telje kaldenurk) rõhtsirge suhtes on  $30^\circ$  (täpsemalt  $30^\circ 58'$ ).

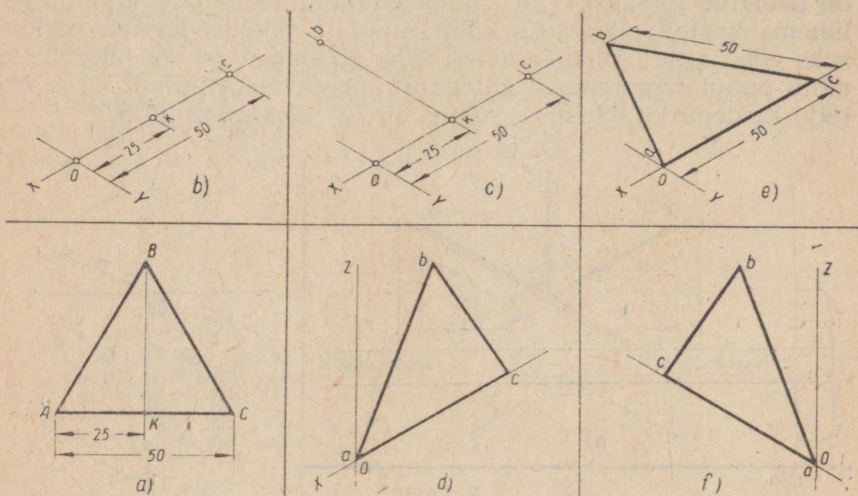


Joon. 17.

**Tasapinnaliste kujundite — hulknurkade joonestamine isomeetrias.** Kolmnurk. Esimene juhtum. Antud on võrdkülgne kolmnurk *ABC* (joon. 18, *a*) külje pikkusega 50 mm. Teha isomeetiline kujutis antud kolmnurgast, kui ta asetseb paralleelselt põhiprojektsioonipinnaga. Ülesanne lahendatakse järgmiselt. Esmalt tõmmatakse isomeetrialteljed *X* ja *Y* (joon. 18, *b*), mille järel punktist *O* kantakse *X*-teljele lõik *Oc*, mis võrdub antud kolmnurga külje *AC* pikkusega (s. a. 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* isomeetiline kujutis.



Joon. 18.

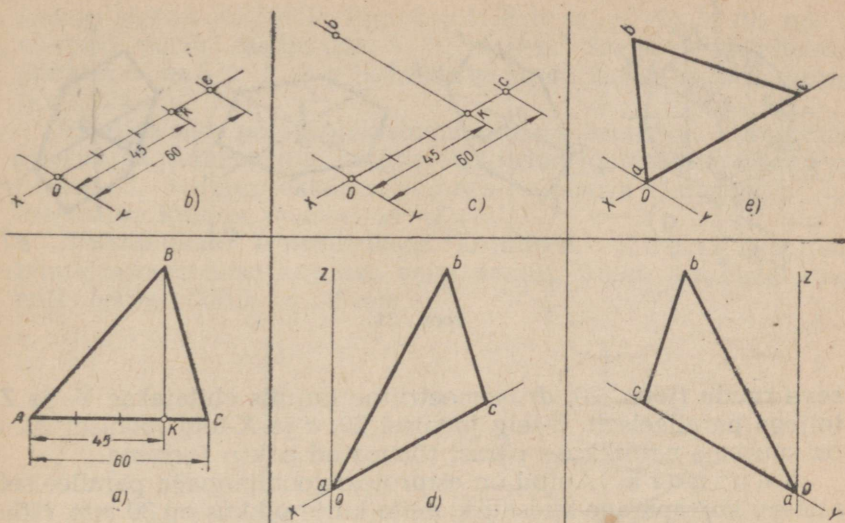
Joonisel 18, *e* on toodud isomeetiline kujutis samast kolmnurgast, mis seekord aga on asetatud paralleelselt esiprojektsioonipinnaga (kolmnurga alus *AC* on kantud *X*-teljele, kuna kõrgus *BK* on püstitatud paralleelselt *Z*-teljega).

Joonisel 18, *f* on näidatud isomeetiline kujutis samast kolmnurgast, mis seekord asetseb aga paralleelselt küljprojektsioonipinnaga (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 isomeetiline 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



Joon. 19.

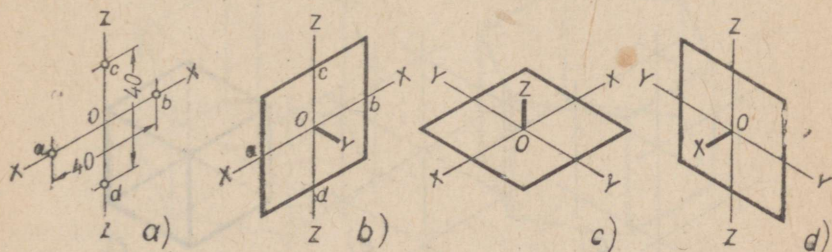
on võrdne antud kolmnurga kõrgusega  $BK$ , ning lõpuks ühendatakse punktid  $b, c$  ja  $O$  sirgetega (joon. 19, d).

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

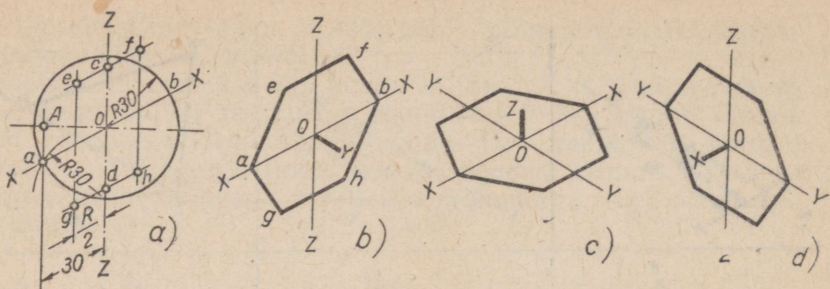
**R u u t.** Esiprojektsioonipinnaga paralleelse ruudu isomeetrilise kujutise joonestamine on näidatud joonisel 20.

Tõmmatud isomeetriaatelgedele  $X$  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 näitlikkuse saavutamiseks kujutatud lühikese paksu joonena.

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



Joon. 20.



Joon. 21.

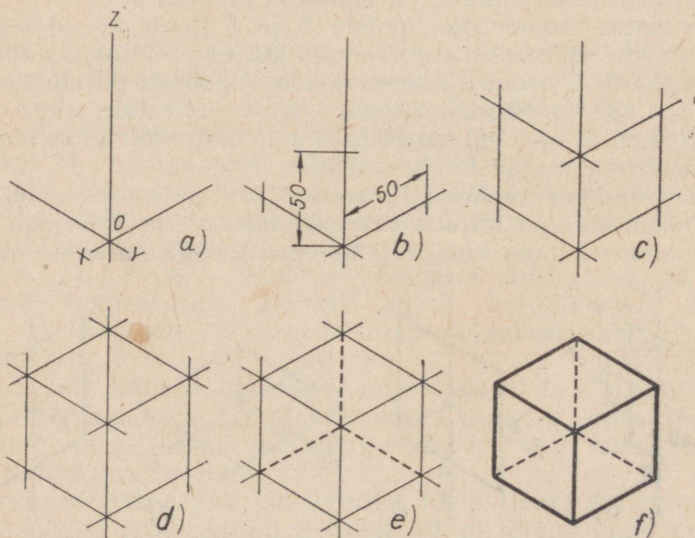
seva ruudu (joon. 20, d) isomeetriline kujutis ehitatakse Y- ja Z-teljega paralleelselt. Z-telg joonisel 20, c ja X-telg joonisel 20, d on suurema näitlikkuse pärast tõmmatud paksu joonena.

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

Esmalt tõmmatakse isomeetriateljed 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 rõhttelje kriipspunktjoont punktis A. Seejärel kantakse Z-teljele lõigud  $Oc = OA$  ja  $Od = OA$ .

Järgnevalt tõmmatakse läbi punktide c ja d X-teljega paral-

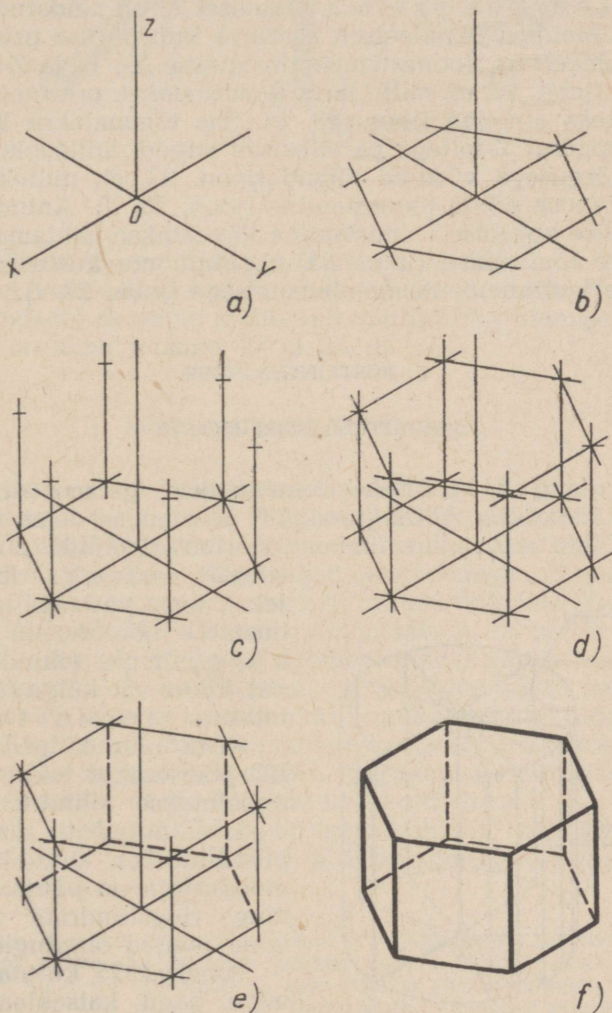


Joon. 22.

leelsed sirged, milledele kontaktse lõigud  $ce$ ,  $cf$ ,  $dg$  ja  $dh$ , mis on võrdsed poole raadiusega, s. o. 15 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 paralleelselt küljprojektsioonipinnaga asetseva kuusnurga isomeetriline kujutis joonisel 21, d.

**Hulktahukate isomeetrilised kujutised.** Kuup. Vaatleme kuubi isomeetrilise kujutise valmistamist. Tuleb kujutada kuup, mille serva pikkus on 50 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 põhjadest, 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 kujutise valmistamine lõpetatakse nähtamatute kontuurjoonte tõmbamisega (joon. 23, e), abijoonete kustutamise ning nähtavate kontuurjoonte ületõmbamisega (joon. 23, f).

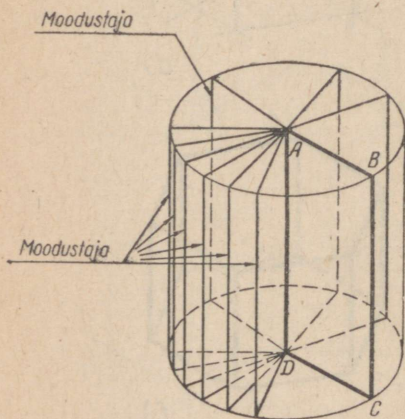
### C. PÜSTRINGSILINDER.

#### PÜSTRINGSILINDRI MÕISTE.

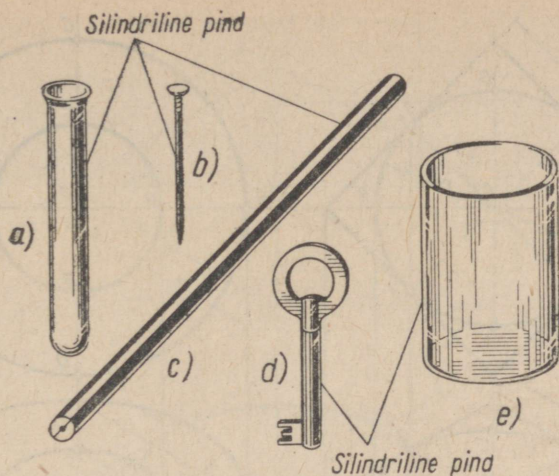
Püstringsilindriks nimetatakse geomeetrilist keha, mis tekib ristküliku  $ABCD$  (joon. 24) pöörlemisel tema ühe külje ümber. Külge  $AD$ , mille ümber pöörleb ristkülik, nimetatakse silindri teljeks (pöördeteljeks); tema vastaskülge  $BC$  moodustab pöörlemisel silindri külgpinna (silindrilise pinn).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

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

Joonisel 25 kujutatud esemete nagu katseklaasi (joon. 25, a), naela (joon. 25, b), üm-



Joon. 24.



Joon. 25.

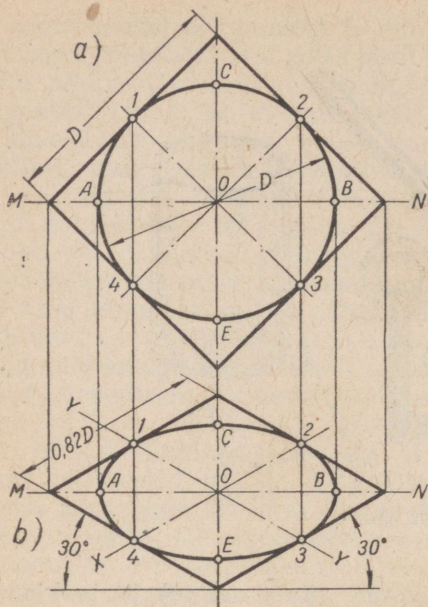
marguse pliiatsi (joon. 25, c), võtme (joon. 25, d) ja teeklaasi (joon. 25, e) vaatlemine annab ettekujutuse silindrilisest pinnast. Tuleb tähendada, et ringid muutuvad näitlikul kujutamisel ellipsiteks, nagu on näha joonisel 24 ja 25, e<sup>1</sup>.

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

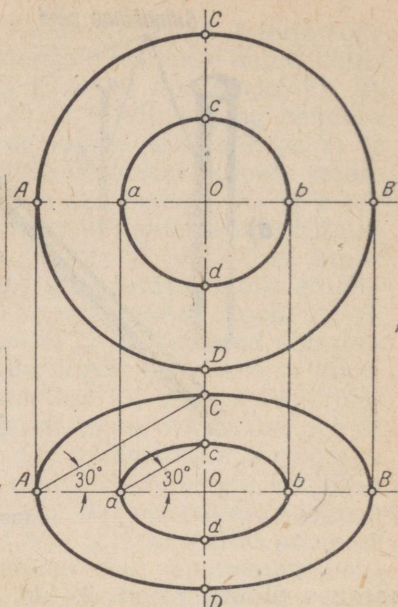
**Ringjoone ja ringi kujutamine isomeetrias.** Ellipsi tekkimine isomeetrias. Ringjoon ja ring projekteeruvad isomeetrias ellipsina. Sellest ettekujutuse saamiseks vaatleme joonist 26, a, millel on kujutatud ringjoone ümber joonestatud ruut. Punktides 1, 2, 3 ja 4 puudutab ringjoon ruudu külgede keskkohiti. 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 isomeetriaatelgedega X ja Y. Ruut muutub seejuures rombiks, ringjoon aga ellipsiks. Ringjoone puutepunktid ruudu külgede keskkohaadega 1, 2, 3 ja 4 on nüüd ellipsi puutepunktideks rombi külgede keskkohaadega. 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 sümmeetria telge.

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



Joon. 26.



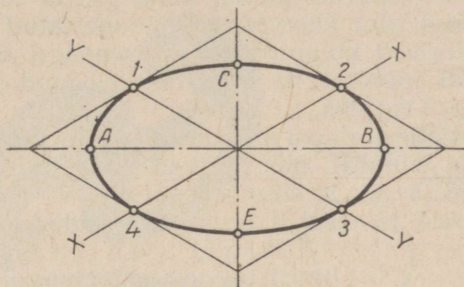
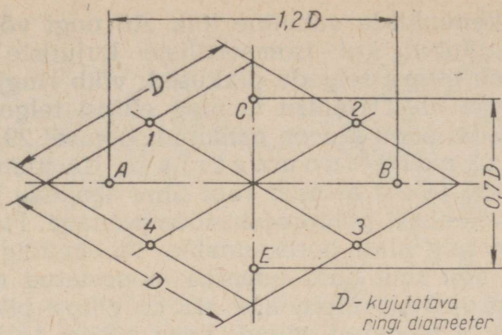
Joon. 27.

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

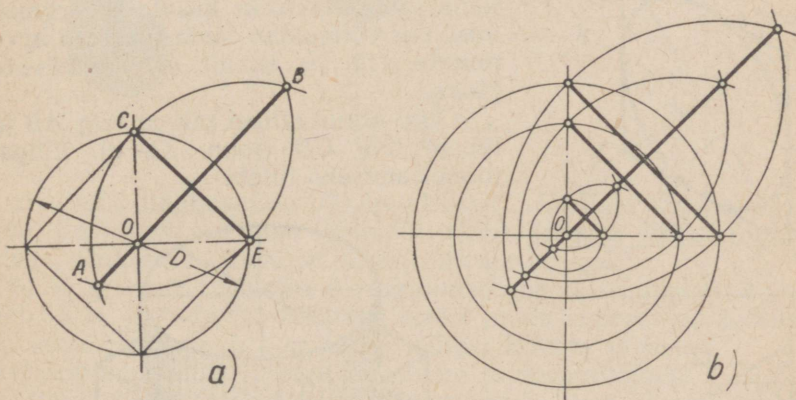
Ellipsi telgede suhe. Ruudu uues asendis (joon. 26, b) on tema külje projektsioon, s. t. rombi külj,  $0,82$  ruudu külje tegelikust pikkusest. Läbimõõdu  $AB$  pikkus jäi muutmatuks, kuid läbimõõdu  $CE$  pikkus on  $0,58$  läbimõõdu tegelikust pikkusest. Järelikult tuleb telgede suunas lüheneva ringjoone (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 külj (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 kül  $CE$ , on võrdne ellipsi lühema teljega. Pikema telje leidmiseks tõmmatakse punktidest  $C$  ja  $E$  kaks kaart raadiusega  $CE$ . Mõle-

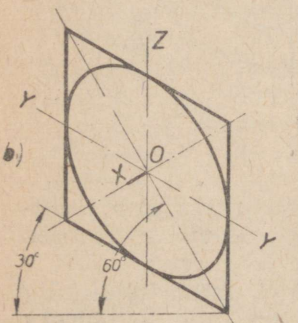
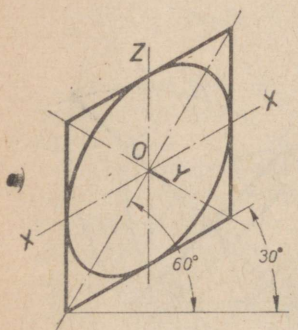
mate kaarte lõikepunktide vaheline lõik  $AB$  ongi võrdne ellipsi pikema teljega. Juhul, kui isomeetriliste kujutiste ehitamisel tuleb leida mitme ellipsi telgede pikkused, võib ringjoonte tõmbamiseks kasutada ühist tsentrit  $O$  ning ellipsi telgede möödud määrata graafiliselt, nagu see on näidatud 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 küljprojektsioonipinnaga, siis on ellipsi pikemal teljel alati joonisel 30,  $b$  näidatud suund, kuna lühem telg on paralleelne  $X$ -teljega.

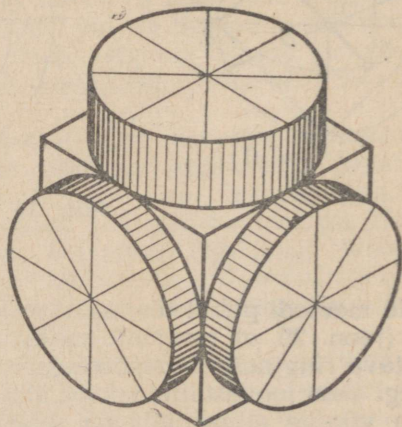
Näitliku ettekujutuse ellipsi asenditest annab joonis 31, millel on kujutatud kolm silindrit, mis liituvad kuubi tahkudega (võrrelda joonistega 28 ja 30). Et silindrite kujutistele anda suuremat reljeefsust, võib neid joonise 31 eeskujul viirutada.

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.

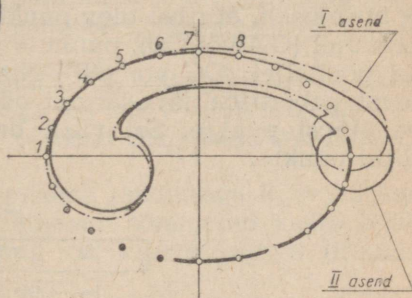
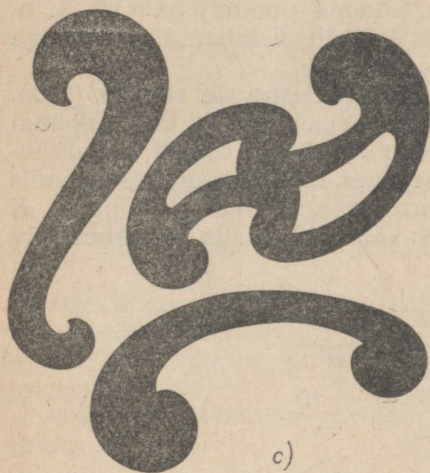
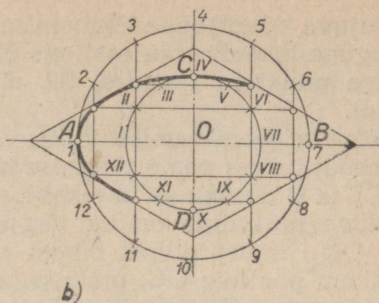
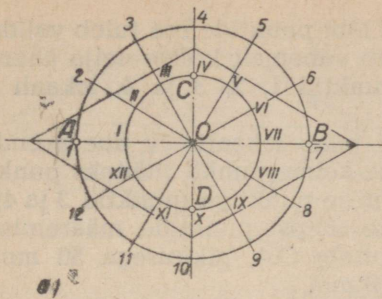
Olgu antud ellipsi pikem telg  $AB$  ja lühem telg  $CD$  (joon. 32,  $a$ ). Ellipsi joonestamiseks tuleb:



Joon. 30.



Joon. 31



c)

d)

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 ehitatava ellipsi punktideks. Selleks, et neid punkte ühendada sujuva kõverjoonega ning saada ellips, tuleb kasutada lekaali. L e k a a l (joon. 32, c) on kõverjoonelise servaga joonlaud igasuguste säärase kõverjoonte tõmbamiseks, mida pole võimalik joonestada sirkli abil, näiteks niisuguste kõverjoonte jaoks, mis pole nagu ellipsi kõverjoongi ringjooned ega selle osad.

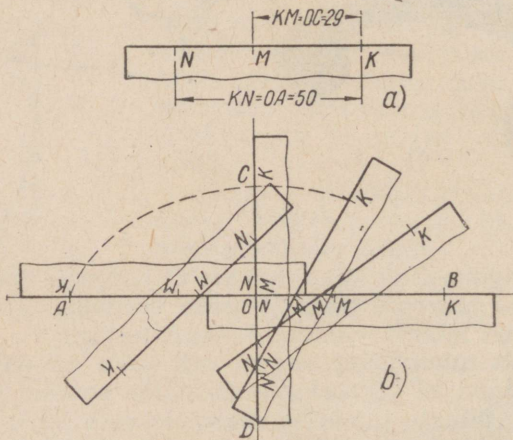
Sujuva kõverjoone tõmbamiseks läbi punktide rea tuleb valida niisugune lekaaliserva osa, mis ühtib vähemalt kolme-nelja ühendatava punktiga (joonisel 32,  $d$  punktid 1, 2, 3 ja 4, lekaali I asend).

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.

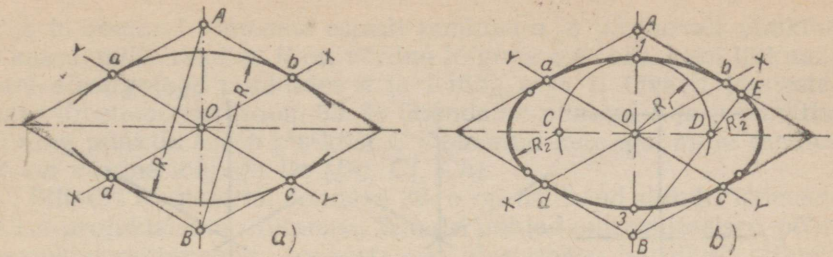


Joon. 33.

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

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

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



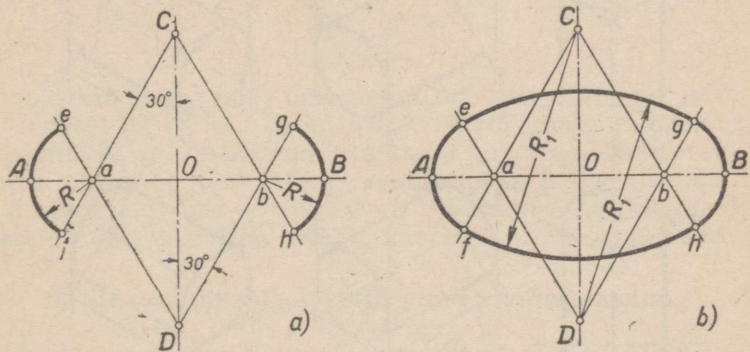
Joon. 34.

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  $D$ .

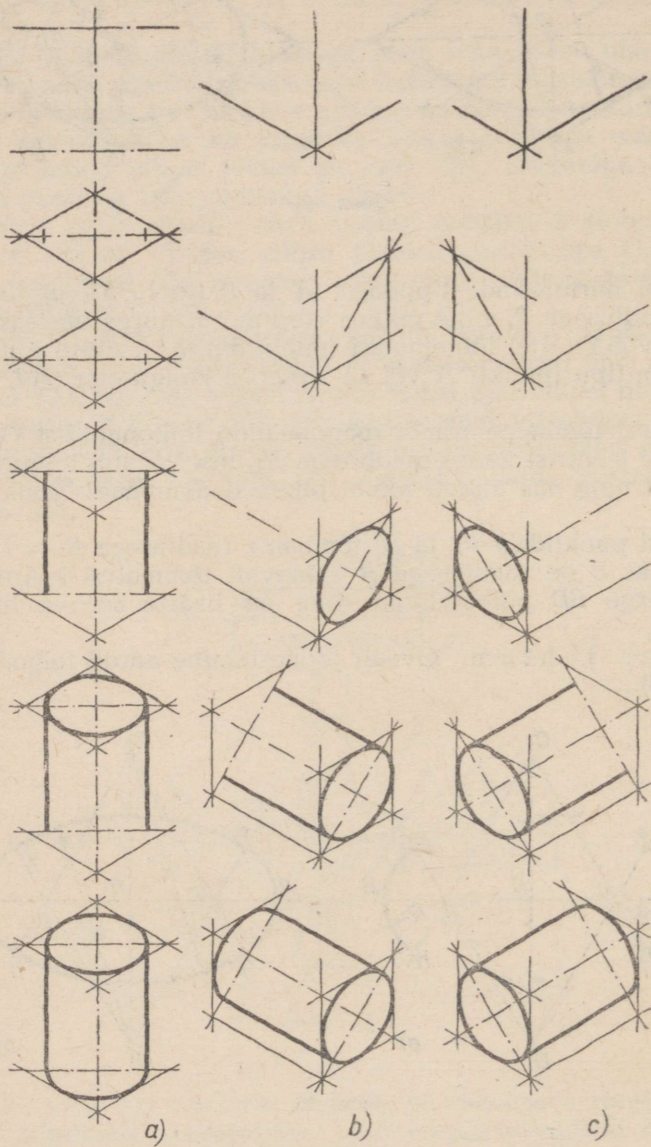
Leitud punktidest ( $C$  ja  $D$ ) tõmbame raadiusega  $R_2 = DE$  kaared. Punkt  $E$  on raadiusega  $R$  eelnevalt tõmmatud kaare lõikepunkt sirge  $BD$  pikendusega ning on kaarte sujuva liitumise punktiks.

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



Joon. 35.

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

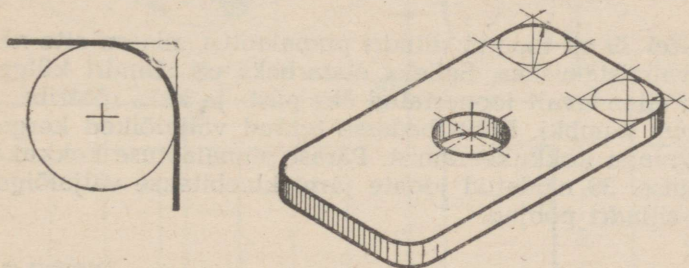


Joon. 36.

$a$  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 joonestada 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 külprojektsioonipinnaga.



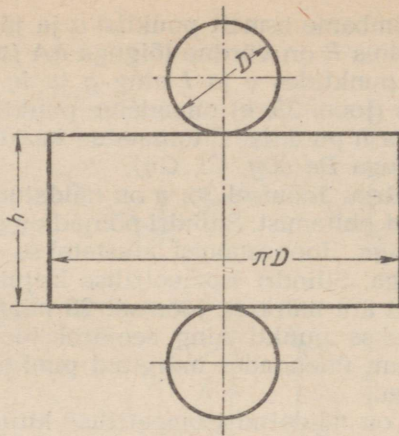
Joon. 37.

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.

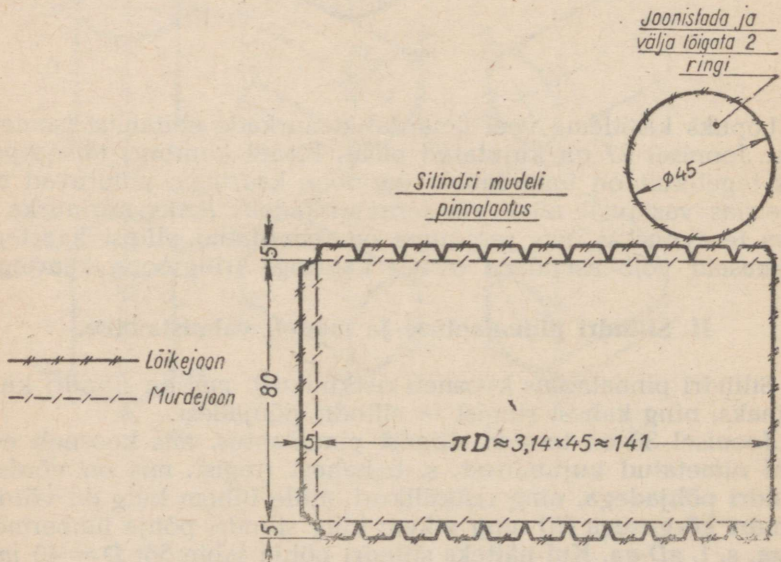
Silindri pinnalaotus koosneb riskülükust, mis on silindri külgpinnaks, ning kahest ringist — silindri põhjadest.

Joonisel 38 on toodud silindri pinnalaotus, mis koosneb eespool nimetatud kujunditest, s. t. kahest ringist, mis on võrdsed silindri põhjadega, ning riskülükust, 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.

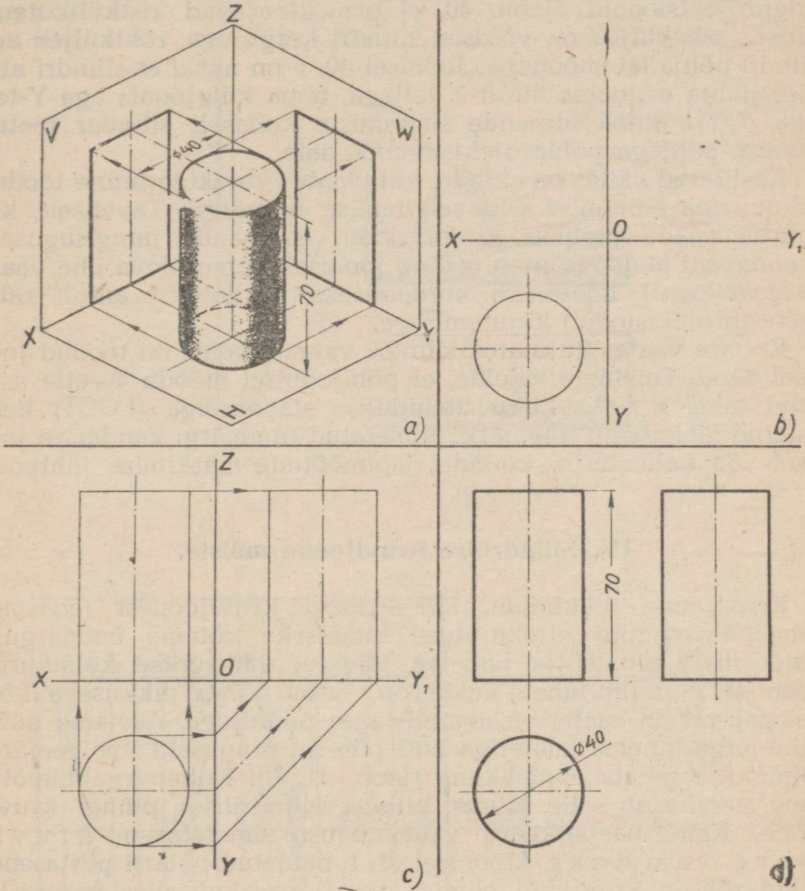
Joonisel 39 on toodud silindri pinnalaotus, mis on ette nähtud mudeli valmistamiseks. Selleks otstarbeks on silindri külgsinna laotusele täiendavalt joonestatud üks püst- ja kaks rõhtriiba, laiusega 5 mm kumbki. Rõhtribadesse tehtud väljalõiked kergendavad külgsinna kokkukeeramist. Pärast pinnalaotuse kokkukeeramist joonisel 39 näidatud joonte järgi kleebitakse väljalõigetega ribadele 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 külgsaate 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 külgsilindri projektsioonid (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 külgsilindri aga Y-teljega ( $OY_1$ ), kuna ülesande tingimuste kohaselt silinder toetub alumise põhjaga põhiprojektsioonipinnale.

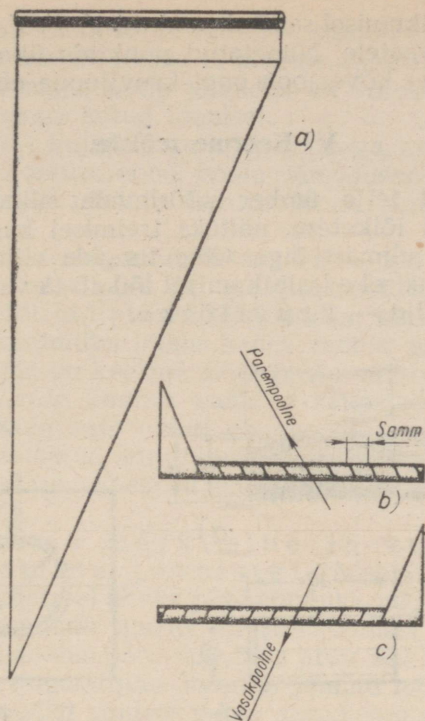
Käsitletud näites on silindri külgsilindri projekteerimine toodud ainult tema ehitamise viisi selgitamise eesmärgil. Tavaliselt, kui kolmas vaade (kolmas projektsioon) ei lisanda mingisuguseid täiendavaid andmeid ning osutub joonisel olemasoleva ühe vaate (projektsiooni) täielikuks kordamiseks, piirduakse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

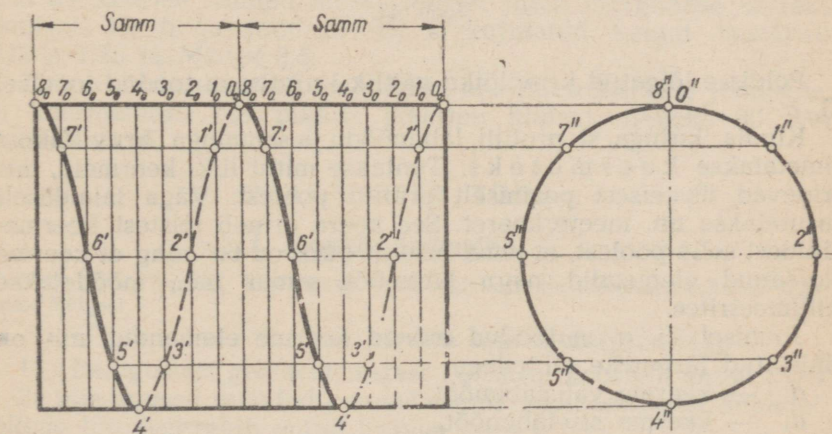
#### IV. Silindrilise kruvijoone mõiste.

**Kruvijoone tekkimine.** Silindrilisest kruvijoonest (edaspidi lihtsalt kruvijoone) ettekujutuse saamiseks võtame ümmarguse (silindrilise) pliiaatsi ja paberist lõigatud täisnurkse kolmnurga (joon. 41, a), mille lühem kaatet on võrdne pliiaatsi pikkusega (kõrgusega), pikem kaatet on aga mistahes pikkusega. Asetame nüüd kolmnurga lühema kaatetiga piki pliiaatsit ning hakkame seejärel kolmnurka pliiaatsile mähkima (joon. 41, b). Kolmnurga hüpotenuus moodustab selle juures pliiaatsi silindrilisel pinnal kruvijoone. Kahe naaberkeeru vähekaugust nimetatakse kruvijoone sammuks. Joonisel 41, b näidatud pliiaatsi püstasendi puhul tõuseb kruvijoone pliiaatsi pinnal vasakult üles paremale. Seepärast nimetatakse niisuguse suunaga kruvijoont parempoolseks. Kerides aga kolmnurka pliiaatsile vastupidises suunas (joon. 41, c) moodustab kolmnurga hüpotenuus vasakpoolse kruvijoone.

**Kruvijoone ortogonaalprojektsiooni esitamine.** Joonisel 42 on kujutatud silinder kahes projektsioonis: eestvaates (ristküliku kujul) ja külgsilindri vaates (ringjoone kujul). Kruvijoone külgsilindri projektsioonid ühtivad silindri külgsilindri projektsioonidega, s. t. ta on ringjoon. Kruvijoone eestvaate ehitamiseks on ringjoon antud näite puhul jaotatud kaheksaks võrdseks osaks (mida suurem on jaotuste arv, seda enam



Joon. 41.



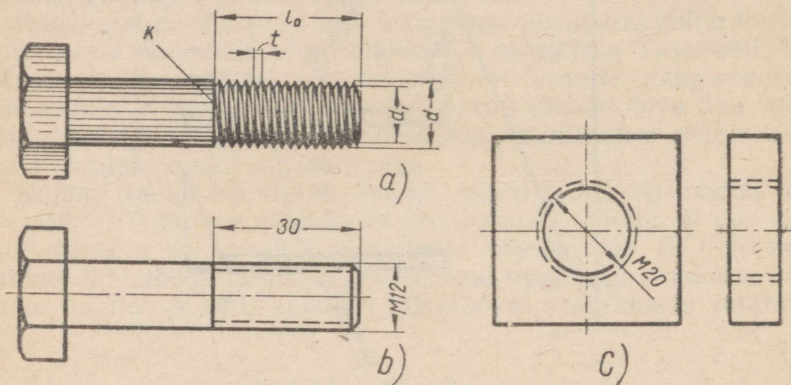
Joon. 42.

punkte saadakse krüvi joone ehitamiseks); niisama paljudeks osadeks on jaotatud ka krüvi joone samm (sirglõik  $0_0-8_0$  eestvaatel). Mõlemate projektsioonide vastavatest jaotuspunktidest tõm-

matud sirgete lõikumisel saadud punktid 1', 7', 2', 6' jne. kuuluvad kruvijoone eestvaatele. Nimetatud punktide ühendamisel lekaabil 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 kruvijoonekujulise jälje — kruvilõike.



Joon. 43.

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

Kindla kujuga, st. profiili, läbimõõdu ja sammuga kruvilõikeid nimetatakse **keermeteks**. Tuntakse mitut liiki keermeid, mis erinevad üksteisest peamiselt profiili poolest. Väga laialdaselt kasutatakse nn. meeterkeeret. See keere erineb teistest keerme liikidest selle poolest, et tema profiili nurk on 60° 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<sub>1</sub>* — keeme siseläbimõõt,
- t* — samm,
- L<sub>0</sub>* — poldi keermetatud osa pikkus ehk keeme ulatus,
- K* — keeme piirjoon.

Keeme kujutamine joonistel. Masinaehitusalas-  
 tel joonistel ei kujutata keeret selliselt, nagu ta projekteerub tegelikkuses, näiteks nagu see on toodud joonisel 43, a, vaid liht-

sustatult, 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 nelikantnutri joonis kahes vaates: eest- ja külgvaates. Vastavalt sellele on keerme mõõt (meie näite puhul  $M20$ ) kui välisläbimõõdu juurde kuuluv asetatud kriipsjoonega kujutatud ringjoone sisse. Külgvaate 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 tingmärgiks. Keerme samm 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*.

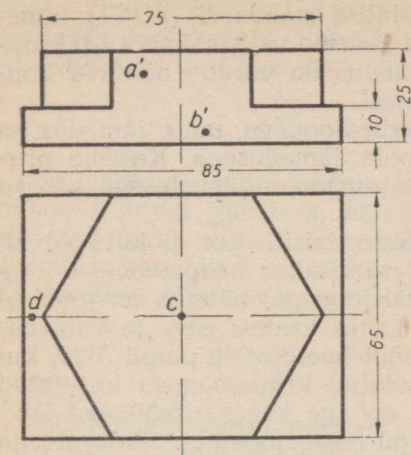
## PRAKTILISED TÖÖD.

### 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 mõlemal vaatel.
4. Missugused toe pinnad on a) paralleelsed, b) risti põhiprojektsioonipinnaga? Näidata neid mõlemal vaatel. 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 mõlemal vaatel.

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 võrdsetel 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.

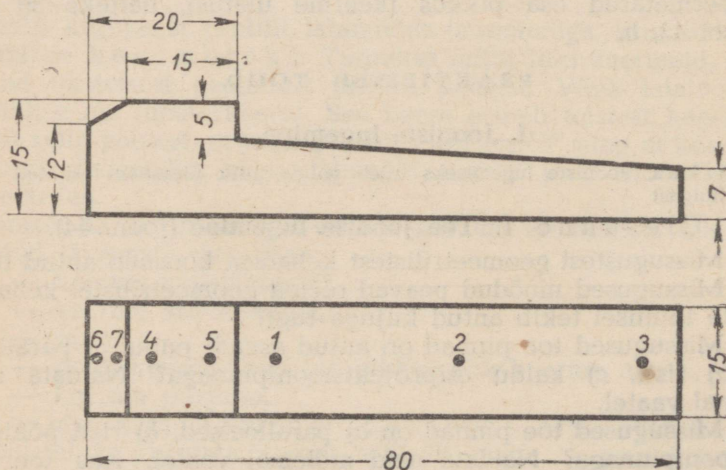
millimeetri võrra? Määrata mõõt joonist mõõtmata.

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

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?

2. Missugused pikikiilu pinnad on pralleelsed 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) põhiprojektsioonipinna, b) esiprojektsioonipinna, c) külprojektsioonipinnaga? 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?

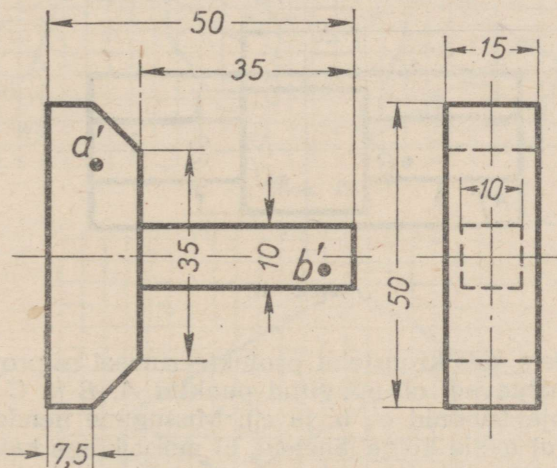
**Ülesanne 3. Põkatsi joonise lugemine (joon. 46).**

1. Missugused vaated (projektsioonid) on joonisel antud?

2. Nimetada 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) külprojektsioonipinna 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.

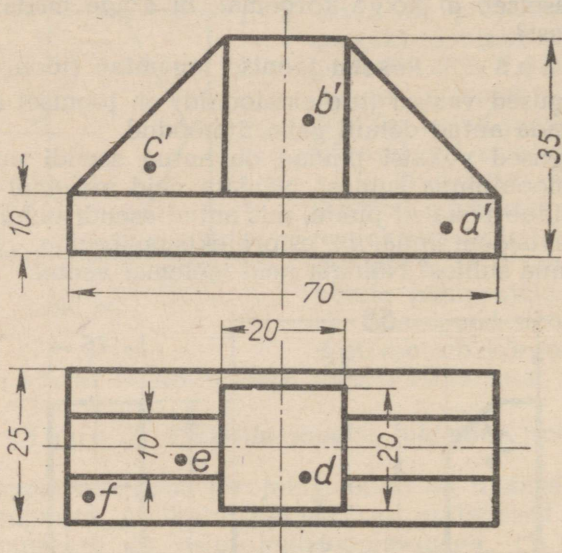
**Ülesanne 4. Kronsteini joonise lugemine (joon. 47).**

1. Nimetada kronsteini gabariitmõõdud.

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

3. Missugune kronsteini pind on paralleelne a) põhiprojektsioonipinnaga, b) esiprojektsioonipinnaga, c) külgsprojektsioonipinnaga?

4. Kas kronsteinil leidub pindu, mis antud asendi puhul on kaldu a) põhiprojektsioonipinna, b) esiprojektsioonipinna, c) külgsprojektsioonipinna suhtes? Näidata neid mõlemal vaatel.



Joon. 47.

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

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

#### Ülesanne 5 (joon. 48).

Joonisel 48 on toodud tasapinnaliste kujundite projektsioonid.

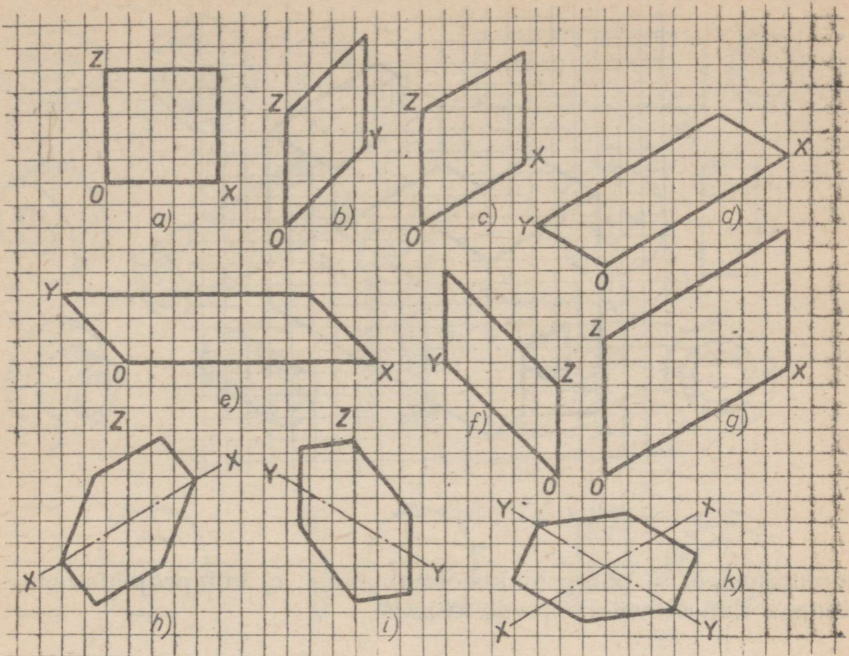
1. Kuidas nimetatakse igäühte toodud projektsioonidest? Misuguste kujundite projektsioonid on antud joonisel?

2. Missuguse projektsioonipinnaga on iga kujund paralleelne?

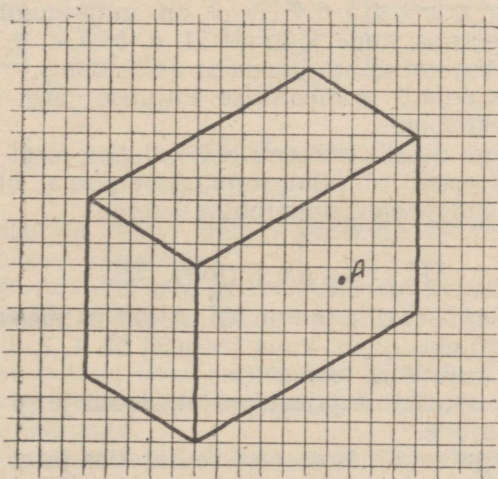
#### Ülesanne 6 (joonised 49 ja 50).

1. Kuidas nimetatakse joonistel 49 ja 50 toodud projektsioone?

2. Missuguse projektsioonipinnaga on paralleelsed pinnad, millede kujutistele on kantud punkt A?



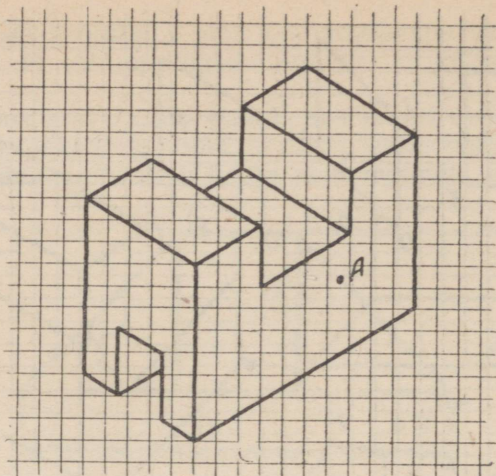
Joon. 48.



Joon. 49.

3. Näidata projektioonidel a) põhiprojektioonipinnaga, b) külgsprojektioonipinnaga paralleelsete pindade kujutisi.

4. Näidata projektioonidel (joonised 49 ja 50) a) esiprojekt-



Joon. 50.

sioonipinnaga, b) põhiprojektsioonipinnaga, c) külgsioonipinnaga ristis 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) külgsioonipinna suhtes.

#### Ülesanne 8 (joon. 52).

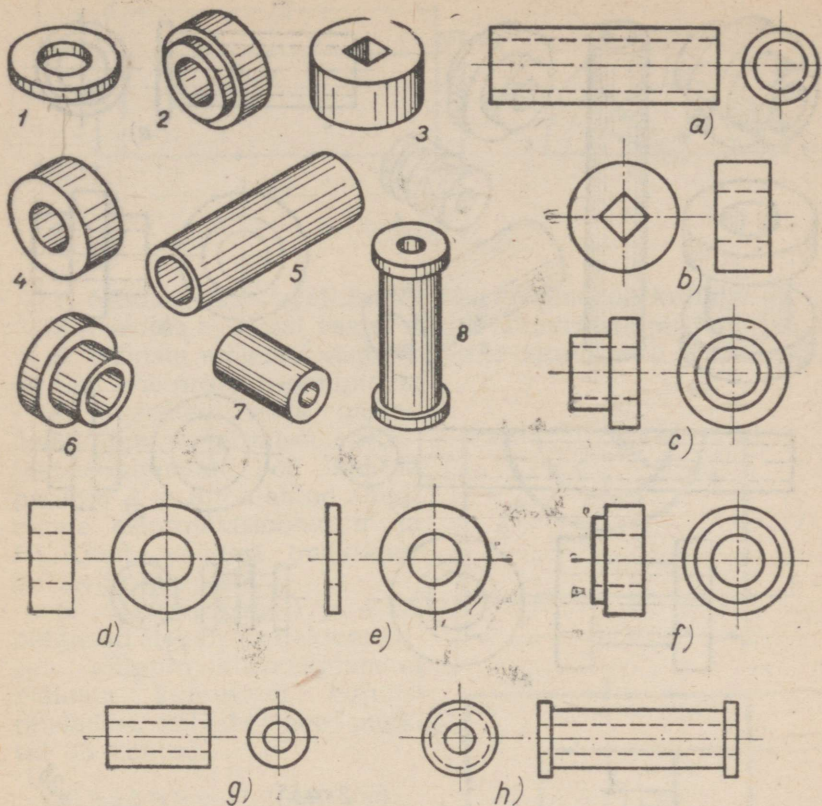
Joonisel 52, a, b, c, d, e ja f on kujutatud mitmesugused detailid ortogonaalprojektsioonis, kuna joonisel 52, 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 on samad detailid kujutatud isomeetrias.

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) külgsioonipinna suhtes.

#### Ülesanne 9 (joon. 53).

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



Joon. 51.

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

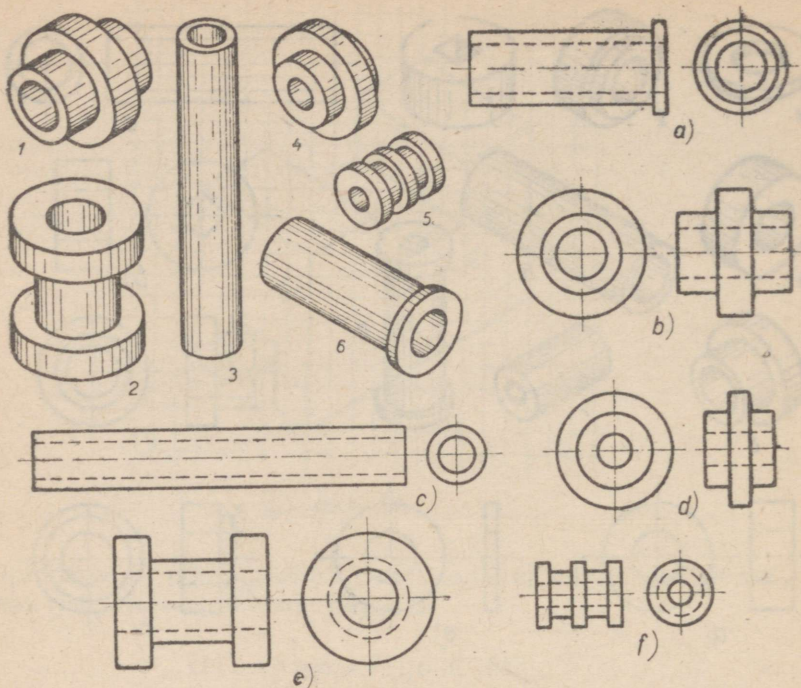
2. Mitmest ja missugustest geomeetristest kehadest koosneb selle detaili kuju? Määrata iga geomeetriselise keha gabariitmõõdud.

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

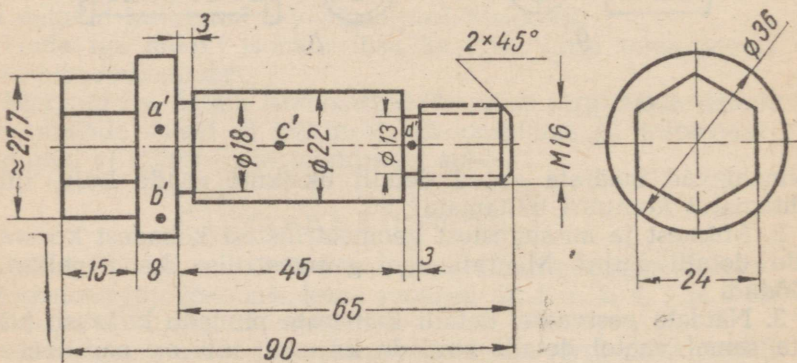
4. Näidata külgsuunal detaili tasaste pindade kujutisi. Missuguste projektsioonipindadega on need pinnad paralleelsed?

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 meile lähemal?

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



Joon. 52.

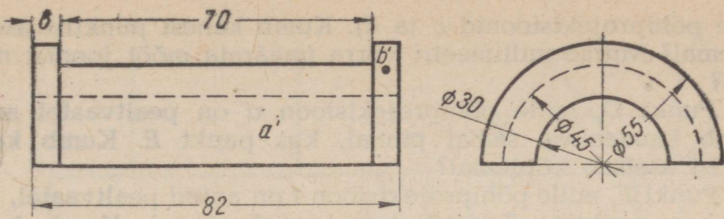


Joon. 53.

7. Kas antud detail tuleb keermetada? Kui jaa, siis määrata keermee liik, tema välisläbimõõt ja keermetatud osa pikkus. Näidata joonisel jooned, millega on kujutatud keermee siseläbimõõtu.

Ülesanne 10 (joon. 54).

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

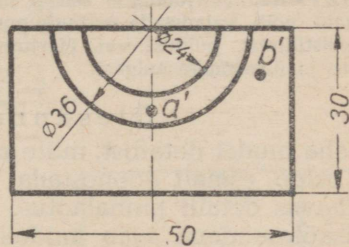


Joon. 54.

1. Näidata eestvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
2. Näidata mõlemal vaatel detaili silindriliste pindade kujutisi.
3. Näidata mõlemal vaatel kujutisi detaili neist 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 külgsprojektsioonipinnale? Näidata külgsvaatel kujutisi pindadest, millele need punktid on kantud.



#### Ülesanne 11 (joon. 55).

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

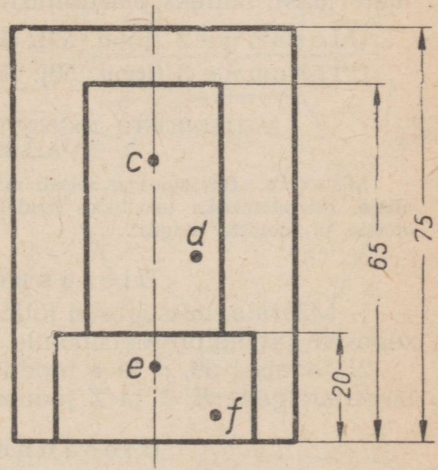
1. Missugune geomeetiline kuju on detaili a) sisekontuuril, b) väliskujul?

2. Näidata eestvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.

3. Näidata pealtvaatel detaili kumerate pindade kujutisi.

4. Pindadele, mida näeme kandevaluse 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 kandevaluse projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid C ja D (on antud ainult



Joon. 55.

nende 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 mis-sugused kabinetprojektsioonile.

2. Joonisel 59,  $d$  ja  $e$  toodud näidete eeskujul harjutada isomeetriatelgede  $X$ ,  $Y$  ja  $Z$  joonestamist.

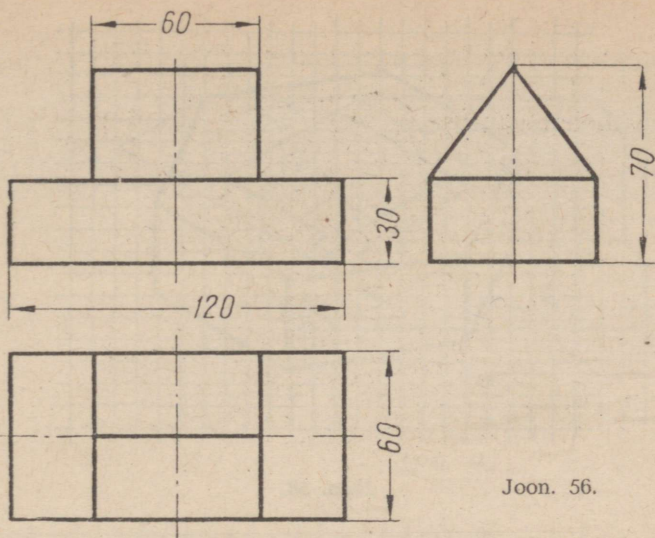
#### Ülesanne 2 (joon. 48).

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

1) ruut, mis asetseb paralleelselt  $a$ ) esiprojektsioonipinnaga,  $b$ ) külgsprojektsioonipinnaga;

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

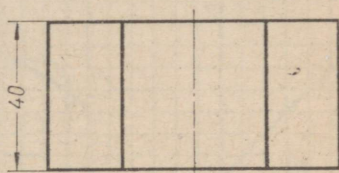
3) ring, mis asetseb paralleelselt  $a$ ) põhiprojektsioonipinnaga,  $b$ ) esiprojektsioonipinnaga,  $c$ ) külgsprojektsioonipinnaga.



Joon. 56.

### Ülesanne 3 (joon. 60).

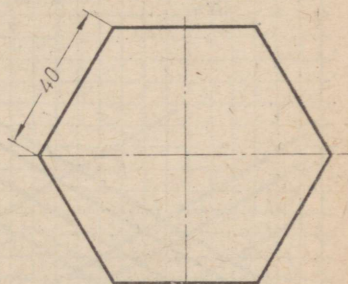
Joonistada silmamõõdu järgi isomeetriline kujutis detailist, mille kabinetprojektsioon on toodud joonisel 60. Seejuures peab detaili pind, mille kujutisele on kantud punkt A, asetsema paralleelselt esiprojektsioonipinnaga.



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

### Ülesanne 5 (joon. 62).

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



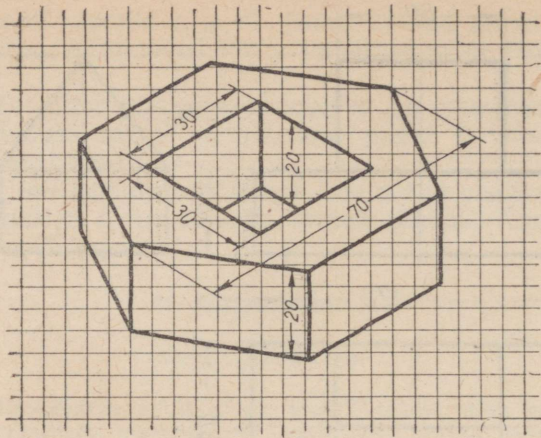
Joon. 57.

### Ülesanne 6 (joon. 63).

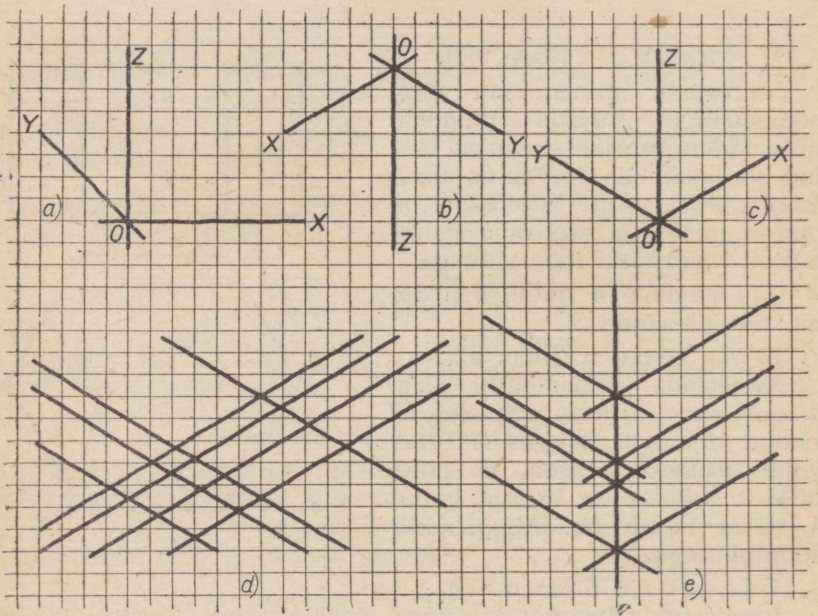
Joonistada silmamõõdu järgi isomeetriline kujutis detailist, mille ortogonaalprojektsioon on toodud joonisel 63.

### 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 küljprojektsioonipinnaga. Joonistada silinder silmamõõdu järgi, võttes tema kõrguseks 60 mm ja põhja läbimõõduks 40 mm.



Joon. 58.

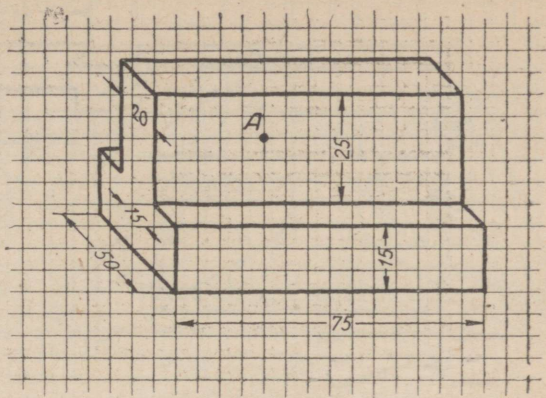


Joon. 59.

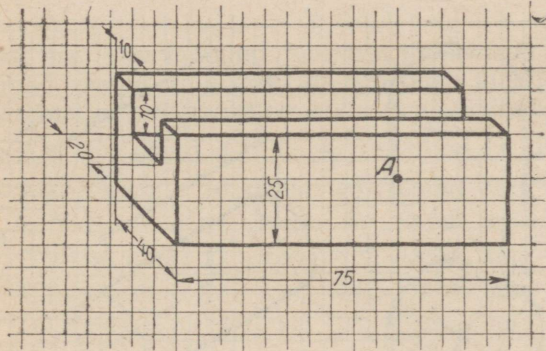
2. Joonestada antud silindri pinnalaotus ning teha paberist tema mudel.

3. Joonestada antud silindri eest- ja külgvaade, kujutades teda asetatuna ühe põhjaga külprojektsioonipinnale.

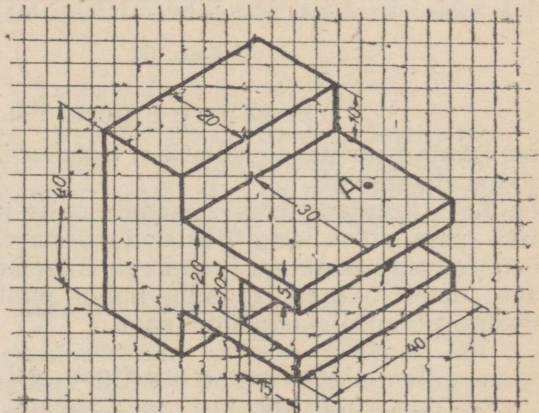
4. Joonestada isomeetiline kujutis antud silindrist, mille põhjad on paralleelsed põhiprojektsioonipinnaga.



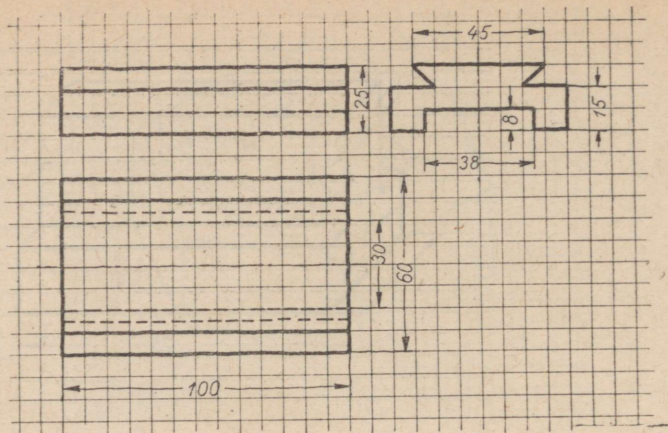
Joon. 60.



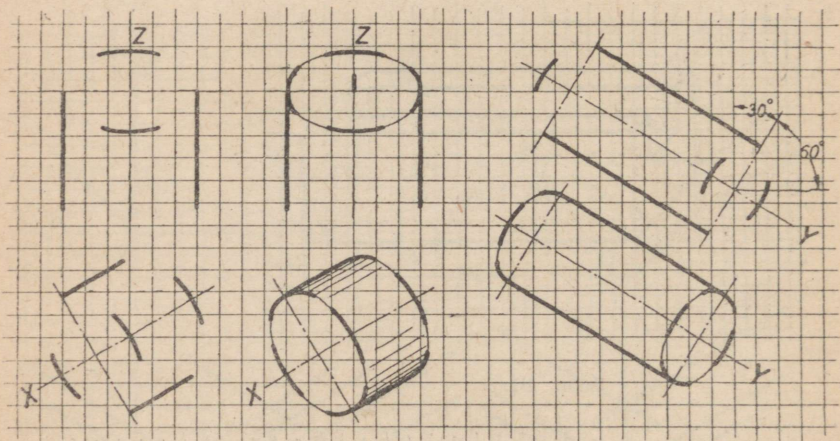
Joon. 61.



Joon. 62.



Joon. 63.



Joon. 64.

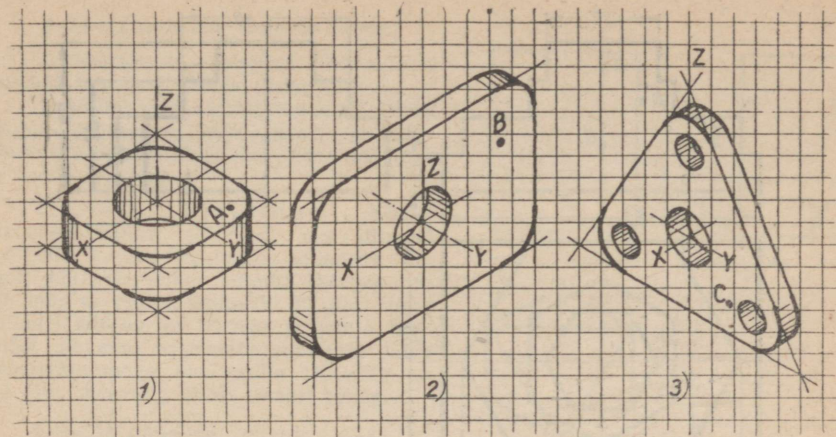
### Ülesanne 8 (joon. 65).

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 külprojektsioonipinnaga; detail 3 asendis, mille puhul punktiga C pind oleks paralleelne põhiprojektsioonipinnaga.

### Ülesanne 9 (joon. 44).

1. Joonestada silmamõõdu järgi mastaabis 1 : 1 joonisel kujutatud detail kolmes vaates: eest-, pealt- ja külvaates ning mär-



Joon. 65.

kida 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 LÕPUNIJONESTAMINE.

Märkus. Harjutusülesandeid tuleb valida järgnevalt toodud ülesannete hulgast.

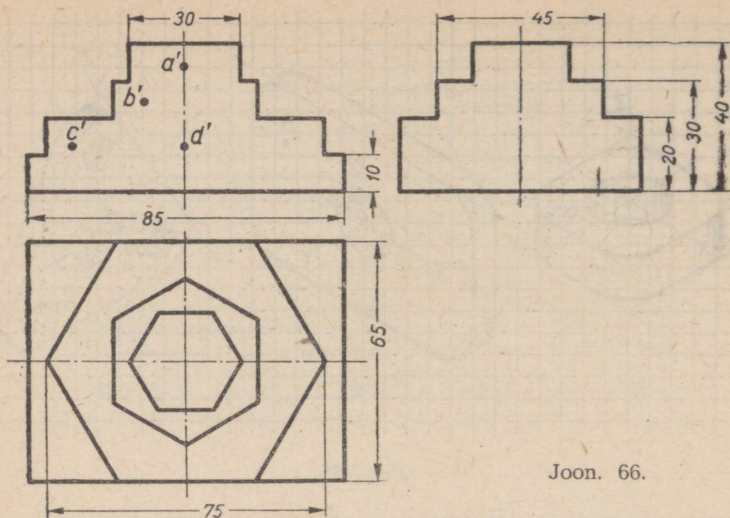
#### Ülesanne 1 (joon. 66).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 66 on toodud detaili (toe) joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas, kusjuures eest- ja külgsuuna 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 külgs vaates.

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.

### Ülesanne 3.

Mudeli kirjeldus. Käsitletav mudel koosneb korrapärasest kuusnurksest prismast, mille põhjaserv 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 ( $\varnothing 35$  mm) ühe põhjaga, kuna sama silindri teine põhi liitub pikema silindri ( $\varnothing 30$  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.

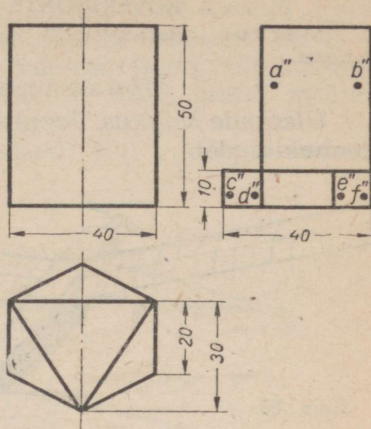
Mudeli kirjeldus. Mudel koosneb kolmest silindrist, mille mõõdud on järgmised: esimese silindri kõrgus ja põhja läbimõõt on mõlemad 50 mm, kuna kahe teise silindri kõrgused on 25 mm ja põhjade läbimõõdud 65 mm. 50 mm läbimõõduga silindri põhjadega liituvad silindrite põhjad, mille läbimõõdud on 65 mm, 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.

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

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



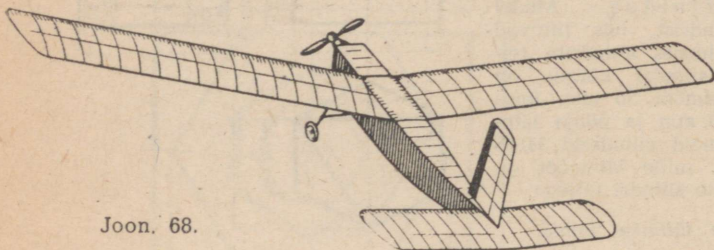
Joon. 67.

5. KÕVERJOONTE TÕMBAMINE LEKAALI ABIL.

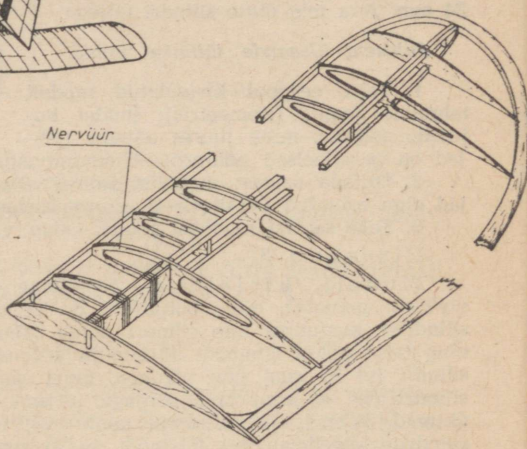
Märkus. Harjutamiseks võib valida ülesandeid järgnevalt toodete hulgast.

Ülesanne 1 (joonised 68—71).

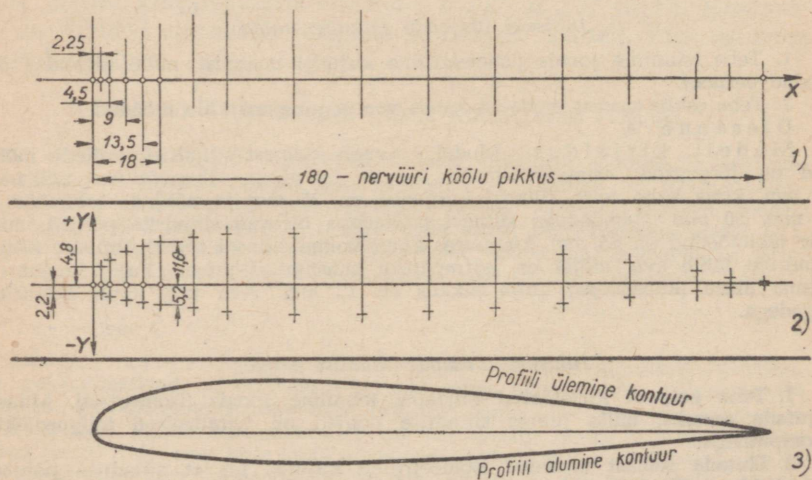
Ülesande selgitus. Joonisel 68 on kujutatud raadio abil juhitud lennukimudel.



Joon. 68.



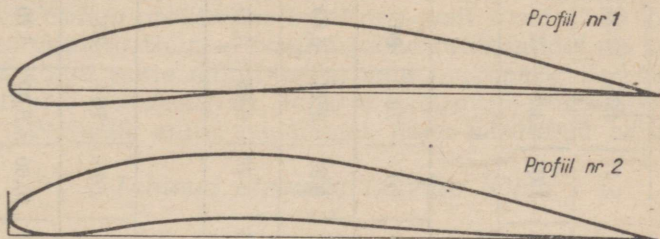
Joon. 69.



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 vastavalt 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 suurus näitab meile (protsentides nervüüri kõõlu kogupikkusest) 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 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 abstsissstelijest 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 <sub>ülem.</sub> , %	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 <sub>alum.</sub> , %	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 <sub>ülem.</sub> , %	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 <sub>alum.</sub> , %	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 <sub>ülem.</sub> , %	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 <sub>alum.</sub> , %	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. Ühendades 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.



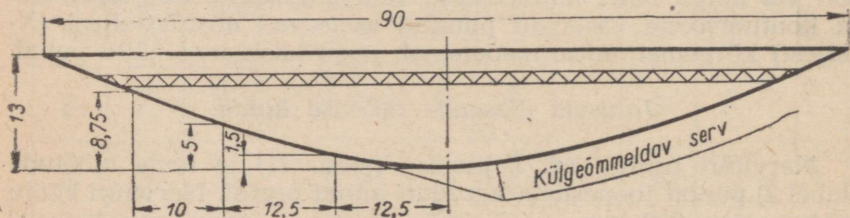
Joon. 72.

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

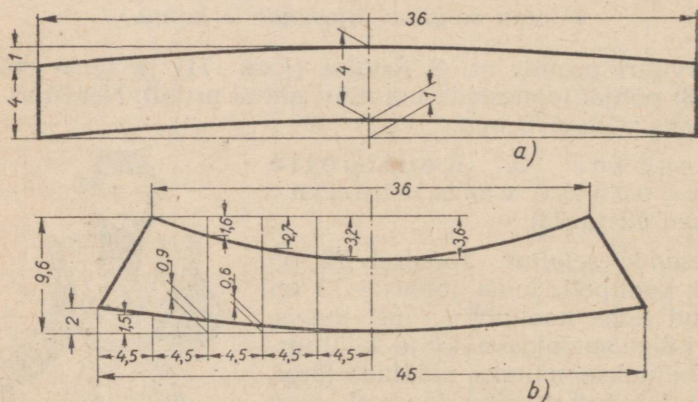
Tuleb arvesse võtta, et krae mõõdud (kaelaava übermõõt, laius jne.) on muutuvad, sest nad sõltuvad kleidi suurusest.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

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



Joon. 73.

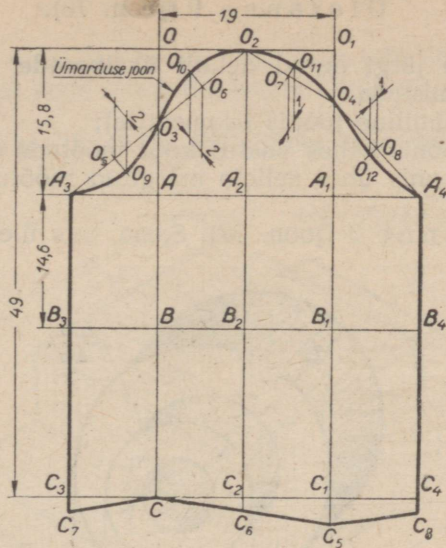


Joon. 74.

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 keskkooht  $OO_2 = \frac{OO_1}{2}$ .

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

Varruka ümarduse vormistamine:

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

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

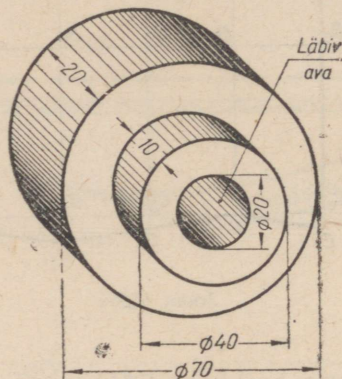
<sup>1</sup> Teatmed mõõduriistade ja mõõtmisvõtete kohta, mida vajatakse mõõtude kandmiseks joonisele, on toodud lk. 247.

## Ülesanne 1 (joon. 76).

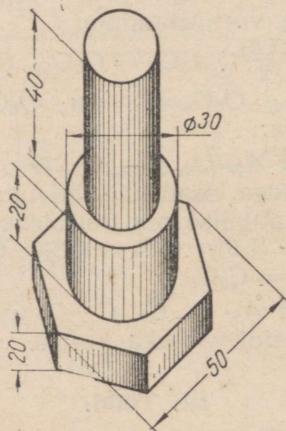
Silmamõõdu järgi antud detaili üksikosade vahelist suurust arvestades valmistada:

- 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.

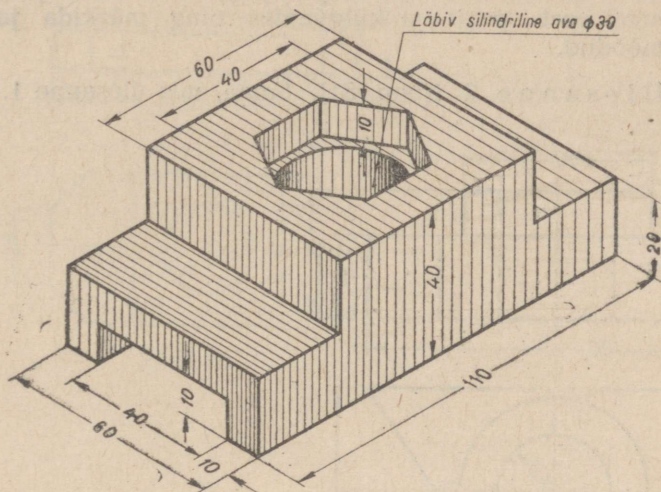
Märkus Töö nr. 2 seisneb detaili joonise valmistamises detaili näitliku kujutise järgi.

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

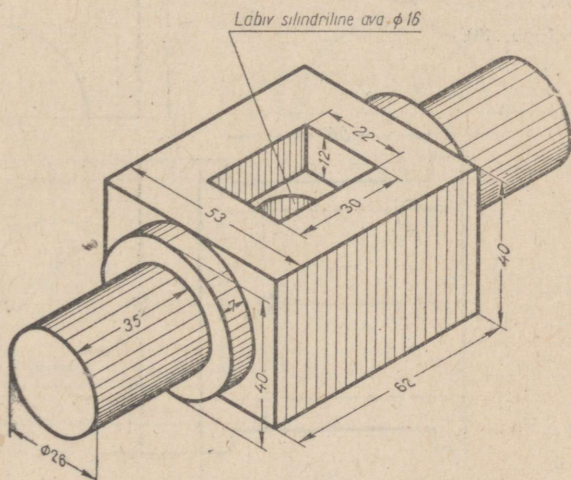
## Ülesanne 1 (joon. 78).

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.

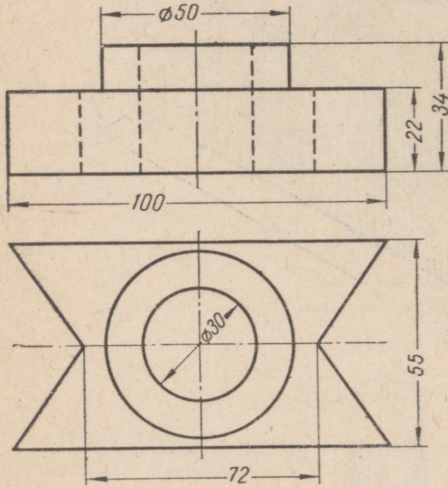
3. TÖÖ NR. 3.

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

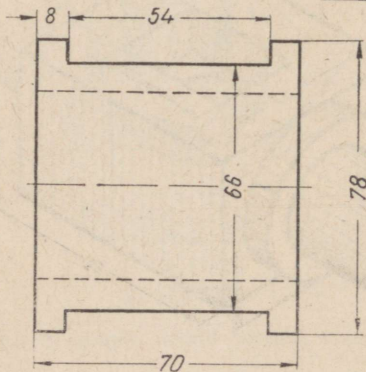
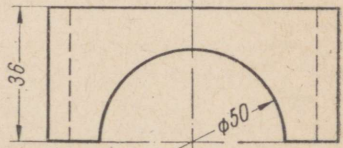
Ülesanne 1 (joon. 80).

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

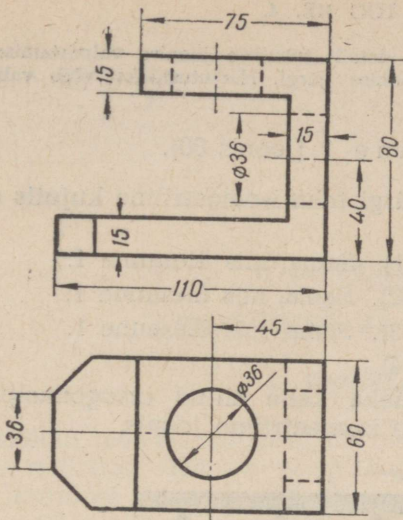
Ülesanne 2 (joon. 81). Sama, mis ülesanne 1.



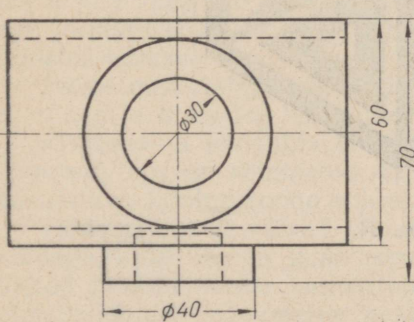
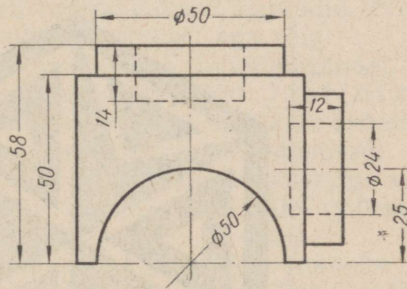
Joon. 80.



Joon. 81.



Joon. 82.



Joon. 83.

4. TÖÖ NR. 4.

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

Ülesanne 1 (joonis 80).

Antud projektsioonide järgi teha isomeetriline kujutis samast detailist.

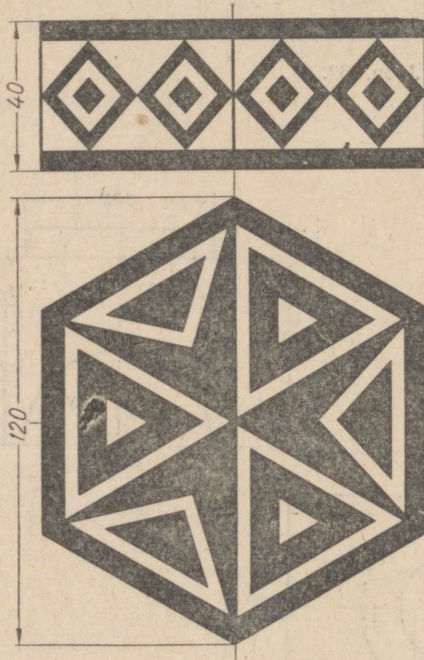
Ülesanne 2 (joon. 81). Sama, mis ülesanne 1.

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 on 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.

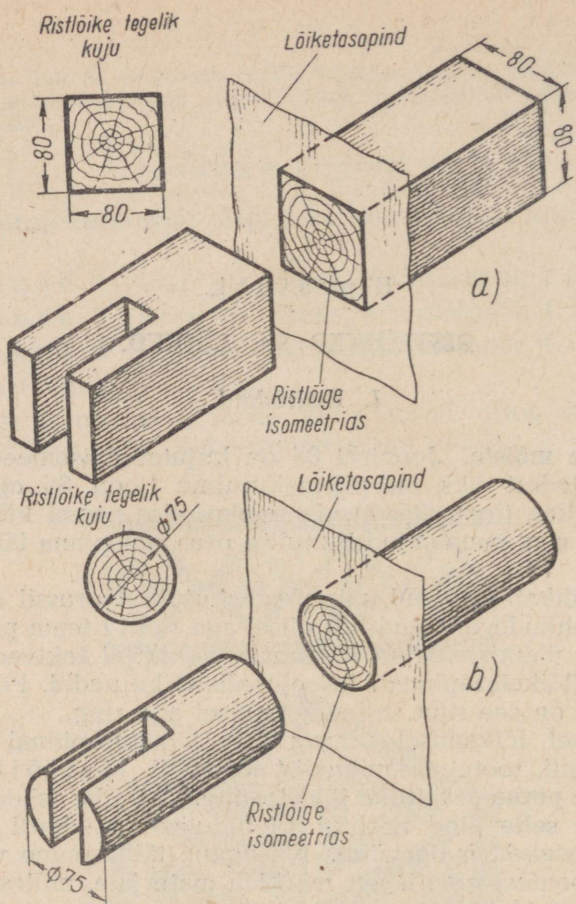
**Ristlõike pinna graafiline tähistamine.** Ristlõike esiletõstmiseks tähistatakse selle pind riikliku üleliidulise standardi (ГОСТ-и) kohaselt vastavalt materjalile. Niisugune tähistamine võimaldab (kuigi üldjoontes) graafiliselt märkida materjale, millest joonisel kujutatud ese (detail) on valmistatud.

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  $45^\circ$  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 suurusest. Tähistusjoonte valitud vahekaugus peab olema ühe ja sama eseme (detaili) kõikide ristlõigete puhul võrdne.



Joon. 85.

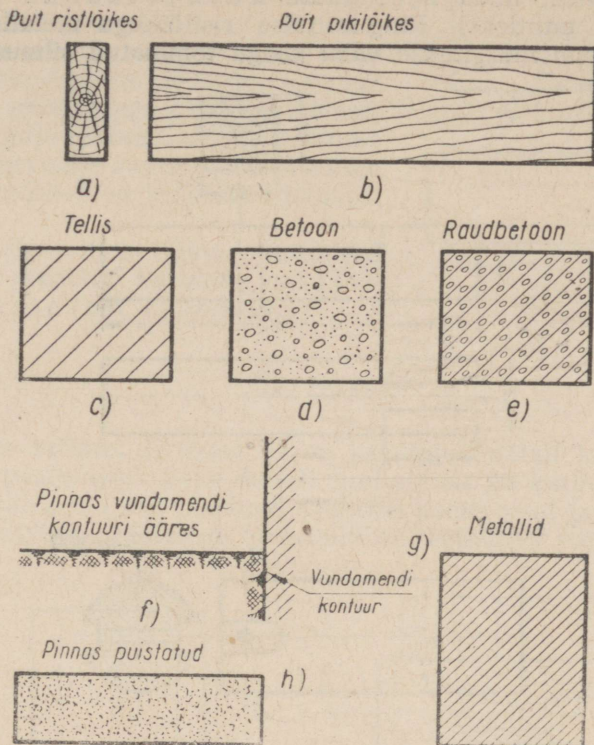
**Ristlõigete asetus ja tähistamine.** Ristlõiked võivad joonisel asetseda kas sees- või väljaspool projektsiooni kontuurjooni. Ristlõikeid, mis asetsevad väljaspool projektsiooni kontuurjooni, nimetatakse väljajoonestatud ristlõigeteks, projektsiooni kontuurjoontes asetsevaid aga pealejoonestatud ristlõigeteks.

Väljajoonestatud ristlõiget võib joonisel paigutada:

- lõiketaspinna jälje pikendusele;
- projektsioonilises seoses vaatega;
- 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-punktpjoonega, mis on



Joon. 86.

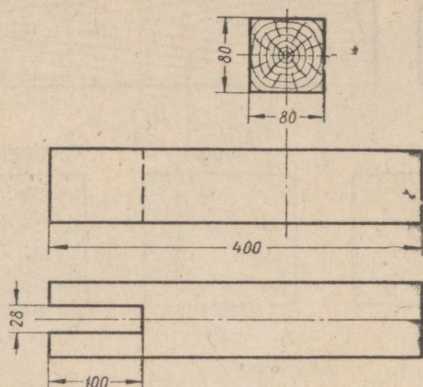
tõmmatud telgjoone jämeduses. Ristlõike suunda näitavat kriips-punktjoont nimetatakse lõiketasapinna jäljeks. Väljajoonestatud ristlõige asetseb selle jälje pikendusel.

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

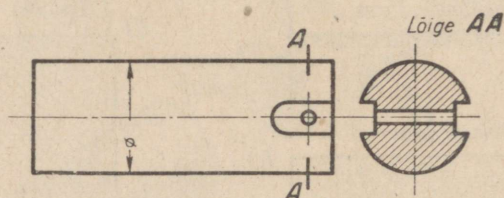
Näide 3. Joonisel 89, a, b ja c on näidatud väljajoonestatud ristlõiked, mis on paigutatud joonise vabale pinnale, s. t. detaili joonise meelevaldsele kohale. Siinjuures tuleb pöörata tähelepanu järgmisele sel viisil paigutatud ristlõike tähistamise erisusele. Juhul, kui ristlõige asetseb sümmeetriliselt lõiketasapinna 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 lõiketasapinna jälje suhtes (joon. 89, c), siis tuleb lisaks eelpool nimetatud tähistusele näidata ka ristlõike projekteerimise suund lõikejoonel nooltega.

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

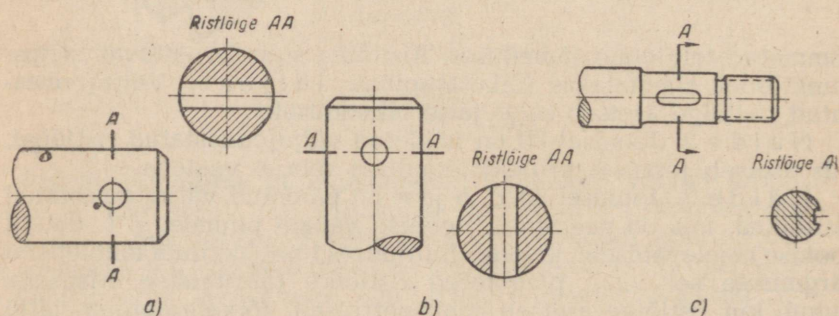
kujutamiseviisi, mida nimetatakse katkestuseks (ehk teoreetiliseks murdeks). Ringikujulise ristlõikega metallist detaili katkestusjoon märgitakse vaba käega tõmmatud silmusekujulise



Joon. 87.



Joon. 88.



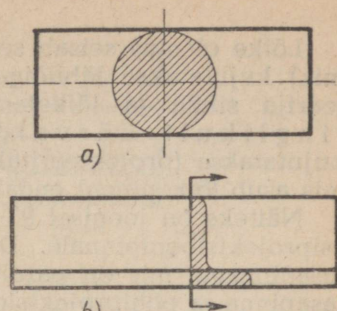
Joon. 89.

joonega, mille 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 kontuurjoonega katkestamata. Ristlõigete puhul, mis on ebasümmeetrilised lõiketasapinna jälje suhtes, tuleb ristlõike projekteerimise suund näidata noolte abil, nagu see on kujutatud joonisel 90, b.

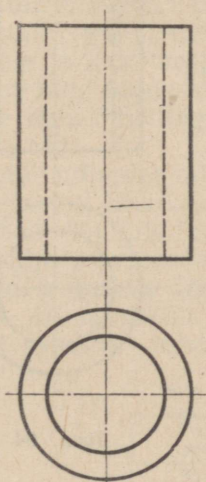
Riiklik üleliiduline standard (ГОСТ) soovib kasutada välja-joonestatud ristlõikeid.



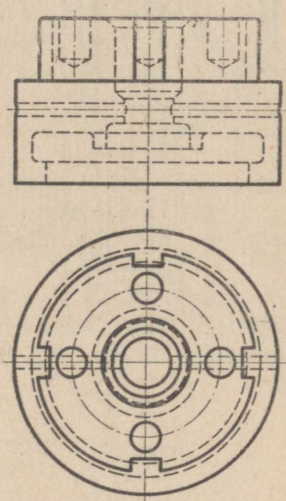
Joon. 90.

## 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.



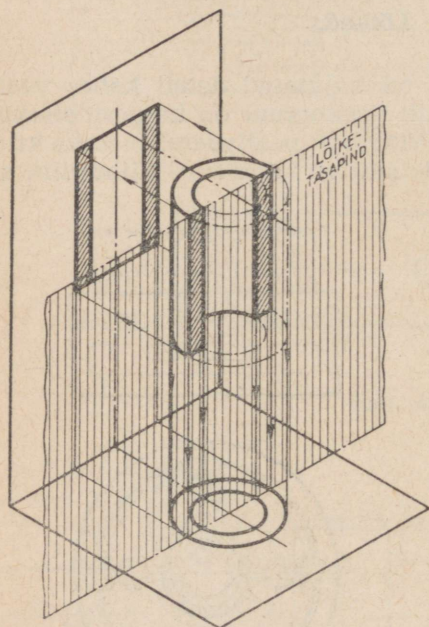
Joon. 92.

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

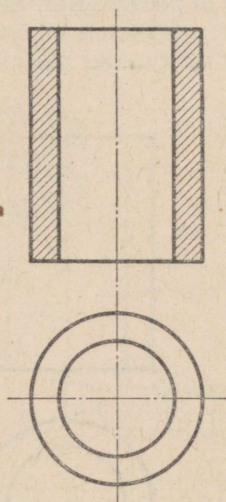
Selleks, et joonisel näitlikumalt kujutada mingi eseme (detaili või detailide kogumiku) sisekontuuri, kasutatakse tinglikku kujutamist, mida nimetatakse lõ i k e k s.

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 kõrval-



Joon. 93.

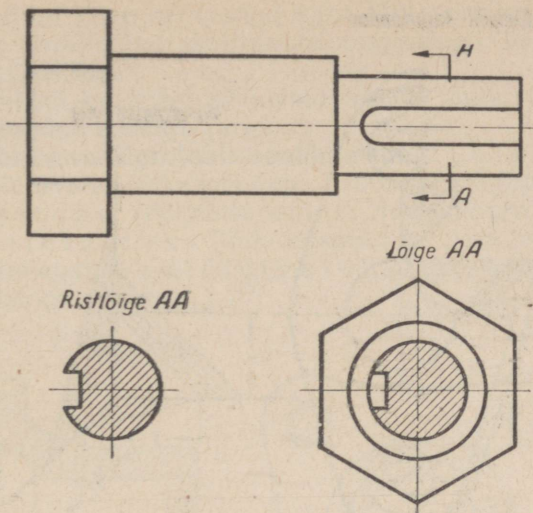


Joon. 94.

datud (joonisel 93 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 põhi-joonis, kusjuures, samuti nagu eelmise näite puhul (joon. 93), on lõikel kujutatud mitte ainult lõiketasapinnas asetsev osa detailist, vaid ka selle pinna taga asetsev osa.

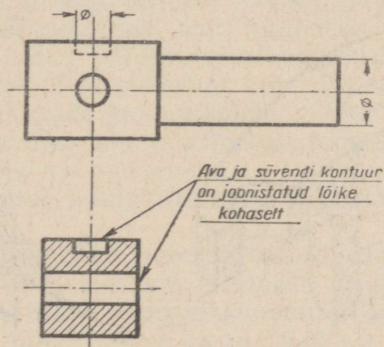


Joon. 95.

Järelikult, erinevalt ristlõikest (joon. 95), nimetatakse lõikeks eseme (detaili, toote) niisugust tinglikku kujutist, mille projekteeerija 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.

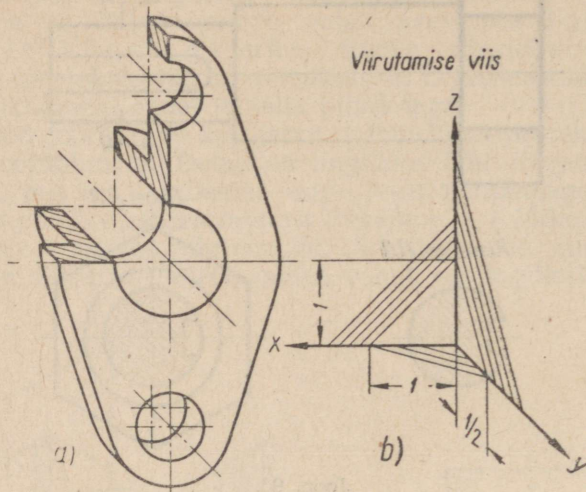
Üksikutel juhtudel tuleb aga ristlõige joonestada lõike kohaselt. Näiteks kui lõiketasapinda satub ava (joon. 89, *a* ja *b*) või süvend (joon. 96), siis tuleb ka ava või süvendi kontuur lõike kohaselt välja joonestada.

**Näitlike kujutiste lõiked.** Lõiked kabinetprojektis. Et näitlikult kujutada lõikega eset (detaili), tuleb kõigepealt kindlaks teha, mitme ja missuguste lõiketasapinda-



Joon. 96.

Detaili kujutamine

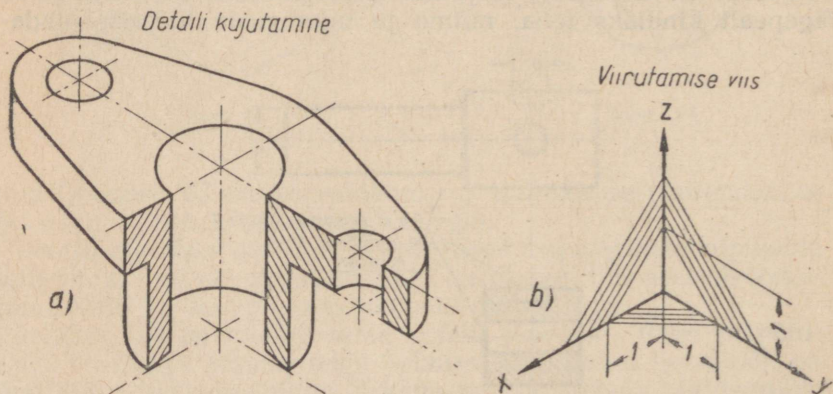


Joon. 97.

dega 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 külprojektsioonipinnaga (püsttasapind), teine aga paralleelne põhiprojektsioonipinnaga (rõhttasapind).

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

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

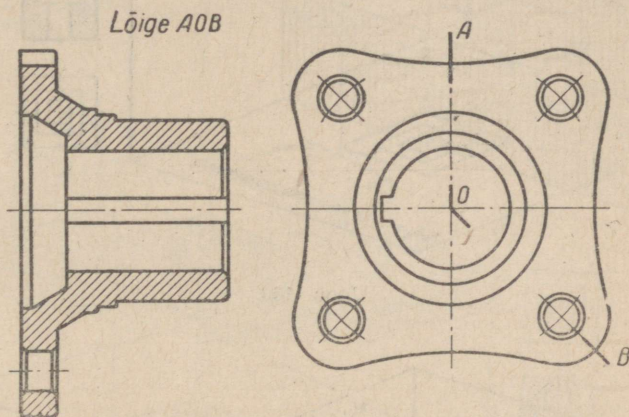


Joon. 98.

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

Isomeetrilisel kujutisel esinevaid lõikeid tuleb viirutada joonisel 98, *b* toodud eeskuju 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.

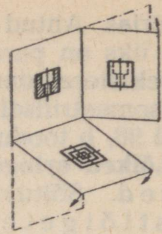
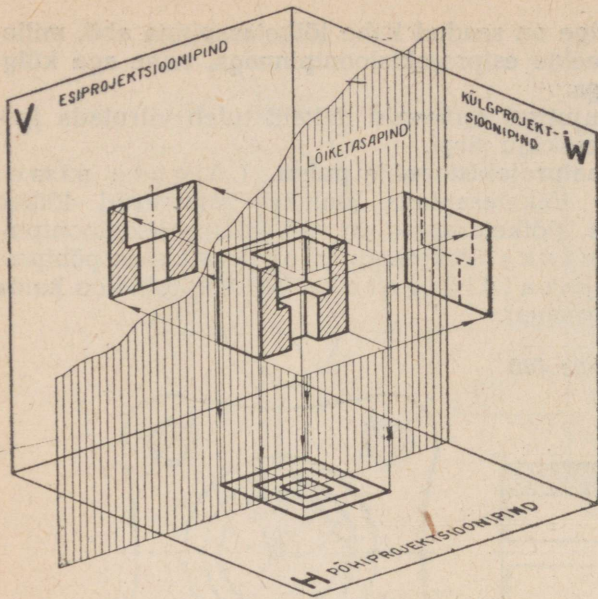
Sõltuvalt lõiketasapindade arvust, millede abil saadakse antud lõige, jagunevad lõiked ühepinnalisteks lõigeteks, mis saadakse ühe lõiketasapinna abil (nagu näiteks joonistel 93 ja 94), ning mitmepinnalisteks lõigeteks, mis saadakse kahe ja enam lõiketasapinna abil ning mis on ühitatud joonise tasapinnal. 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.

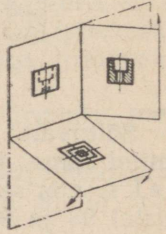
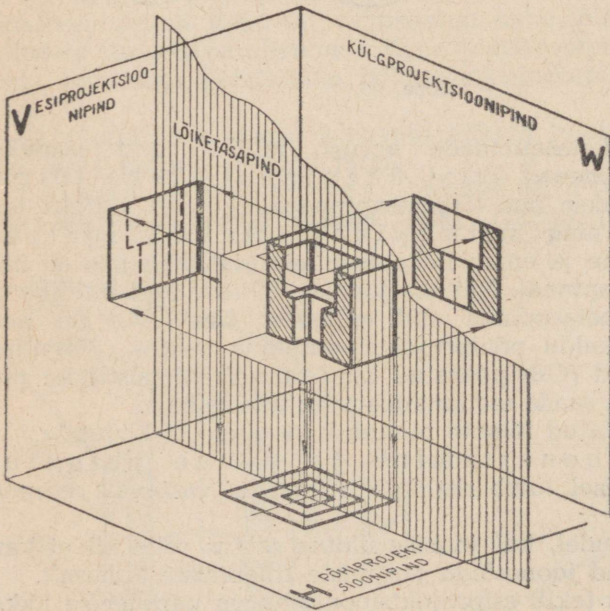
Lõigete joonestamine ja nende paigutus. Lõike joonestamisel tuleb ristlõige viirutada vastavalt eespool antud juhistele.

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.

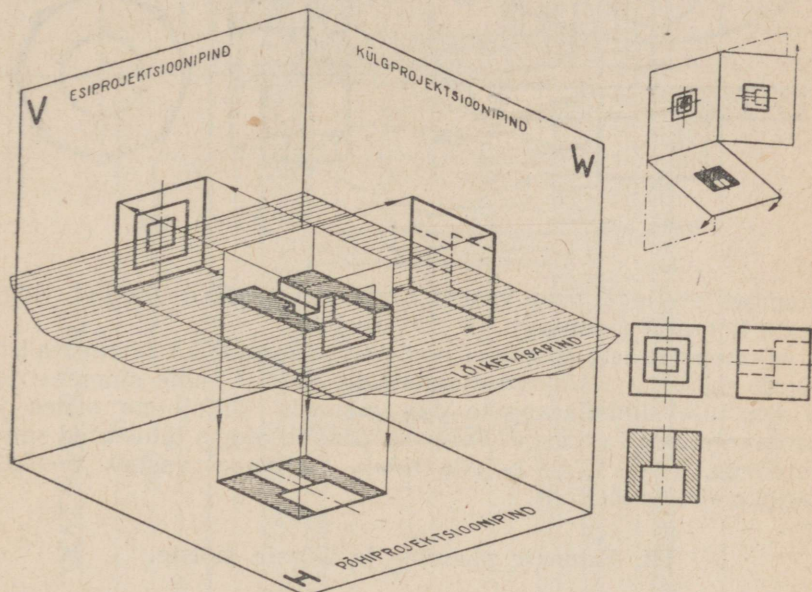


Joon. 101.

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



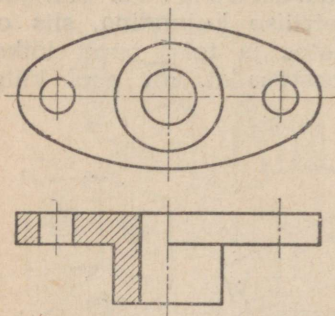
Joon. 102.

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

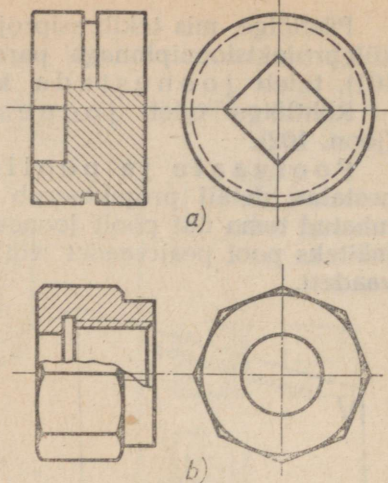
Poolvaate ühendamisel poollõikega on soovitatav viimast joonestada püstteljest paremale, nagu see on näidatud joonisel 103, või rõhtteljest alla, kusjuures poolvaatel nähtamatut kontuuri tavaliselt ei kujutata.

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



Joon. 103.



Joon. 104.

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

Mittepinnaliste lõigete (joon. 99) ja samuti ka ühepinnaliste lõigete puhul, kus lõiketapinna jälg ei ühti vaate sümmeetriateljega, tuleb lõiketapinna jälg märkida lõikejoone otstes ja murdekohtades kriipsuga. Kriipsud peavad olema tähistatud suur-tähtedega, 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. **Gene-  
raalplaani**ks 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.



Projekteeritavad ja olemasolevad ehitused näidatakse generaalplaanil skemaatiliselt, 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.

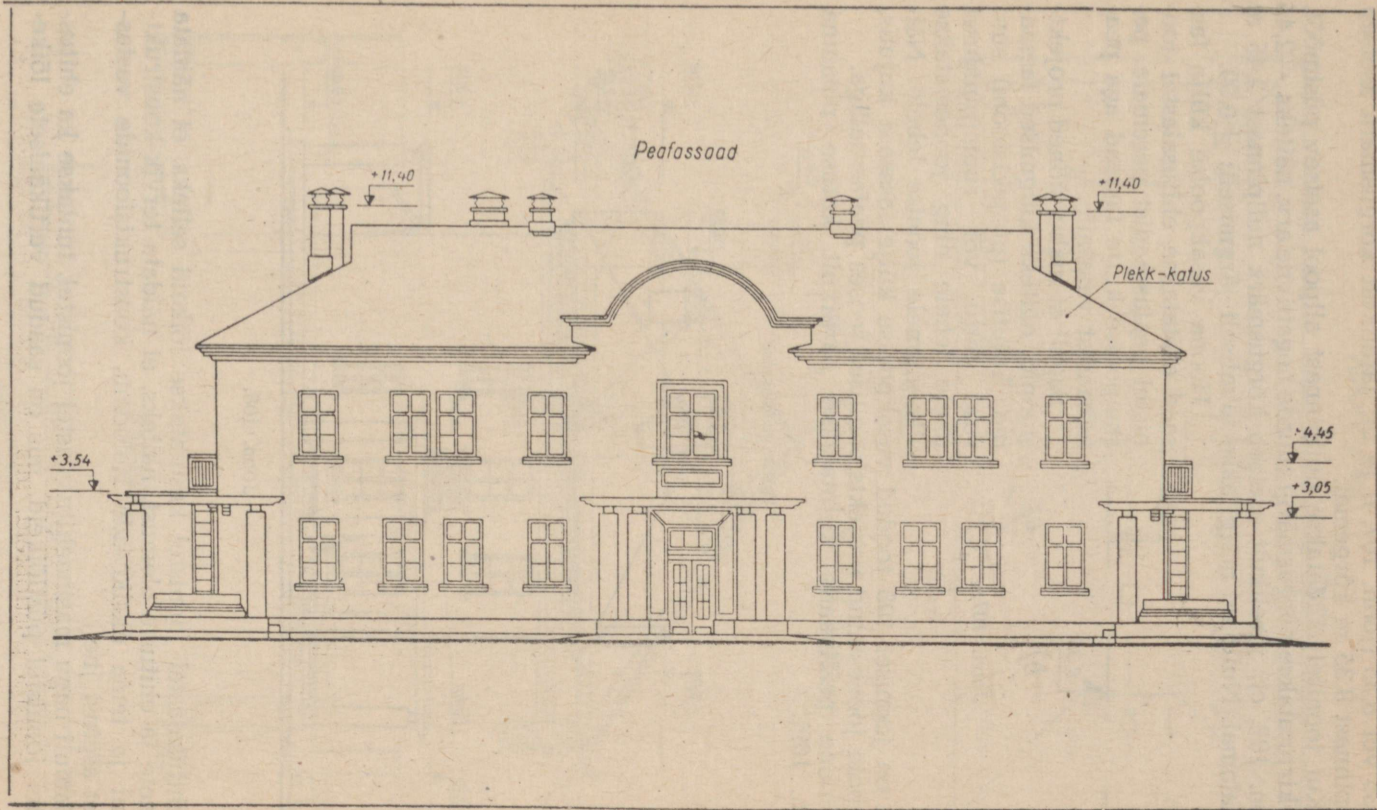
- 1 — jooksu sirgtee  $113\text{ m} \times 5,0\text{ m}$ ;
- 2 — ringrada  $300\text{ m} \times 2,5\text{ m}$ ;
- 3 — VTK ja OVTK takistusriba;
- 4 — kõrgushüpperada;
- 5 — kaugushüpperada;
- 6 — korvpalliväljak  $32,0\text{ m} \times 20,0\text{ m}$ ;
- 7 — võrkpalliväljak  $23,0\text{ m} \times 14,0\text{ m}$ ;
- 8 — vabaharjutuste väljak  $23,0\text{ m} \times 14,0\text{ m}$ ;
- 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 *peafassaadiks*.

Juhime tähelepanu järgmisele ehitusalastel joonistel esinevale erisusele, nimelt kolmnurkadele, mis oma tipuga toetuvad rõhtkriipsudele (joonis 106). Niisuguseid tähiseid nimetatakse *kõrgusmärkideks* 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, milledele on pööratud kolmnurkade tipud, on hoone elementide nivoojooned nullpinna suhtes.

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

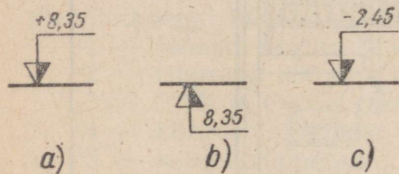
Kui joonisel näidatakse nullpinnast kõrgemal asetsev püstmõõt, siis kirjutatakse kõrgusmärgi juurde positiivne arv, näiteks



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:  $\pm 0,00$ .



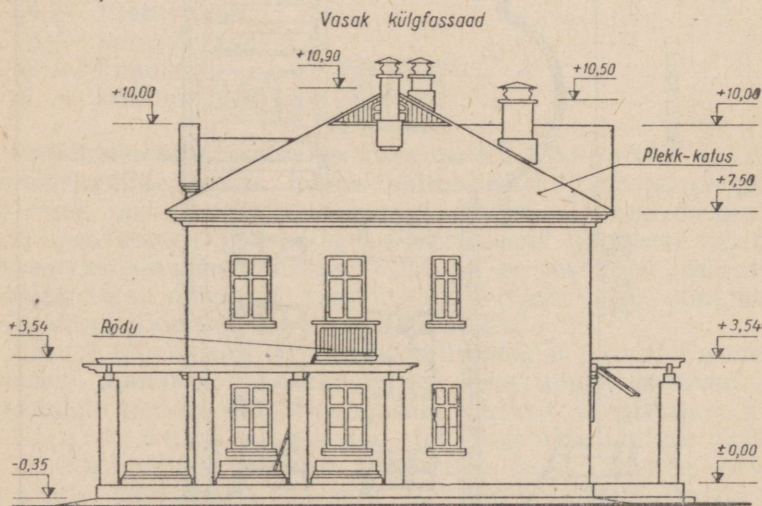
Joon. 107.

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

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

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

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

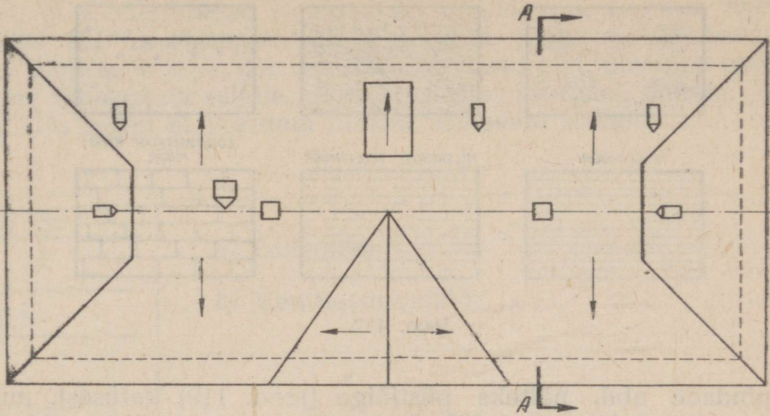


Joon. 108.

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

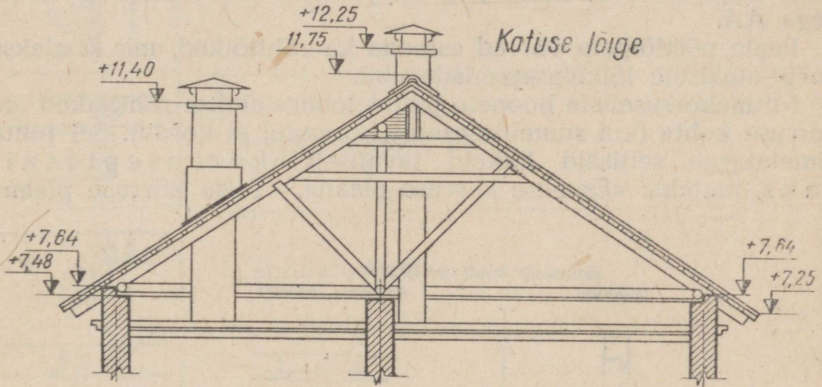
Samuti nagu masinaehitusalastel joonistel, tuntakse ka ehitusalastel joonistel püstlõikeid, mis on saadud vertikaalsete lõike-

Katuse plaan



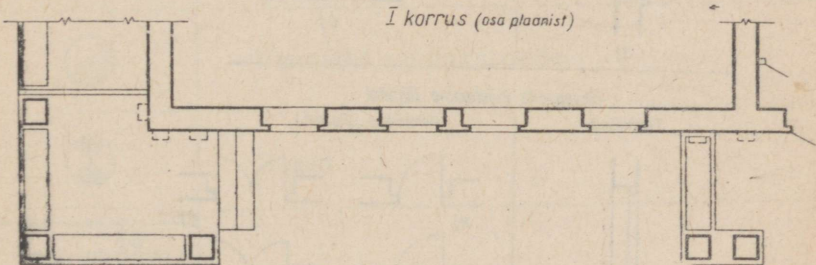
Joon. 109.

Katuse lõige

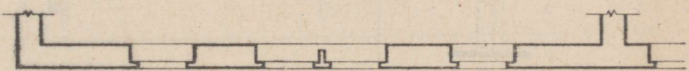


Joon. 110.

I korrus (osa plaanist)



II korrus (osa plaanist)



Joon. 111.

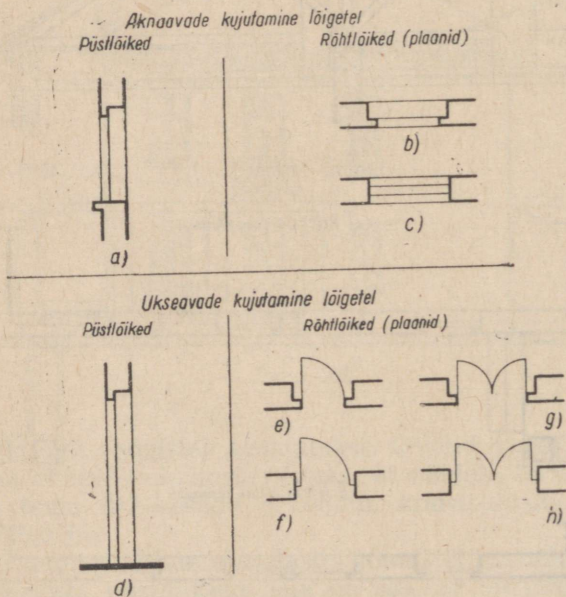


Joon. 112.

tasapindade abil, näiteks püstlöige (joon. 110) katusest, mille plaan on toodud joonisel 109. Antud löige on saadud vertikaalse lõiketasapinna abil, mille jälg on joonisel 109 tähistatud tähtedega AA.

Peale püstlöigete võivad esineda ka rõhtlöiked, mis saadakse horisontaalsete lõiketasapindade abil.

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



Joon. 113.

jne. Seejuures 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 viirutata 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 püstsirgetel 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 lühikese kriipsuga ahju kontuuri juures.

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

	Pealt- vaates (plaanil)	Eest- vaates	Külg- vaates
Valamu, pool- ümar			
Valamu, täis- nurkne			
Pesukauss, mal- mist			
Pesukauss, fa- jansist			
Pesulaud, küna- kujuline			
Vann			
Dušisõel			

Joon. 115.

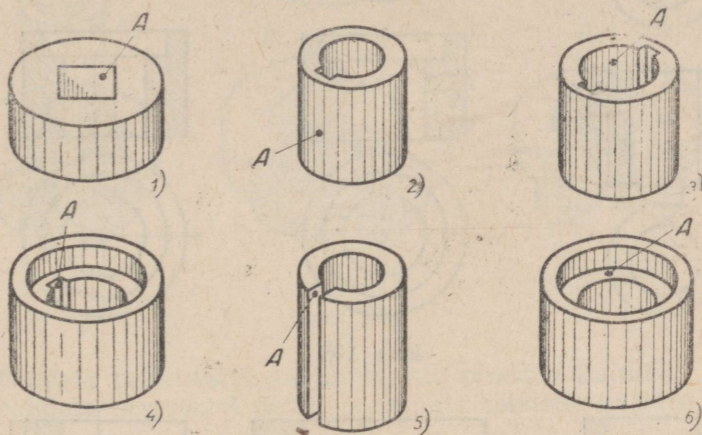
Voodi	
a) laud, neli- nurkne	a)
b) laud, üm- margune	b)
Tool	
Taburet	
Diivan	
Tugitool	

Joon. 116.

I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 117 ja 118).

Joonisel 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.

Joonisel 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, milledele on kantud punkt A.

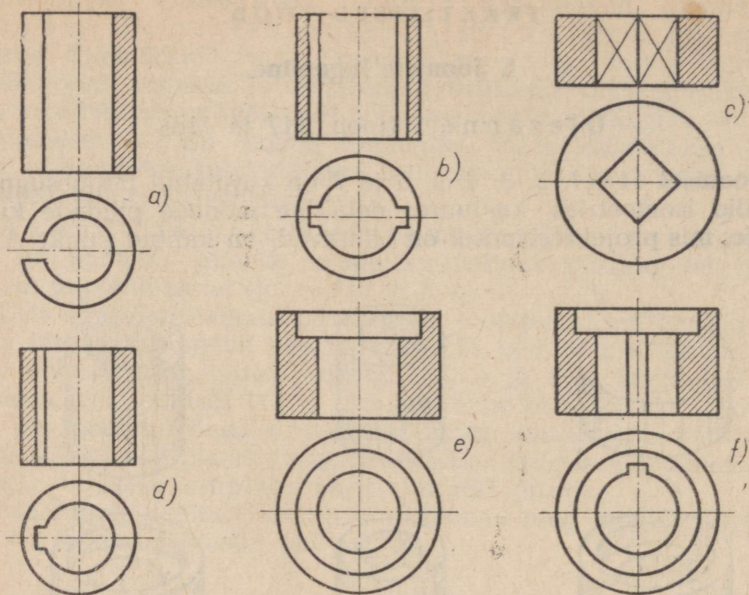
Ülesanne 2 (joon. 119 ja 120).

Joonisel 119, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7 on kujutatud mitmesugused detailid ortogonaalprojektsioonis, kuna joonisel 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.

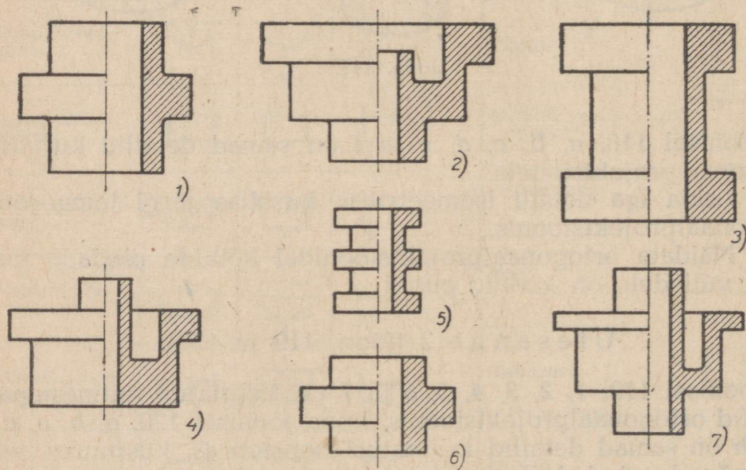
1. Kuidas nimetatakse iga antud ortogonaalprojektsiooni paremat poolt?

2. Leida iga detaili ortogonaalprojektsiooni järgi tema isomeetriline kujutis.

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



Joon. 118.

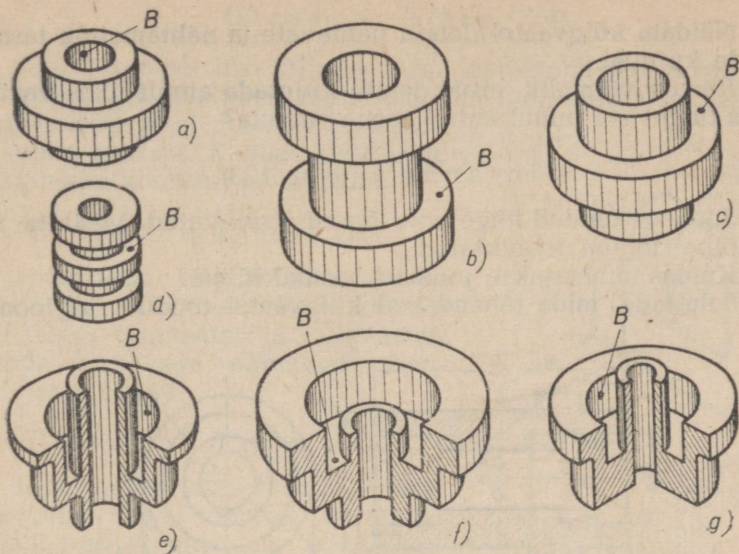


Joon. 119.

### 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 lõikega?



Joon. 120.

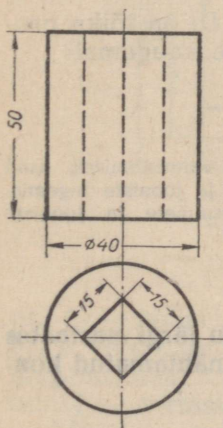
2. Näidata pealtvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
3. Näidata eestvaatel detaili kumerate pindade kujutisi.

#### Ülesanne 4 (joon. 122).

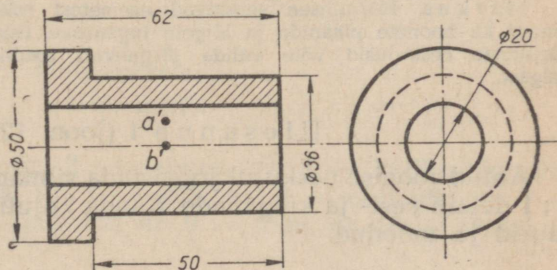
1. Näidata külgsvaatel suunda, mis tuli anda lõiketasapinnale toodud lõike saamiseks, ning detaili seda osa, mis seejuures tuli nurglikult kõrvaldada.

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 geomeetiline kuju on sellel pinnal? Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?



Joon. 121.



Joon. 122.

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

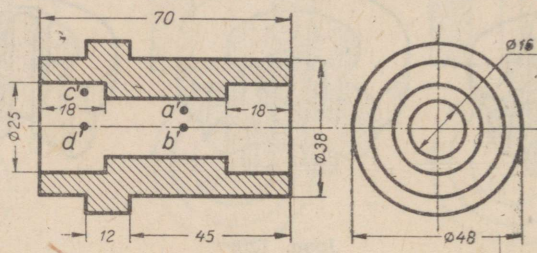
5. Kas on võimalik antud detaili kujutada ainult ühes vaates? Kuidas tuleks sel puhul antud joonist muuta?

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 külgsaatel 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 eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

Ülesanne 1 (joon. 122).

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

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

### Ülesanne 3 (joon. 124).

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

### Ülesanne 4 (joon. 125).

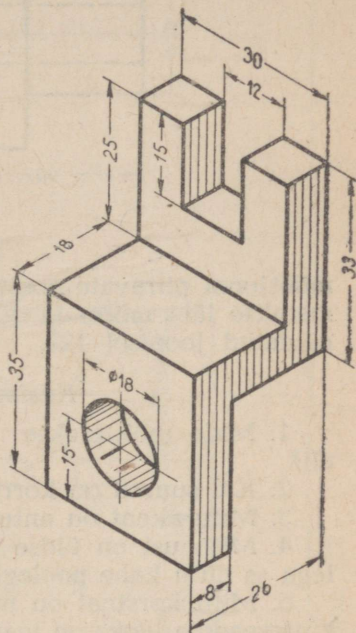
Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 joonisel 125 kujutatud detail eestvaates ja külgvaates. Kanda kujutistele nähtamatu kontuur ja mõõdud.

### Ülesanne 5 (joon. 126).

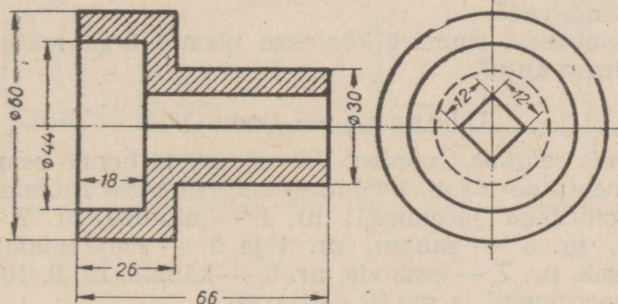
Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 2:1 joonisel kujutatud detaili esiprojektsioon poollõikespoolvaates ja põhiprojektsioon. Kanda kujutistele mõõdud.

### Ülesanne 6 (joon. 127).

Ülesande selgitus. Joonisel 127 on toodud hoone esimese korruse skemaatiline plaan, millel olevad ruumid on märgitud numbritega järgmiselt:



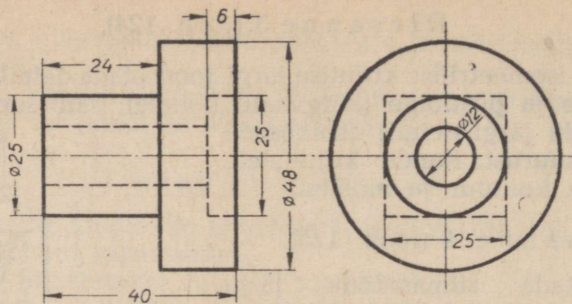
Joon. 124.



Joon. 125.

nr. 1 — köögi esik, nr. 2 — sahver, 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



Joon. 126.

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

### Küsimusi ülesande kohta.

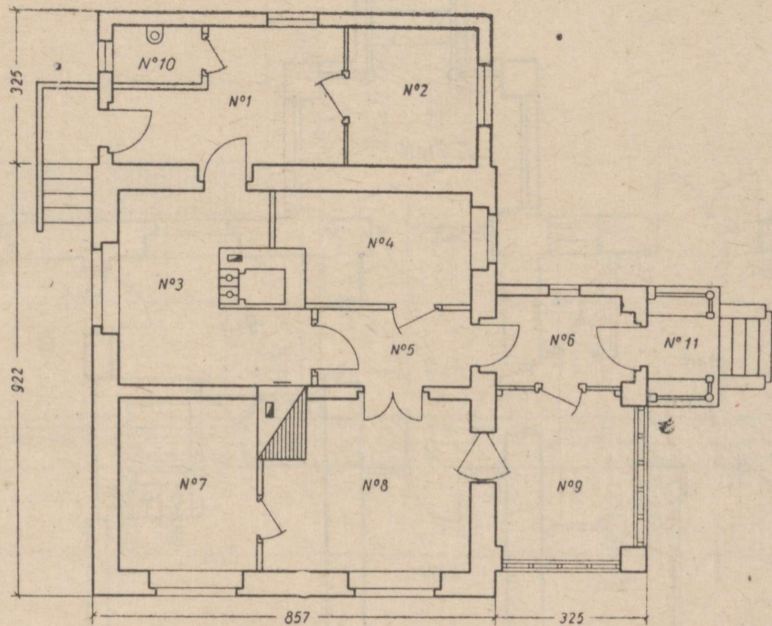
1. Mida mõistetakse ehitusalastel joonistel «korruseplaanil» all?
2. Kui suured on korruse gabariitmõõdud ilma terrassita?
3. Mitu akent on antud korrusel?
4. Mitu ust on üldse antud korrusel? Mitu ust on ühe poolega ja mitu kahe poolega?
5. Mitu korstnat on näidatud antud plaanil ning missuguse kütteseadme 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 mitteläbikäidavad?
8. Missugusest ruumist köetakse plaanil 8-ga märgitud eluruumis olevat ahju?

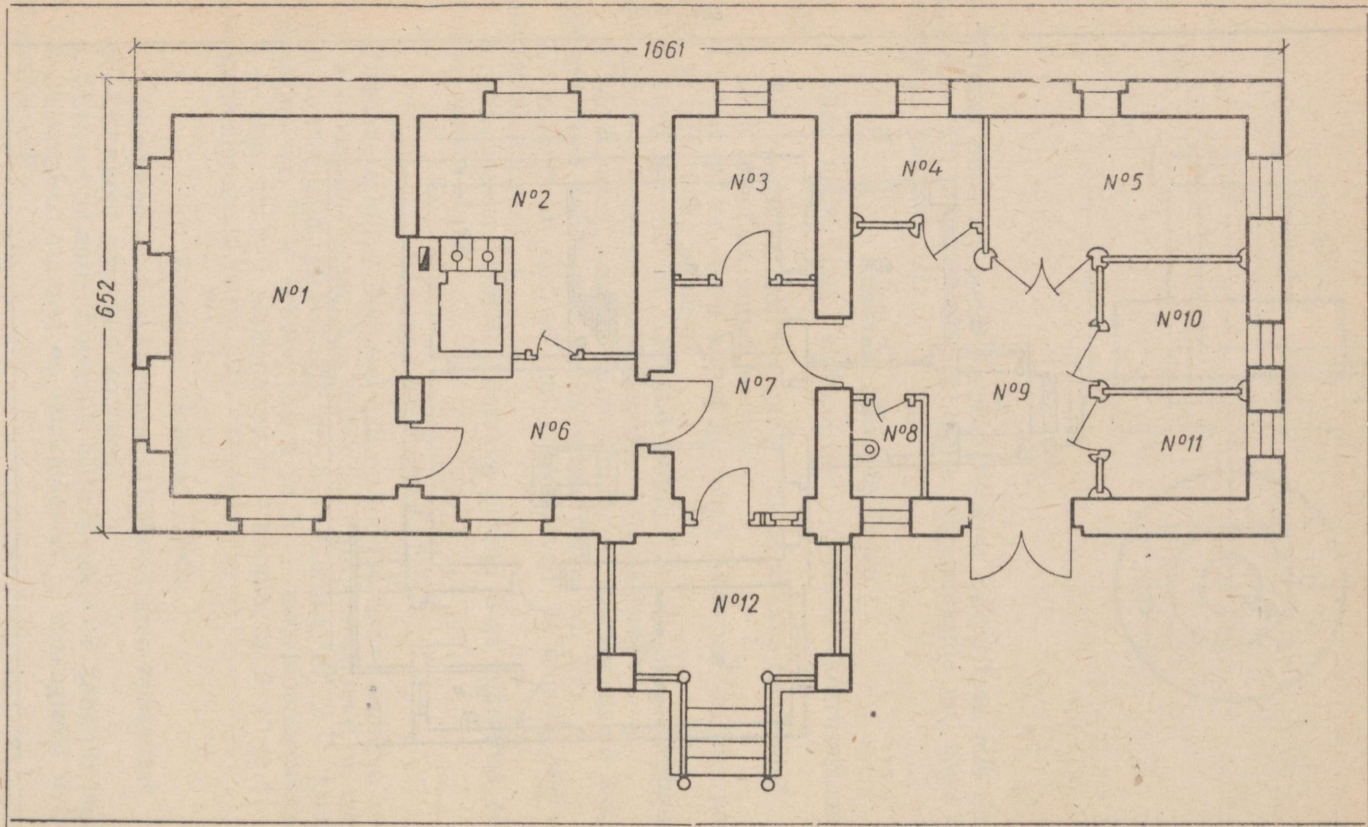
### Ülesanne 7 (joon. 128).

*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.

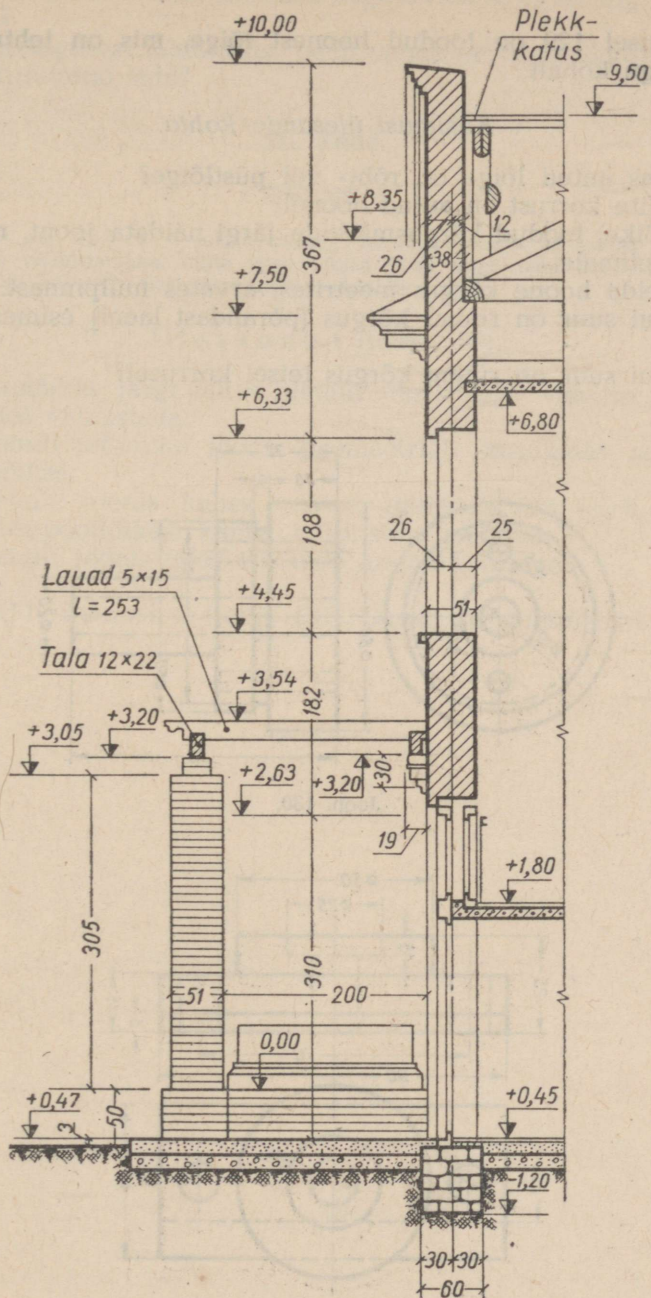
1. Kui suured on korruse gabariitmõõdud ilma terrassita?
2. Mitu akent on antud korrusel?
3. Mitu ust on antud korrusel? Mitu nendest on kahe poolega?
4. Missugused ruumid on läbikäidavad ja missugused mitteläbikäidavad?





Joon. 128.

Lõige peasissekäigu kohalt



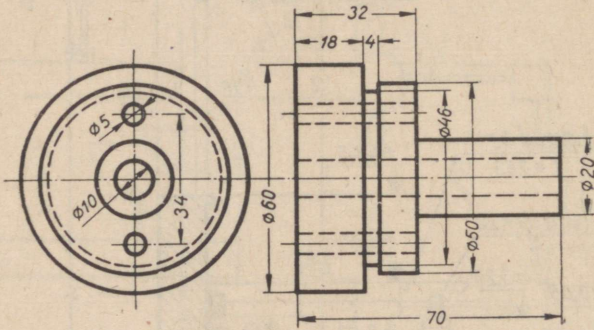
Joon. 129.

## Ülesanne 8 (joon. 129).

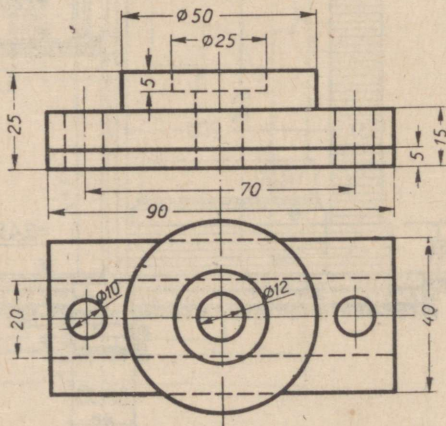
Joonisel 129 on toodud hoonest lõige, mis on tehtud peasissekäigu kohalt.

*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 äramärkimisega.

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

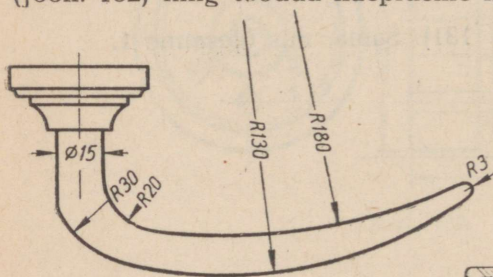
### III peatükk.

## 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.

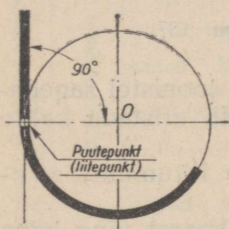
Osa pealtvaate kontuurist (joon. 132) tekib mitme joone sujuval ühendamisel. Näiteks käepideme silindrilise osa ( $\varnothing 15 \text{ mm}$ ) üks äärmistest moodustajatest läheb sujuvalt üle kaareks  $R20 \text{ mm}$ . See kaar omakorda läheb sujuvalt üle teiseks kaareks  $R180 \text{ mm}$ , viimane 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.

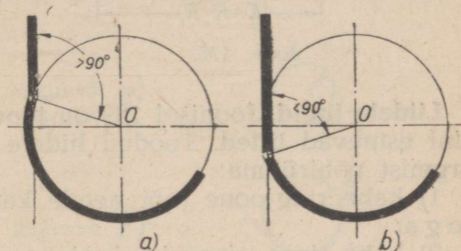
Mis puutub aga käepideme silindrilise osa teise äärmise moodustaja — sirge liitumise kaarega  $R30\text{ mm}$ , siis on kerge tähele panna, et antud ühenduse juures sujuvat üleminekut joonte vahel ei esine.

## 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 rist-sirgel. Oeldu 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 kaare 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.

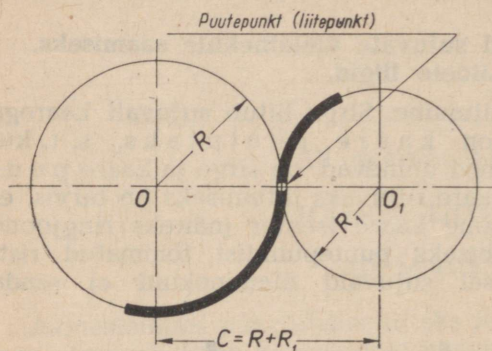
Tähendame, et ühendatavate ringjoonte (või nende kaarte) tsentreid, nagu näiteks tsentrid  $O$  ja  $O_1$  joonistel 136 ja 137, nimetatakse ka liitetsentriteks.

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

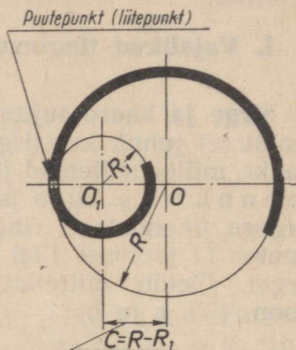
Kui kaks kaart asetsevad teineteisest väljaspool, nagu näiteks joonisel 136, siis nimetatakse kahe niisuguse kaare puutumist väliseks; sel juhul on tsentrite  $O$  ja  $O_1$  vahekaugus  $C$  võrdne mõlemate kaarte raadiuste summaga ( $C = R + R_1$ ).

Kui üks kaart 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 vahega ( $C = R - R_1$ ).

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



Joon. 136.



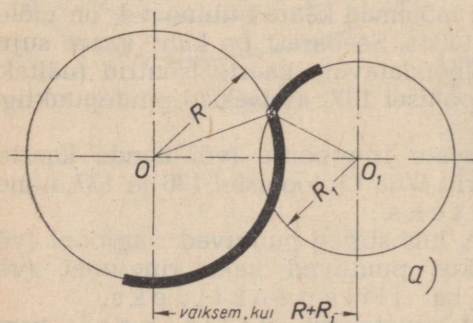
Joon. 137.

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

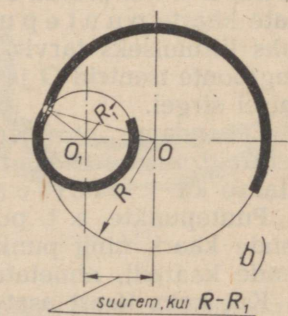
1) kahe ringjoone (või nende kaarte) sujuv liitumine sirgega;

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 puutujaks



Joon. 138.

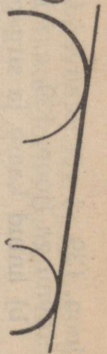
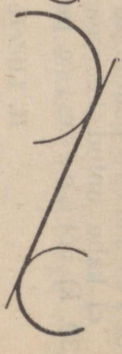
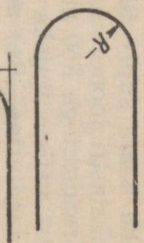
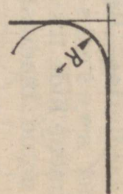
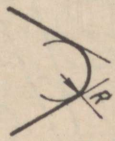

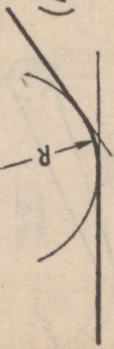
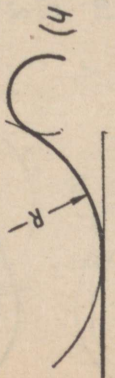
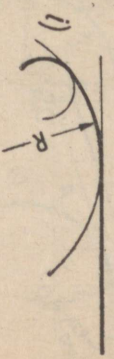
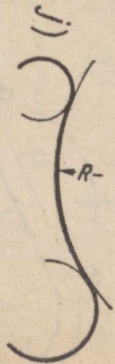
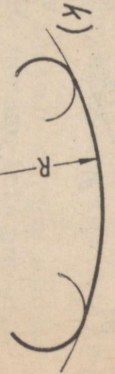


(joon. 139, *a*) või seesmiseks puutujaks (joon. 139, *b*) oleva sirgega.

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

a) kahe antud sirgega, mis teineteisega on paralleelsed

Antud raadiusega ringjoone kaare sujuv liitumine

		Kahe ringjoone kaare sujuv liitumine sirgega	
kahe ringjoone kaarega	sirge ja ringjoone kaarega	kahe sirgega	
Antud kahe kaare väline puutuja	Antud kahe kaare seesmine puutuja	Antud kaks sirget on paral-leelsed	Antud kaks sirget lõikuvad täisnurga all (täisnurga ümardamine)
			
Antud kaks sirget lõikuvad täisnurga all (täisnurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad nürinurga all (nürinurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)
		Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)
		Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)
		Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)	Antud kaks sirget lõikuvad teravnurga all (teravnurga ümardamine)
			

(joon. 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 kaare raadiuste vahetega, s. o.  $50 - 12 = 38\text{ (mm)}$ ;

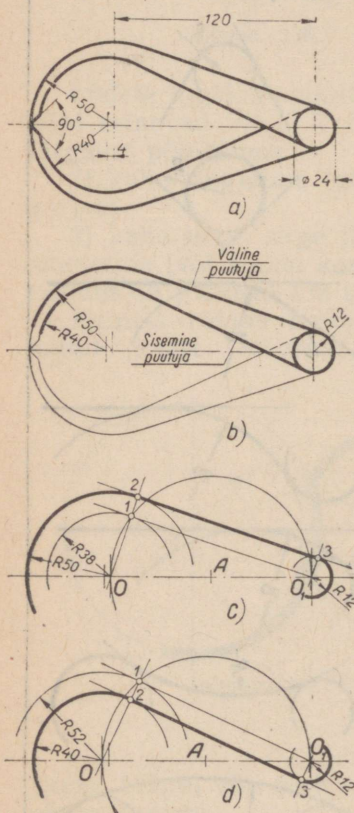
b) punktist  $O_1$  tõmmatakse sirge, mis on raadiusega  $R38\text{ mm}$  joonestatud abiringjoone puutujaks punktis 1. Puutepunkti leidmiseks poolitatakse esmalt tsentrite  $OO_1$  vaheline lõik punktiga  $A$ , mille järel tõmmatakse punktist  $A$  kui tsentrist raadiusega  $AO$  abiringjoone kaar. Viimase ja raadiusega  $R38\text{ mm}$  tõmmatud kaare lõikepunkt ongi otsitud puutepunkt 1;

c) raadius  $O_1$  pikendatakse kuni lõikumiseni antud kaarega punktis 2, mille järel punktist  $O_1$  tõmmatakse raadius  $O_13$ , mis on paralleelne raadiusega  $O_2$ ;

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

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

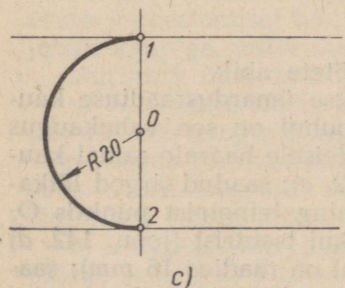
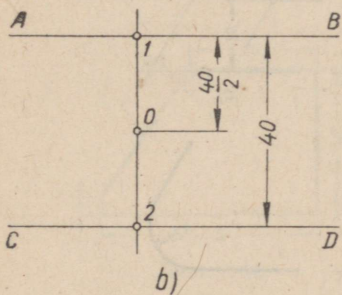
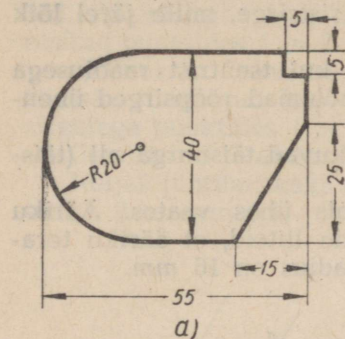
a) antud raadiusega  $R40\text{ mm}$  kaare tsentrist  $O$  tõmmatakse abiringjoone kaar raadiusega, mis on võrdne mõlemate antud kaare raadiuste sumмага, s. o.  $40 + 12 = 54\text{ (mm)}$ ;



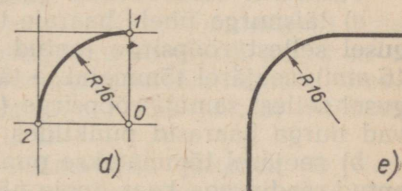
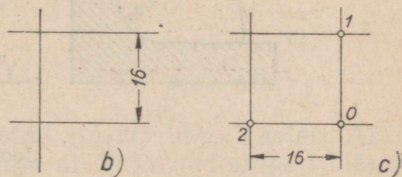
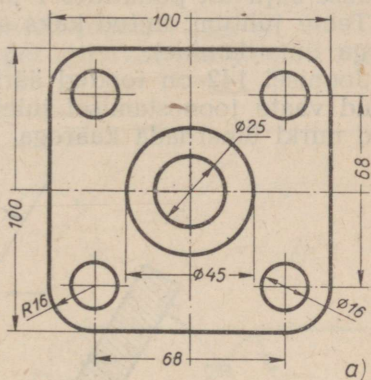
Joon. 140.

b) joonise 140, c selgitustes käsitletud viisil tõmmatakse tsentrist  $O_1$  sirge, mis on raadiusega  $R 52 \text{ mm}$  tõmmatud abiringjoone kaare puutujaks punktis 1;

c) punktist  $O$  tõmmatakse raadius  $O_1$ , mis lõikub antud raadiusega  $R 40 \text{ mm}$  joonestatud kaarega punktis 2; seejärel tõmmatakse punktist  $O_1$  raadius  $O_1 3$ , mis on paralleelne raadiusega  $O_2$ ;



Joon. 141.



Joon. 142.

d) puutepunktid 2 ja 3 ühendatakse sirglõiguga, mille tagajärjel saadakse kahe antud kaare sujuv liitumine seesmise 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 mm kaugusel asetsevat rööpsirget sujuvalt liita kaarega, mille raadius on 20 mm. Käesolev liide teostatakse järgmiste võtete abil (joon. 141, b ja c):

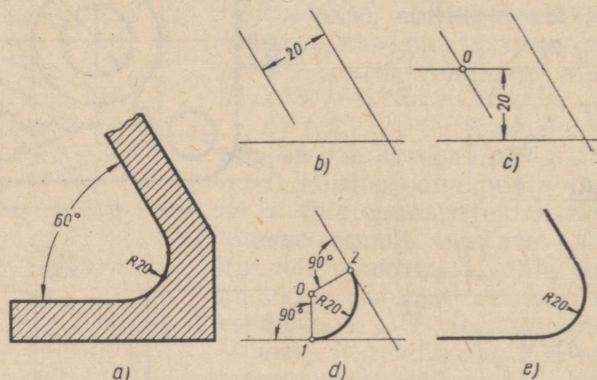
a) tõmmatakse kaks rööpsirget  $AB$  ja  $CD$  (joon. 141, b), milde kaugus teineteisest on 40 mm;

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 teravd 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.

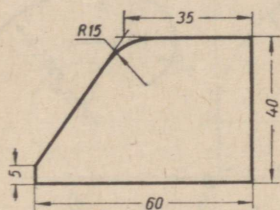
a) Teravnurga ühele haarale tõmmatakse ümardusraadiuse, s. o.  $20\text{ mm}$ , kaugusel sellest (joon. 143, b) rööpsirge, seejärel tõmmatakse teravnurga teisele haarale samal kaugusel (joon. 143, c) samuti rööpsirge; mõlemad sirged lõikuvad punktis O.

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

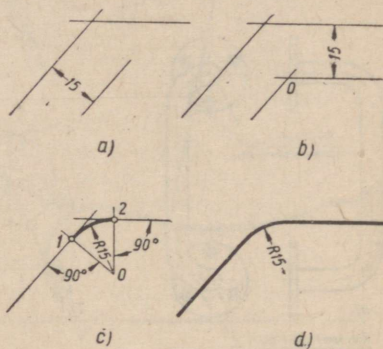
c) Punktist O kui tsentrist antud raadiusega (meie näite puhul  $20\text{ mm}$ ) tõmmatud kaar liitub sujuvalt teravnurga all lõikuvate sirgetega punktides 1 ja 2.

Ümardatud teravnurk on näidatud joonisel 143, e.

Neljäs 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  $15\text{ mm}$  (nürinurga ümardamine).

Nürinurk ümardatakse järgmiselt.

a) Nürinurga ühele haarale (joon. 144, a) tõmmatakse ümardusraadiuse kaugusel sellest rööpsirge (antud plaadi puhul on see vahekaugus  $15\text{ mm}$ ), 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 tsentrist (joon. 145, c) antud raadiusega (mis meie näite puhul on  $15\text{ mm}$ ) tõmmatud kaar liidab sujuvalt mõlemaid nürinurga all lõikuvaid sirgeid punktides 1 ja 2.

Ümardatud nürinurk on kujutatud joonisel 145, d.

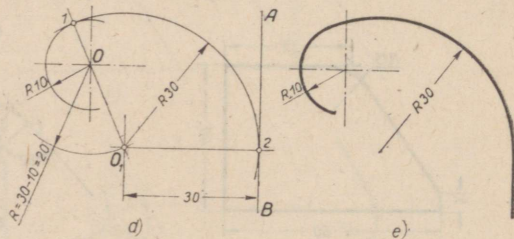
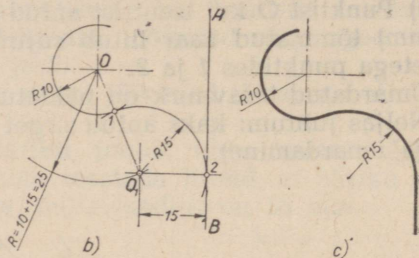
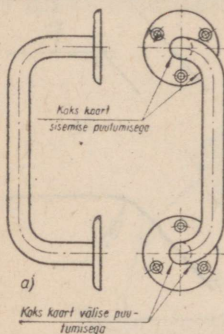
Antud kaare ja sirge sujuv liitumine teise kaarega. Ukse käepideme joonise ühel vaatel esinevad selle kontuurjoontes (joon. 146, a) järgmised kahte liiki liited:

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.

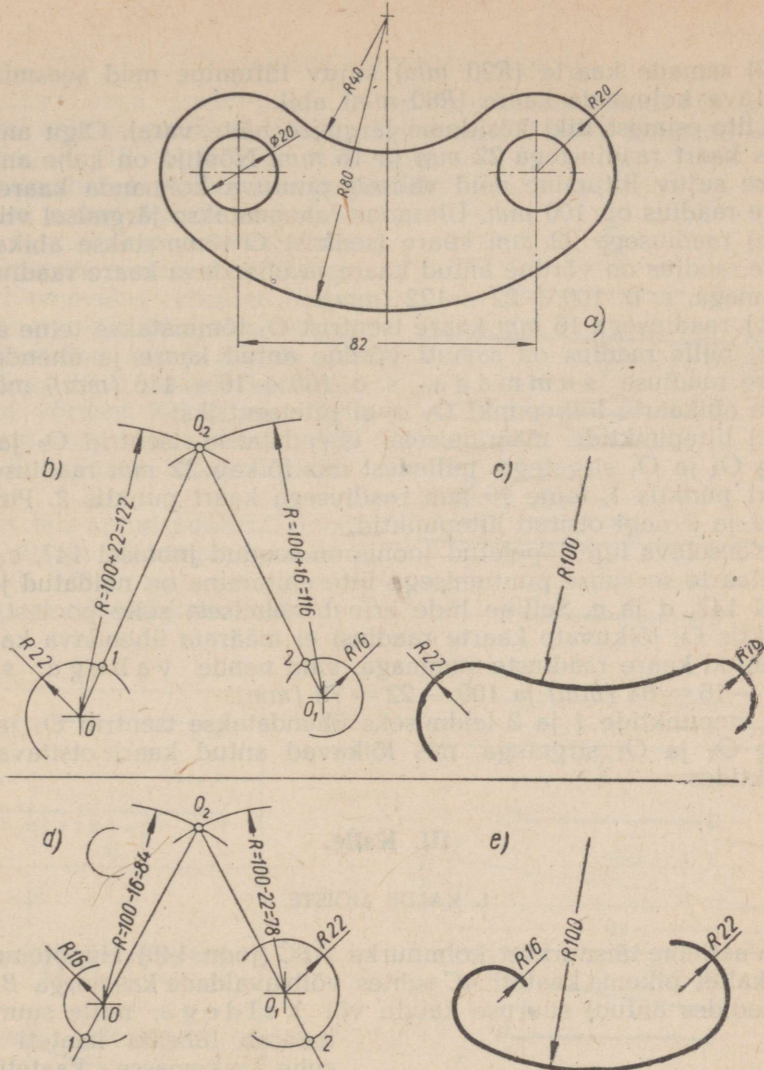
b) raadiusega 10 mm joonestatud ringjoone kaare tsentrist  $O$  tõmmatakse abiringjoone kaar, mille raadius on võrdne antud kaare ja ühendava kaare raadiuste summaga, s. o.  $10 + 15 = 25$  (mm); seejuures sirge ja abiringjoone kaar lõikuvad punktis  $O_1$ ;

c) punkti  $O_1$  tsentriga  $O$  ühendav sirge lõikab 10 mm raadiusega tõmmatud kaart punktis 1, 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 1 sujuvalt liitub teda väliselt puutuva teise kaarega, mille raadius on 10 mm.

Antud liite valmis konstruktsioon on toodud joonisel 146, c.

Kaarte seesmise puutumise 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,



Joon. 147.

vaid nende vahe s. o.  $30 - 10 = 20$  (mm). Liitepunkti 1 määrab raadiusega 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

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 radiustega  $22\text{ mm}$  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 radiuste 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 raadiuse 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 raadiusi ei määrata ühendava kaare ja antud kaare radiuste summaga, vaid nende vahel, 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.

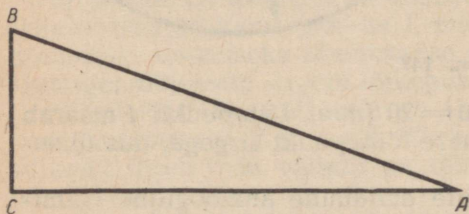
#### 1. KALDE MÕISTE.

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

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

pikema kaateti pikkus  $120\text{ mm}$ . 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.



Joon. 148.

## 2. KALLETE EHITAMISE VIISID.

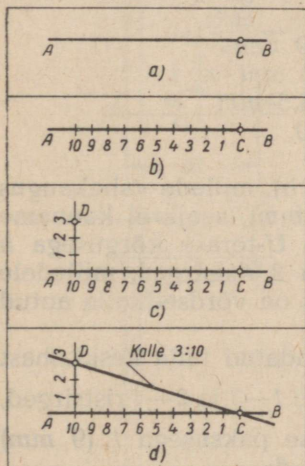
**Esimene juhtum.** Antud on lõik  $AB$  (joon. 149, a) ja lõigul asetsev punkt  $C$ . Läbi antud punkti  $C$  tuleb tõmmata sirge kaldega 3 : 10 antud lõigu  $AB$  suhtes.

Ülesanne lahendatakse järgmiselt:

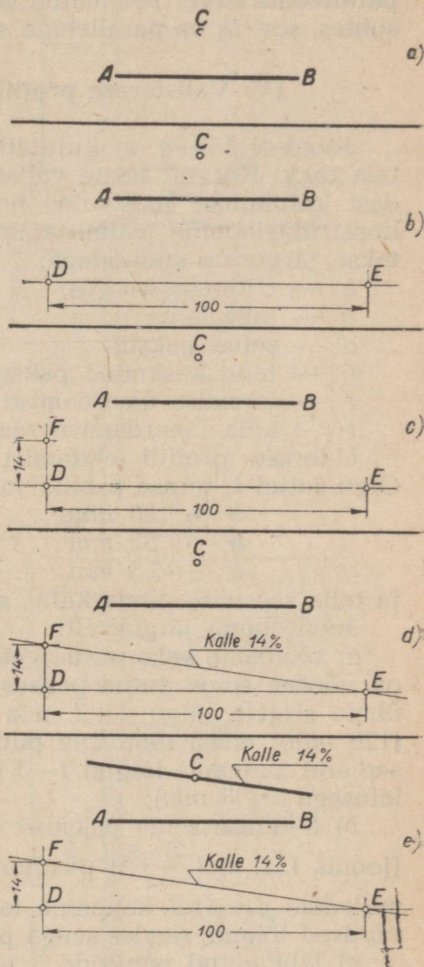
a) antud lõigule  $AB$  (joon. 149, b) kantakse punktist  $C$  alates kümme mistahes pikkusega, kuid omavahel võrdset lõiku;

b) punktis 10 (joon. 149, c) tõmmatakse antud lõigule  $AB$  ristsirge  $10 D$ , 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 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 teras-tala 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:

$h$  — 120 mm

$t$  — 9 mm

$b$  — 53 mm

$r$  — 9 mm

$d$  — 5,5 mm

$r_1$  — 4,5 mm

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 laiusega  $b$  (53 mm);

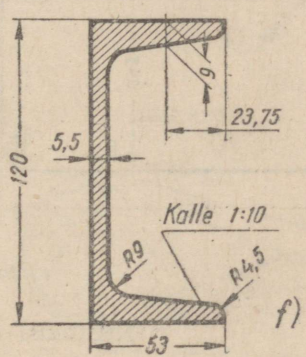
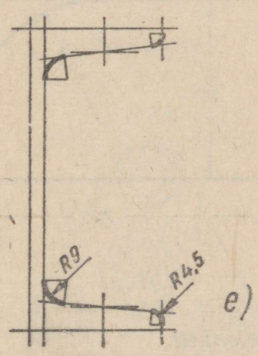
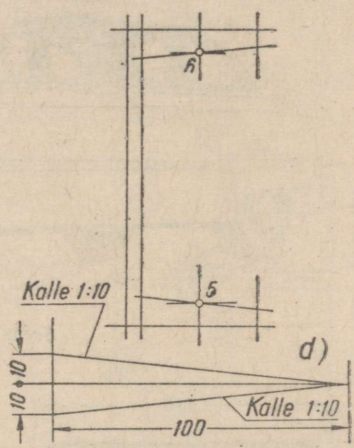
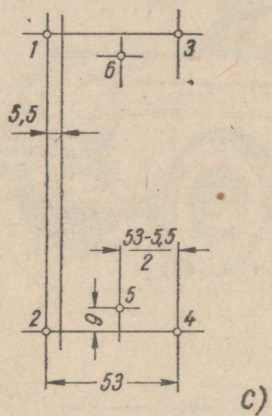
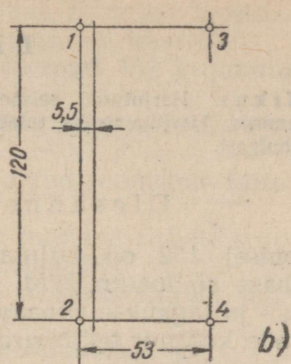
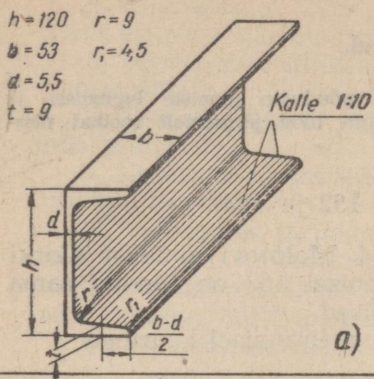
b)  $U$ -terase seina paksuse võrra vähendatud talla keskkohast (joonis 151, c) ( $\frac{53-5,5}{2}$ ) püstitame lõikudele 1—3 ja 2—4 ristsirged, milledele seejärel kanname talla keskmise paksusega  $t$  (9 mm) võrdsed lõigud, saades seega punktid 5 ja 6;

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

d) ehitava kontuuri nürinurgad (joon. 151, e) ümardame antud raadiustega ( $R_9$  mm ja  $R_{4,5}$  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.

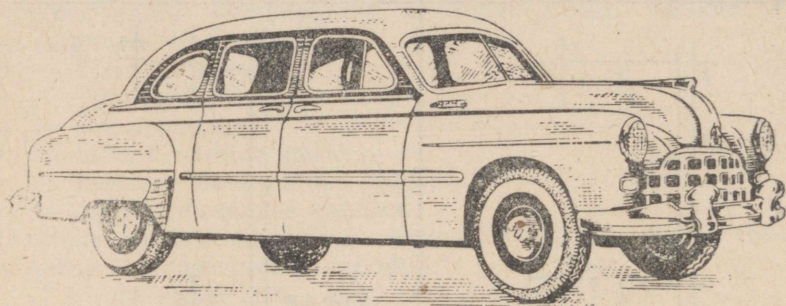
I. Harjutused.

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

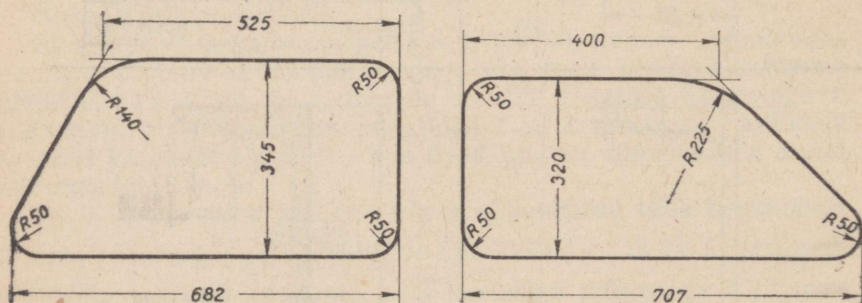
Ülesanne 1 (joon. 152 ja 153).

Joonisel 152 on kujutatud V. M. Molotovi nimelise Gorki autotehase 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 tõmata 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  $50\text{ mm}$ ?

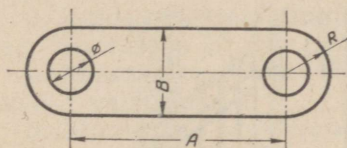
9. Missuguses järjekorras tuleb teostada sirgete sujuvat liitumist kaarega, mille raadius on  $225\text{ mm}$ ?

10. Missuguses järjekorras tuleb valmistada iga ava joonis?

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

1. Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis  $1:10$  aknaavade kujutised.

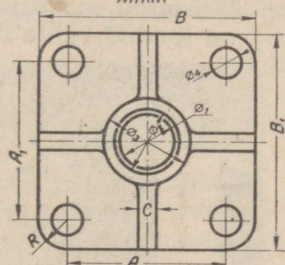
PLAAT



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

Joon. 154.

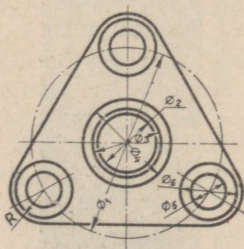
ÄÄRIK



Ääriku nr.	A	A1	B	B1	C	φ1	φ2	φ3	φ4	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.

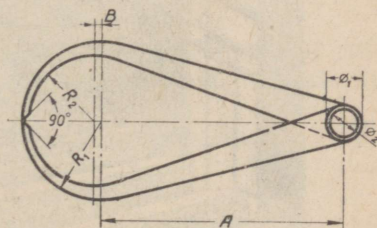
ÄÄRIK



Ääriku nr.	φ1	φ2	φ3	φ4	φ5	φ6	R
1	80	24	28	36	14	24	14
2	90	26	30	40	16	26	16

Joon. 156.

VÄLISTASTER



Väljõetri nr.	A	R1	φ1	φ2	B	R2
1	68	22	10	8	2	18
2	85	26	12	10	3	22

Joon. 157.

2. Valmistada joonis ühest antud aknaavast 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?

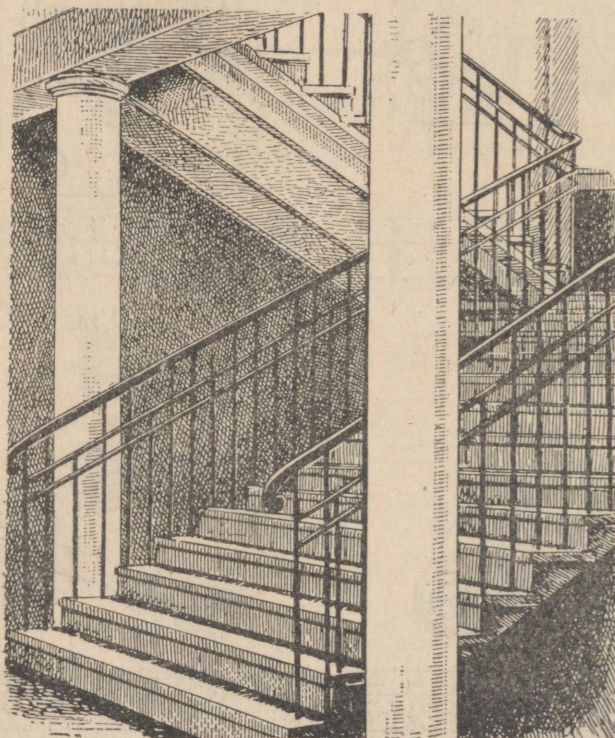
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

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

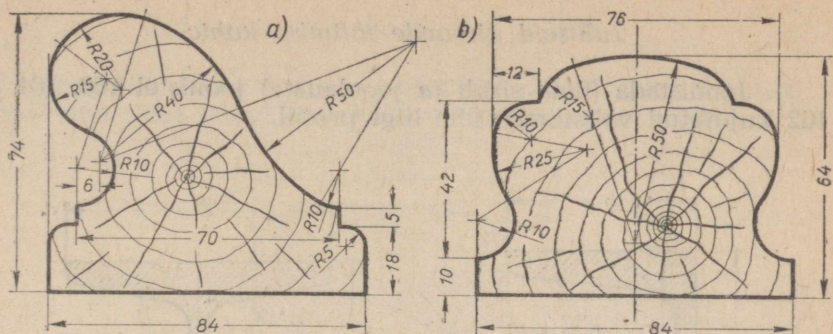
2. Valmistada joonis samast detailist, kasutades selleks tabelis toodud detaili mõõte.

### Ülesanne 3 (joon. 158 ja 159).

Joonisel 158 on kujutatud vastehitatud koolimaja peatrepp. Trepp on ääristatud 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 asukohta, 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 kujutisele selle mõõdud.

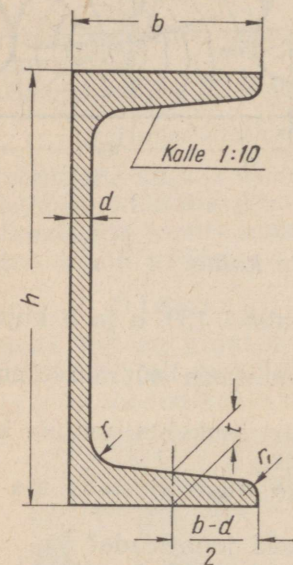
2. Teha joonis sama käsipuu ristlõikest mastaabis 1 : 1 ühes mõõtude äramärkimisega.

### 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.

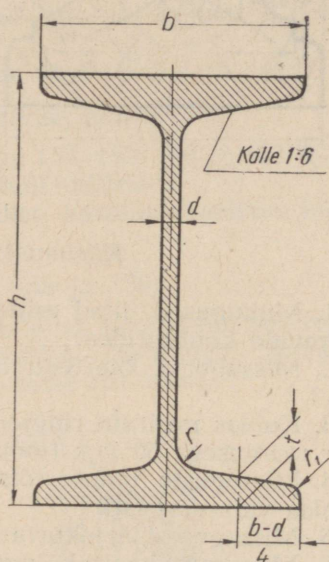
## Juhiseid ülesande täitmise kohta.

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 kujuti-sele profiili mõõdud.

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

## II. Tööd.

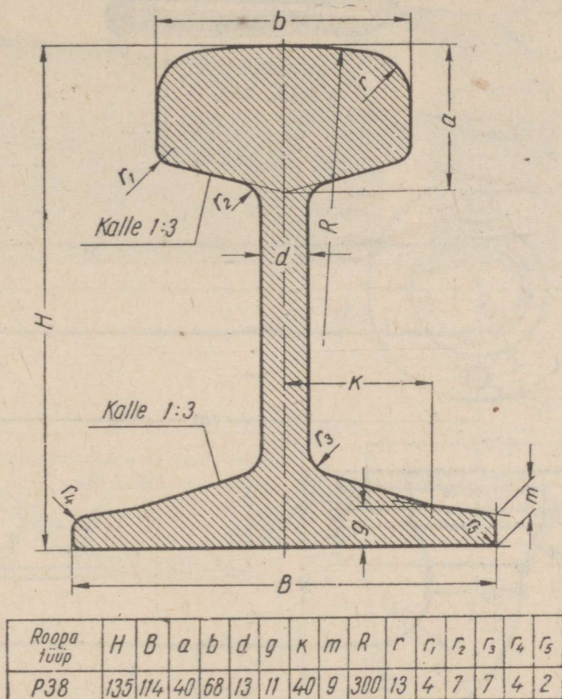
### 1. TÖÖ NR. 6.

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.

Ülesanne 1 (joon. 163 ja 164).

Joonisel 163 on toodud ukse käepideme näitlik kujutis ning joonisel 164 sama käepideme kaks ortogonaalprojektsiooni.



Joon. 162.

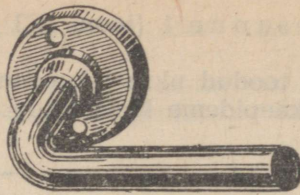
Küsimusi ülesande kohta.

1. Missugused liited esinevad iga ortogonaalprojektsiooni kontuuris?
2. Kuidas määrata liitepunkte? Mitu neid on igal vaatel?

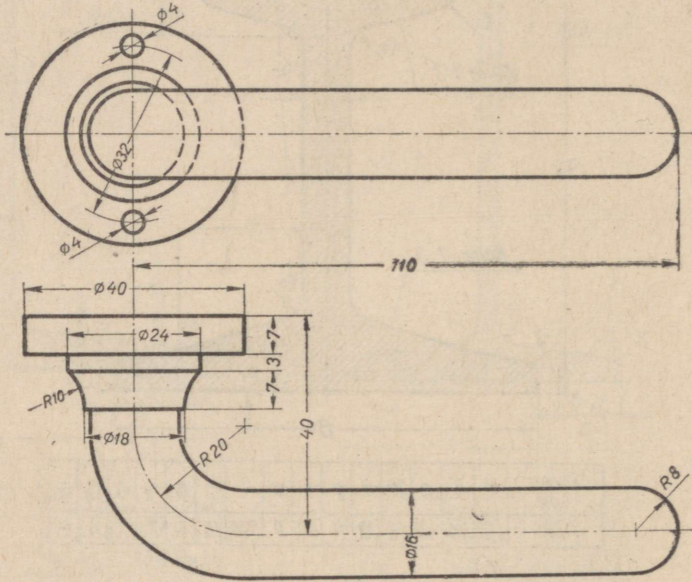
Juhiseid ülesande täitmise kohta.

Valmistada silmamõõdu järgi joonisel 164 toodud mõõtude kohaselt:

- a) käepideme eskiis ühes mõõtudega;
- b) sama käepideme joonis ühes mõõtudega, mille järel joonis kopeerida pauspaberile tušiga.



Joon. 163.



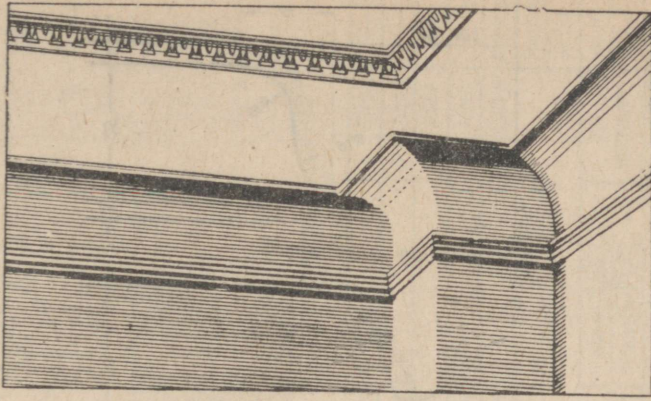
Joon. 164.

## Ülesanne 2 (joon. 165—167).

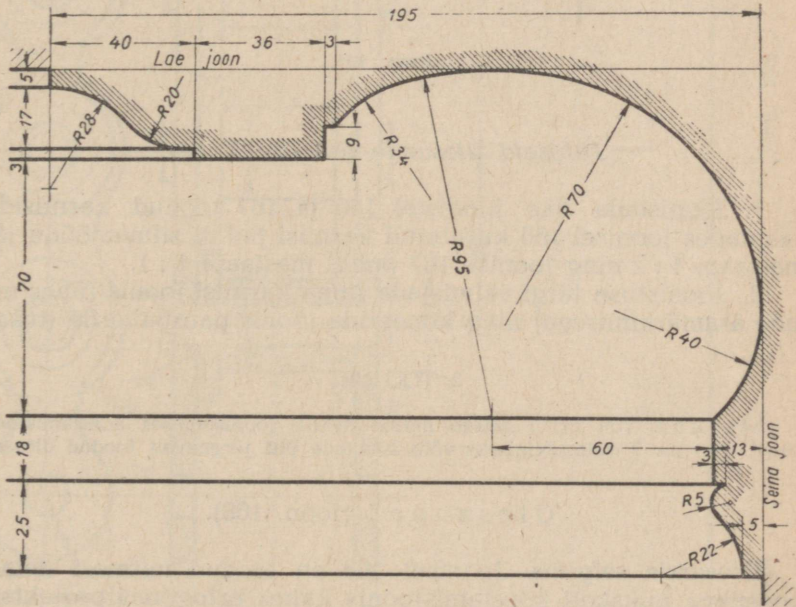
Joonisel 165 on kujutatud elutoa karniis, kuna joonistel 166 ja 167 on toodud karniiside joonised (ristlõiked).

### Küsimusi ülesande kohta.

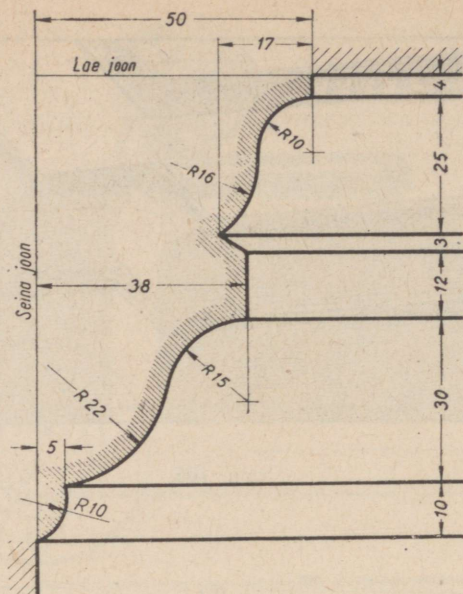
1. Missugused liited esinevad iga karniisi kontuuris?
2. Kuidas määrata antud joonisel sujuvalt liituvate kaarte liitetsentrite asukohti?
3. Missuguses järjekorras tõmmata kaari, millede radiused on 40, 70, 95 ja 34 mm (karniis joon. 166) ja 22, 15, 16 ja 10 mm (karniis joonisel 167)? Mispärast?



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 äramärgimisega) ning kopeerida joonis pauspaberile (tušiga).

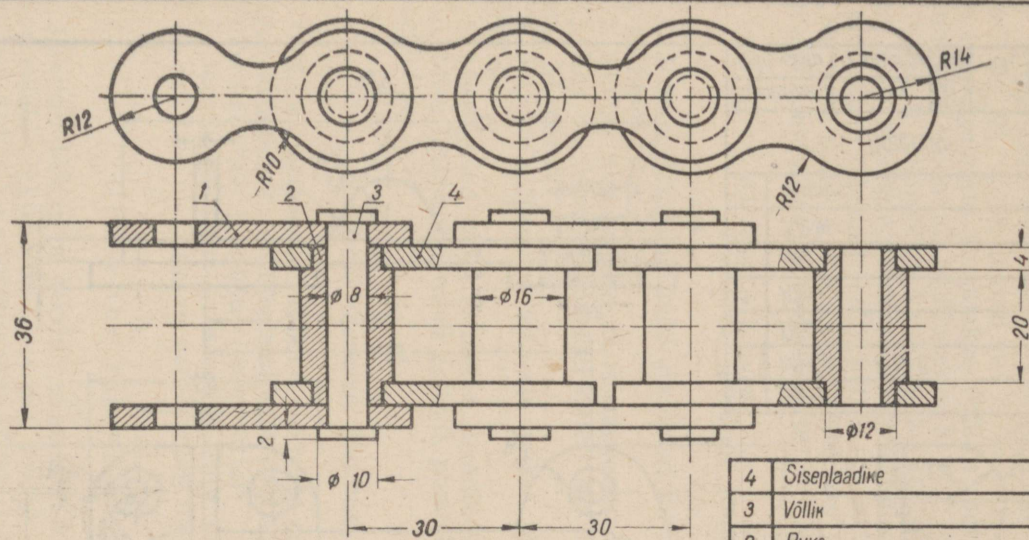
### 2. TÖÖ NR. 7.

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) jalgratastel või mootorratastel pöörlemise edasiandmiseks nende tagumistele ratastele. Kett-ajamit kasutatakse ka paljude teiste masinate juures.

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



4	Siseplaadik	4	teras	—
3	Võllik	3	teras	—
2	Puks	4	teras	—
1	Välisplaadik	4	teras	—
Jrk nr.	Nimetus	Arv lõigu kohta	Materjal	Märkusi
Püksketi lõik				Mastaap
				M 1:1
Joonestaj	V. Ivanov	25. IV 1936	5	20
Võttis vastu	H. Nazarov	27. IV 36	1/112	Keskkool
				nr 11
				8 a kl.



Juhime tähelepanu järgmisele erandile lõigete valmistamisel. On lõiketapasind suunatud piki massiivseid, s. t. õõsi mitteisaldavaid 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), võllik (detail nr. 3) ja siseplaadike (detail nr. 4). Ketiki kokkupanekul needitakse võlliku (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.*

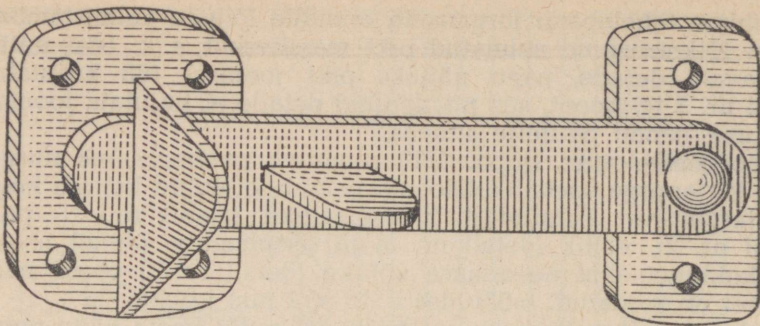
1. Joonist mõõtmata määrata antud keti välisplaadikeste pakusus millimeetrites.
2. Kuidas nimetatakse koostamisjoonisel toodud mõõte?
3. Kas on õige, et joonisel detail nr. 3 (võllik) jääb viirutamata? Mispärast?
4. Joonist mõõtmata määrata puksi (detail nr. 2) gabariitmõõdud.
5. Missugused liited esinevad 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 võlliku 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 igäühe 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 äramärkimisega.

#### IV peatükk.

### PÜRAMIIDI- JA KOONUSEKUJULISTE KEHADE JONESTAMINE.

#### KORRAPÄRASE PÜRAMIIDI JA PÜSTRINGKONNUSE 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 kolmnurgad. 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 keskmee.

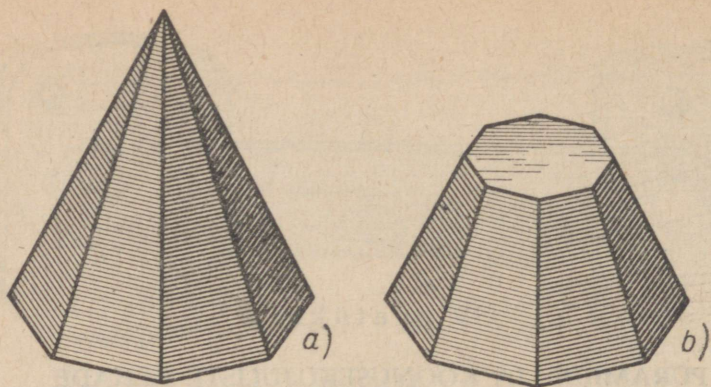
Kui püramiidi lõikab põhjaga paralleelne tasapind, siis nimetatakse põhja ja põhjaga paralleelse lõiketäpinnava vahelist püramiidi osa (joon. 170, *b*) tükipüramiidiks; tükipüramiidi paralleelseid tahke nimetatakse põhjadeks (vastavalt ülemine ja alumine). Tükipüramiidi nimetatakse korrapäraseks, kui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

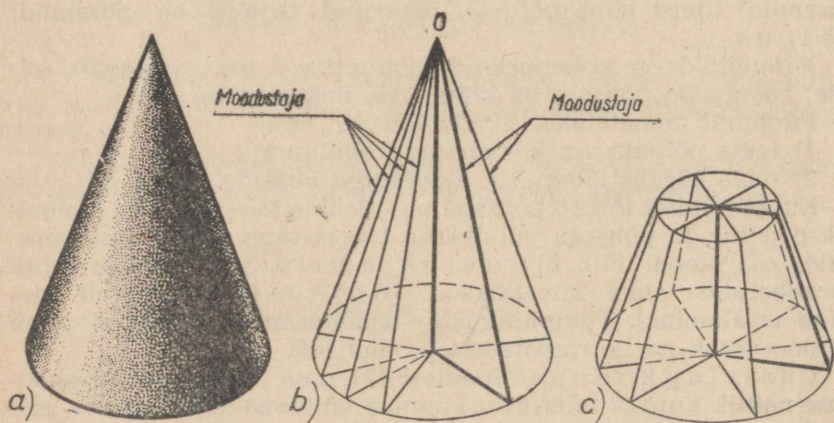
Kaatetit, mille ümber pöörleb kolmnurk, nimetatakse koonuse kõrguseks (teljeks), teine kaatet moodustab pöörlemisel koonuse põhja, kuna hüpotenuus moodustab seejuures koonuse külgpinna (koonilise pinna). Pöörlevat hüpotenuusi nimetatakse koonuse moodustajaks. Punkt *O* on koonuse tipp.

<sup>1</sup> Kui pole nõutud spetsiaalset täpsustamist, nimetame korrapärast 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 t ü v i k o o n u s e k s. Niisugust koonust võib vaadelda kehana, mis tekib täisnurkse trapetsi pöörlemisel (joon. 171, c) põhjadega risti oleva külje ümber.

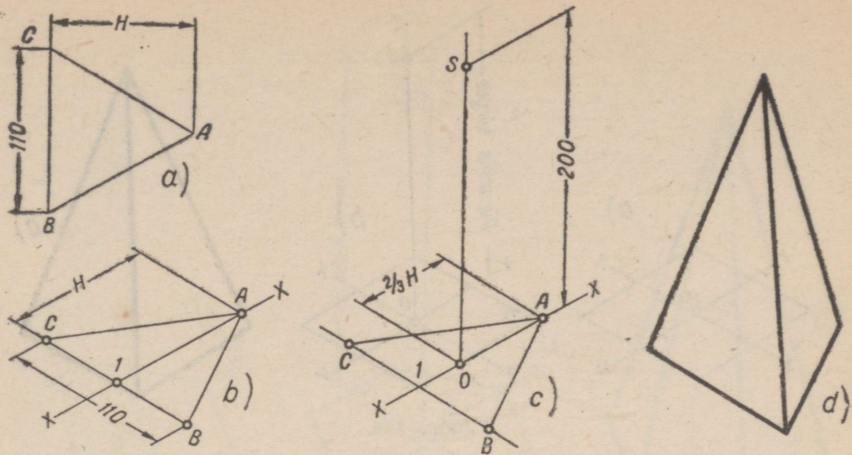


Joon. 171.

## 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.

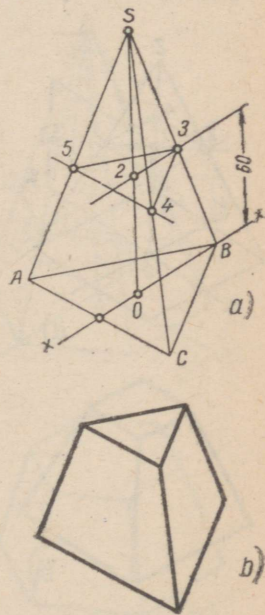
a) ühele teljele, näiteks X-teljele (joon. 172, b), kanname lõigu  $A1$ , mis on võrdne püramiidi põhjaks oleva kolmnurga kõrgusega  $H$ . Järgnevalt tõmbame läbi punkti 1 Y-teljega paralleelse sirge ning märgime sellel sirgel punktidega A ja B ära püramiidi põhiküljega võrdse sirglõigu (110 mm). Pärast 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 mm). Püramiidi tipp S tuleb ühendada sirglõikude abil püramiidi põhja tippude projektsioonidega A, B ja C.

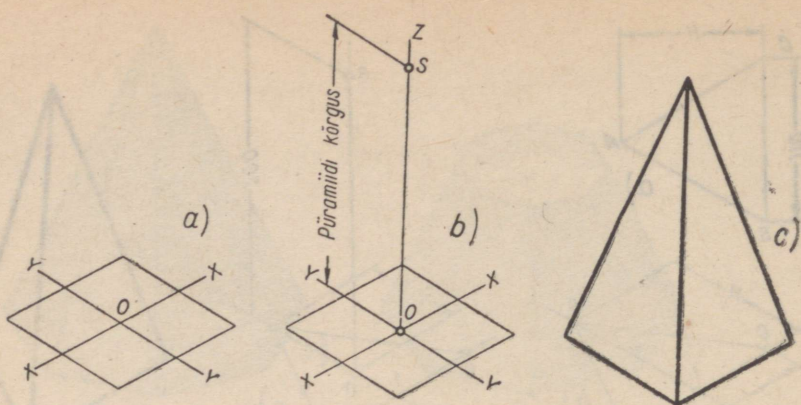
Joonisel 172, d on toodud antud mõõtu-  
dega valmistatud püramiidi lõpetatud isomeetriline kujutis.

T ü v i p ü r a m i i d. Joonisel 173 on näidatud isomeetrilise kujutise ehitamist kolmnurksest tüvipüramiidist, mille kõrgus on antud näite puhul 60 mm.

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



Joon. 173.



Joon. 174.

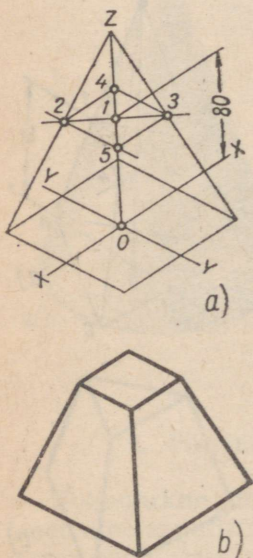
miidi kõrgusega, s. o. 60 mm. Edasi tõmbame läbi punkti 2 X-teljega paralleelse sirge; selle sirge lõikumisel külgservaga SB saame punkti 3. Lõigud 3—4, 3—5 ja 5—4 tõmbame paralleelselt püramiidi alumise põhja vastavate külgedega BC, BA ja AC. Joonisel 173, b on toodud tüvipüramiidi lõpetatud isomeetiline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

**Nelinurkne püramiid.** Püramiid. 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.

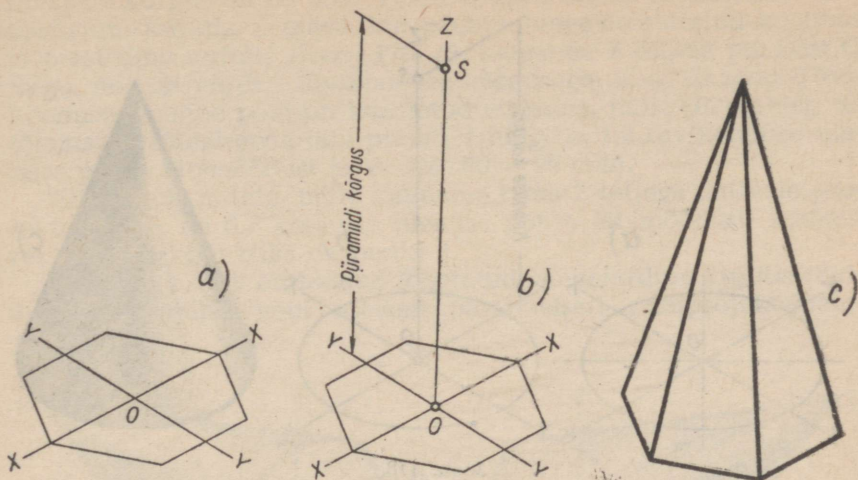
Joonisel 174, c on toodud lõpetatud isomeetiline kujutis nelinurksest püramiidist.

**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.** Püramiid. X- ja Y-teljele ehitame püramiidi põhja — korrapärase kuusnurga isomeetrilise kujutise (joon. 176, a).



Joon. 175.



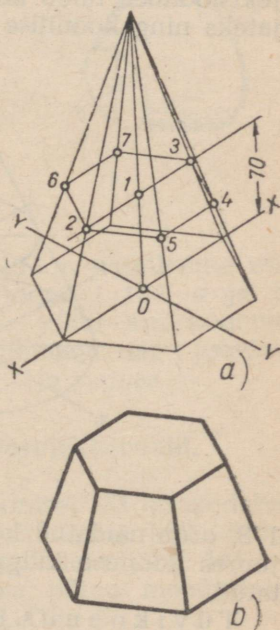
Joon. 176.

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 tipu projektsiooniks, tuleb ühendada sirgete abil püramiidi põhja tippude projektsioonidega.

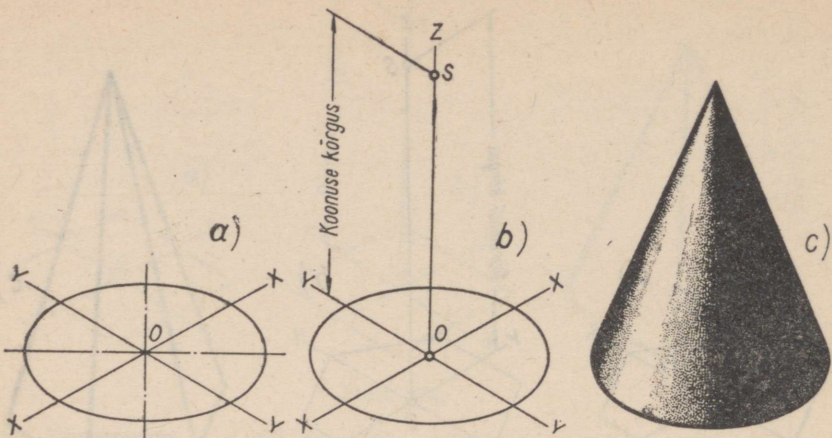
Joonisel 176, c on toodud kuusnurkse püramiidi lõpetatud isomeetriline kujutis.

T ü v i p ü r a m i i d. 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 punktides 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 isomeetriline kujutis.

**Koonus.** Olgu meil tarvis joonestada isomeetriline 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



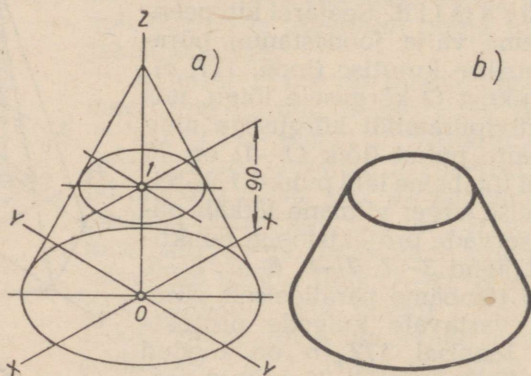
Joon. 177.



Joon. 178.

lähimõõduga (joonestame ilma lühenduseta telgede suunas), kuna lühem telg on risti ja võrdne 0,7 koonuse põhja lähimõõduga.

Seejärel kanname Z-teljele punktist 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



Joon. 179.

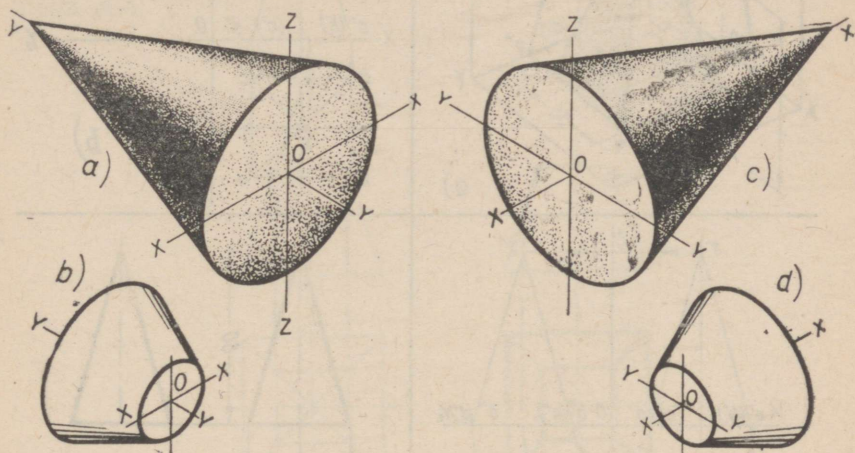
178, c on näidatud koonuse lõpetatud isomeetriline kujutis, kusjuures koonuse külgpind on suurema näitlikkuse mõttes varjutatud.

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

koonuse kõrgus on 90 mm. Tuleb ehitada antud tüvikoonuse isomeetiline kujutis. Seejärel kui peenjoontega on ehitatud koonuse isomeetiline 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 rõhtsirgena läbi punkti 1 ning on 1,2 tüvikoonuse ülemise põhja läbimõõdust (s. o.  $1,2 : 80 = 96 \text{ mm}$ ).

Ellipsi lühem telg, mille kanname tema Z-teljega ühtivale projektsioonilê, on 0,7 koonuse ülemise põhja läbimõõdust, kusjuures telje keskpunktiks on punkt 1.

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



Joon. 180.

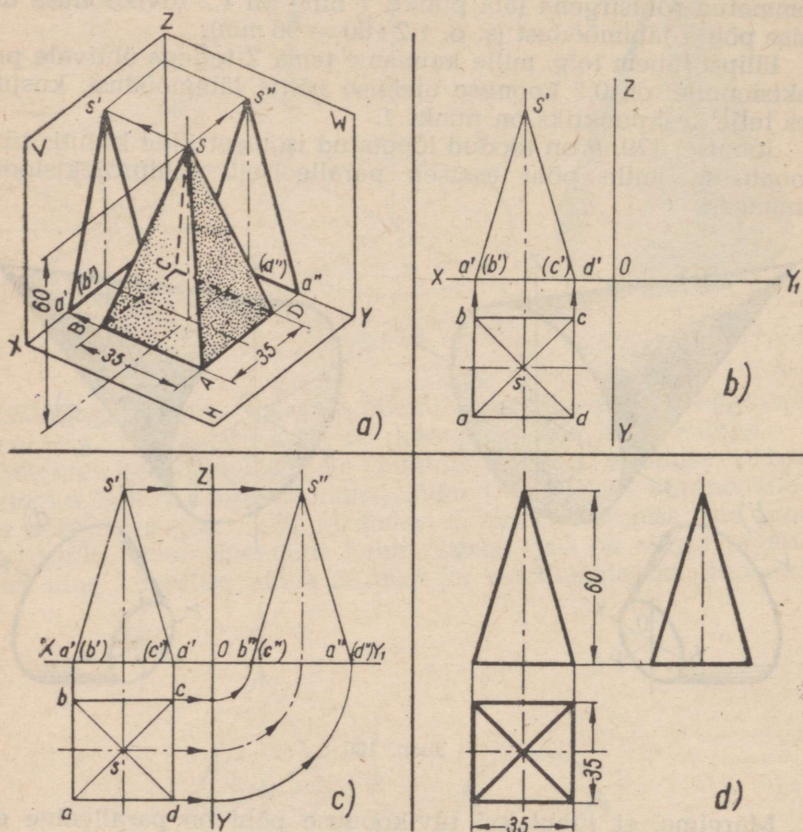
Märgime, et juhul kui tüvikoonuse põhi on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, nagu on näidatud joonisel 180, a ja b, kantakse ellipsi lühem telg Y-telje suunas; juhul kui koonuse põhi asetseb paralleelselt küljprojektsioonipinnaga, nagu joonisel 180, c ja d, kantakse ellipsi lühem telg X-telje suunas.

## 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.

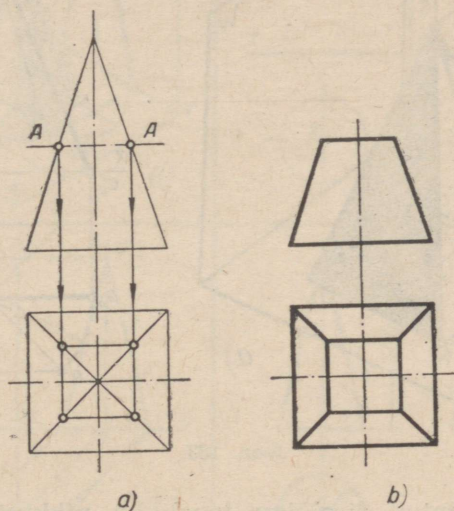
Järgnevalt joonestame püramiidi esiprojektsiooni (joon. 181, b). Kuna püramiidi projekteerimisel antud asendis tema eesmise ja tagumise külgtahu esiprojektsioonid ühtivad, siis on püramiid seetõttu kujutatud võrdhaarse kolmnurgana, mille alus on võrdne püramiidi põhikülje pikkusega, s. o. 35 mm, kõrgus aga püramiidi kõrgusega, s. o. 60 mm. Paneme tähele, et püramiidi põhja esiprojektsiooniks olev lõik  $a' (b')-d' (c')$  ühtib  $X$ -teljega, sest ülesande tingimuste kohaselt püramiidi põhi toetub põhiprojektsioonipinnale.

Püramiidi kolmanda projektsiooni — külgvaate ehitamine seisab, nagu nähtub joonisest 181, *c*, püramiidi vastavat kontuuri määravate punktide kolmandate projektsioonide leidmises.

Nagu silindri projekteerimiselgi ortogonaalprojektsioonis (joon. 40), tuuakse püramiidi külgservade projektsioonid 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.

T ü v i p ü r a m i i d. 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, milledest alumine on tүvipүramiid ja ülemine väiksem püramiid. Olgu nõutud ehitada tүvipүramiidi kaks ortogonaalprojektsiooni: esi- ja põhiprojektsioon.

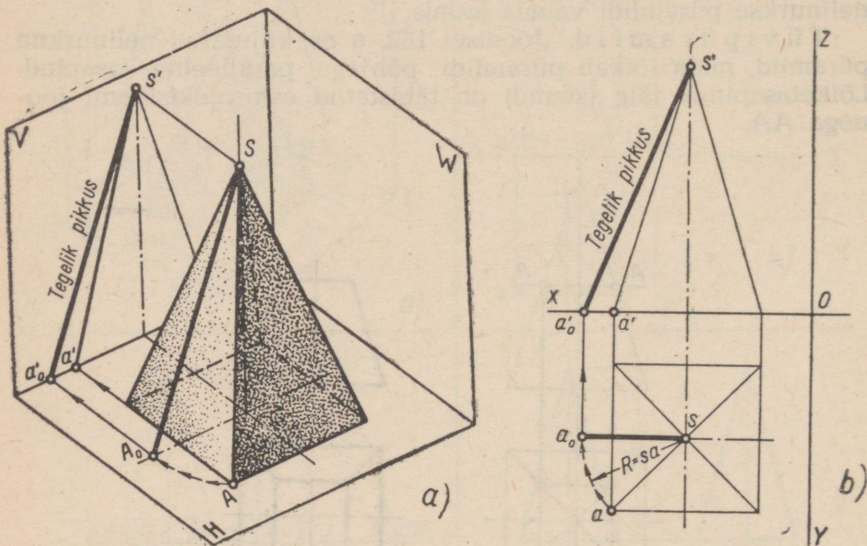
Antud tүvipүramiidi ülemise põhja põhiprojektsiooni ehitamiseks projekteerime lõiketasapinna jälje lõikepunktid püramiidi külgtahkude esiprojektsioonidega, nagu see on näidatud joonisel 182, *a*, samade külgservade põhiprojektsioonidele, mille järel projekteeritud punktid ühendame sirgetega. Joonisel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

Üldasendis antud sirglõigu tegeliku pikkuse leidmine. Tule tame 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.

Joonise 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. pööramisemeetodi abil. Käsitleme seda meetodit püramiidi külgserva tegeliku pikkuse määramise näite varal.

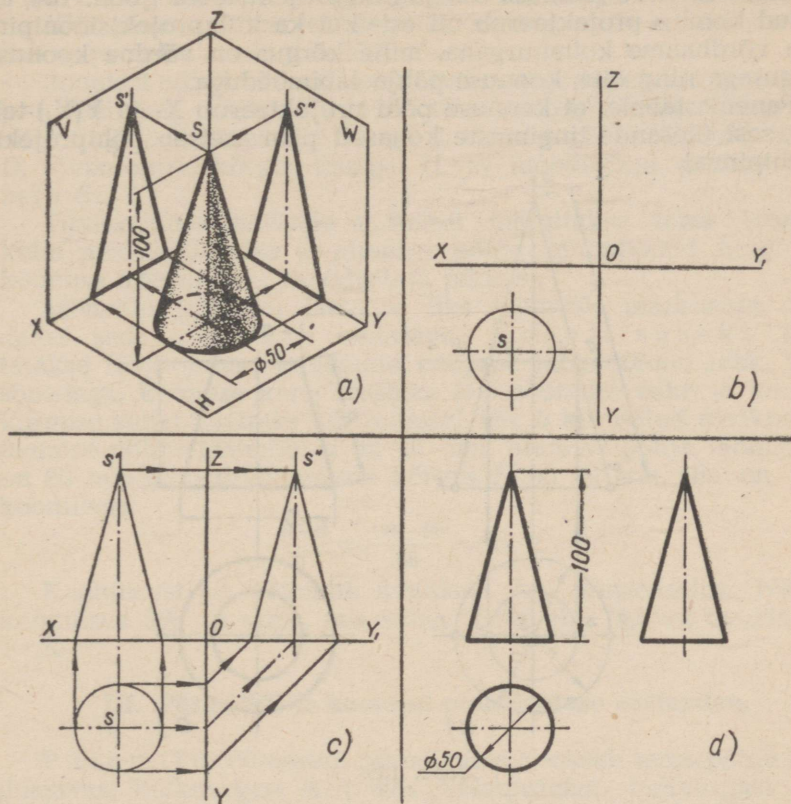
Joonisel 183, *a* on toodud näitlik kujutis nelinurksest püramiidist, mille üht külgserva tähistame SA-ga. Nii antud kui ka ülejäänud kolm külgserva pole paralleelsed esiprojektsioonipinnaga, sest külgserva SA esiprojektsioon  $s'a'$  ei ole tema tegeliku pikkusega võrdne, vaid on sellest lühem.

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 nõelaga 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.

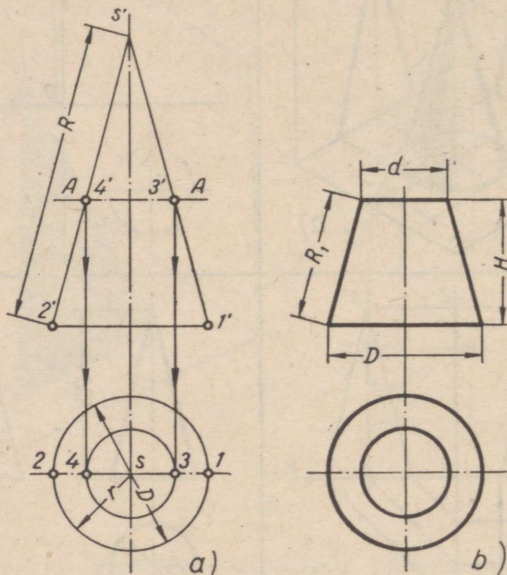
lõikepunkt püramiidi põhiprojektsiooni rõhtsa telgjoonega annab punkti  $a_0$ . Lõik  $sa_0$  on esiprojektsioonipinnaga paralleelsesse asendisse pööratud külgserva  $SA$  uueks põhiprojektsiooniks. Punkt  $a'_0$  on pööratud külgserva punkti  $A$  uueks esiprojektsiooniks, sirglõik  $s'a'_0$  aga pööratud 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 külprojektsiooni (joon. 184, c). Antud koonus projekteerub nii esi- kui ka külprojektsioonipinnale võrdhaarse kolmnurgana, mille kõrgus on võrdne koonuse kõrgusega ning alus koonuse põhja läbimõõduga.

Paneme tähele, et koonuse põhi projekteerub  $X$ - ja  $Y(Y_1)$ -teljele, sest ülesande tingimuste kohaselt põhi asetseb põhiprojektsioonipinnal.



Joon. 185.

Joonisel 184, d on näidatud kolmes projektsioonis kujutatud koonuse valmis joonis. Nagu silindri projekteerimisel ortogonaalprojektsioonis (joon. 40), tuuakse koonuse külprojektsioon 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. Lõiketasapinna jälg (suund) on esiprojektsioonil tähistatud joonega  $AA$ .

Lõiketapasind 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 kujuks on sirglõik, mida piiravad lõiketapasinna jälje AA lõikepunktid 3' ja 4' koonuse moodustajatega (s. t. lõikudega s'1' 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 läbimõõt 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 suhet. 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.

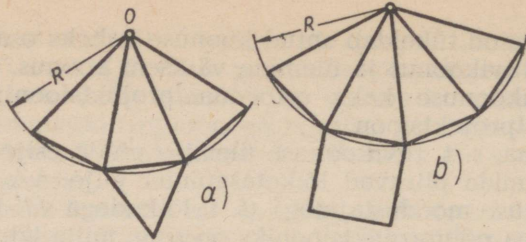
### III. Püramiidi ja koonuse pinnalaotuse ehitamine.

**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.

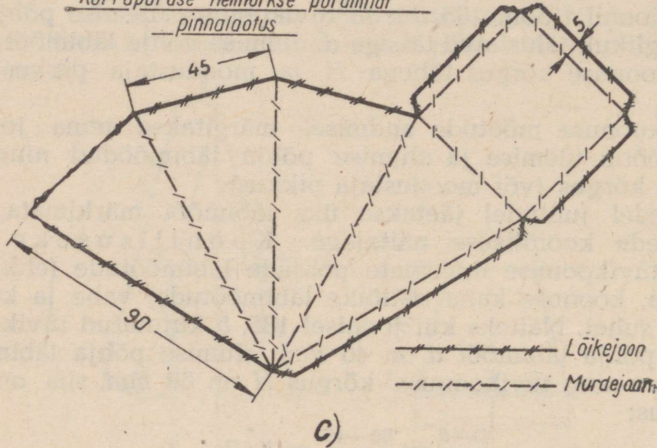
Joonisel 186, a on näidatud kolmnurkse püramiidi pinnalaotuse ehitamist järgmisel viisil. Meelevaldselt võetud punktist  $O$  (joon. 186, a) kui tsentrist tõmbame kaare raadiusega  $R$ , mis on võrdne püramiidi külgserva tegeliku pikkusega. Siis kanname sellele kaarele kolm sirglõiku, millede mõõdud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

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

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

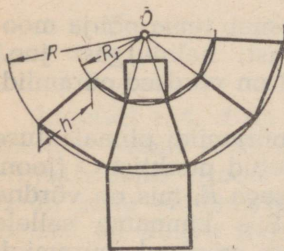


Korrapärase nelinurkse püramiidi  
pinnalaotus



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 külgserva 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 sekto-



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) põhiprojektsioonipinna, b) esiprojektsioonipinna, suhtes.

3. Näidata toe joonise mõlemal vaatel pindade kujutisi, mis on risti a) esiprojektsioonipinna, b) külgsprojektsioonipinna 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 tegelike suurusi abikonstruktsioonidega?

6. Kas detaili külgsvaade erineb milleski tema eestvaatest?

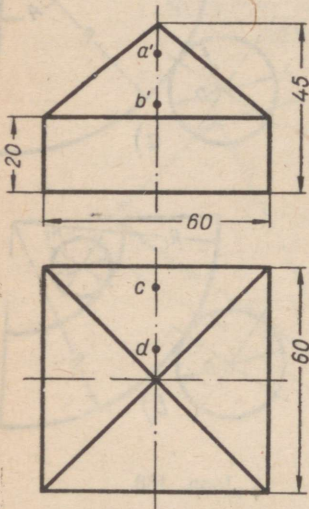
7. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud kaks punkti — C ja D (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $c$  ja  $d$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

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) külgsprojektsioonipinna 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?



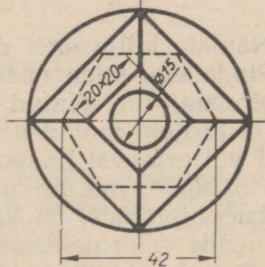
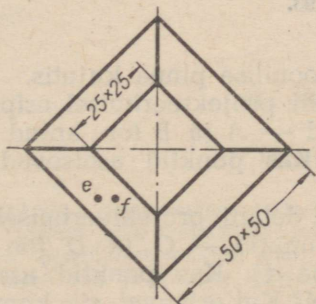
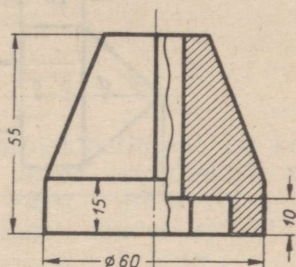
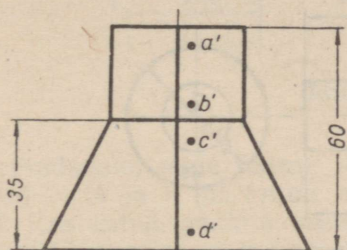
Joon. 190.

4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud kaks punkti —  $C$  ja  $D$  (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $c'$  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 põhiprojektsioonipinnale, on kantud kaks punkti —  $E$  ja  $F$  (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $e$  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 külgsuuna 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 suurusid?

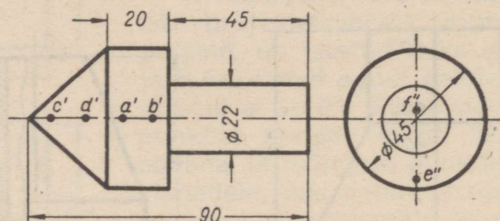
6. Missugustest ja kui paljudest tasapinnalistest kujunditest koosneb detaili sisemine pinnalaotus?

7. Milles erineb detaili külgsaade tema eestvaatest?

Ülesanne 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 külgsaadel detaili koonilise pinna kujutis.

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 külgsprojektsioonipinnale, 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 külgsprojektsioonipinnale, on kantud punktid — E ja F (on antud ainult nende külgsprojektsioonid  $e''$  ja  $f''$ ). Kumb nendest punktidest asetseb lähemal külgsprojektsioonipinnale?

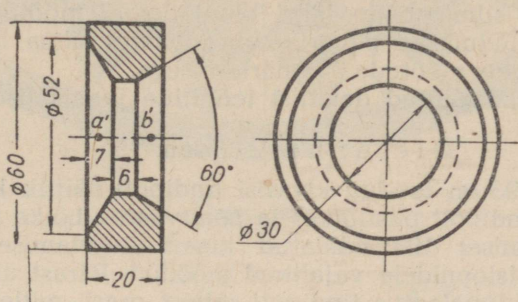
Ülesanne 5. Rõnga joonise lugemine (joon. 194).

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

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

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

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



Joon. 194.

5. Pindadele, mida näeme löike projekteerimisel, on kantud punktid —  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). 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, joo-nestades selleks esmalt detaili pinnalaotuse mastaabis 2 : 1. Lisa-ülesandena võib valmistada mudeli veel mõnest teisest materja-list, näiteks plastiliinist, mastaabis 1 : 1.

#### Ülesanne 2 (joon. 191).

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

#### Ülesanne 3 (joon. 139).

Sama, mis ülesanne 2.

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

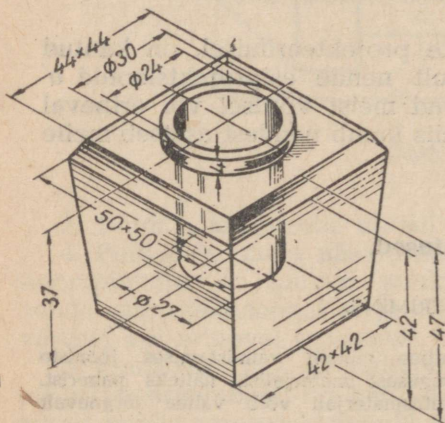
Märkus. Harjutamine seisneb mitme tehnilise joonistuse, eskiisi ja joonise valmistamises. Harjutuste eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

### Ülesanne 1 (joon. 194).

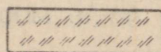
1. Pidades silmamõõdu järgi kinni detaili mõõtudest, joonistada detail ruudulisele paberile ühes vaates, ilma lõiketa, ning kõikide vajalike mõõtude äramärgimisega.
2. Valmistada antud detailist tehniline joonis (isomeetria).

### Ülesanne 2 (joon. 195).

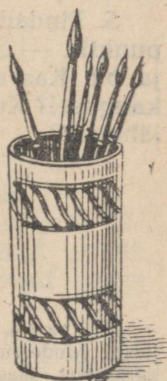
Joonisel 195 on toodud klaasist tindipoti näitlik kujutis. Joonistada see tindipott püstitõikes ja pealtvaates. Lõike märgimiseks kasutada joonisel 196 näidatud klaasi kujutamise tingmärki. Kanda projektsioonidele vajalikud mõõdud. Pärast ülesande täitmist ehitada pinnalaotus tindipoti sellest osast,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



Joon. 195.



Joon. 196.



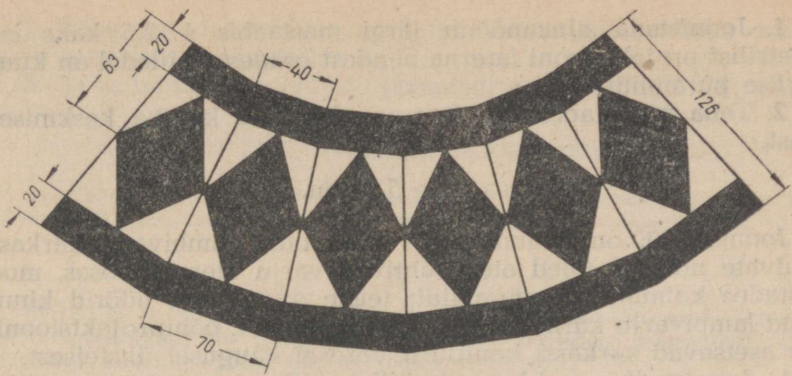
Joon. 197.

### Ülesanne 3 (joon. 197 ja 198).

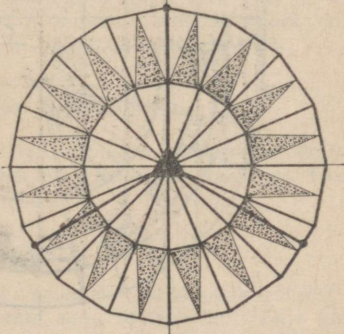
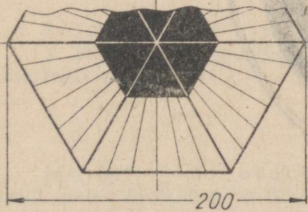
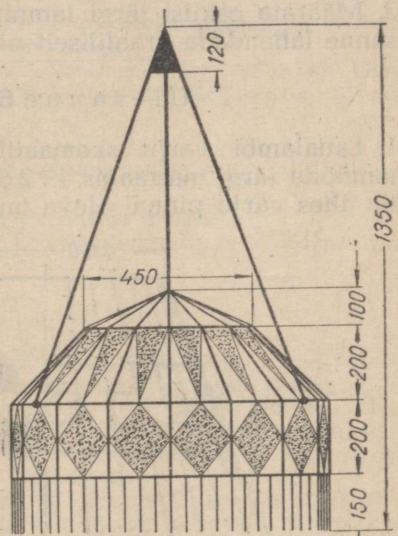
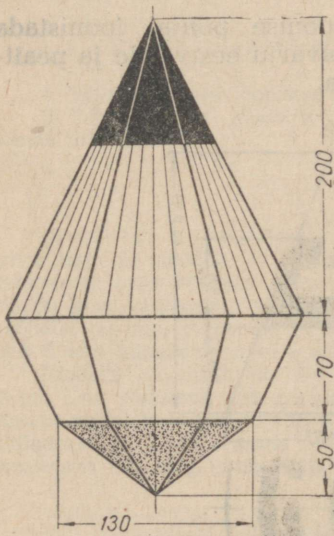
Joonisel 197 on toodud silindrikujulise külgpinnaga pintslitopsi näitlik kujutis ning joonisel 198 külgpinna laotus teisest mustriga pintslitopsist, millel on kuusnurkse tüvipüramiidi kuju. Joonistada ainult pinnalaotuse järgi pintslitops kolmes vaates: eestvaates, pealtvaates ja külgsvaates.

### 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 isomeetrilist projektsiooni 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. põhiprojektsiooni), mis asetsevad karkassi kontuuril võrdsel kaugusel üksteisest.

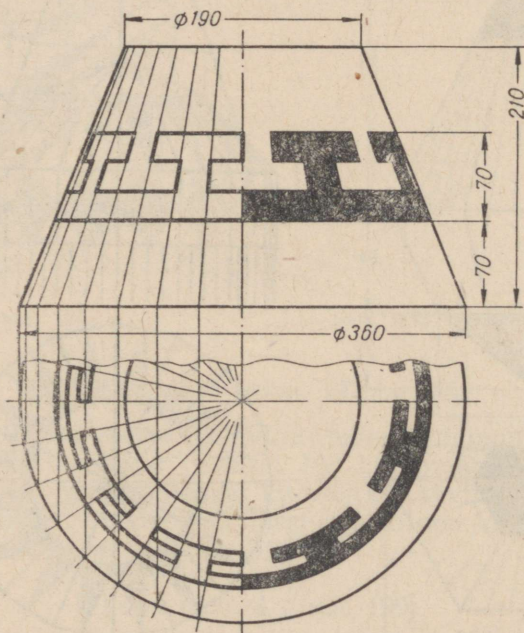
1. Joonistada antud lambivari ühes selle pinnal oleva mustriga silmamõõdu järgi mastaabis 1:10 eestvaates ja pealtvaates.

2. Ehitada lambivarju tüvipüramiidikujulise osa pinnalaotus.

3. Määrata eskiisi järgi lambivarju ühe nõõri tegelik pikkus. Ülesanne lahendada graafiliselt pööramise meetodi 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 kirjelduste 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 läbimõõduga 55 mm.

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

Püramiidide ja prismat läbib kooniline ava, mille telg ühtib nii tüvipüramiidide kui ka prisma teljega. Koonilise ava suurim läbimõõt on 25 mm ja väiksem 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 tüvikoonustest liitub oma väiksema põhja kaudu kõrge silindri põhjadega ning suurema põhja kaudu madalate silindrite ühe põhjaga, kusjuures kõigil viiel osal on ühine telg. Silindrid 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 pindaladega, mille mõõdud on  $60 \times 40$  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 gabariitmõõdud 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 gabariitmõõdud 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 varemõpitud. 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.

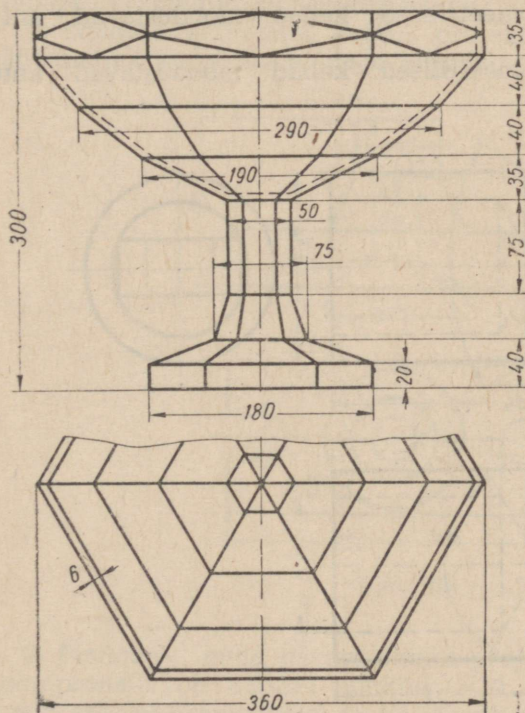
### 2. TÖÖ NR. 9.

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

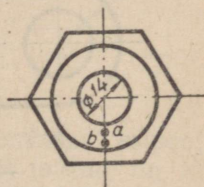
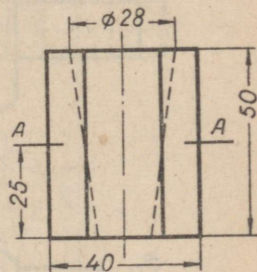
## Ülesanne 1 (joon. 203).

*Küsimusi ülesande kohta.*

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



Joon. 202.



Joon. 203.

3. Pindaladele, mis on nähtavad detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid — *A* ja *B* (antud on ainult nende põhiprojektsioonid *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 järgneviks valmistamiseks.

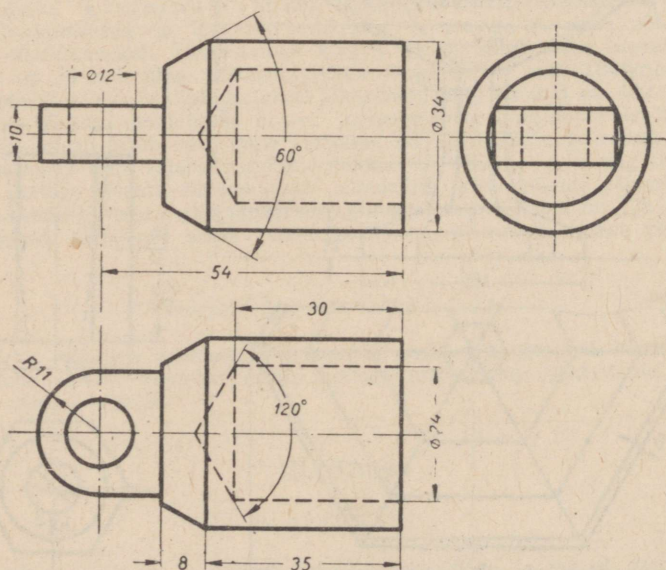
3. Punkti 2 kohaselt tehtud kujutiste järgi valmistada sama detaili joonis ning kanda sellele mõõdud.

Ülesanne 2 (joon. 204).

*Küsimusi ülesande kohta.*

1. Missugused geomeetrilised kehad moodustavad antud detaili välise kuju?

2. Missugused geomeetrilised kehad moodustavad antud detaili sisemise kuju?



Joon. 204.

3. Näidata detaili külgsvaatel projekteerimisel nähtavate tasapindade kujutisi.

4. Näidata detaili eestvaatel projekteerimisel nähtavate kumerate pindade kujutisi.

5. Missugused on detaili gabariitmõõdud.

### Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Teha detailist tehniline joonis (isomeetria).

2. Joonistada detailist püstitõige, pealtvaade ja külgsvaade ning märkida ära need mõõdud, mida vajatakse joonise ehitamiseks.

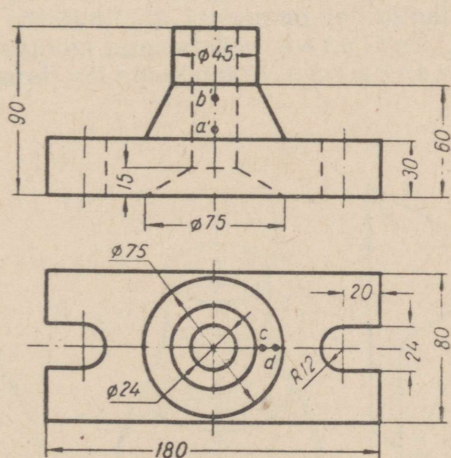
3. Ehitada punkti 2 kohaselt valmistatud kujutiste järgi sama detaili joonis ning kanda sellele mõõdud.

### Ülesanne 3 (joon. 205).

#### Küsimusi ülesande kohta.

1. Näidata pealtvaatel kujutisi detaili tasastest pindadest, mis on paralleelsed a) põhiprojektsioonipinnaga, b) esiprojektsioonipinnaga, c) külgsprojektsioonipinnaga.

2. Näidata eestvaatel detaili projekteerimisel nähtavate ja nähtamatute kumerate pindade kujutisi.



Joon. 205.

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

4. Pindadele, mida näeme detaili projekteerimisel põhiprojekt-sioonipinnale, on kantud punktid *C* ja *D* (antud on ainult nende põhiprojektsioonid *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 poollõikes-poolvaates, ning märkida ära mõõdud, mida vajatakse järgnevalt valmistatava joonise jaoks.
3. Punkti 2 kohaselt tehtud kujutiste järgi teha detaili joonis ning märkida sellele mõõdud.

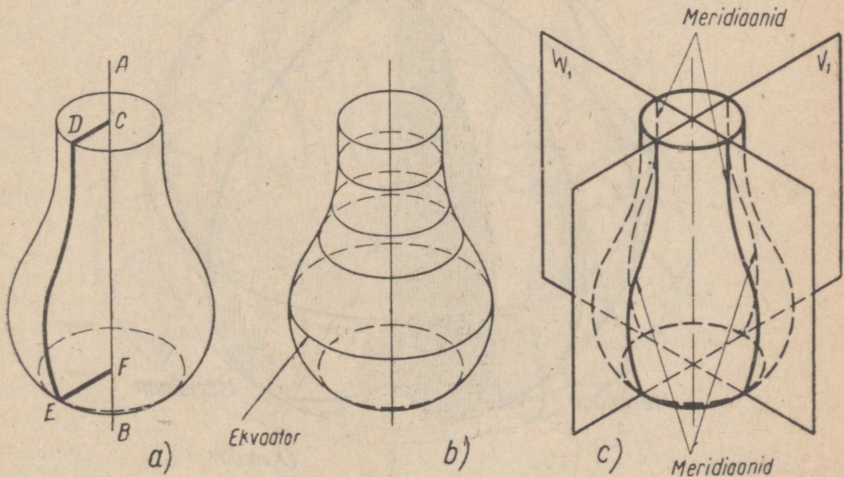
## V peatükk.

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

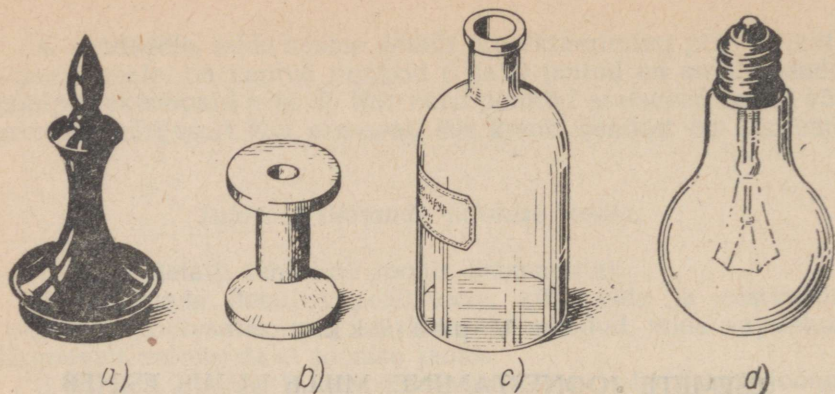
#### PÖÖRDPINNA NING KERA- JA RÖNGASPINNA MÕISTE.

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 pöördeteljeks ja pöörlevat joont — moodustajaks.

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

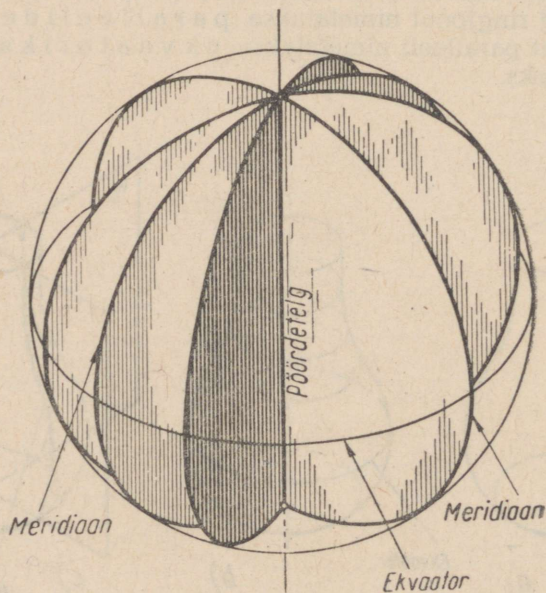


Joon. 206.

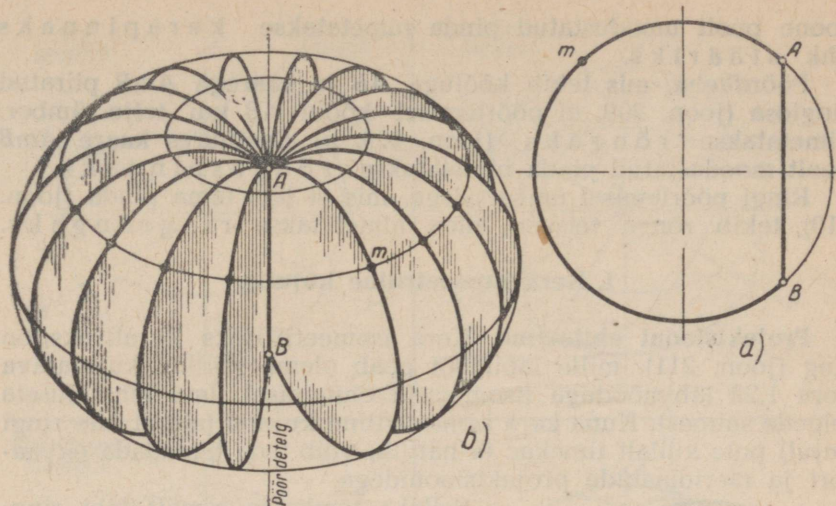


Joon. 207.

Lõiketaspindu, mis läbivad pöördetelge, nagu näiteks jooni-  
 sel 206, *c* näitlikult kujutatud tasapinnad  $V_1$  ja  $W_1$ , nimetatakse  
 meridiaantaspindadeks. Pöördpinna lõikejoont meri-  
 diaantaspinnaga nimetatakse meridiaaniks. Meridiaani,  
 mille tasapind on paralleelne esiprojektsioonipinnaga, nimeta-  
 takse peameridiaaniks (esimeridiaaniks). Sel juhul nime-  
 tatakse meridiaani, mille tasapind on paralleelne külgsprojektsiooni-  
 pinnaga, külgsmeridiaaniks.



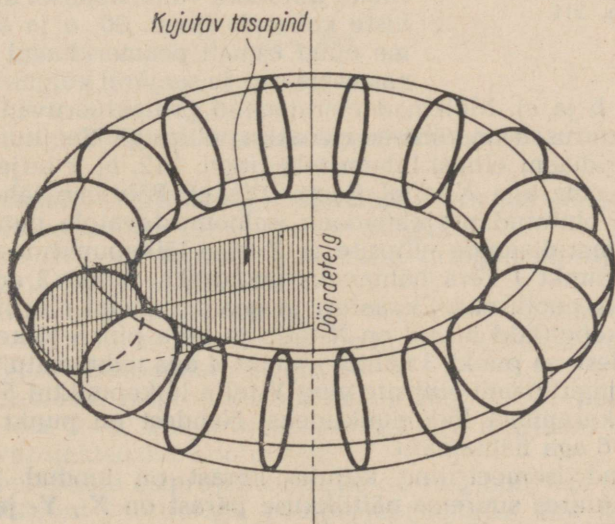
Joon. 208.



Joon. 209.

Ettekujutuse pöördekhadest saame näiteks malendi (joon. 207, a), niidirulli (joon. 207, b), pudeli (joon. 207, c), elektrihõõglambi (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.

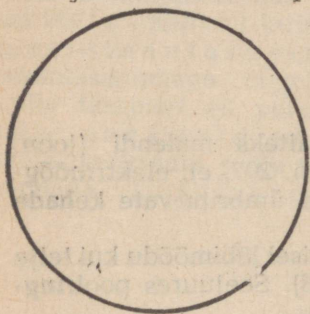
joone poolt moodustatud pinda nimetatakse kerapinnaks ehk sfääriks.

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

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

## 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.

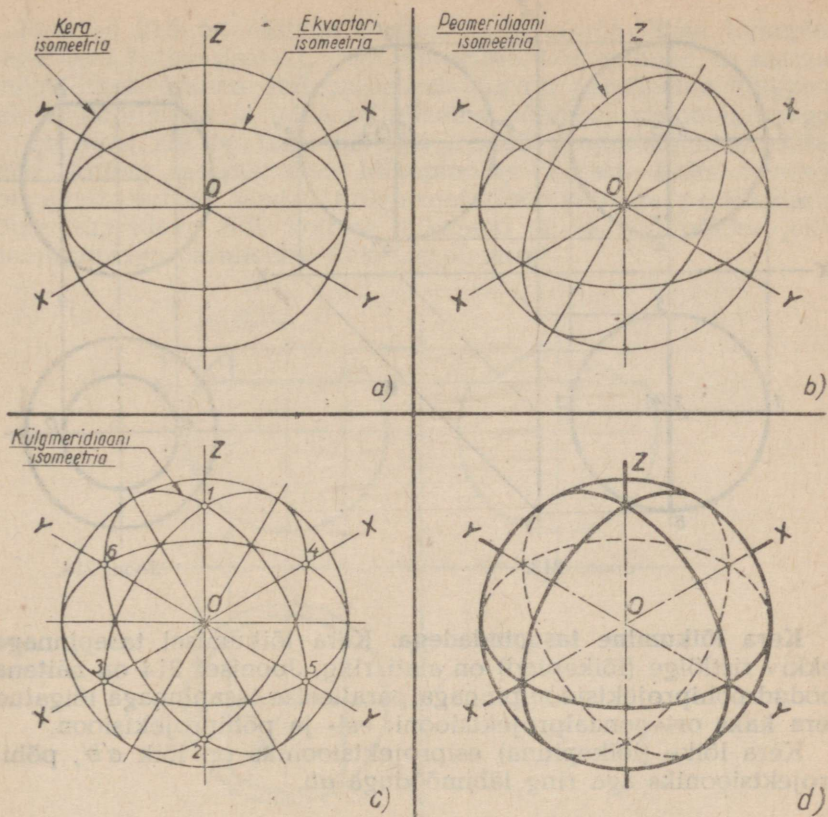


Joon. 211.

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.

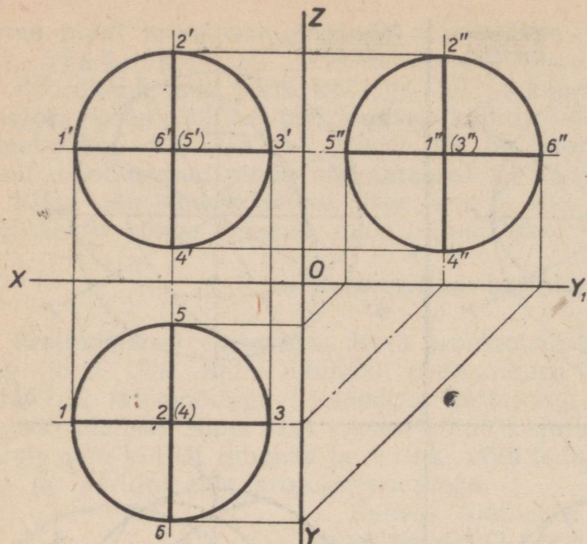
**Ortogonaalprojektsioonide ehitamine.** Kera ortogonaalprojektsiooni kontuuriks joonise pinnal on ringjoon.

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

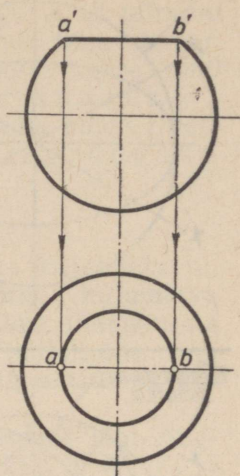
Ekvaatori esiprojektsiooniks on lõik  $1'—3'$ , põhiprojektsiooniks aga ringjoon, mis ühtib kera põhiprojektsiooni kontuuriga, kuna külprojektsiooniks on lõik  $5''—6''$ .

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  $2''—4''$ .



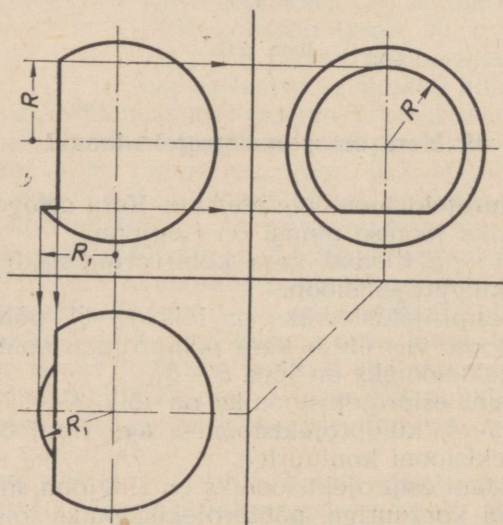
Joon. 213.



Joon. 214.

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

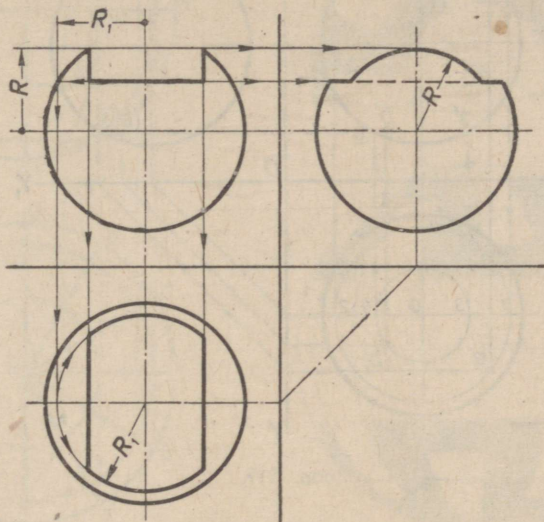
Kera lõike (lõikepinna) esiprojektsiooniks on lõik  $a'b'$ , põhiprojektsiooniks aga ring läbimõõduga  $ab$ .



Joon. 215.

Joonisel 215 on näitena toodud kahe tasapinnalise lõikepinnaga kera kolme projektsiooni ehitamine. Lõikepinnad on saadud kahe lõiketasetapinna abil, milledest üks on paralleelne külprojektsioonipinnaga ja teine paralleelne põhiprojektsioonipinnaga.

Joonisel 216 on teise näitena toodud projektsioonide ehitamine kolme tasapinnalise lõikepinnaga kerast. Kaks nendest lõikepindadest on saadud külprojektsioonipinnaga paralleelsete lõiketasetapindade abil, kolmas lõikepind on saadud põhiprojektsioonipinnaga paralleelse lõiketasetapinna abil.



Joon. 216.

**Kera pinnale kantud punktide projektsioonide ehitamine.** Esimene juhtum. 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 külprojektsioon  $a''$ .

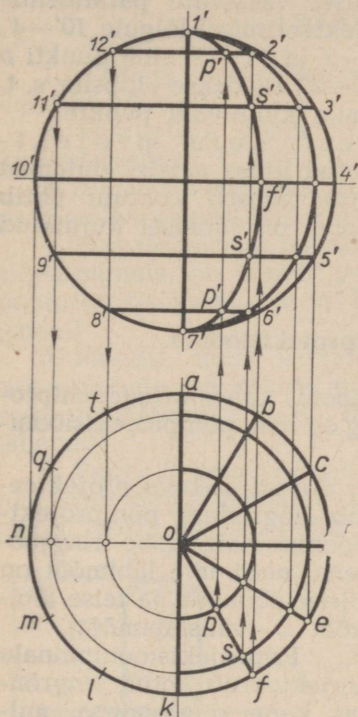
Punkti A põhiprojektsioon  $a$  leitakse abilõiketasetapinna kaudu, mis on paralleelne põhiprojektsioonipinnaga ning läbib punkti A. Kuna kera pinnale kantud punkt A asetseb samal ajal ka paralleelil, mis tekib kera pinna lõikumisel abilõiketasetapinnaga, siis peavad ka punkti A kõik projektsioonid asetsema sama paralleeli vastavatel projektsioonidel.

Kera pinna lõikumisel abilõiketasetapinnaga tekkiva paralleeli esiprojektsiooniks (joon. 217) on lõik  $1'-2'$ . Punkti A esiprojektsioon  $a'$  asetseb sellel sirglõigul.

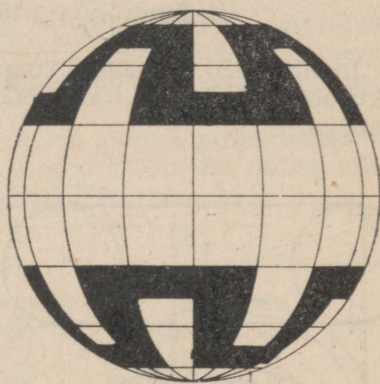
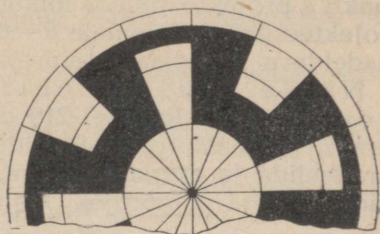
Sama paralleeli põhiprojektsiooniks on ringjoon läbimõõduga  $1-2$ , mis on võrdne lõiguga  $1'-2'$ . Joonisel 217 on nooltega näi-



ringjoon, s. t. kera esiprojektsiooni kontuur, jaotada 12 võrdseks osaks (ehitamise selgitamiseks on jaotuspunktid tähistatud esiprojektsioonil arvudega 1', 2', 3', 4' ... 12' ning põhiprojektsioonil tähtedega a, b, c, d ... 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 pool); 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 pool).

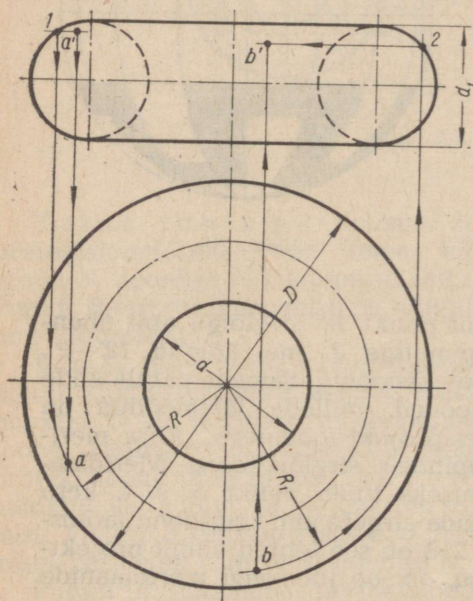
Ellipsile kuuluvad punktid määratakse meridiaanide projektioonide ja paralleelide projektioonide lõikepunktide järgi. Näiteks ühe meridiaani põhiprojektioon — lõik  $of$  — lõikub paralleelide põhiprojektioonidega punktides  $f$ ,  $s$  ja  $p$ .

Nimetatud punktide projekteerimisel vastavate paralleelide esiprojektioonidele (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 esiprojektioonile kuuluvaid punkte.

Näide mustri ehitamisest kera projektioonidele. Joonisel 219 on näidatud lihtsa mustri ehitamist kera ortogonaalprojektioonidele. Antud mustri kontuur ühtib paralleelide ja meridiaanidega, seejuures on joonisel kujutatud vaid osa kera põhiprojektioonist.

### III. Ringrõnga ortogonaalprojektioonid.

Joonisel 220 on toodud ringrõnga joonis kahes ortogonaalprojektioonis, kusjuures rõnga pöördetelg on risti põhiprojektioonipinnaga.



Joon. 220.

Antud asendis projekteerub ringrõngas põhiprojektioonipinnale kahe ringjoonena, neist ühe läbimõõt on  $d$  (siseläbimõõt) ja teise läbimõõt  $D$  (välisläbimõõt).

Esiprojektioonipinnale projekteerub antud ringrõngas kahe ringjoonena, mille läbimõõt  $d_1$  on võrdne rõnga ristlõike läbimõõduga. Mõlemaid ringjooni ühendab ühine puutuja. Ringrõnga nähtamatu kontuur on kujutatud kriipsjoontega.

Ringrõnga pinnale kantud punktide, näiteks punkti  $A$  põhiprojektiooni  $a$  või punkti  $B$  esiprojektiooni  $b'$  (joon. 220) ehitamine toimub samuti kui kerapinnale kantud punktide projektioonide leidmine, s. t. paralleelide abil (joon. 217).

I. Jooniste lugemine.

Ülesanne 1 (joon. 221).

1. Näidata joonise kummalgi vaatel detaili kerakujuliste pindade kujutisi.

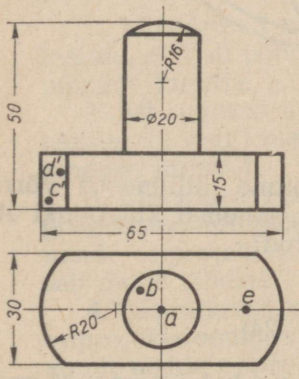
2. Missuguste geomeetriliste kehade liitumisel tekib antud kujuga detail?

3. Näidata eestvaatel kujutist detaili tasasest pinnast, mis on paralleelne esiprojektsioonipinnaga.

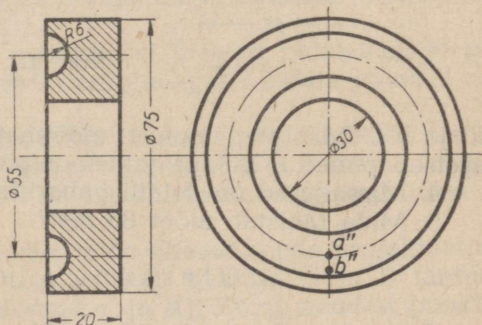
4. Pinnale, mis on nähtav detaili projekteerimisel põhiprojektsioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende põhiprojektsioonid  $a$  ja  $b$ ). Kumb nendest punktidest asetseb kõrgemal?

5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, 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).

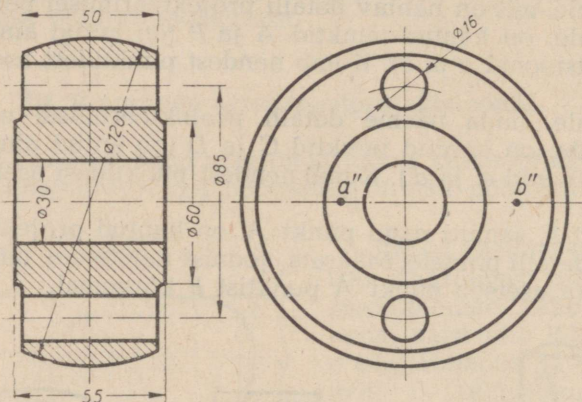
1. Missugune geomeetiline kaju on detaili pindadel, millede kujutised on lõikes viirutamata? Näidata külgsaatel nende pindade kujutisi.

2. Näidata külgsaatel suunda, mis lõiketapinnale tuli anda eestvaatel toodud lõike saamiseks, ning detaili selle osa kujutist, mis niisuguse lõike puhul tuli 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



Joon. 223.

$a''$  ja  $b''$ ). 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?

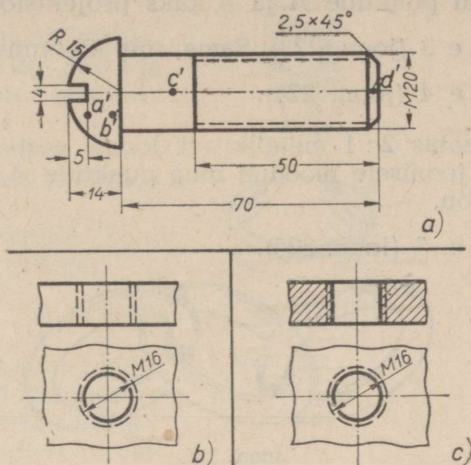
### Ülesanne 4 (joon. 224).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 224, a on toodud ümarpeaga metallkrugi joonis. Metallkrugi pea on poolkerakujuline ja temasse on kruvikeeraja jaoks tehtud sisselõige, nn. pilu. Pilu laius on 4 mm ja sügavus 5 mm. Krugi 70 mm pikkune polt lõpeb tüvikoonusekujulise otsaga, mille kõrgus on 2,5 mm. Tüvikoonuse moodustaja ja telje vaheline nurk, nn. faas, on  $45^\circ$ .

Auku keeramiseks on kruvipolt keermetatud 50 mm pikkuselt. Juhime tähelepanu järgmisele keermetatud 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 keermes välisläbimõõd kriipsjoonena, siseläbimõõd aga pideva joonena, lõiketa antud augu puhul märgitakse nii keermes siseläbimõõd kui ka välisläbimõõd kriipsjoontega.



Joon. 224.

### Küsimusi ülesande kohta.

1. Missugused antud metallkrugi tasased pinnad on a) paralleelsed, b) risti põhiprojektsioonipinnaga? Näidata joonisel nende pindade kujutisi.

2. Missugused antud metallkrugi tasased pinnad on a) paralleelsed, b) risti külgsprojektsioonipinnaga? Näidata joonisel nende pindade kujutisi.

3. Metallkrugi pinnale, mida näeme tema projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, on kantud punktid A ja B (antud on ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest punktidest asetseb meile lähemal?

4. Metallkrugi 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. Harjutusülesandeid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

### Ülesanne 1 (joon. 221).

Joonistada antud detail eest-, pealt- ja külgsvaates. Kanda kujutistele mõõdud ning antud punktide A, B, C ja D kõik kolm projektsiooni.

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 projektsioonid.

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 põhiprojektsioonipinnaga, 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 kooperida pauspaberile (tušiga). 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.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Ülesande selgituse järgi valmistada:

1) käega silmamõõdu järgi malendi joonis eest- ja pealtvaates ühes mõõtude äramärkimisega;

2) malendi joonis samades vaadetes ühes mõõtude äramärkimisega;

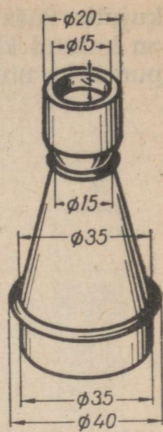
3) malendi joonise koopia pauspaberil (tušiga).

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 alumise silindrilise osa kõrguseks — 6 mm.



Joon. 226.



Joon. 227.

*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

Samad juhised, mis ülesande 1 jaoks.

Ülesanne 3 (joon. 228).

Mustriaga kaunistatud kera ortogonaalprojektsioonide järgi valmistada:

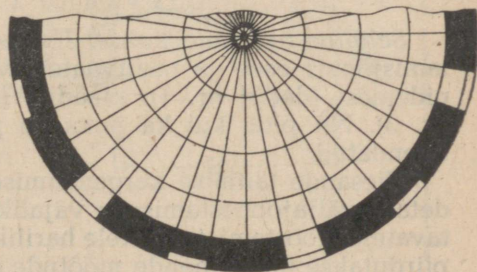
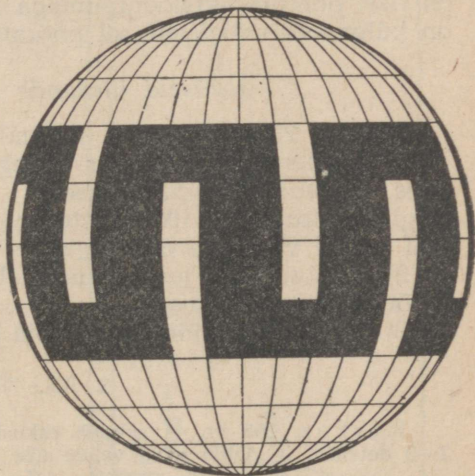
1) käega kera joonis kahes projektsioonis;

2) kera joonis samades projektsioonides;

3) kera joonise koopia pauspaberil (tušiga).

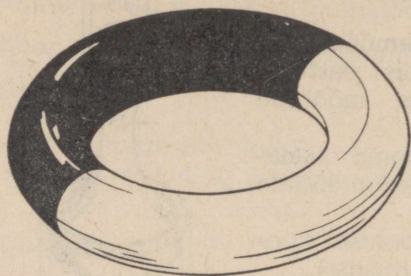
Ülesanne 4 (joon. 229).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 229 on toodud ringrõnga-kujulise päästerõnga näitlik



Joon. 228.

kujutis. 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 projekteeerija 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 pliiatsiga;
- 2) päästerõnga joonis mastaabis 1 : 5 kolmes vaates ühes mõõtude äramärgimisega;
- 3) päästerõnga joonise koopias pauspaberile (tušiga).

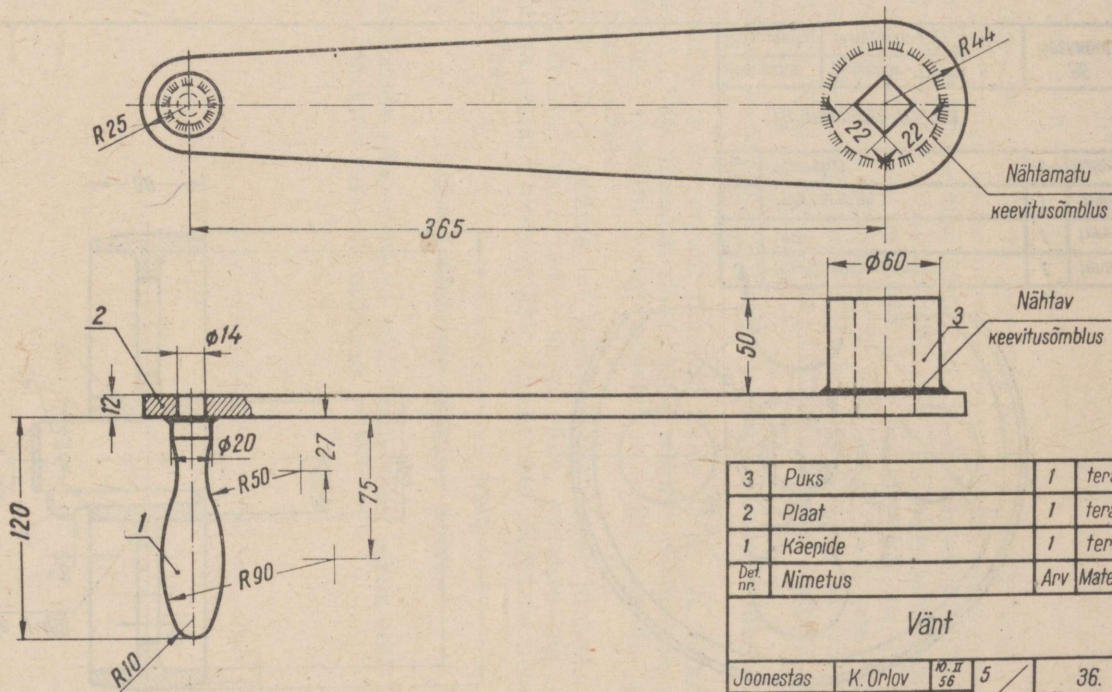
#### 2. TÖÖ NR. 11.

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).

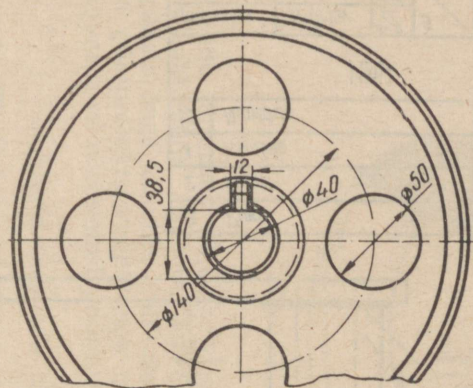
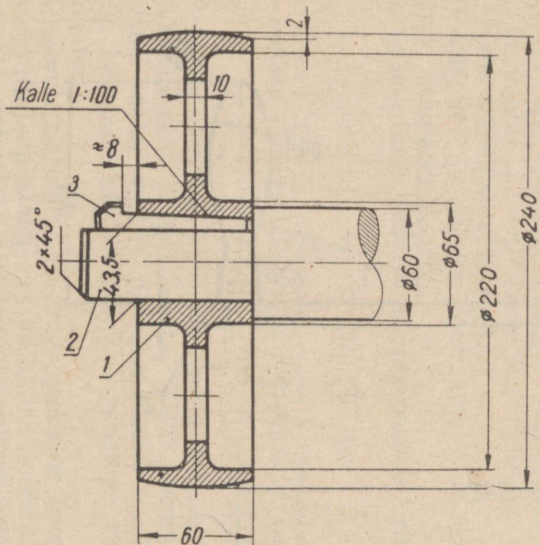
*Selgitus ülesande kohta.* Joonisel 230 on toodud vända koostamisjoonis eest- ja pealtvaates. Vänt koosneb kolmest detailist: pidemest (detail nr. 1), plaadist (detail nr. 2) ja puksist (detail nr. 3). Nii pide kui ka puks on plaadiga keevituse abil jäigalt ühendatud.

Ülesande täitmise kergendamiseks on joonisel 230 toodud iga detaili väljajoonestamiseks vajalikud mõõdud. Tööstuses kasutatavatele koostamisjoonistele harilikult neid mõõde ei märgita, vaid piirduakse ainult nende mõõtude äratoomisega, mis on tarvilikud kogu toote koostamiseks ning viimase õigsuse kontrollimiseks.



3	Puks	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	144	Keskkoool
				nr. 15
				9-a kl.

Joon. 230.



3	Rikikiil völli pinnal	1	teras	—
2	Völli	1	teras	—
1	Rihmaratas	1	malm	—
Det. nr.	Nimetus	Arv	Materjal	Märkusi
Rihmaratas völliiga				Mastaap 1:2
Joonestas	N. Ivanov	10. II 56	5	36
Võttis vastu	N. Nazarov	12. II 56	Кев	Кесккool
				nr. 15 9-a kl.

### *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 liikumata võlliga. Seetõttu annab pöörlev võll kiilu kaudu liikumise edasi rihmarattale.

Tuleb silmas pidada, et masinaehitusosalastel joonistel varda-kujulisi 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.

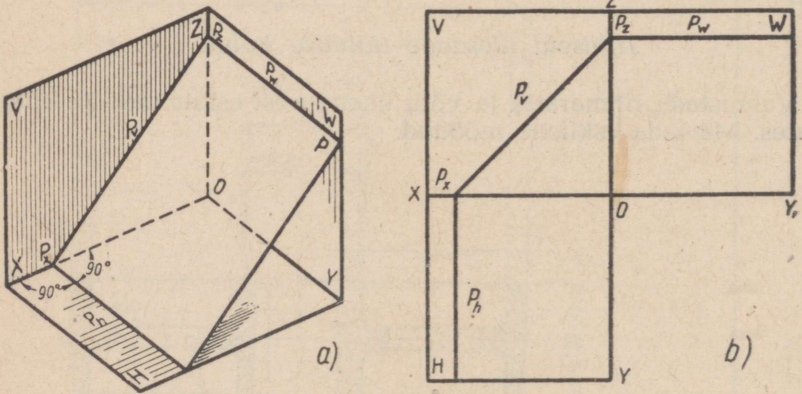
### ESEMETE JOONESTAMINE, MILLEDE KUJUS ESINEVAD TASAPINDADEGA LÕIGATUD PRISMA JA SILINDRID.

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

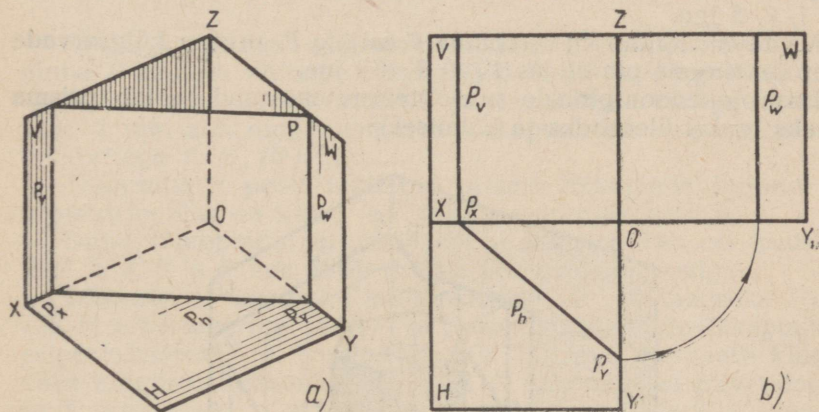
näite puhul joonisel 232, *a* ja 232, *b* lõikab tasapind  $P$  põhiprojektsioonipinda ( $H$ ) mööda sirget  $P_h$ , esiprojektsioonipinda ( $V$ ) mööda sirget  $P_v$  ja külgsprojektsioonipinda ( $W$ ) mööda sirget  $P_w$ . Antud juhul nimetatakse tasapinna  $P$  jälgjoont  $P_v$  tema esijäljeks, jälgjoont  $P_h$  — 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  $P$ , 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.

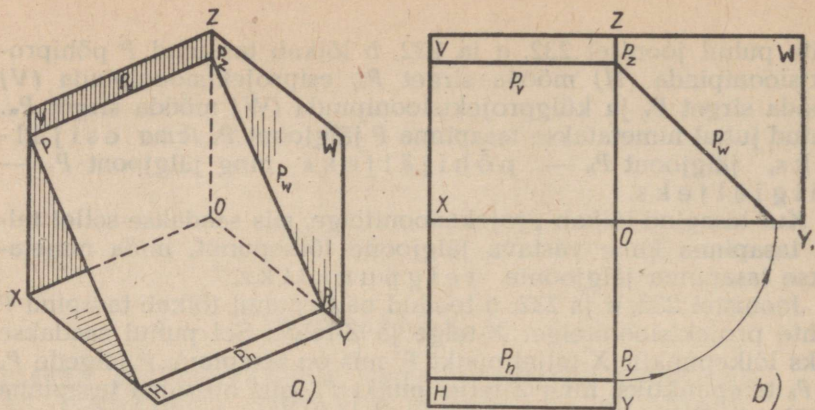
Joonisel 233, *a* on toodud näitlik kujutis ning joonisel 233, *b* kolm ortogonaalprojektsiooni tasapinnast  $P$ , mis on risti ainult põhiprojektsioonipinnaga ( $H$ ). Niisugust tasapinda nimetatakse põhitasapinnale projekteeruvaks (horisontaalselt projekteeruvaks). Selle juhtumi puhul tähistatakse tasapinna jälgjooned ja telgpunktid nii, nagu on näidatud joonisel 233.



Joon. 233.

**Kolmas juhtum.** Tasapind on risti ainult külgsprojektsioonipinnaga.

Joonisel 234, *a* on toodud näitlik kujutis ning joonisel 234, *b* kolm ortogonaalprojektsiooni tasapinnast  $P$ , mis on risti ainult külgsprojektsioonipinnaga ( $W$ ). Niisugust tasapinda nimetatakse külgtasapinnale projekteeruvaks (profiilselt projekteeruvaks). Tasapinna jälgjoonte ja telgpunktide tähistus on toodud joonisel 234.



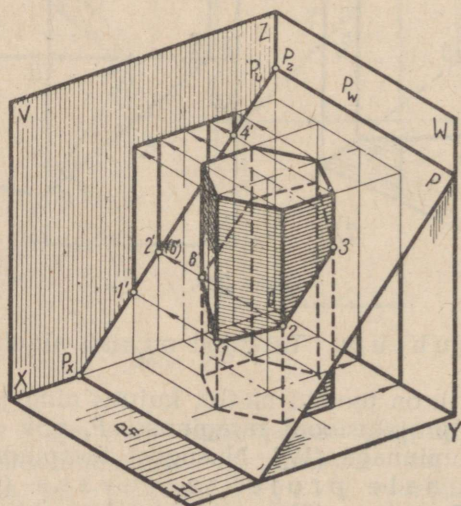
Joon. 234.

### I. Kuusnurkse prisma lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

**Kaldu lõigatud prisma osade ortogonaalprojektsioonide ehitamine.** Joonisel 235 on toodud näitlik kujutis kuusnurksest prismast, mille põhi toetub projektsioonipinnale. Prismat lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ . Tasapind, lõigates prisma tahkusi, lõikab samal ajal ka tema külgservi punktides  $1, 2, 3$  jne.

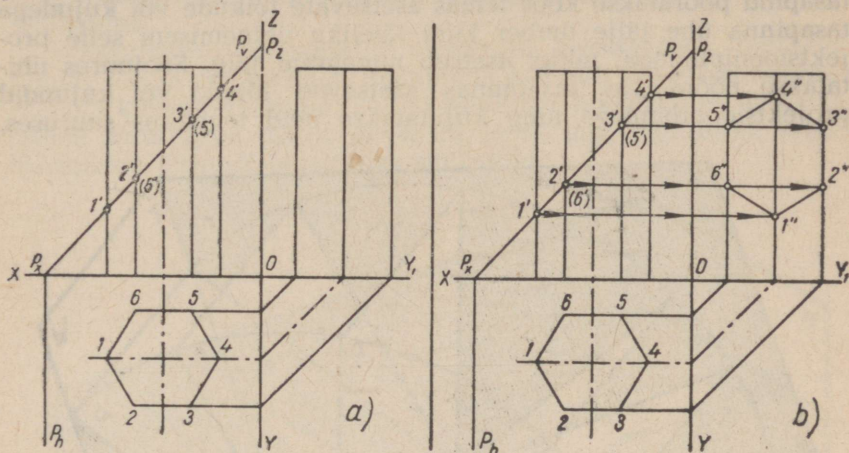
Vastavalt lõikab ka tasapinna  $P$  esijalg  $P_v$  prisma külgservade esiprojektsioone punktides  $1', 2', 3' (6')$  jne.

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  $P_h$ . Järgnevalt tähistame tasapinna  $P$  lõikepunktid 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 külgservade esiprojektsiooniks (joon. 236, b) projekteerime jälje  $P_v$  ja prisma külgservade lõikepunktide esiprojektsioonid, s. t. punktid  $1'$ ,  $2'$  ( $6'$ ) jne. vastavate külgservade külgservade külgservadele. Punkti  $4''$  ühendamisel punktidega  $5''$  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 külgservade esiprojektsiooniks.

Nii prisma lõikepinna kujundi põhiprojektsioon — kuusnurk 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 kui ka tema külgservade esiprojektsioon — kuusnurk  $1''$ ,  $2''$ ,  $3''$ ,  $4''$ ,  $5''$  ja  $6''$  ei vasta joonisel lõikepinna kujundi tegelikule suurusele, sest lõikepind on kaldu mitte ainult põhiprojektsioonipinna, vaid ka külgservade esiprojektsioonipinna suhtes (lõik  $1'—4'$  on esiprojektsioonipinnal kaldu mitte ainult X-telje, vaid ka Z-telje suhtes).

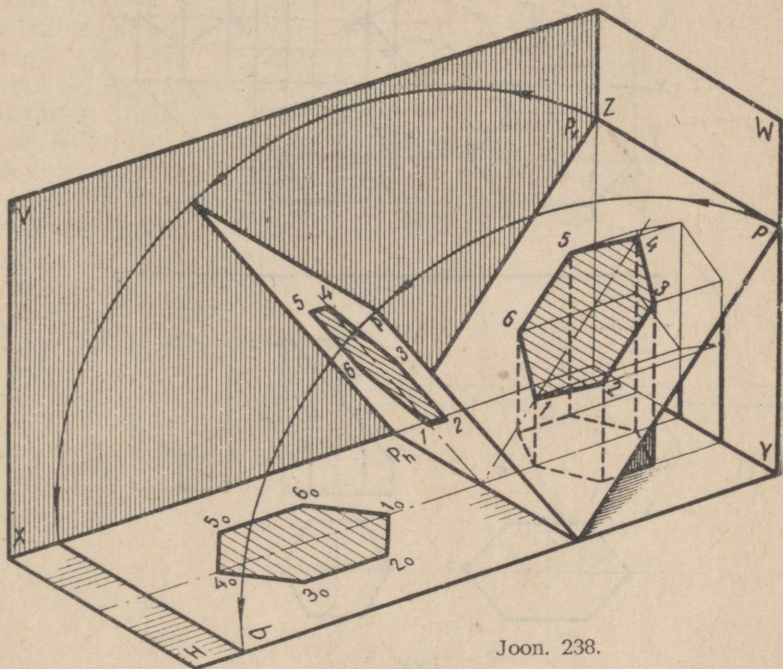
Selleks et joonise järgi määrata kaldu lõigatud prisma lõike-



239), mille nõelaga ots on asetatud tasapinna  $P$  jälgede  $P_v$  ja  $P_h$  telgpunkti  $P_x$ , järgemööda kaared raadiusega  $P_x-1'$ ,  $P_x-2'$  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  $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0, 6_0$ , mis ongi antud prisma lõikepinna kujundi tegelikuks suuruseks.



Joon. 238.

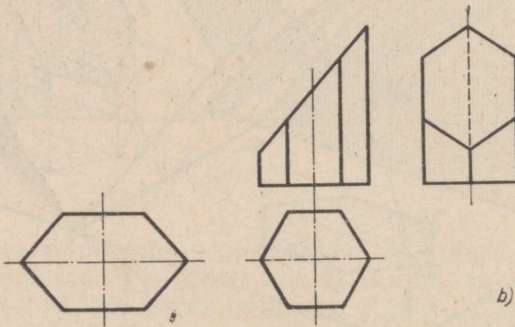
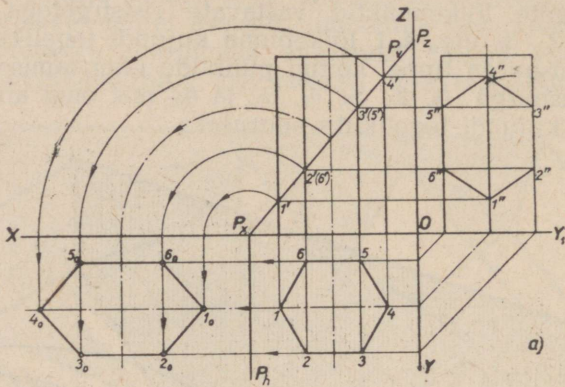
Kaldu lõigatud prisma alumise osa lõpetatud joonis on toodud joonisel 239, *b*.

**Kaldu lõigatud prisma alumise osa üldpinnalaotuse ehitamine ja niisuguse prisma alumise osa mudeli valmistamine.** Pinnalaotuse ehitamine. Pinnalaotus kaldu lõigatud prisma alumisest osast, mille ortogonaalprojektsioonid on kujutatud joonisel 239, *a*, koosneb tema külgpinna laotusest, prisma põhjast ning prisma lõikepinna kujundist tegelikus suuruses.

Prisma alumise osa külgpinna laotuse ehitamiseks (joon. 240, *a*) kujutame algul täisprisma külgpinna laotuse peenjoonte abil. Niisugune pinnalaotus koosneb kuuest ristikülükust, mille

lühem külg on võrdne prisma põhiservaga, pikem külg aga prisma külgservaga.

Seejärel kanname riskülikute pikematele külgedele lõigud, mis suuruselt on võrdsed kaldu lõigatud prisma külgservade pikkustega. Saame punktid 1, 2, 3 jne., mis ühendame sirgete abil.



Joon. 239.

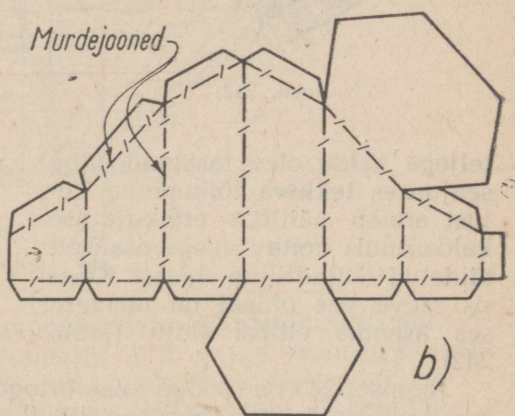
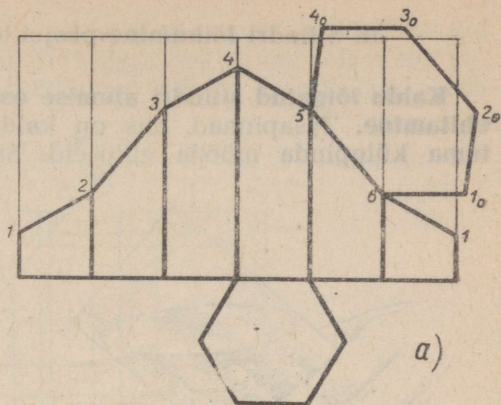
Lõigatud külgservade mõõdud määrame nende vastavate esi- või külgservade järgi joonisel 239, a. Järgnevalt lisame külgservade laotusele prisma põhjaks oleva korrapärase kuusnurga ning tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundi 1<sub>0</sub>, 2<sub>0</sub>, 3<sub>0</sub> jne.; seega saame prisma alumise 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

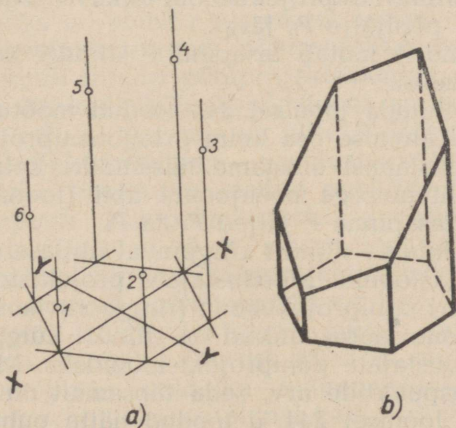
on ette nähtud mudeli kokkukleepimiseks, mille järel mudel välja lõigatakse, murtakse ja kokku kleebitakse.

**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 järjekorda 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.



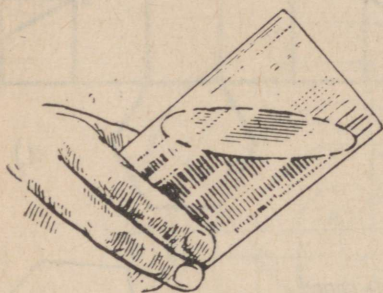
Joon. 240.



Joon. 241.

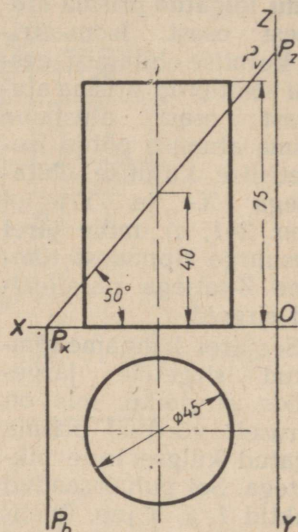
## II. Silindri lõikumine projekteeruva tasapinnaga.

**Kaldu lõigatud silindri alumise osa ortogonaalprojektsioonide ehitamine.** Tasapinnad, mis on kaldu silindri teljega, lõikavad tema külgpinda mööda ellipseid. Silindrist, mida lõikab tema



Joon. 242.

teljega kaldu olev tasapind, ning seejuures tekkiva lõikepinna kujust annab näitliku ettekujutuse kaldasendis hoitav veega osaliselt täidetud silindriline klaas. Klaasis oleva vee pinnal on niisuguses asendis ellipsi kuju (joon. 242).



Joon. 243.

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.

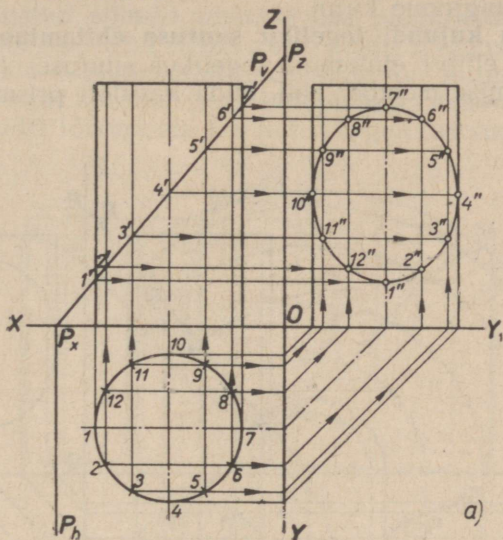
Lõigates silindrit jaotab tasapind  $P$  silindri kahte ossa: ülemiseks ja alumiseks.

Nõutud on ehitada joonisel 243 toodud mõõtude järgi kaldu lõigatud silindri alumise osa kolm ortogonaalprojektsiooni.

Joonise valmistamist alustame täissilindri kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil (joon. 244, a), mille järgi 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. X- ja Y ( $Y_1$ )-teljele. Edasi tõmbame X- ja Y ( $Y_1$ )-teljel saadud punktide 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'.

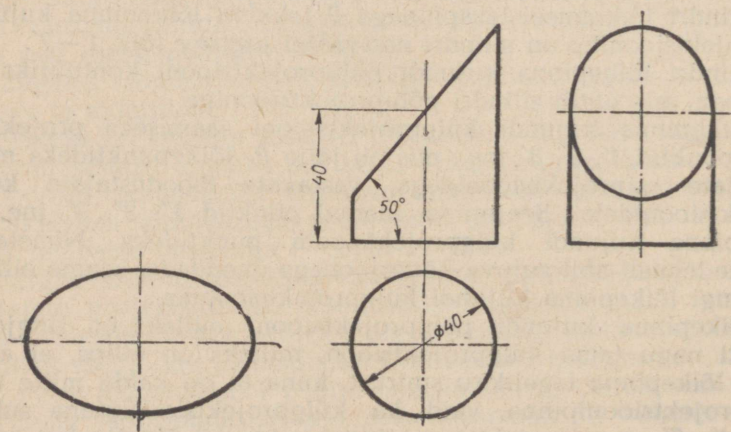
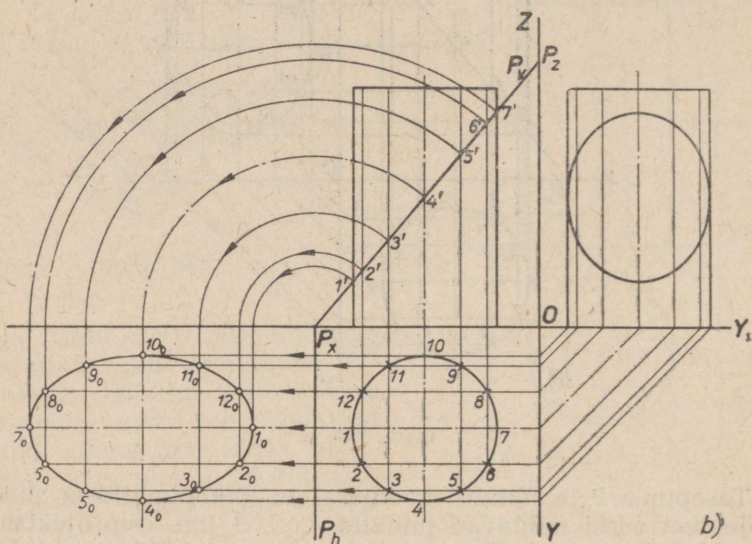
Silindri lõikepinna kujundi põhiprojektsiooni kontuuriks on ringjoon, mis ühtib silindri põhiprojektsiooniga.

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 ühendades 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

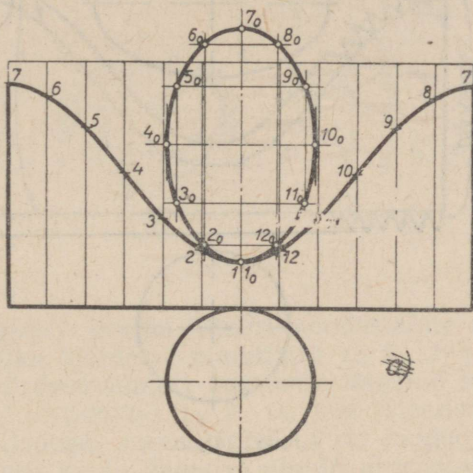


Joon. 244, b.

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 külgpinna laotusest, silindri põhjast ning silindri lõikepinna kujundist tegelikus suuruses.



Joon. 245, a.

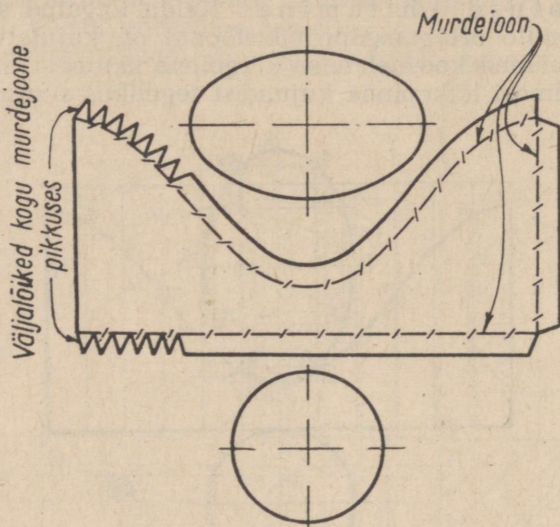
Silindri alumise osa külgpinna laotuse ehitamiseks (joon. 245, a) tuleb kujutada esmalt täissilindri külgpinna laotus peenjoonte abil. Viimaseks on ristkülik, mille pikem külg on võrdne põhja ringjoone übermõõduga ja lühem külg silindri kõrgusega. Nüüd jaotame ristküliku pikema külje 12 võrdseks osaks ning tõmbame igast jaotuspunktist sirged, mis on paralleelsed ristküliku 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 külgprojektsioonide 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) kan-

name 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



Joon. 245, b.

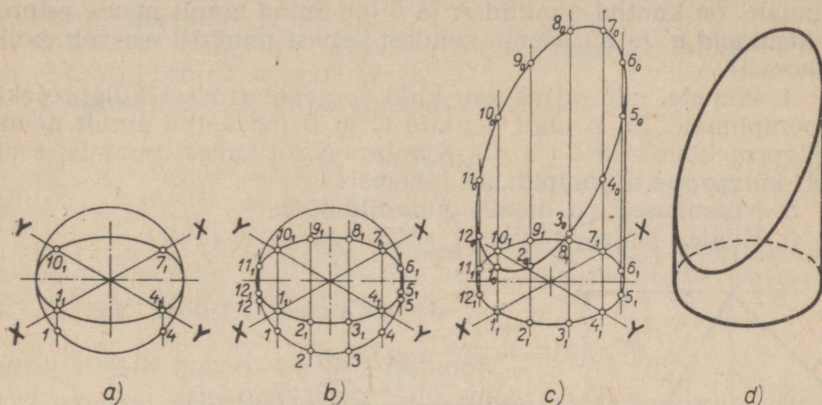
teljel punktide  $7_0-1_0$  (joon. 245, a) vahel tõmmatud ellipsi väiksema teljega  $4_0-10_0$  paralleelsed sirged, kusjuures nende sirgete vahelised kaugused on võrdsed esiprojektsioonil asetsevate vastavate punktide  $7', 6', 5' \dots 1$  vaheliste kaugustega (joon. 244, b).

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. tegelikus suuruses 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 raadiusga, 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<sub>1</sub>, 2<sub>1</sub>, 3<sub>1</sub> jne. Z-teljega paralleelsed sirged (joon. 246, c).



Joon. 246.

Saadud sirgetele, mis on silindri moodustajate isomeetrilisteks projektsioonideks, kanname punktidest 1<sub>1</sub>, 2<sub>1</sub>, 3<sub>1</sub> jne. lõigud, mis suuruselt on võrdsed silindri vastavate lõigatud moodustajatega. Sel puhul saadud punktid 1<sub>0</sub>, 2<sub>0</sub>, 3<sub>0</sub> jne. ühendame lekaali abil sujuva kõverjoonega. Joonisel 246, d on toodud lõpetatud isomeetiline kujutis kaldu lõigatud silindri alumisest osast.

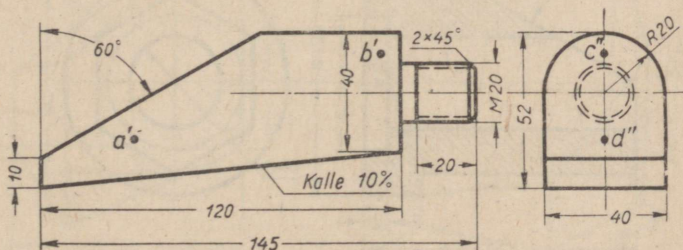
## PRAKTILISED TÖÖD.

### 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.

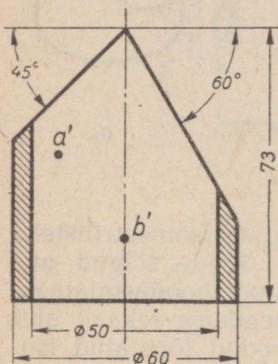
2. Näidata kummalgi vaatel kujutisi detaili kahest tasasest pinnast, mis on kaldu külgsprojektsioonipinna suhtes.

3. Pinnale, mida näeme kiilu projekteerimisel esiprojektsioonipinnale, 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 kujust täieliku 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?

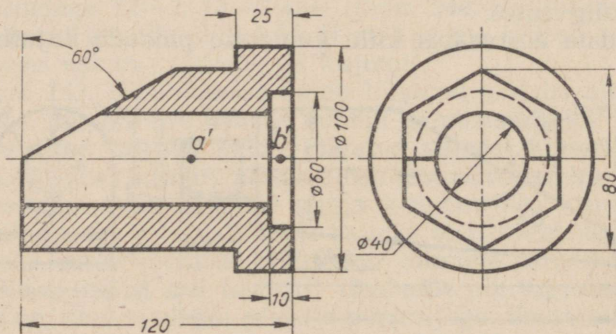
3. Missugused on toru gabariitmõõdud?

### 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.

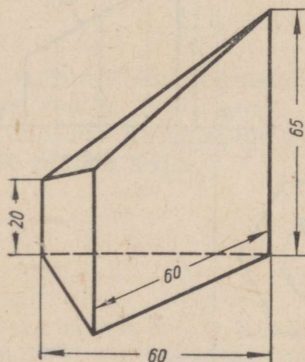
#### Ülesanne 1 (joon. 250).

*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.

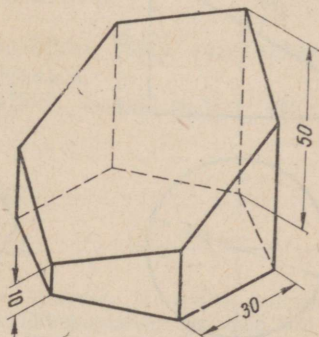
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

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 isomeetiline 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.

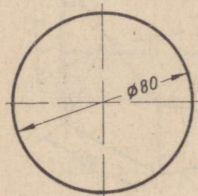
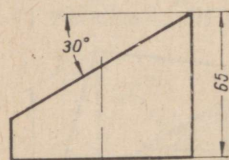
## Ülesanne 3 (joon. 252).

*Joonise selgitus.* Joonisel 252 on toodud kaldu lõigatud silindri alumise osa kujutis kahes projektsioonis: esi- ja põhi- ja külgsprojektsioonis.

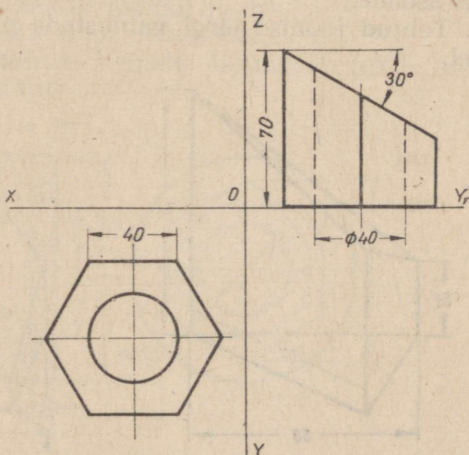
*Juhiseid ülesande täitmise kohta.*

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 külprojektsioon. 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 külprojektsioonis.
2. Tehtud joonise järgi valmistada prisma osa paberist mudel.

## 2. ESKIISIDE VALMISTAMINE.

Märkus. Harjutused seisavad 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 külgvaates. 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 külgvaates. 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 külgvaates.
2. Ehitada pinnalaotus puksi sellest osast, millel on kuusnurkse prisma kuju.

## III. Tööd.

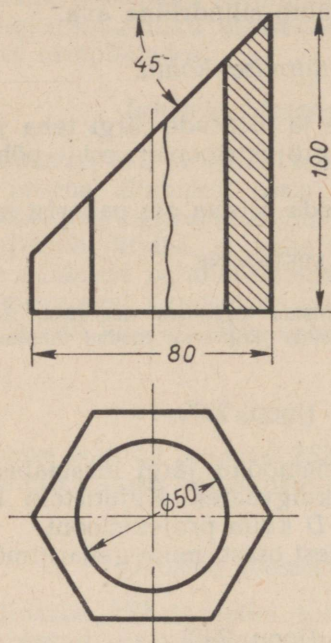
### TÖÖ NR. 12.

Märkus. Töö nr. 12 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.

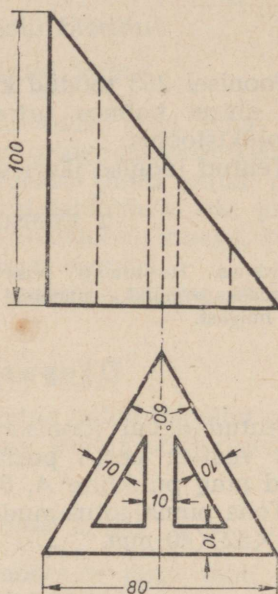
Ülesanne 1 (joon. 254).

Joonise 254 järgi valmistada:

1) tehniline joonis (isomeetria) antud detailist;



Joon. 254.



Joon. 255.

2) detaili joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsuunas. 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.

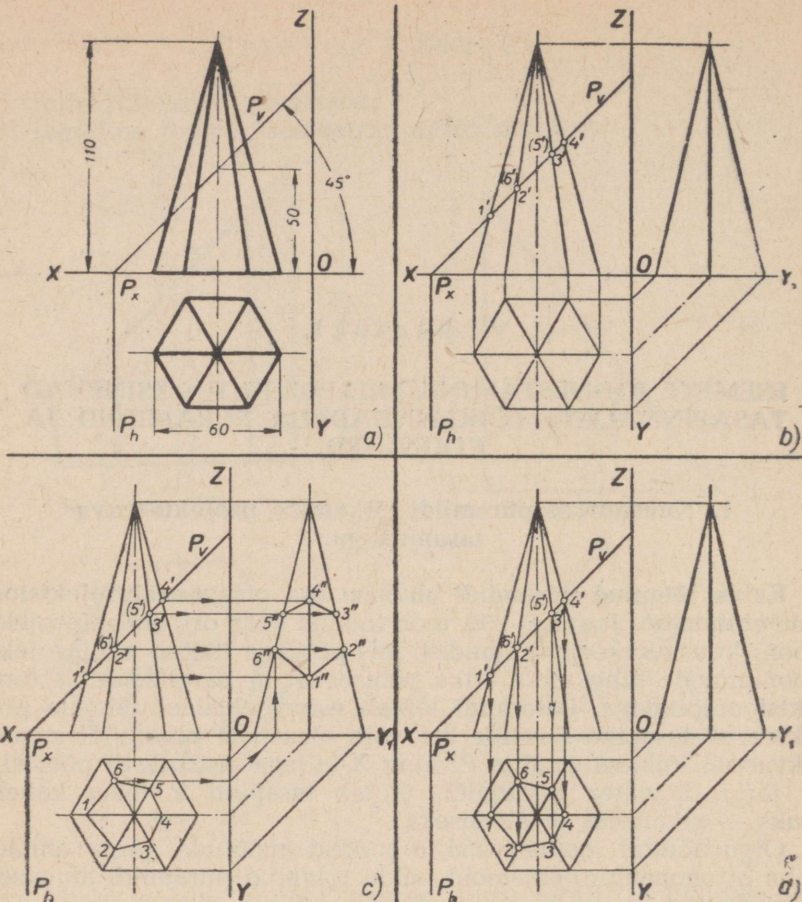
Olgu nõutud joonisel 256, *a* toodud mõõtude järgi ehitada kolm ortogonaalprojektsiooni kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast.

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



Joon. 256.

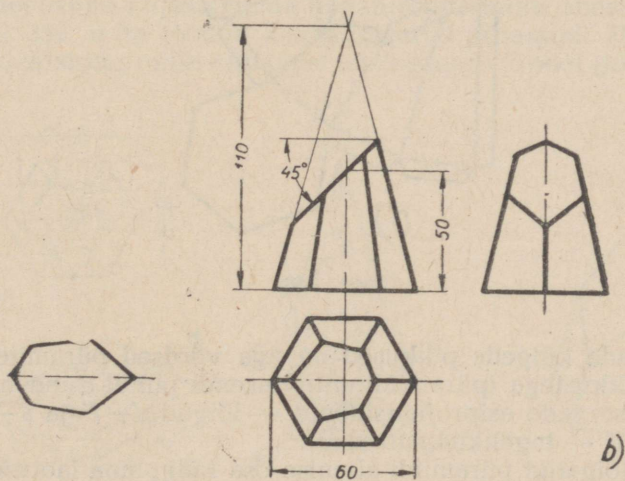
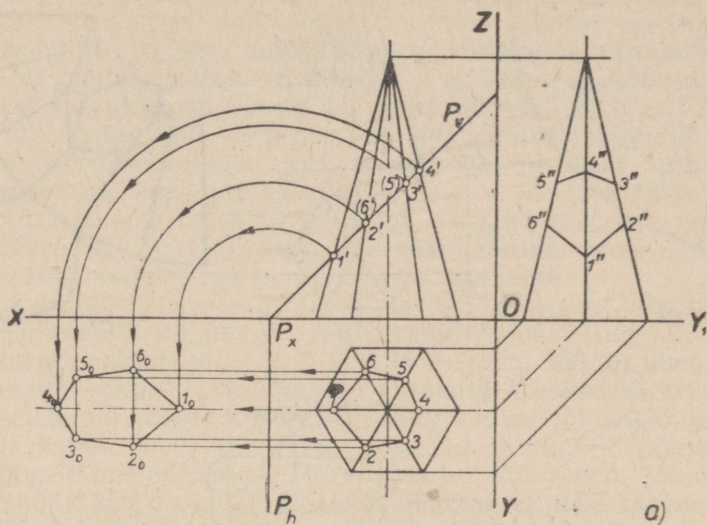
korrapäratu kuusnurk  $1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6''$  ongi kaldu lõigatud püramiidi lõikepinna külgsprojektsiooniks.

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 suuruses.** Püramiidi lõikepinna kujundi ehitamine tegelikus suuruses (joon. 257, a) teostub ühitamise meetodi abil, mida me kasutasime juba püramiidi ja silindri lõikepinna kujundi ehitamisel tegelikus suuruses (joon. 239, a ja 244, b).

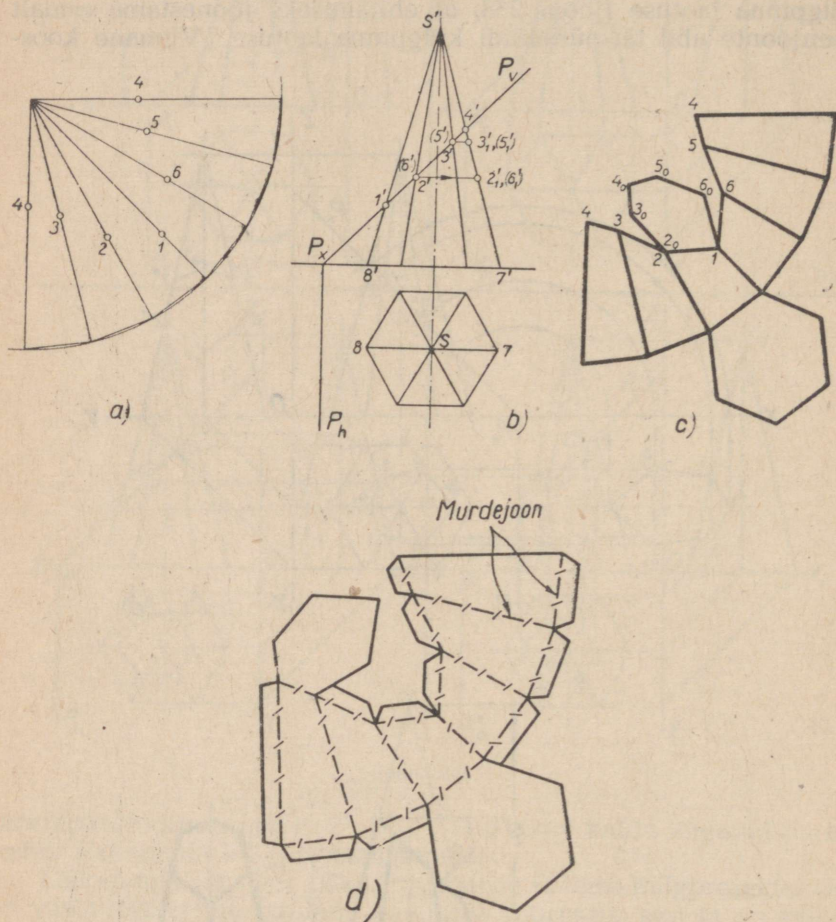
Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa valmis kujutis on toodud joonisel 257, b.

**Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa pinnalaotuse ehitamine.**  
 Pinnalaotus kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast, mille orto-  
 gonaalprojektsioonid on toodud joonisel 257, *b*, koosneb selle  
 püramiidi põhjast, külgpinna laotusest ja tegelikus suuruses esi-  
 nevast lõikepinna kujundist. Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa  
 külgpinna laotuse (joon. 258, *a*) ehitamiseks joonestame esmalt  
 peenjoonte abil täispüramiidi külgpinna laotuse. Viimane koos-



Joon. 257.

neb kuuest võrdhaarsest kolmnurgast, mis suuruselt on võrdsed püramiidi külgtahkudega, kusjuures iga kolmnurga alus on võrdne püramiidi põhiserva pikkusega (püramiidi antud asendi puhul leiaame 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 külgpinna laotuse ehitamiseks kanname täispüramiidi külgpinna laotuse kolmnurkade külgedele sirglõigud, millede pikkused on võrdsed vastavate lõi-

gatud 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 esiprojektioonidega, s. t. lõikudega 1'—8' ja 4'—7' (joon. 258, b), sest need külgservad, olles paralleelsed esiprojektioonipinnaga, projekteeruvad sellele projektioonipinnale tegelikus suurus.

Kuna püramiidi ülejäänud lõigatud külgservad pole paralleelsed ühegi projektioonipinnaga, tuleb nende tegeliku suuruse leidmiseks kasutada abiprojektiooni, mida käsitlesime juba üldasendis antud sirglõigu tegeliku suuruse leidmisel pööramise meetodi abil (näiteks püramiidi külgserva pööramisega joonisel 183).

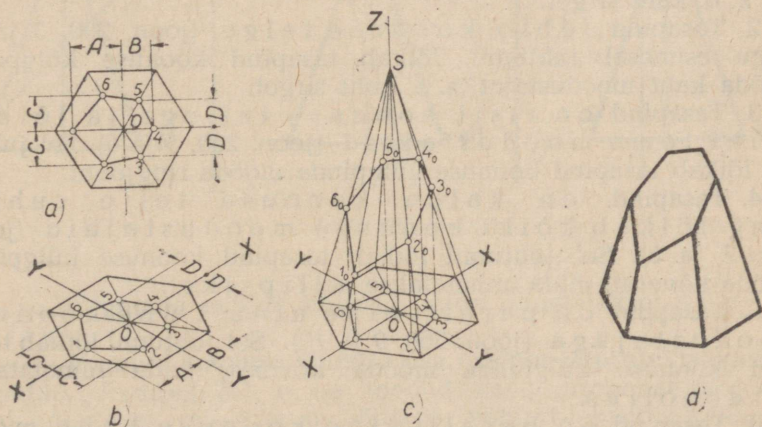
Abikonstruktsioon seisab selles, et punktid 2', (6'), 3' ja (5') projekteeritakse paralleelselt X-teljega sellisele lõigatud külgserva esiprojektioonile, mis asetseb paralleelselt esiprojektioonipinnaga. Niisuguseks külgservaks on 4—7. Selline ehitamine on samaväärne sellega, kui iga lõigatud külgserv, mis projekteerub esiprojektioonipinnale moonutatult, oleks pööratud esiprojektioonipinnaga paralleelsesesse 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 külgsinna laotuse. Kaldu lõigatud püramiidi alumise osa pinnalaotuse saamiseks lisame tema külgsinna laotusele 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.

**Isomeetriline kujutis kaldu lõigatud püramiidi alumisest osast.** Joonisel 259, a on toodud kaldu lõigatud püramiidi alumise osa põhiprojektioon, 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 tippudega. Seejärel tõmbame punktide 1, 2, 3, 4, 5 ja 6 *Z*-teljega paralleelsed sirged, mis lõikavad püramiidi külgservade isomeetrilisi projektsioone punktides  $1_0, 2_0, 3_0, 4_0, 5_0$  ja  $6_0$ .

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.

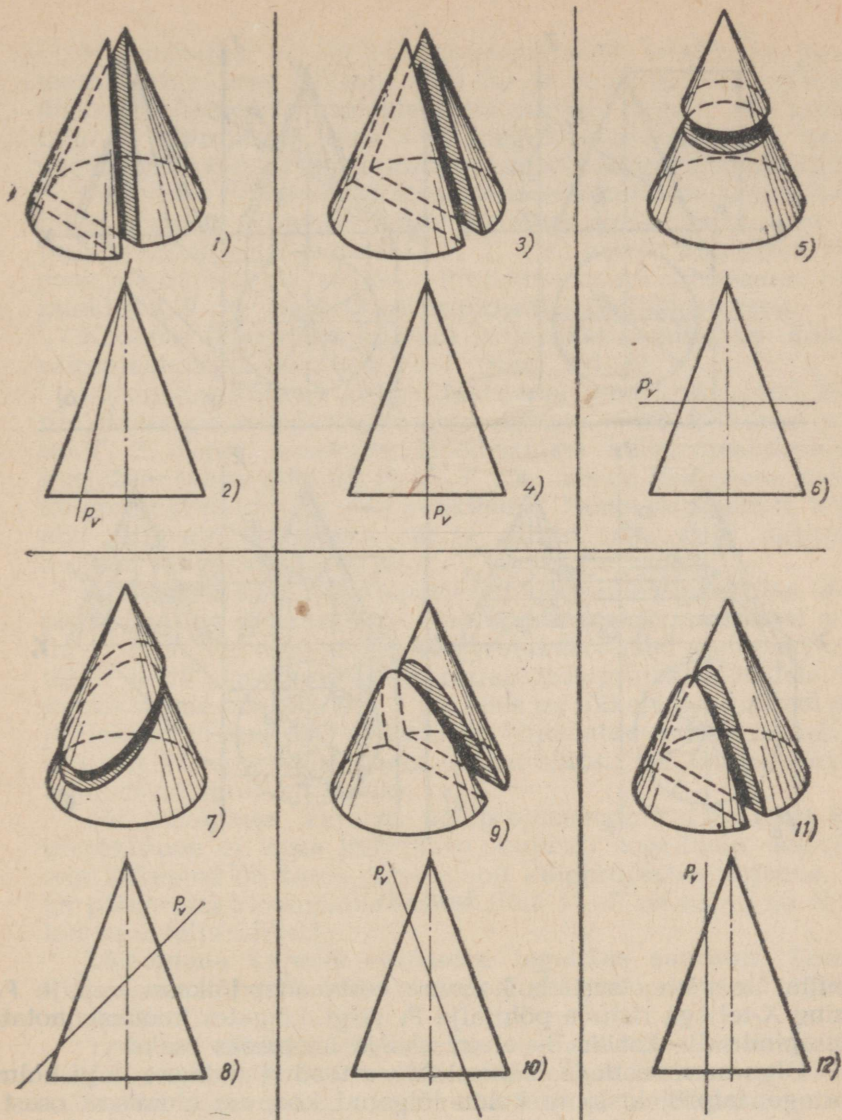
2. Tasapind läbib koonuse telge (joon. 260, 3 ja 4). Nagu esimesel juhtumil, lõikab tasapind koonuse külgpinda mööda kaht moodustajat, s. t. kaht sirget.

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 paraboliks.

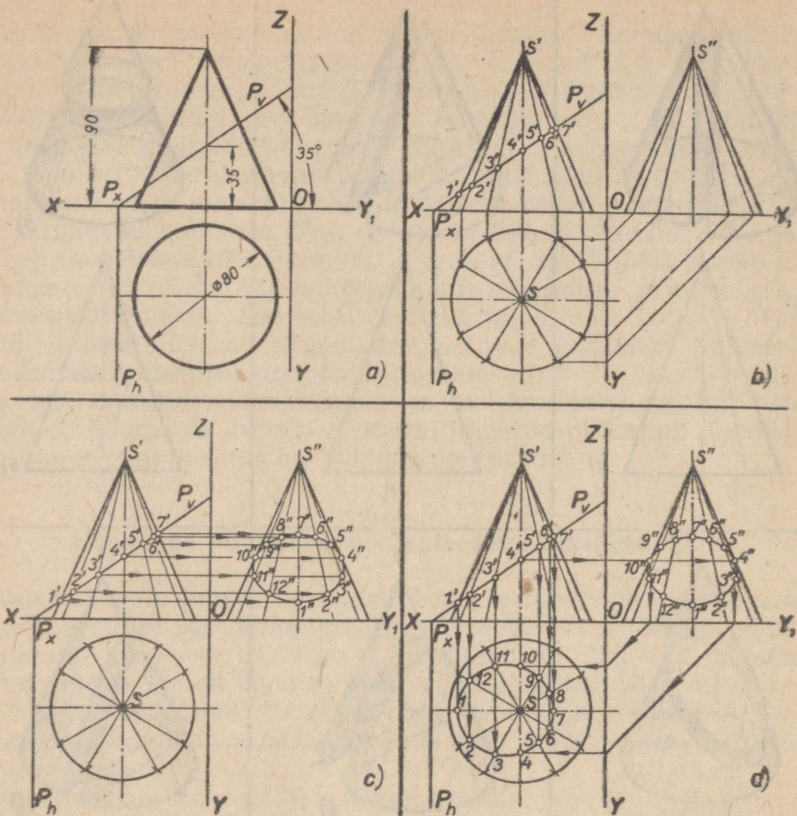
6. Tasapind on paralleelne koonuse kahe moodustajaga (joon. 260, 11 ja 12). Sel juhtumil lõikab tasapind



Joon. 260.

koonuse külgpinda mööda kõverat, mida nimetatakse hüpërbooliks.

**Kaldu lõigatud koonuse alumise osa ortogonaalprojektsioonide ehitamine.** Joonisel 261, *a* on toodud kaks ortogonaalprojektsiooni koonusest, mis toetub põhjaga põhiprojektsioonipinnale. Koonust lõikab esiprojektsioonipinnale projekteeruv tasapind  $P$ ,



Joon. 261.

mille üle võib otsustada koonuse eestvaadet lõikava esijälje  $P$  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.

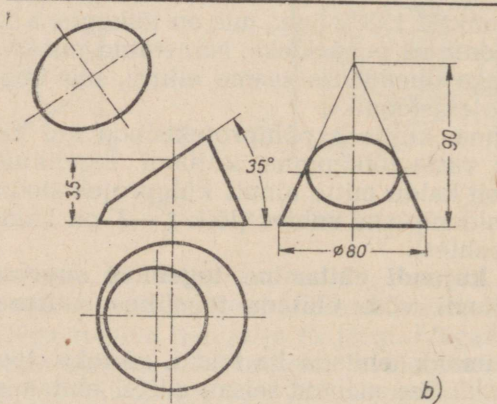
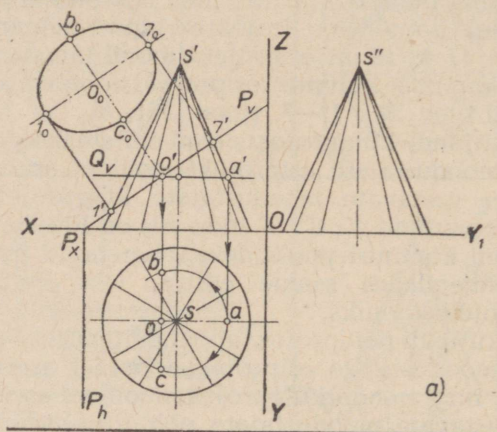
Nii lõikepinna kujundi põhiprojektsioon kui ka tema külprojektsioon ei vasta lõikepinna kujundi tegelikule suurusele, sest lõikepind on kaldu mitte ainult külprojektsioonipinna, vaid ka põhiprojektsioonipinna suhtes (lõik  $1'—7'$  on kaldu nii  $X$ -telje kui ka  $Z$ -telje suhtes).

**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  $O'$  lõiketasapinna jälje  $Q_v$ . Abilõiketaspind  $Q$  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 paralleelne lõiketapasinna jäljega  $P_v$ , seejärel kanname sellele lõigud  $o_0-1_0$  ja  $o_0-7_0$ , mis on võrdsed ellipsi pikemate pooltel gedega. 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 pooltel gedega. Ellipsi ehitamine tema kahe telje järgi toimub meile juba tuntud viisil.

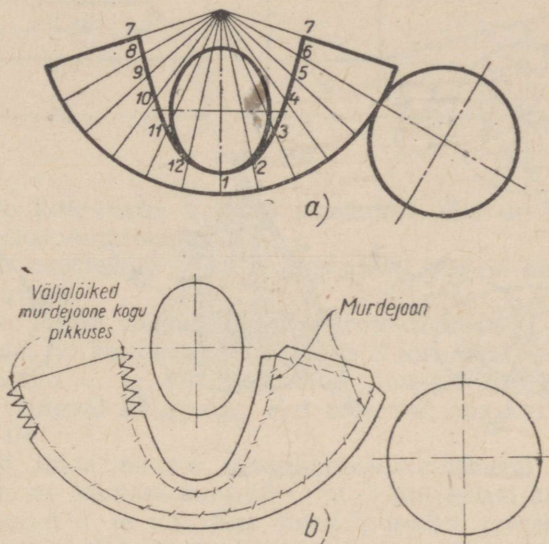


Joon. 262.

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 ortogonaalprojektsioonid on toodud joonisel 262, b, koosneb selle koonuse alumise põhja kujundist (s. t. ringist), koonuse alumise osa külgsinna laotusest ning tegelikus suuruses antud lõikepinna kujundist.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa külgpinna laotuse (joon. 263, a) valmistamiseks joonestame eelnevalt täiskoonuse külgpinna laotuse peenjoonte abil. Seejärel jaotame sektori kaare samaarvulisteks võrdseteks osadeks, nagu koonuse põhiprojektsioonigi (s. t. 12 võrdseks osaks). Järgnevalt ühendame sektori kaare jaotuspunktid sirgete abil sektori tipuga.



Joon. 263.

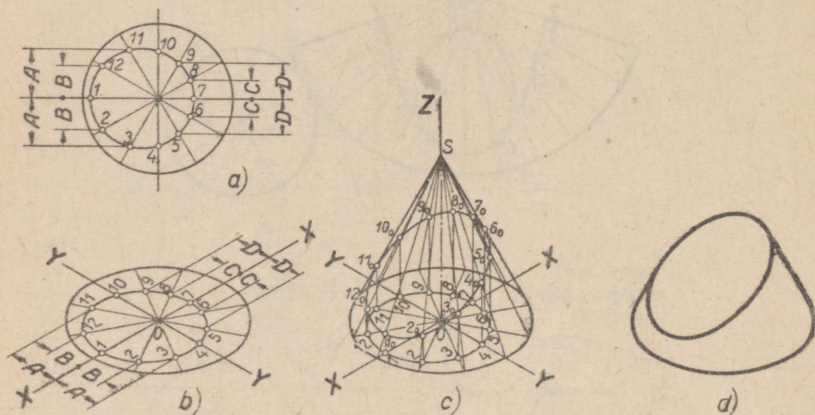
Edasi määrame meetodil, mida kasutasime püramiidi lõigatud külgservade tegelike pikkuste määramiseks (joon. 258, b), koonuse iga lõigatud moodustaja tegeliku pikkuse. Kanname sektori kaare jaotuspunkte tema tipuga ühendavatele sirgetele järgmööda lõigud, mis on võrdsed vastavate lõigatud moodustajate tegelike pikkustega. Seejuures saadud punktid 1, 2, 3 jne. ühendame lekaali abil sujuva kõverjoonega.

Kaldu lõigatud koonuse alumise osa pinnalaotuse saamiseks lisame tema külgpinna laotusele täiendavalt veel koonuse põhja kujutise (ringi) ning tegelikus suurus 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 röhrtelgjoonest (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 isomeetristeks 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.

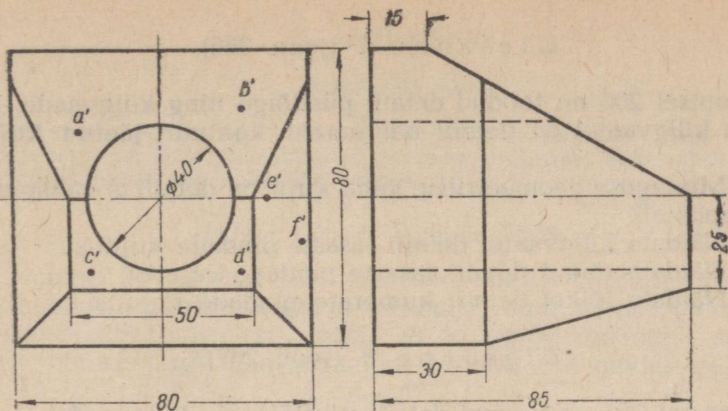
### I. Jooniste lugemine.

#### Ülesanne 1 (joon. 265).

Joonisel 265 on kujutatud detail eest- ja külgsuunas.

1. Missuguste geomeetriliste kehade kujud on detaili välispinnal?

2. Näidata eestvaatel kujutisi pindadest, mis on paralleelsed esiprojektsioonipinnaga.



Joon. 265.

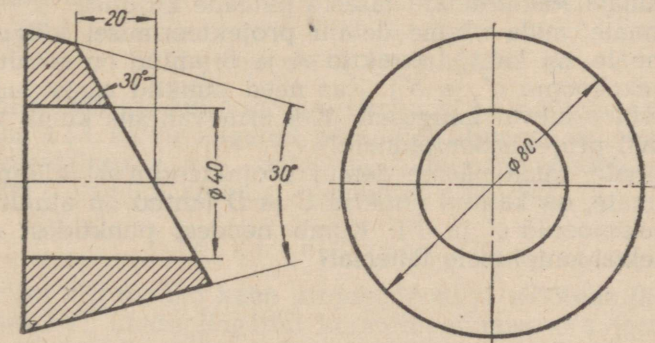
3. Näidata külgvaatel kujutisi pindadest, mis on kaldu põhi- ja külgsprojektsioonipinnaga.

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).

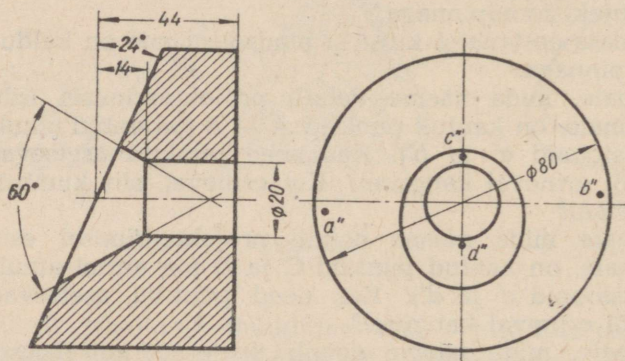
Joonisel 266 on toodud detaili püstlõige ning külgvaade, kusjuures külgvaatel on detaili nähtamatu kontuur jäetud kujutamata.

1. Missuguse geomeetrilise keha kuju 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 kuju on detaili välispinnal?
2. Missuguste geomeetriliste kehade kuju on detaili sisepinnadel?



Joon. 267.

3. Näidata külgvaatel detaili tasaste pindade kujutisi.
4. Näidata lõikel detaili tasaste pindade kujutisi.
5. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel külgsioonipinnale, on kantud punktid A ja B (antud on ainult nende külgsioonid  $a''$  ja  $b''$ ). Kas need punktid asetsevad meist võrdsel või erineval kaugusel? Kui erineval, siis kumb nendest on lähemal sioonipinnale?
6. Pinnale, mida näeme detaili projekteerimisel külgsioonipinnale, on kantud punktid C ja D (antud on ainult nende külgsioonid  $c''$  ja  $d''$ ). Kumb nendest punktidest asetseb külgsioonipinnale lähemal?

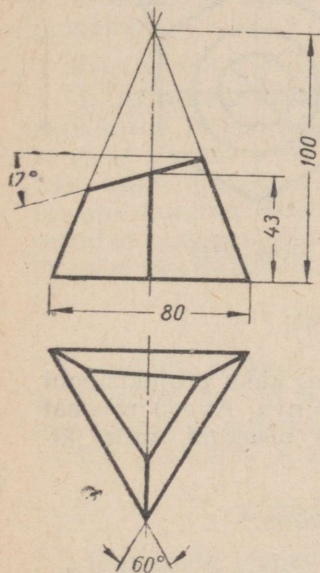
## II. Harjutused.

### 1. MODELLEERIMINE.

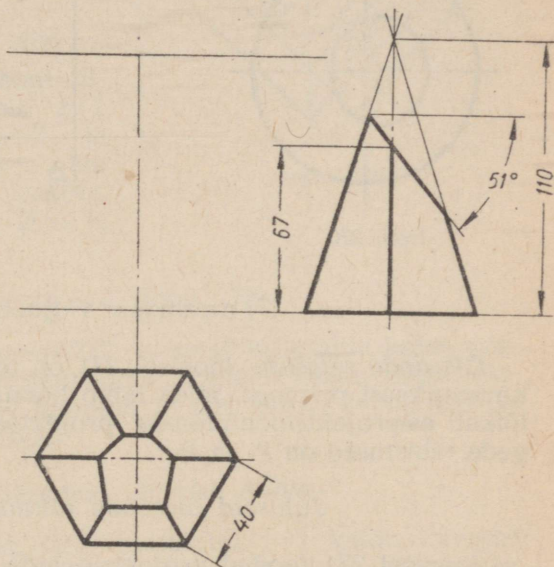
Märkus. Harjutused seisnevad püramiidi ja koonuse osade jooniste järgi paberist mudelite valmistamises. Mudelite eeskujusid võib valida järgnevalt toodud ülesannete ja jooniste hulgast.

#### 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.



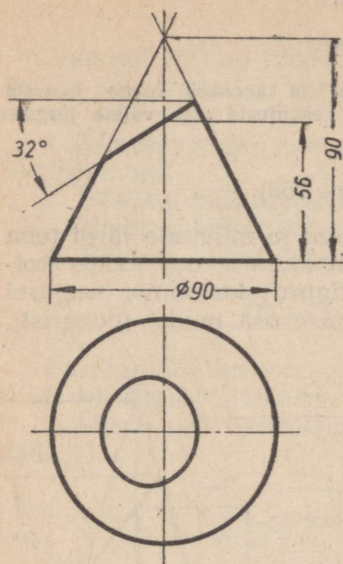
Joon. 269.

#### Ülesanne 2 (joon. 269).

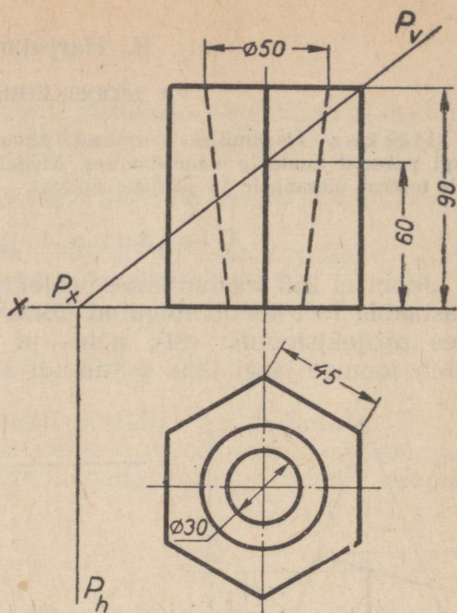
Joonisel 269 toodud kahe projektsiooni ja mõõtude järgi teha mastaabis 1 : 1 kaldu lõigatud püramiidi alumise osa joonis kolmes projektsioonis: esi-, põhi- ja külgsprojektsioonis. Joonise järgi teha püramiidi alumise osa mudel (paberist).

#### 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 jälgedel 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 punktide A, B, C, D, E ja F kolm projektsiooni.

2. Ehitada detaili püramiidikuljulise osa pinnalaotus.

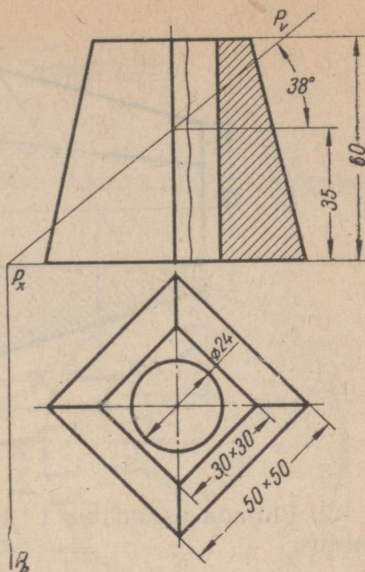
Ülesanne 2 (joon. 266).

1. Joonistada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgvaates. 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 külgvaates. 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.*

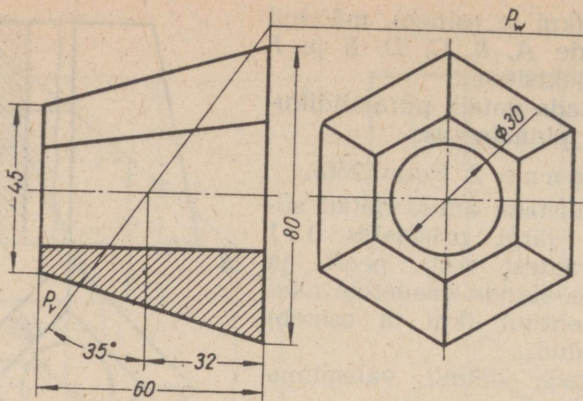
Joonistada silmamõõdu järgi mastaabis 1:1 kaldu lõigatud detaili alumine osa kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgvaates. Märkida kujutistele mõõdud. Ehitada samas mõõtkaavas detaili alumise osa välispinnalaotus.

Ülesanne 5 (joon. 273).

*Ülesande selgitus.* Joonisel 273 on detail kujutatud esi- ja külprojektsioonis. 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 külgvaates. Märkida kujutistele mõõdud.



Joon. 273.

2. Ehitada mastaabis 1 : 1 detaili parempoolse osa välispinna-laotus.

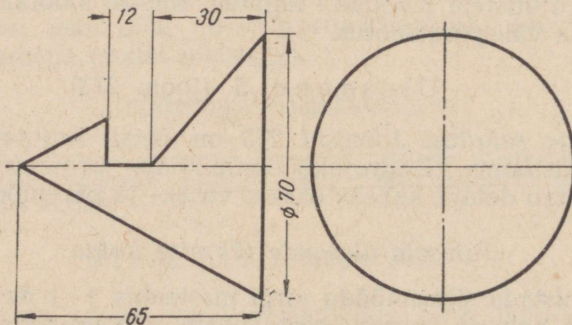
### III. Tööd.

TÖÖ NR. 13.

Märkus. Töö nr. 13 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.

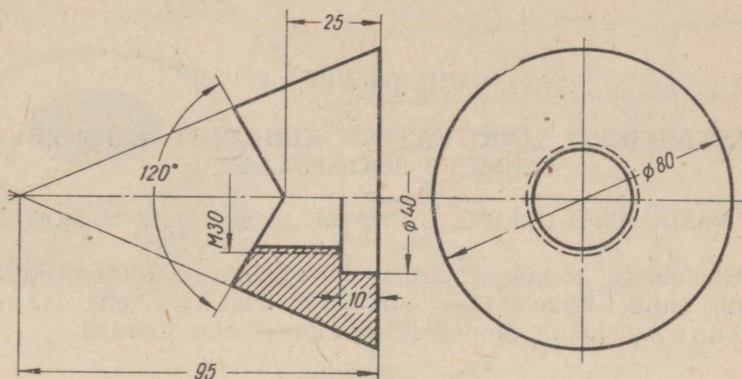


Joon. 274.

Juhiseid ülesande täitmise kohta.

Joonise 274 järgi valmistada:

- 1) koonuse tehniline joonis (isomeetria);
  - 2) koonuse joonis kolmes vaates: eest-, pealt- ja külgsaade.
- 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 külgsaade on lõpuni joonestamata.

Juhiseid ülesande täitmise kohta.

Joonise 275 järgi valmistada:

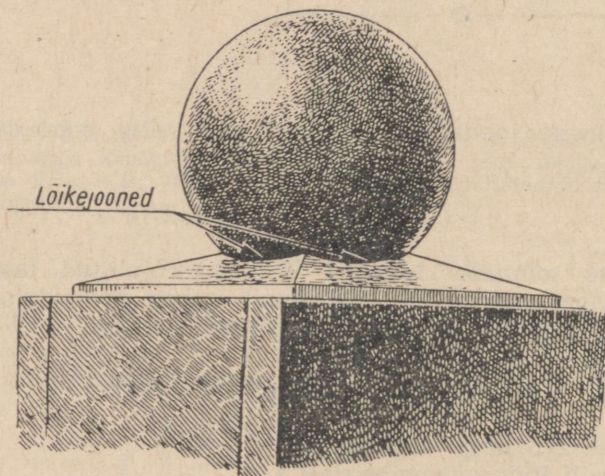
- 1) detaili joonis (isomeetria);
- 2) detaili joonis järgmistes projektsioonides: poolestsaade koos poolpüstlõikega ning poolpealtsaade koos poolrõhtlõikega ja külgsaade. Märkida projektsioonidele mõõdud;
- 3) detaili joonis samades projektsioonides ühes mõõtude äärmärkimisega.

## 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).



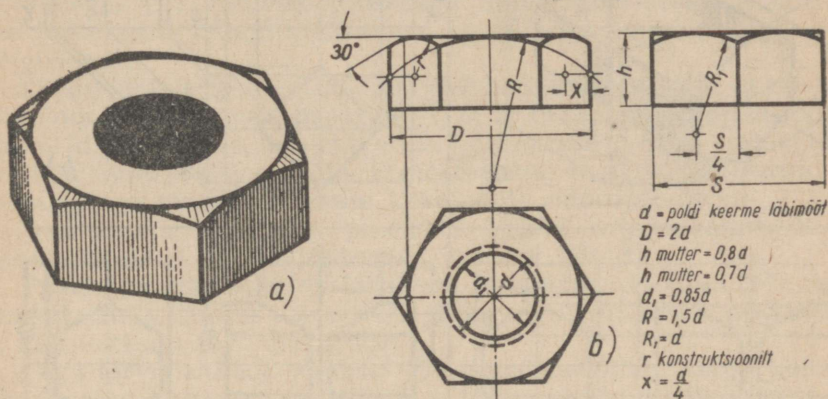
Joon. 276.

Joonisel 276 on toodud üks kujunditest, mis kaunistavad Moskvas 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

treitid, 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 masinaehitusalas 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 geomeetriliste kehade vastastikusel lõikumisel.

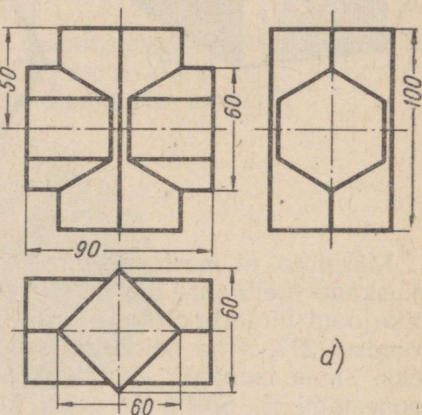
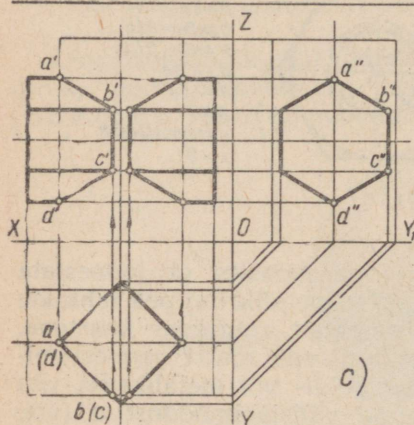
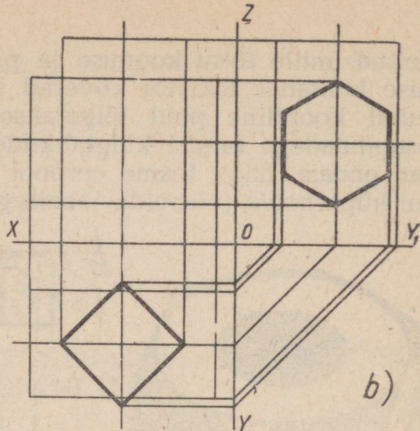
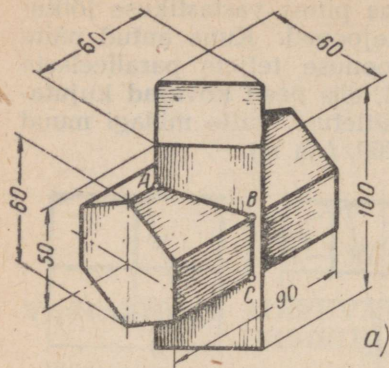
## I. Hulktahukate vastastikune lõikumine.

**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



Joon. 278.

leida lõikejoontele kuuluvate punktide ortogonaalprojektsioonid. Joonise 278, *a* vaatlemisel 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 põhiprojekt-

sioonid, ühtivad prisma tahkude ja servade vastavate projekt-sioonidega, s. t. ühtivad ruudu tippude ja külgedega. Seega pea- vad ka lõikejoonte põhiprojektsioonid ühtima selle ruudu tippude ja külgedega.

Punktide  $A, B, C$  jne. külgprojektsioonid  $a'', b'', c''$  jne. ühtivad omakorda kuusnurkse prisma vastavate külgservade külgprojekt- sioonidega, s. t. ühtivad kuusnurga tippudega. Järelikult ühti- vad lõikejoonte külgprojektsioonid ka selle kuusnurga tippude ja külgedega.

Lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamiseks (joon. 278, c) tuleb lõikejoontele kuuluvate punktide  $A, D, B, C$  jne. põhiprojektsioo- nid  $a, (d), b, (c)$  jne. projekteerida kuusnurkse prisma vastavate servade esiprojektsioonidele. Projekteeritud punktide ühendami- sel sirgetega saame nähtavate lõikejoonte esiprojektsioone.

Vastastikku lõikuvate prismade kolme ortogonaalprojekt- siooni 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.

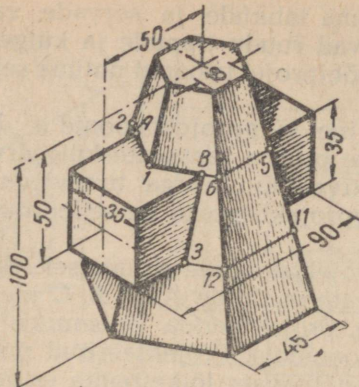
Joonise valmistamist alustame ühendatud prisma ja tüvipüra- miidi kolme ortogonaalprojektsiooni ehitamisega peenjoonte abil (joon. 280, a).

Lõikejoone projektsiooni ehitamiseks (joon. 280, b) lõikame prismat ja tüvipüramiidi abitasapindadega  $P$  ja  $S$ , mis on paral- leelsed põhiprojektsioonipinnaga ning ühtivad prisma rõhtsa peal- mise ja alumise külgtahuga (vt. jäljed  $P_v$  ja  $S_v$  esiprojektsioonil).

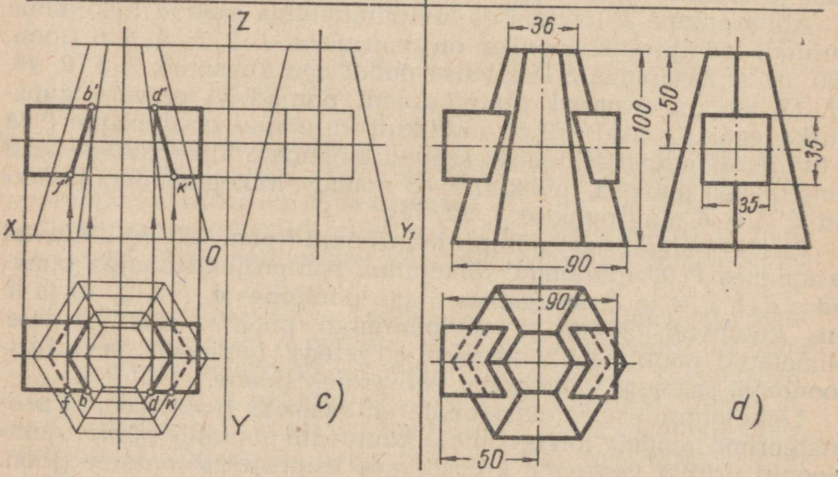
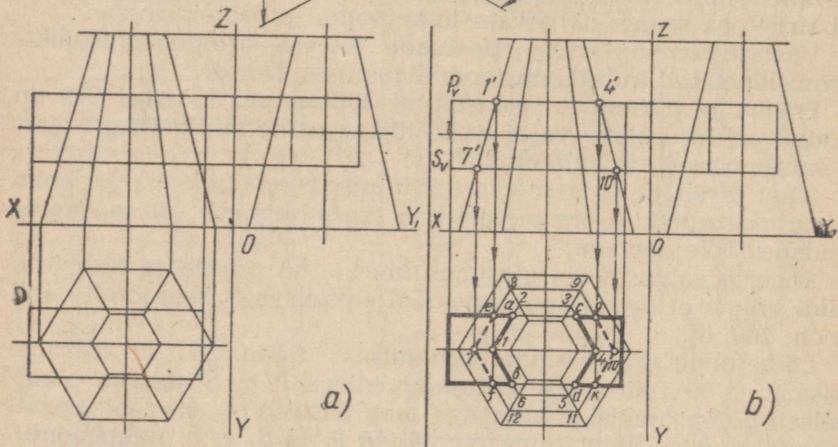
Abitasapinna  $P$  lõikumisel tüvipüramiidiga saadud lõikepinna kujundi põhiprojektsiooniks on kuusnurk 1, 2, 3, 4, 5, 6 (joon. 280, b), abitasapinna  $S$  lõikumise puhul aga kuusnurk 7, 8, 9, 10, 11, 12, mis on sarnased tüvipüramiidi põhjadeks olevate kuus- nurkadega: Joonisel 279 on näitlikult kujutatud tasapindade  $P$  ja  $S$  tüvipüramiidiga lõikumisel saadud mõlemate lõikepindade osad ning mõned punktid, mis kuuluvad nendele lõikepindadele (punk- tid 2, 1, 6, 5 ning punktid 3, 12, 11).

Prisma külgservade põhiprojektsioonid (joon. 280, b) lõikuvad tasapinnas  $P$  tüvipüramiidi lõikepinna põhiprojektsiooniga punk- tides  $a, 1, c, 4$  ja  $d$ , tasapinnas  $S$  aga punktides  $e, 7, f, g, 10$  ja  $k$ , mis kuuluvad prisma ja tüvipüramiidi pindade lõikejoontele. Nimetatud punktide ühendamisel sirgetega (pidevate ja kriips- joontega) saamegi lõikejoonte põhiprojektsioone.

Lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamiseks (joon. 280, c) pro- jekteerime nendele lõikejoontele kuuluvate punktide põhiprojekt- sioonid 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



Joon. 279.



Joon. 280.

punktiga  $k'$ . Lõigud  $b'f'$  ja  $d'k'$  on nähtavate lõikejoonte esiprojektsioonideks.

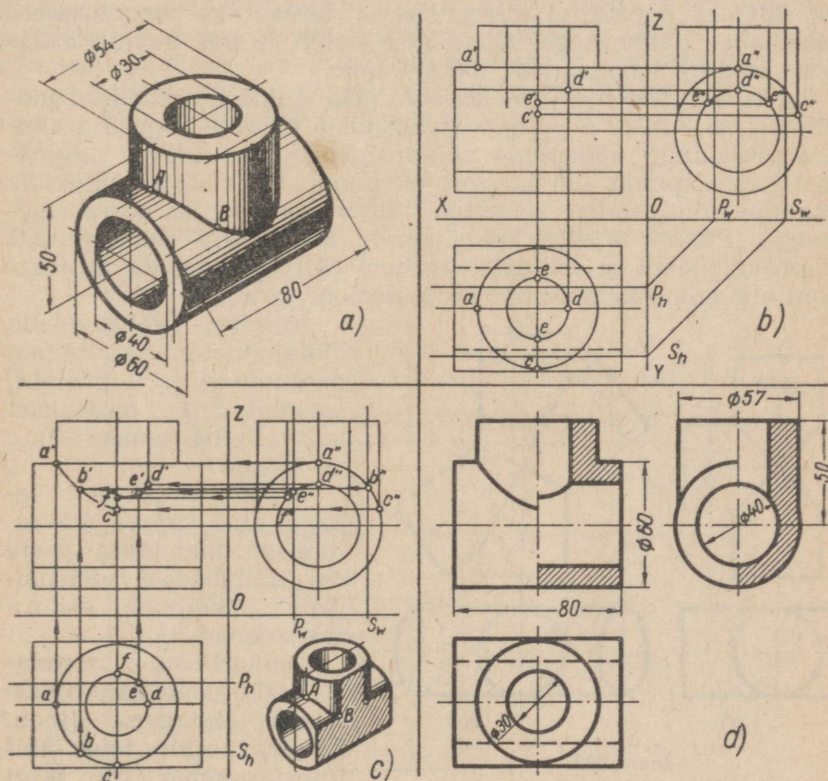
Vastastikku lõikuva prisma ja püramiidi kolme ortogonaalprojektsiooni lõpetatud kujutis on näidatud joonisel 280, d.

## 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: poolestvaade-poolpüstlõige, pealtvaade ja poolkülgsaade-poolpüstlõige.

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



Joon. 281.

sisepindade lõikejoonel asetsevate punktide  $D$  ja  $E$  esiprojekt-sioone  $d'$  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 lõike-punktideks.

Projektsioonid  $c'$  ja  $e'$  saame silindriliste välispindade (pro-jektsiooni  $c'$  jaoks) ja sisepindade (projektsiooni  $e'$  jaoks) kül-gprojektsioonide kontuuride vastastikusel lõikumisel tekkivate punktide  $c''$  ja  $e''$  projekteerimise puhul.

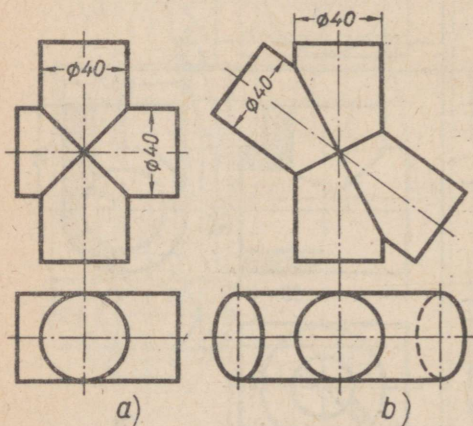
Silindriliste välis- ja sisepindade lõikejoontele kuuluvate abipunktide projektsioonide määramiseks lõikame mõlemaid silindreid (joon. 281,  $b$ ) abilõiketapasapinnaga  $P$  ja  $S$ , mis on paral-leelsed mõlemate silindrite moodustajate suundadega. Nimetatud abilõiketapasapindades asetsevate moodustajate vastastikusel lõi-kumisel saame rea punkte, mis kuuluvad lõikejoonele. Joonisel 281,  $c$  on toodud näitlik kujutis mõlematest silindritest, mida lõi-kab kummagi silindri moodustajaga paralleelne abilõiketapasapind (tasapind  $S$ ). Joonistel 281,  $c$  ja 281,  $a$  toodud näitlike kujutiste vastastamisest näeme, et tasapinnas  $S$  asetsevate moodustajate vastastikusel lõikumisega määratakse punkt  $B$ , mis kuulub mõle-mate silindrite välispindade lõikejoonele.

Punkti  $B$  ortogonaalprojektsiooni määramine on näidatud joo-nisel 281,  $c$ . Punkti  $B$  põhiprojektsiooni  $b$  määrab jälje  $S_h$  lõiku-mine püstsilindri välispinna põhiprojektsiooniks oleva ringjoo-nega; sama punkti  $B$  külprojektsiooni  $b''$  määrab jälje  $S_w$  lõiku-mine rõhtsilindri välispinna külprojektsiooniks oleva ring-joonega. Punkti  $B$  esiprojektsioon  $b'$  määratakse sama punkti põhiprojektsiooni ja külprojektsiooni järgi (kolmanda projekt-siooni ehitamine kahe antud projektsiooni järgi).

Silindri välispindade lõikejoonele kuuluvate punktide  $A$  ja  $C$  projekt-sioonide  $a$  ja  $c$  määramist võib jälgida joonise 281,  $c$  uurimisel.

Punkte  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$  le-kaali abil sujuva kõver-joonega ühendades saame osa silindriliste välispin-dade lõikejoone esipro-jektsioonist.

Silindriliste sisepinda-de lõikejoone esiprojekt-siooni ehitamine (joon. 281,  $c$ ) teostub teise abi-lõiketapaspinna ( $P$ ) järgi eespool käsitletud viisil.



Joon. 282.

Lõpetatud kujutis on toodud joonisel 281, d.

### Võrdse läbimõõduga vastastikku lõikuvate silindrite lõikejoon.

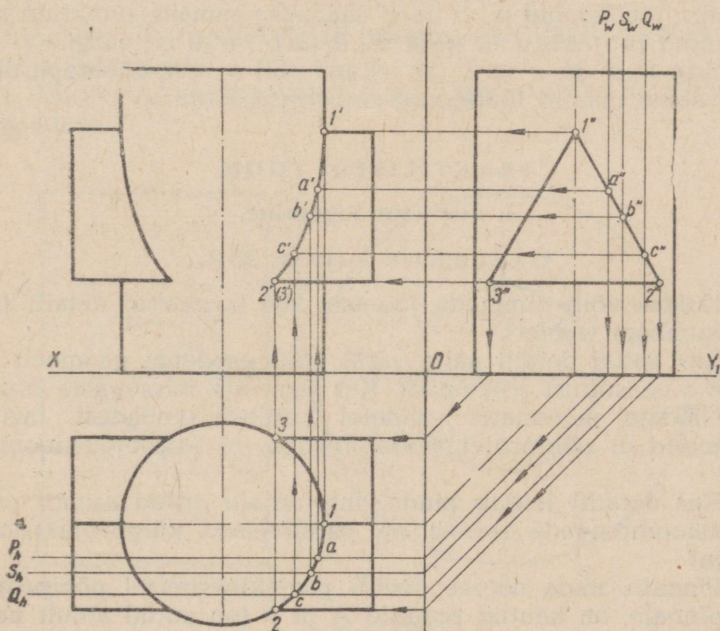
Kui kahe vastastikku lõikuva silindri läbimõõdud on võrdsed, siis projekteerub nende välispindade lõikejoon sirgetena, sõltumata sellest, kas silindrite teljed lõikuvad täisnurga (joon. 282, a) või täisnurgast erineva nurga all (joon. 282, b). Niisugustel juhtumitel asetseb lõikejoone projektsioon silindrite 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 projektsioonideks on punktid 1'', 2'' ja 3'', mis ühtivad prisma 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 külprojektsioonideks on lõigud  $1''—2''$ ,  $2''—3''$  ja  $3''—1''$ , mis ühtivad prisma külgservade külprojektsioonidega, s. t. prisma põhjaks oleva kolmnurga külgedega.

Prisma ja silindri lõikejoonte esiprojektsioonide ehitamine teostub otsitavale joonele kuuluva kolme abipunkti esiprojektsiooni järgi. Selleks lõigatakse prismat ja silindrit kolme abilõike-tasapinnaga —  $P$ ,  $S$  ja  $Q$ . Nimetatud tasapindade jäljed on põhiprojektsioonipinnal tähistatud tähtedega  $P_h$ ,  $S_h$  ja  $Q_h$ , külprojektsioonipinnal 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 külprojektsioonipinnal prisma külgservade külprojektsioone (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 ühendades saame otsitud lõikejoone esiprojektsiooni.

## PRAKTILISED TÖÖD.

### I. Jooniste lugemine.

#### Ülesanne 1 (joon. 284).

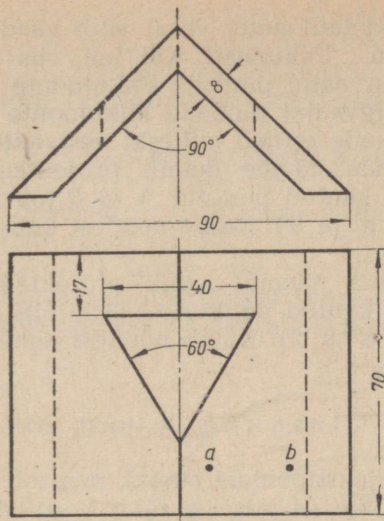
1. Kuidas võib nimetada joonisel 284 kujutatud detaili (nurgiku) kumbagi vaadet?

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 külprojektsioonipinnaga?

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



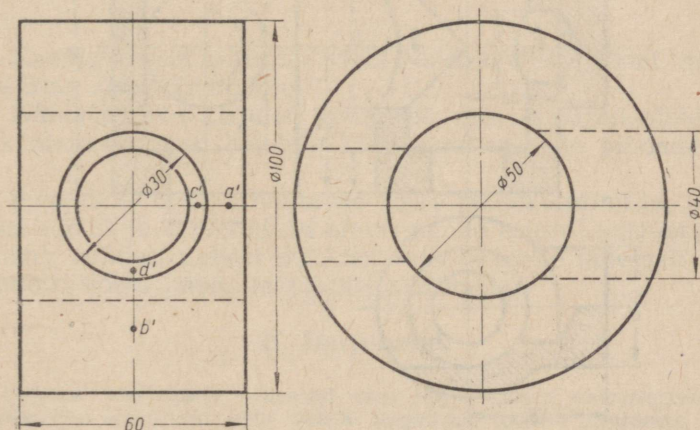
Joon. 284.

samal tasemel? Kui erinevatel, siis kumb nendest asetseb kõrgemal? Kas antud punktid on nähtavad detaili projekteerimisel küljprojektsioonipinnale?

### Ülesanne 2 (joon. 285).

Joonisel 285 toodud detail (rõngas) on kujutatud kahes vaates: eest- ja küljvaates.

1. Missuguse geomeetrilise 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 esiprojektioonipinnale, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (on antud ainult nende esiprojektsioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal?

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

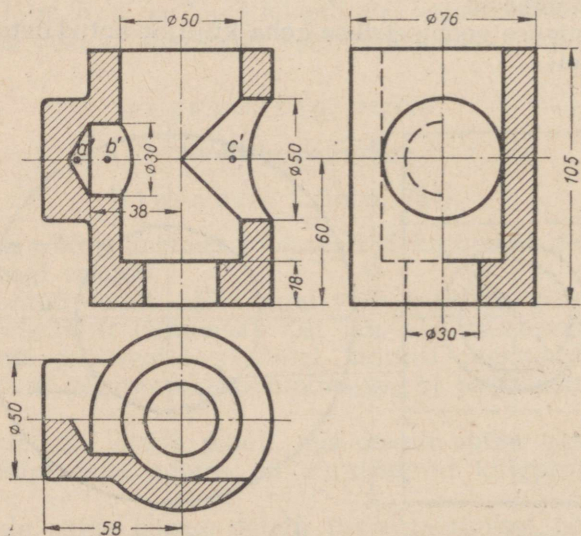
### Ülesanne 3 (joon. 286).

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?



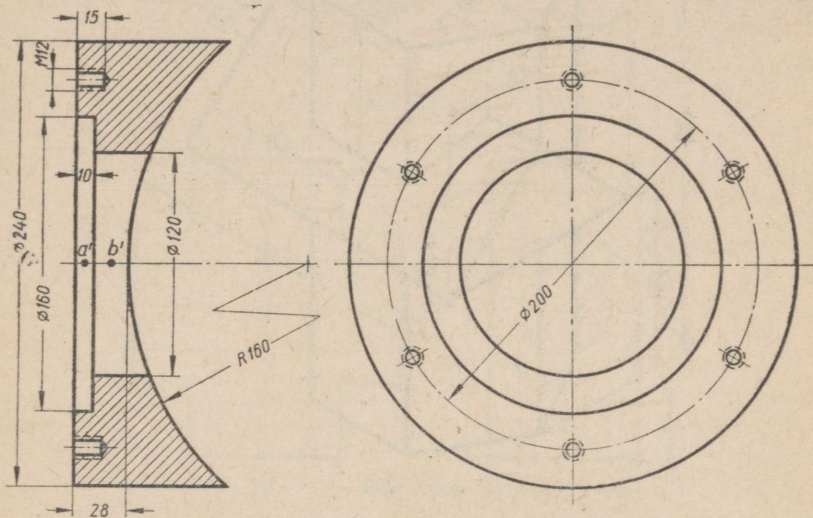
Joon. 286.

5. Pindadele, mida näeme püstlõike projekteerimisel, on kantud kolm punkti —  $A$ ,  $B$  ja  $C$  (antud on ainult nende esiprojektioonid  $a'$ ,  $b'$  ja  $c'$ ). Milline nendest kolmest punktist asetseb meile lähemal ning milline kahest teisest kaugemal?

#### Ülesanne 4 (joon. 287).

1. Missuguste geometriliste kehade vastastikusel lõikumisel tekib näitena toodud detail (seib)?

2. Näidata külgsuunal 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 keerme siseläbimõõdule.

4. Näidata lõikel kujutisi pindadest, mis on paralleelsed külgsuunalpinnaga. Näidata külgsuunal samade pindade kujutisi.

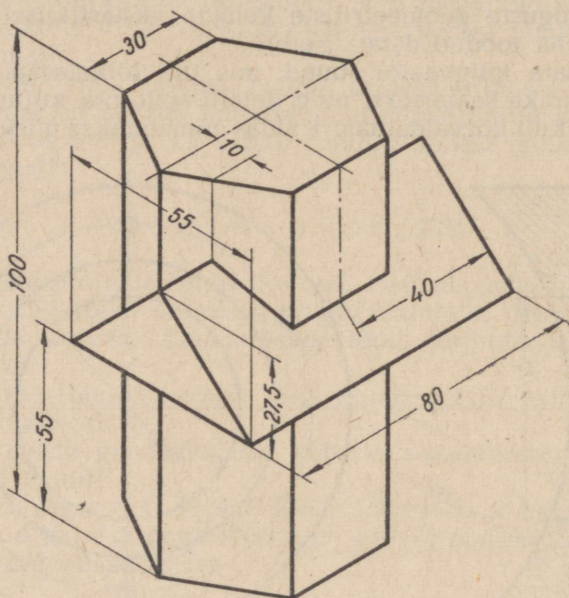
5. Pindadele, mis on nähtavad lõike projekteerimisel, on kantud punktid  $A$  ja  $B$  (antud on ainult nende esiprojektioonid  $a'$  ja  $b'$ ). Kumb nendest kahest punktist asetseb meile lähemal? Mitme millimeetri võrra (määrata joonist mõõtmata)?

## II. Harjutused.

Märkus. Harjutused seisnevad esemetest eskiiside valmistamises. Harjutusülesannete eeskujud 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).

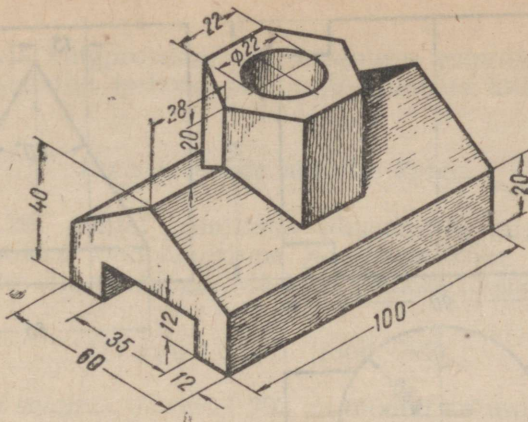
Antud isomeetrilise kujutise järgi joonistada detail (liugur) ühes tema pindade lõikejoontega kolmes ortogonaalprojektsioonis (esi-, põhi- ja külprojektsioonis) ning märkida nendele mõõdud.

## Ülesanne 3 (joon. 290).

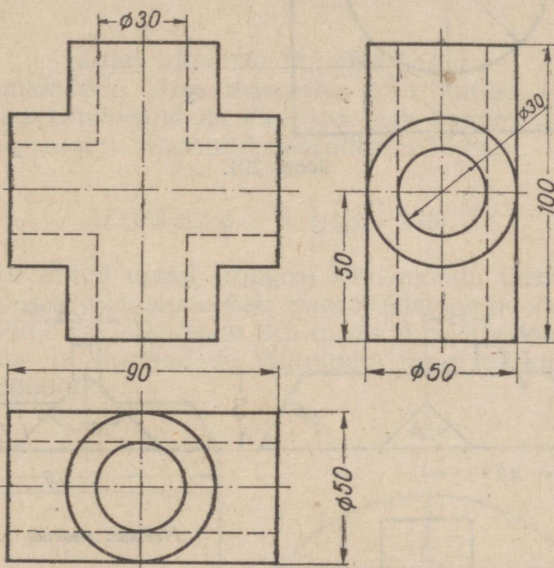
*Ülesande selgitus.* Joonisel 290 on toodud detaili (toru risttüki) kolm projektsiooni (esi-, põhi- ja külprojektsioon), kusjuures esiprojektsioon pole lõpuni joonestatud (detaili välis- ja sise-pindade lõikejooned pole kujutatud).

*Juhis ülesande täitmise kohta.*

Joonistada joonisel 290 kujutatud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1 : 1 järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon pool-



Joon. 289.

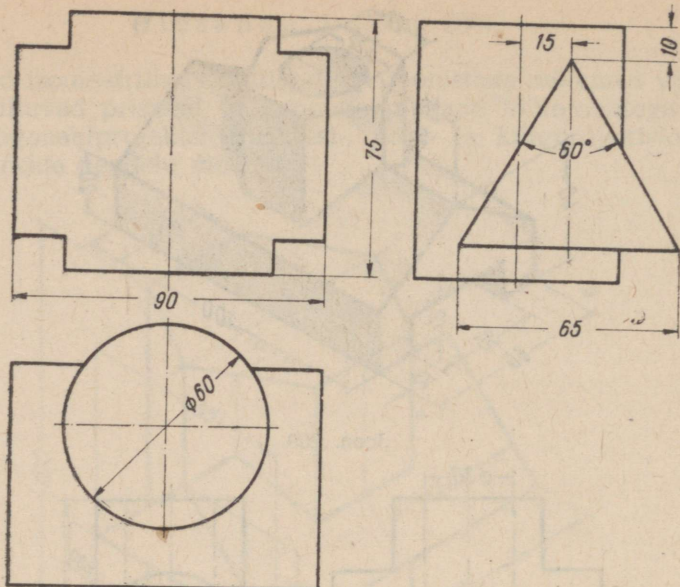


Joon. 290.

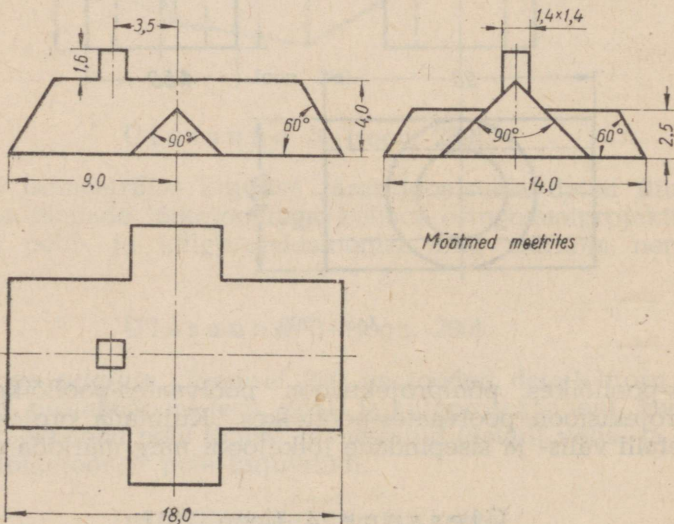
vaates-poollõikes, põhiprojektsioon poolvaates-poollõikes ning külprojektsioon poolvaates-poollõikes. Kujutada projektsioonidel detaili välis- ja sisepindade lõikejooni ning märkida mõõdud.

Ülesanne 4 (joon. 291).

Ülesande selgitus. Joonisel 291 on toodud vastastikku lõikuva korrapärase kolmnurkse prisma ja silindri kolm projektsiooni



Joon. 291.



Joon. 292.

(esi-, 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).

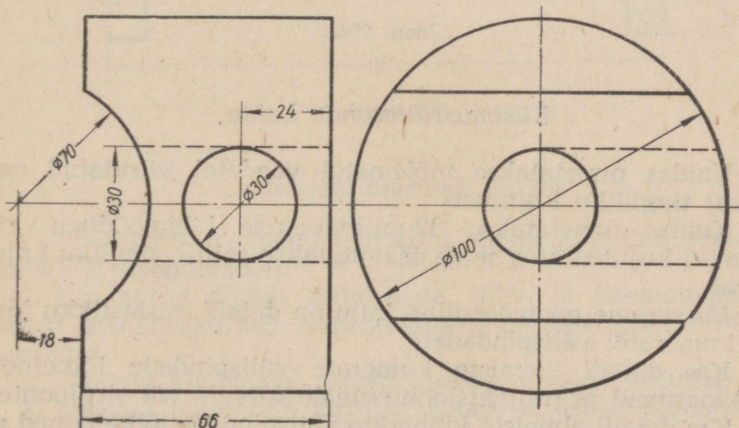
*Ülesande selgitus.* Joonisel 292 on toodud katuse skemaatiline joonis, kusjuures eest- ja pealtvaade pole lõpuni joonestatud.

*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.

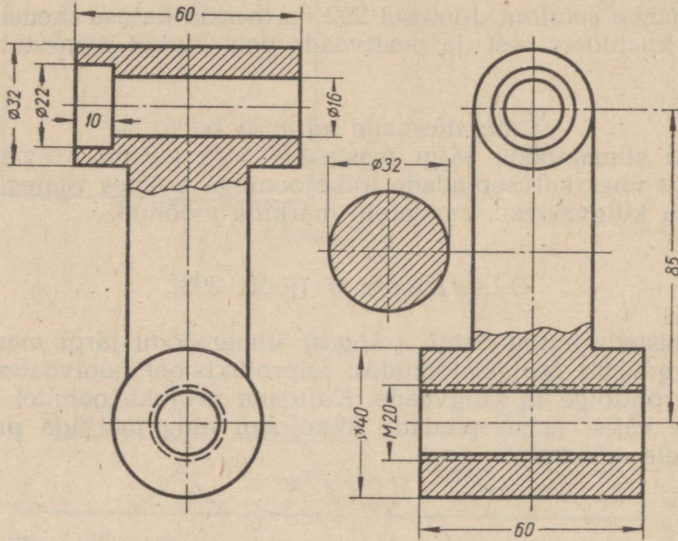
### III. Tööd.

#### 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 külgsuunas).



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 kujutamisega?

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 külgsuuna projektsioonipinnale kõver- või sirgjoontena?



## Juhiseid ülesande täitmise kohta.

1. Kujutada antud detail silmamõõdu järgi mastaabis 1 : 1 järgmistes projektsioonides: esiprojektsioon poolvaates-poollõikes, põhiprojektsioon poolvaates-poollõikes ning külgsprojektsioon poolvaates-poollõikes. Ehitada projektsioonidel detaili välis- ja sisepindade lõikejooned ning märkida projektsioonidele mõõdud.

2. Teha torukolmiku joonis samades projektsioonides ning märkida nendele 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 (tušiga). 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 nendele detaili mõõdud;
- 2) detaili joonis kolmes vaates ühes mõõtude äramärgimisega;
- 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, rõhtsirge ja külgsvaade; märkida kujutisele mõõdud;
- 2) detaili joonis samades projektsioonides ühes mõõtude äramärgimisega;
- 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 äramärgimisega ning punktide A ja B kolme projektsiooni kujutamiseks;
- 3) detaili tehniline joonis (isomeetria);
- 4) joonise koopia pauspaberil (tušiga).

Märkus. Töö nr. 16 seisneb lihtsal koostamisjoonisel 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.

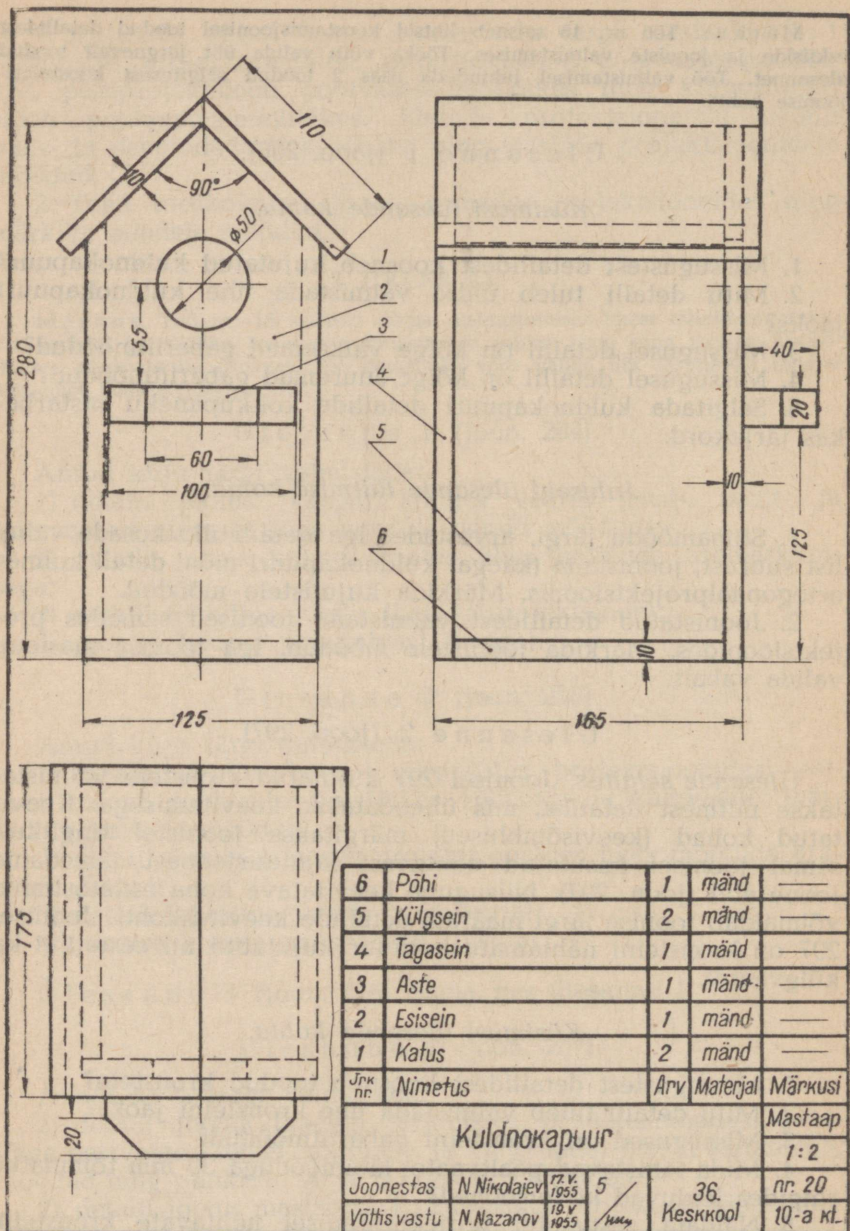
2. Joonistatud detailidest valmistada joonised samades projektsioonides. Märkida joonistele mõõdud. Iga joonise mastaaপি valida vabalt.

### Ülesanne 2 (joon. 297).

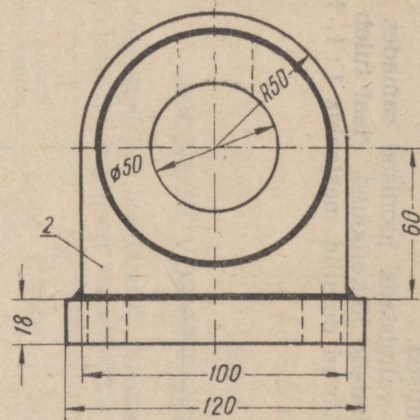
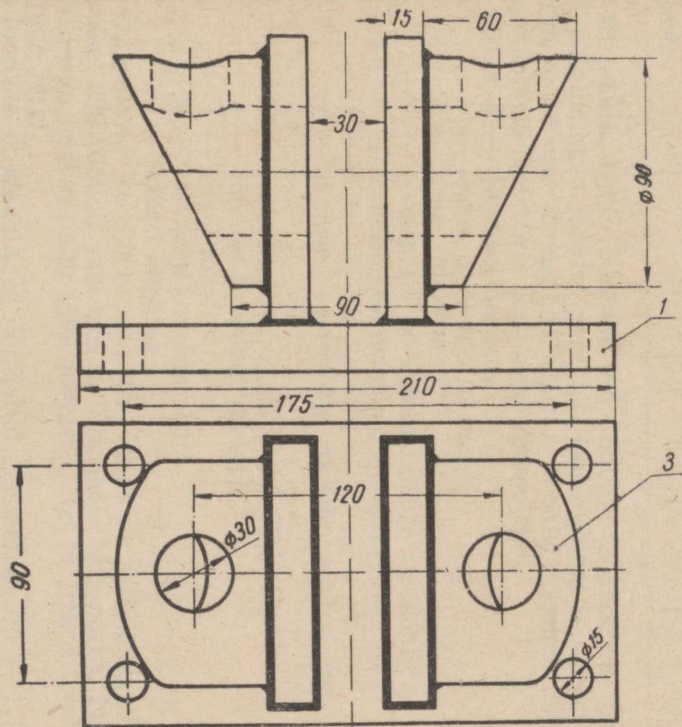
*Ülesande selgitus.* Joonisel 297 kujutatud kronstein valmistatakse mitmest detailist, mis ühendatakse keevitamisega. Keevitatud kohad (keevisõmblused) märgitakse joonistel tinglikult samal joonisel kasutatud nähtavast kontuurjoonest jämedama joone abil (joon. 297). Niisugune keevitatava koha esiletõstmine võimaldab joonise järgi määrata detailide keevituskohti. Joonisel 297 on kronsteini nähtamatu kontuur kujutatud nii eest- kui ka külgsuunal.

#### *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 pealtsuunal läbimõõduga 30 mm tõmmatud ringides leiduvad kõverjooned?
5. Näidata eeltsuunal projekteerimisel nähtavate kronsteini tasaste pindade kujutisi.
6. Näidata külgsuunal kujutist pinnast, mis on kaldu külgsuunalprojektsioonipinna suhtes.



Joon. 296.



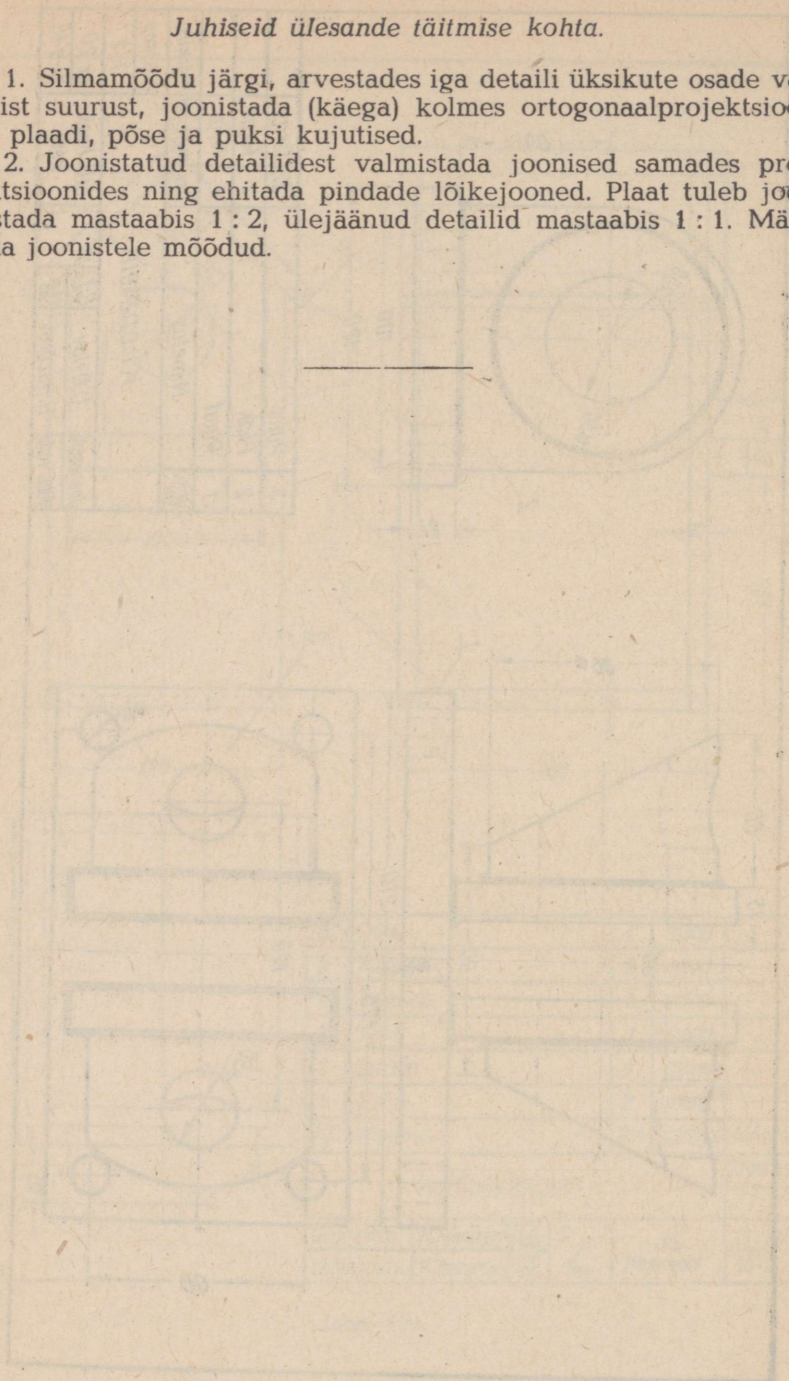
3	Puks	2	Teras	
2	Põsk	2	Teras	
1	Plaat	1	Teras	
Jrk. nr.	Nimetus	Arv	Materjal	Märkusi
Kronstein				Mastaap 1:2
Jaonestas	O. Orlov	17. V 1955	5	36. Kesk- kool
Välitis vastu	H. Nazarov	19. V 55		nr 20 10-a kl.

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.



## LISAD.

### Lisa 1.

#### JOONISTE VORMISTAMISE PÕHIREGLID.

**Joonestuslehe formaadid.** Masinaehitusalaaste jooniste jaoks 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:

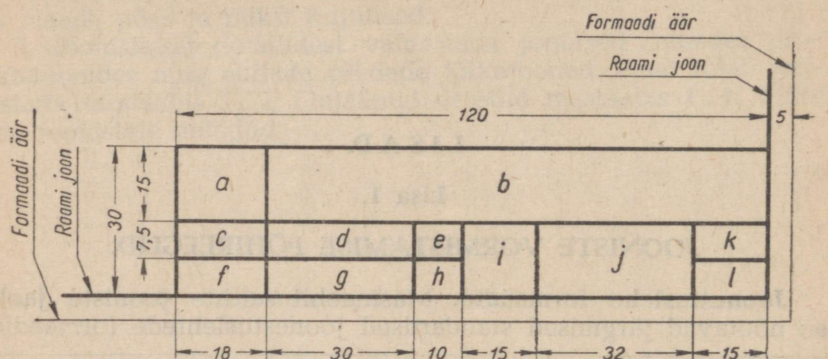
- lahter *a* — joonise mastaap;
- „ *b* — eseme (või töö) nimetus;
- „ *c* — sõna «*joonestas*»;
- „ *d* — joonestaja perekonnanimi ja initsiaalid;
- „ *e* — joonise valmistamise kuupäev;
- „ *f* — sõna «*võttis vastu*»;
- „ *g* — joonise vastuvõtja perekonnanimi ja initsiaalid;
- „ *h* — joonise kontrollimise kuupäev;
- „ *i* — joonise kvaliteet (hinne);
- „ *j* — kooli nimetus;
- „ *k* — töö järjekorranumber;
- „ *l* — 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.

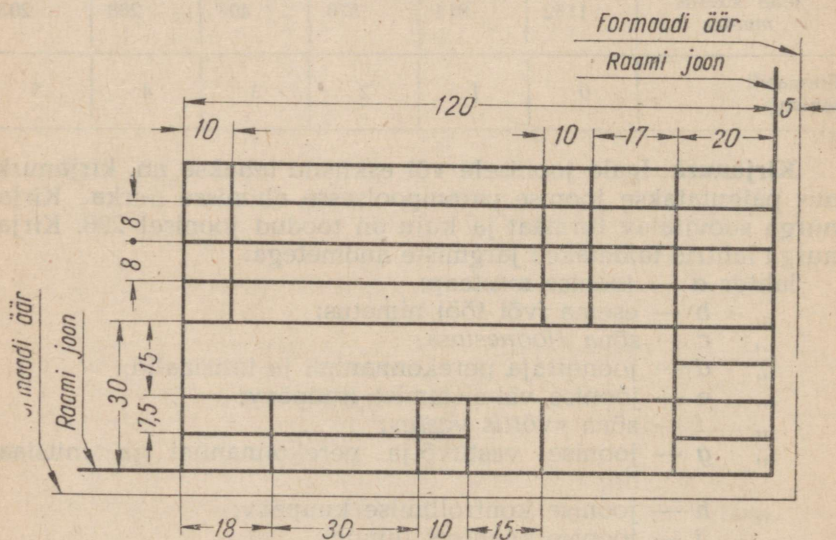
**Jooniste mastaabid.** a) Eelistatud mastaabiks on 1 : 1 (kujutamine tegelikus suuruses).

<sup>1</sup> Koostamisjoonise mõistet vaata lk. 250.

b) Masinaehituslaste jooniste vähenduse või suurenduse mastaabid tuleb valida vastavalt kujutiste keerukusele ja suuru-  
sele järgmiste standardsete mastaapide hulgast:



Joon. 298.



Joon. 299.

Mastaabid suurenduse saamisel	1 : 2; (1 : 2,5); (1 : 4) 1 : 5; 1 : 10; (1 : 15); 1 : 20; 1 : 25; 1 : 50; 1 : 75
Mastaabid vähenduse 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 mastaapi  $1 : 10^n$ ;  $1 : (2 \cdot 10^n)$ ;  $1 : (5 \cdot 10^n)$ , suurenduse saamiseks mastaapi  $(10 \cdot n) : 1$ ; kus  $n$  on täisarv. Tuleb meeles pidada, et missugust mastaapi (suurenduse või vähenduse saamiseks) ka on kasutatud, 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.

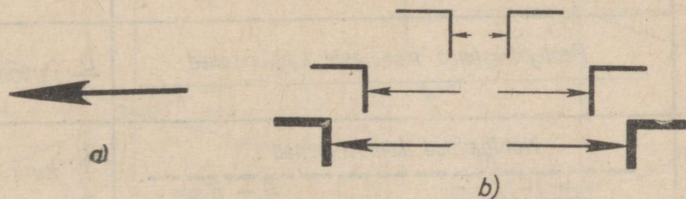
Kriipsjoon peab koosnema ühesuguse pikkusega kriipsudest, millede pikkus valitakse 4 kuni 6 mm piirides. Kriipsjoonte tõmbamisel pikkusega alla 15 mm on lubatud vähendada kriipsude pikkust.

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 suurused valitakse kooskõlas nähtava kontuurjoone jämedusega (joon. 300,  $b$ ) ning nad peavad ühel ja samal joonisel olema võimalikult ühesuursed.





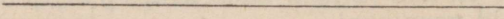
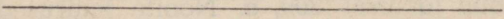
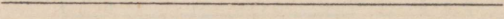
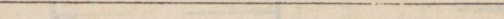
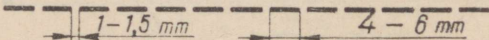

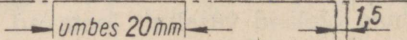


Joon. 300.

Joonisel 301 on näidatud mõõtarvude asetamist mõõtjoonte mitmesuguste kallete puhul. Seejuures püütagu vältida mõõtjoonte tõmbamist joonisel 301 viirutusega tähistatud  $30^\circ$ -se nurga piirides. Kui seda pole võimalik vältida, tuleb mõõtarvud kirjutada selliselt, et nad oleksid vasakult loetavad (joon. 302).

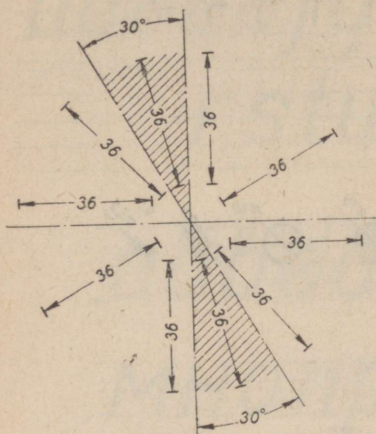
Nurga mõõtarvude asendid on näidatud joonisel 303.

Mõõtarvude paigutamise näited on toodud joonisel 304,  $a$ . Mõõtarvud, mis ei mahu kahe distantsjoone vahele, kirjutatakse joonisel 304,  $b$  toodud näite kohaselt.

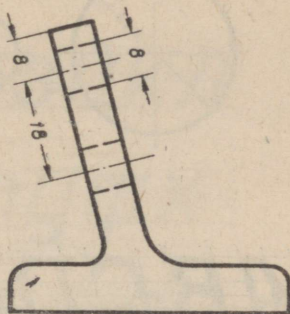
Jooned ja nende kasutamine		Joonte suhtelised jämedused $b = 0,4-1,5 \text{ mm}$
P I D E V A D J O O N E D	Nähtavad kontuurjooned 	$b$
	Kirjanurga ja raamjooned 	$b$ ja vähem
	Lõigete ja ristlõigete jooned 	$\frac{b}{2}$ ja enam
	Katkestus-, murde- ja lõikejooned 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
	Distsants- ja määtejooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Viirusjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Punktide ja kujutiste projekteerimisjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
	Pealejoonestatud ristlõigete kontuurjooned 	$\frac{b}{4}$ ja vähem
KRIIPSJONED	Nähtamatud kontuurjooned  1-1,5 mm      4-6 mm	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
	Keerme läbimõõdujooned : sisemine - poldil välimine - aval 	$\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$
KRIIPS- PUNKT- JONED	Telg- ja tsentrijooned  umbes 20mm      1,5	$\frac{b}{4}$ ja vähem

Ringjoone ja kaare raadiuse pikkust määrava mõõtarvu ette asetatakse täht *R*, näiteks: *R*20; *R*10 jne. (joon. 305).

Ringjoonte läbimõõtude mõõtarvude ette kirjutatakse kõigil juhtudel märk  $\varnothing$ , näiteks:  $\varnothing$  44;  $\varnothing$  20 jne. (joon. 306).

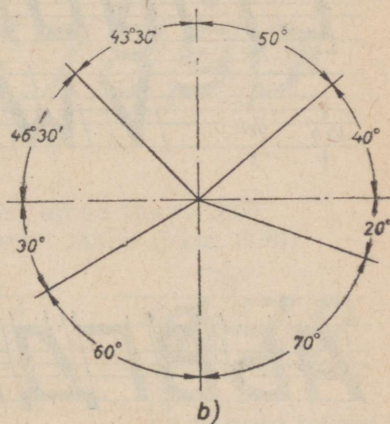
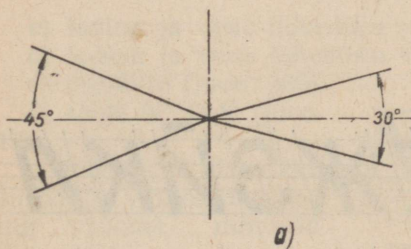


Joon. 301.

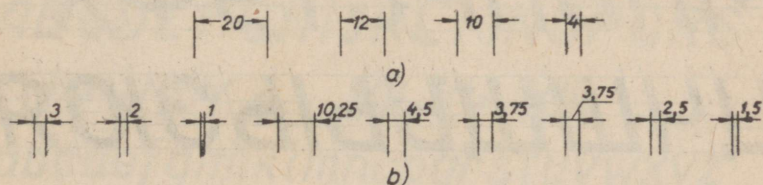


Joon. 302.

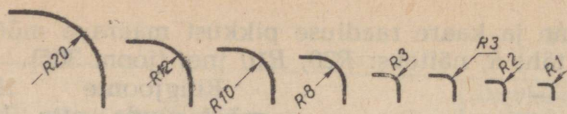
**Standardkiri.** Standardkirja kirjutamisel tuleb juhinduda järgnevatel joonistel toodud eeskujudest ning tabelis 5 esitatud kirja mõõtudest (mm-tes):



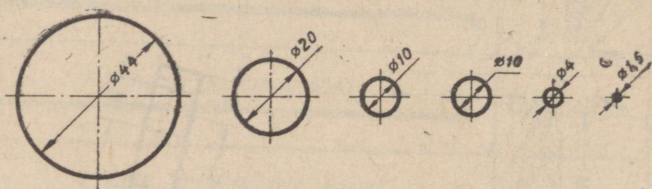
Joon. 303.



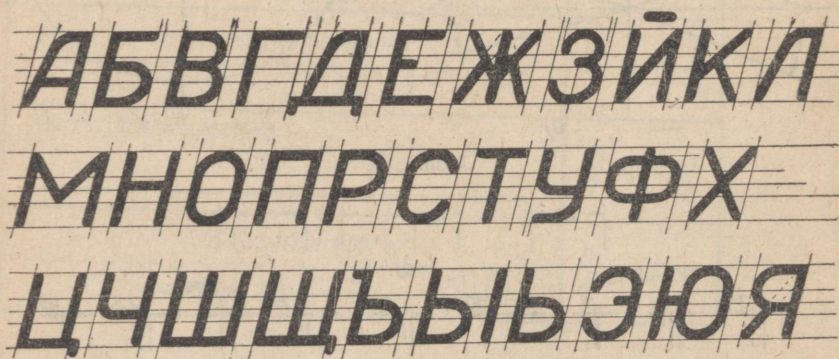
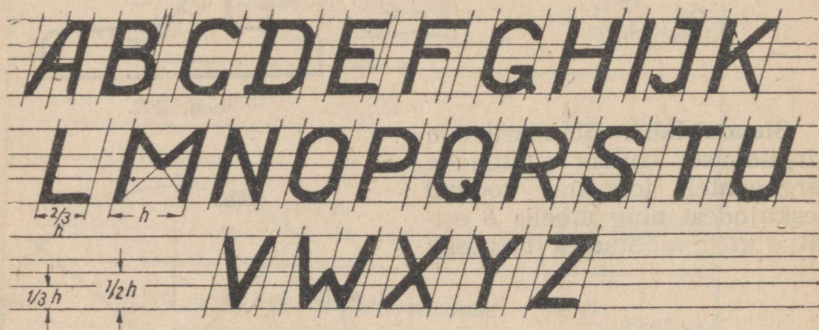
Joon. 304.



Жоон. 305.



Жоон. 306.



Жоон. 307.

abcdefghijklmnopq  
rstuvwxyz

абвгдежзijkl

mnopрстуфх

цчщщъыьэюя

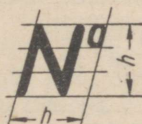
Joon. 308.

1234567890

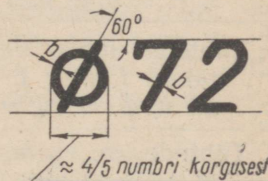
Joon. 309.

- 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.



ABCDEFGHIJKLMNOPQRS  
TUVWXYZ VII XV XIII  
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

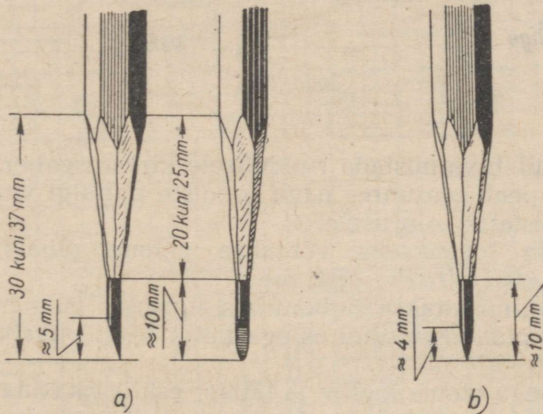
Joon. 311.

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, Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ</i> ja <i>Ю</i> , number 1 ning märk $N^0$	7	5	3,5	2,5	1,7
	Tähtede <i>M, W, Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ъ</i> ja <i>Ю</i> ning märgi $N^0$ 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
	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, ъ, в, ѓ, р, у</i> ja $\phi$	7	5	3,5	2,5	1,5
VÄIKESED TÄHED	Tähtede <i>b, d, g, h, j, k, l, p, q, t, y, ъ, в, ѓ, р, у</i> ja $\phi$ 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, ш, щ, њ</i> ja <i>ю</i>	5	3,5	2,5	1,7	1
	Tähtede <i>m, w, m, ж, м, ф, ш, щ, њ</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.

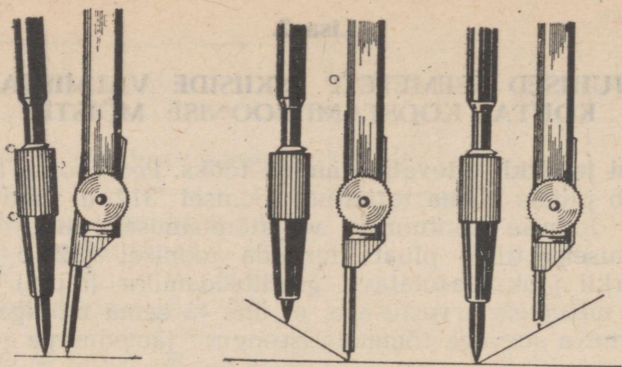
Enne kui asuda ringjoonte või kaarte tõmbamisele, tuleb miin asetada selliselt sirkliharu otsikusse, et sirkli nõelateraviku ja miini otsad oleksid ligikaudu ühel tasemel (joonis 313, näide «õige»), sõltumata miini ja nõelateraviku vahekaugusest. Miin peab ulatuma otsikust välja umbes 7 mm.

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.

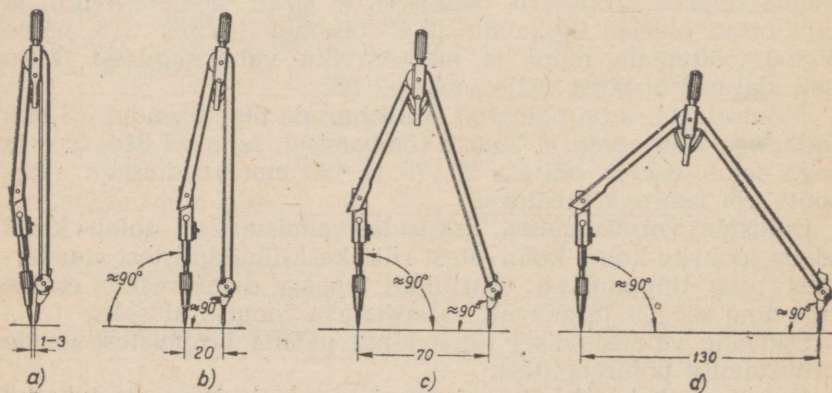
2) eskiis tuleb valmistada ruudulisele kirjutuspaberile; paberilehe formaat peab seejuures nagu jooniste puhulgi vastama standardiga kehtestatud suurusele;

3) eskiiside tegemiseks võetakse pehme pliiaats: M, 2M, «МОСКВА», «ПИОНЕР», № 2 jne.;

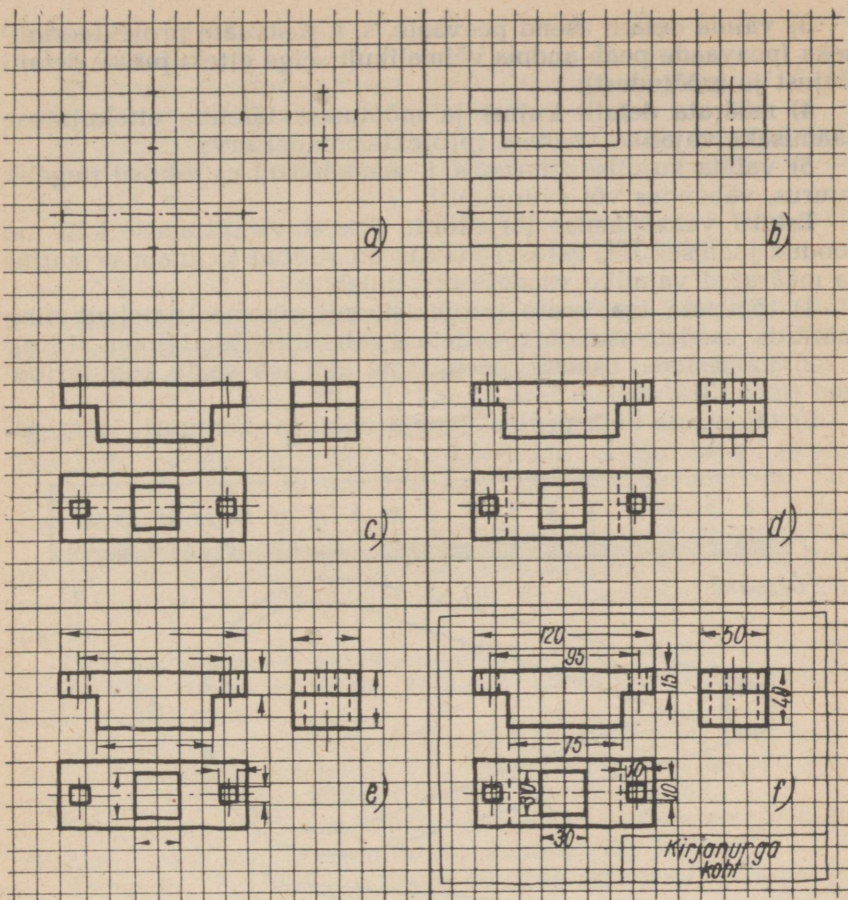
4) eskiis valmistatakse ligikaudses suuruses (silmamõõdu täpsuse piires), pidades seejuures aga kinni detaili üksikosade proportsioonidest;

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 mõtude äramärkimiseks;

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 projekteerimiseks (peavaade peab andma võimalikult selge ettekujutuse detaili kujust ja mõõtudest);

4) määrata detaili kujust ja mõõtudest täieliku ettekujutuse saamiseks vajalike vaadete (projektsioonide) arv;

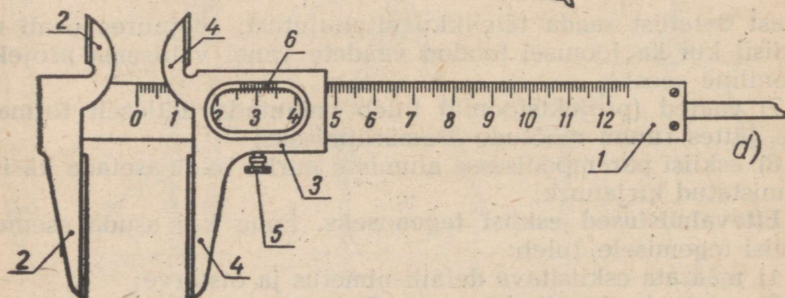
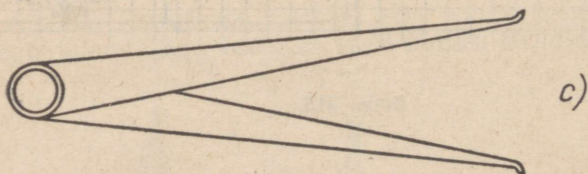
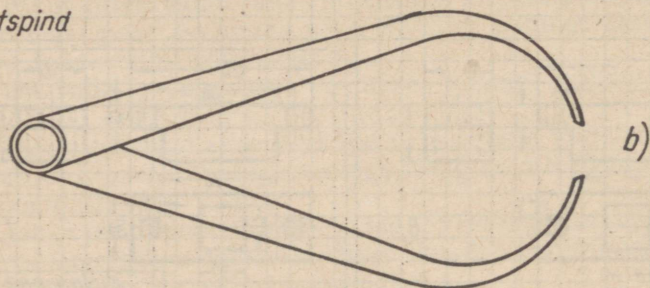
5) valida kujutise suurus, s. t. vaadete suurus eskiisil (tegelik suurus, vähendus või suurendus).

**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 joonlauda (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, projekteerides sel puhul detaili piirilised mõõdud silmamõõdu järgi joonlaua skaalale.

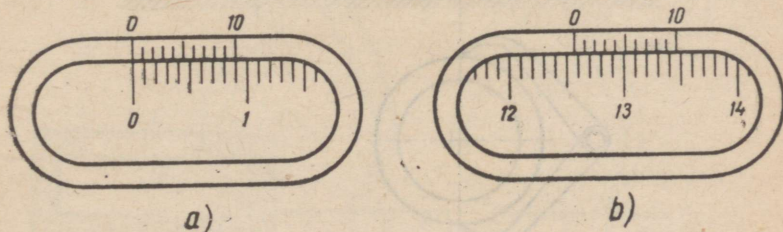
Välistastrit kasutatakse detaili väliste mõõtude määramiseks, näiteks seinte ja plaatide paksuse, välisläbimõõtude jne. mõõtmiseks. Sisetastriga mõõdetakse detaili siseläbimõõte ja teisi joonmõõte.

Nihkkaliibriga on võimalik mõõta detaili väliseid ja sisemisi joonmõõte; peale selle on võimalik nihkkaliibrit kasutada ka sügavusmõõtjana.

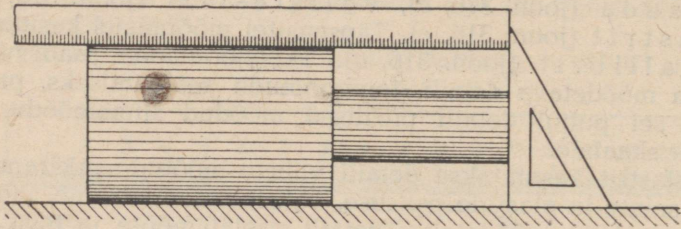
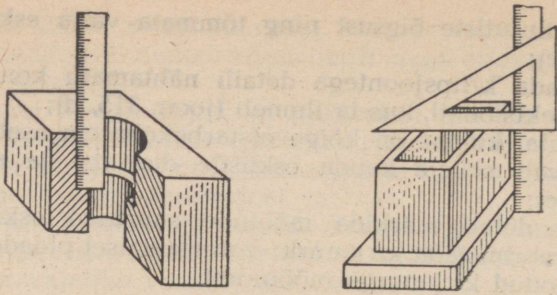
Nihkkaliiber (joon. 316, d) koosneb joonlauast (1) ning sellega terviku moodustavast harust (2), liugurist (3) ühes haruga (4) ja stoppkruvist (5). Nihkkaliibri liuguril on noonius (6).

Nooniuseks nimetatakse liuguri väljalõike serval olevat skaalat, mis võimaldab millimeetri kümnendike lugemist.

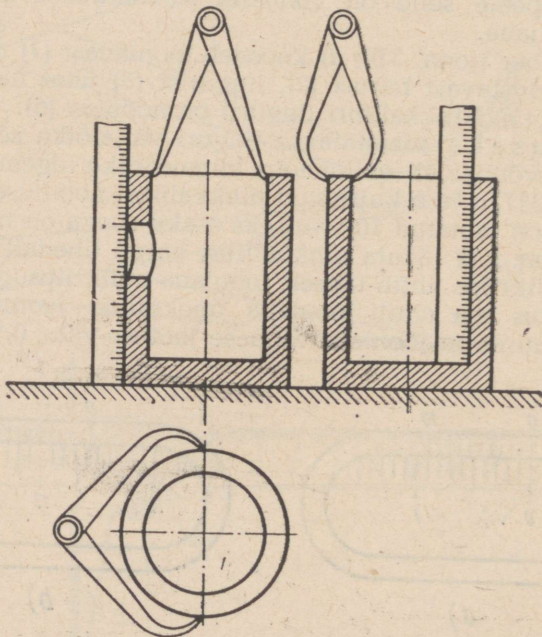
Joonisel 317, a ja b kujutatud nihkkaliibri nooniusse 9 mm pikune skaala on jaotatud 10 võrdseks osaks, seega on nooniusse iga jaotus 0,9 mm. Kui lükata nihkkaliibri harud tihedalt kokku, siis nooniusse nullkriips ühtib täpselt joonlaua nullkriipsuga, nooniusse kümnes jaotus aga ühtib joonlaua üheksanda jaotusega (joon. 317, a). Seejuures on joonlaua esimese jaotuse vahe 0,1 mm, joon-



Joon. 317.



Joon. 318.



Joon. 319.

laua teise jaotuse ja nooniuuse teise jaotuse vahe 0,2 mm, joonlaua ja nooniuuse üheksandate jaotuste vahe aga 0,9 mm.

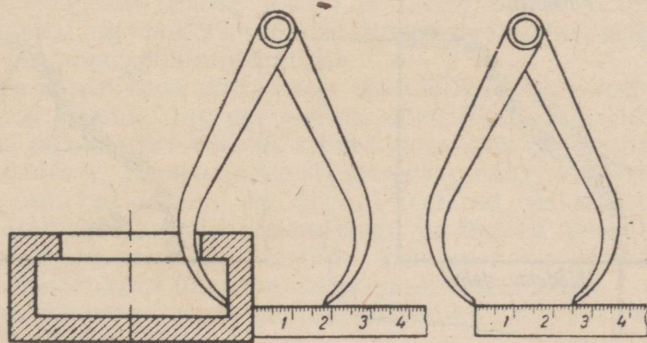
Seega on nihkkaliibri mõõtmise täpsus võrdne joonlaua ühe jaotuse ja nooniuuse jaotuste arvu suhtega. Kui nihkkaliibri noonius on jaotatud kümneks võrdseks osaks, siis on niisuguse nihkkaliibri mõõtmise täpsus 0,1 mm.

Et määrata nihkkaliibriga mõõdetud detaili mõõtu, tuleb tähele panna, missuguse joonlaua jaotusega ühtib nooniuuse nullkriips. Mõõdetava detaili mõõtu määrab joonlaua jaotus, mis ühtib nooniuuse nullkriipsuga.

Kui detaili mõõtmisel nooniuuse 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 nooniuuse jaotus ühtib joonlaua jaotusega. Joonisel 317, b toodud näite puhul ühtib nooniuuse seitsmes jaotus joonlaua jaotusega, mis vastab 0,7 mm.

Joonisel 318 on näidatud detaili mõõtmist joonlaua ja nurgiku abil. Välistastri ja sisetastri kasutamist detaili välise ja sisemise mõõtude määramiseks on näidatud joonisel 319.

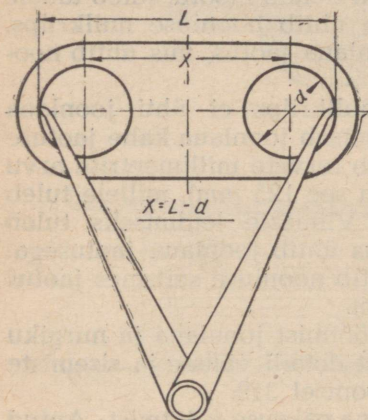
Joonisel 320 on näidatud detaili seina paksuse mõõtmist. Antud detaili suuremat siseläbimõõtu pole võimalik mõõta ei välise ega ka sisetastri, sest antud juhul pole võimalik mõõduriista, tema harude vahekaugust rikkumata, avast välja võtta. Niisugusel juhul võib toimida järgmiselt. Välistastri harud 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 vahe-



Joon. 320

kaugus (antud juhul 25 mm); lahutades teisest näidust esimese, saadakse seina paksus  $25 - 18 = 7$  (mm).

Joonisel 321 on näidatud kahe ühesuguse läbimõõduga ava tsentrite vahekauguse mõõtmist sisetastri abil. Esmalt määratakse ava läbimõõt  $d$ , seejärel mõõdetakse tähega  $L$  märgitud vahekaugus; tsentrite vahekaugus  $X = L - d$ .



Joon. 321.

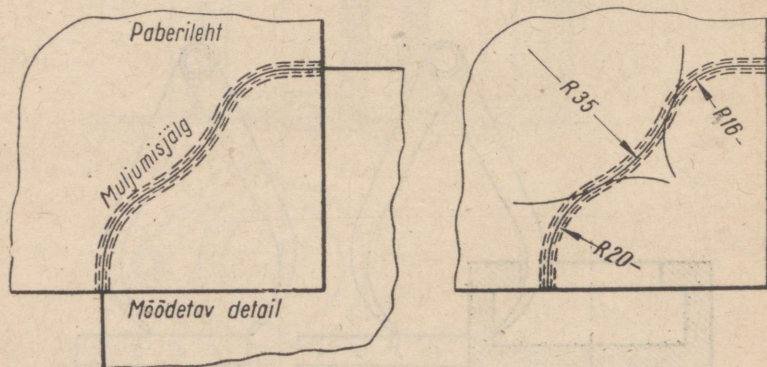
Joonisel 322 on näidatud kõverjoonelise kontuuriga detaili piirjoone mõõtmist. Detaili mõõdetavale osale asetatakse esmalt paberileht, mis muljutakse mõõdetava kontuuri järgi. Seejärel, võtnud paberi detaililt, joonestatakse pliiatsiga muljumise jälg välja ning saadakse detaili kontuur kõverjoonena. Järgnevalt valitakse sirkliga sellele kõverale vastavad raadiused ning saadakse otsitud mõõdud.

Joonisel 323 on näidatud detaili välis- ja siseläbimõõtude ja süvendite sügavuse mõõtmist.

**Koostamisjoonise mõiste.** Joonist, millel ei kujutata ühtainsat detaili, vaid mitut detaili koostatud olekus, nimetatakse koostamisjooniseks.

Koostamisjoonised annavad selge ettekujutise nii sõlmest endast tervikuna kui ka tema koostisosadest — detailidest.

Koostamisjooniseid kasutatakse peale selle sõlmede kokkupanekul, s. t. üksikute detailide õigeks paigutamiseks, ühendami-

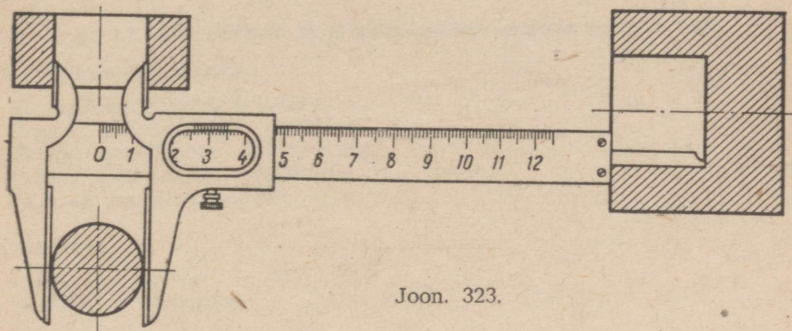


Joon. 322.

seks ning kinnitamiseks. Koostamisjoonised valmistatakse harilikult ortogonaalprojektsioonis.

Iga koostamisjoonise alumises parempoolses nurgas peab olema kirjanurk.

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 mõõtu määramisele, lugedes selleks spetsifikatsiooni ning otsides joonisel järk-järgult kõikide spetsifikatsiooni nimetatud detailide projektsioone. Seejuures tuleb mees pidada, et kahe pinnaga kokku puutuvad detailid on lõikes viirutatud vastassuunas.

Määratud 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.

#### A. Korrapärane püstprisma.

Korrapärase püstprisma mõiste . . . . .	3
I. Prisma kabinetprojektsioonid . . . . .	4
II. Prisma pinnalaotuse valmistamine . . . . .	6
III. Prisma ortogonaalprojektsioonid . . . . .	8
IV. Jooniste lugemise näiteid . . . . .	12

#### B. Isomeetria.

Isomeetria mõiste . . . . .	18
Isomeetria ehitamine . . . . .	20

#### C. Püstringsilinder.

Püstringsilindri mõiste . . . . .	26
I. Püstringsilindri isomeetria . . . . .	27
II. Silindri pinnalaotuse ja mudeli valmistamine . . . . .	35
III. Silindri ortogonaalprojektsioonid . . . . .	37
IV. Silindrilise kruvijoone 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 isomeetriline 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 isomeetriline 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 jäljjoone 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. Hulttahukate 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

Korrektor S. Kõiv

Ladumisele antud 3. XII 1958. Trükkimisele antud 21. IV 1959. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 16 + 1 kleebis. Arvutuspoognaid 15,02. Trükiarv 6500. Tellimise nr. 2014. Trükikoda «Punane Täht».

Tallinn, Pikk tn. 54/58.

Hind rbl. 2.90

Rbl. 2.90

A-2.2.365

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00191617 2