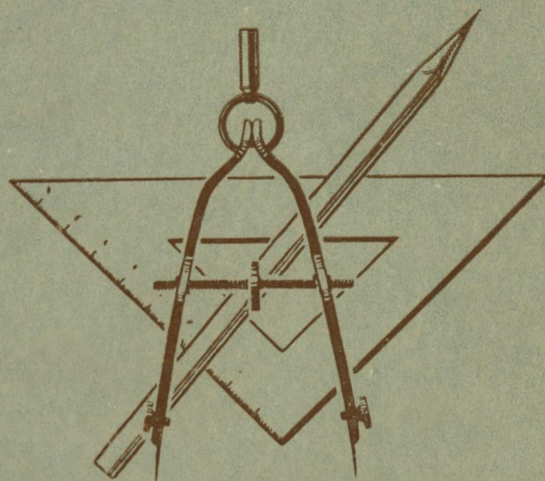


A. SEREBRJAKOV • K. JANKOVSKI • M. PLEŠKIN

JOONESTAMINE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

1 9 5 6

2/30590

B-1745 II

A. A. SEREBRJAKOV, K. A. JANKOVSKI, M. M. PLEŠKIN

JOONESTAMINE

*Lubatud NSV Liidu Kultuuriministeeriumi
Kutsehariduse Peavalitsuse õppe-metoodilise
valitsuse poolt kasutada õpikuna tööstus-,
raudtee- ja mäetööstuskoolides*



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1956

Originaali tiitel

А. А. Серебряков, К. А. Янковский, М. М. Плешкин

ЧЕРЧЕНИЕ

Трудрезервиздат 1953

Tõlkinud V. Tapper ja A. Kaska

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

30590

EESSÕNA

Meie maal toimub sotsialistliku tootmise katkestamatu tõus ja täienemine kõrge tehnika baasil, mis esitab tööliste kaadri ettevalmistamisele üha suuremaid nõudeid.

Meie tehased, vabrikud, masina-traktorijamad on varustatud eesrindliku tehnikaga, keeruliste ja kõrge tootlikkusega seadmete ning masinatega.

Selleks et mõista keerulist seadet, õppida seda käsitsema, tuleb tutvuneda selle konstruktsiooniga. Seda teha on aga ilma «tehnikaa keele» — joonise — tundmiseta raske.

Joonised selgitavad kõige otstarbekamalt masina konstruktsiooni ja töötamist; joonised kuuluvad seadmete passidesse, tehnoloogilistesse dokumentidesse, instruksioonidesse, samuti tehnilistesse käsiraamatutesse ja muusse tehnilisse kirjandusse.

Suur osatähtsus on joonistel ka tootmises. Masina kõik detailid, isegi kõige lihtsamad, valmistatakse jooniste järgi. Samuti on joonis aluseks masina kokkupanemisel.

M. I. Kalinin on korduvalt märkinud, et kvalifitseeritud tööline peab oskama lugeda joonist. Oma kõnes Suure Sotsialistliku Oktoobri-revolutsiooni 25. aastapäeva puhul Moskva linna tööstus-, raudtee- ja vabrikukoolide õpilaste ja töötajate pidulikul koosolekul, pöördudes õpilaste poole, ta ütles:

«Tuleb osata lugeda joonist. Paljud teist saavad tulevikus brigadiirideks, masinate ülesseadjaiks, kokkupanijaiks, montöörideks, tööriistade valmistajaiks. Iga endast lugupidav tööline peab oskama lugeda joonist, ja teie peate seda juba koolis õppima.»¹

Joonestamise õpetamise eesmärgiks tööstus- ja raudteekoolides on tööstusele tehniliselt arenenud tööliste ettevalmistamine, kes oskavad kiiresti ja vigadeta lugeda jooniseid ja täita nende järgi tööülesandeid, samuti iseseisvalt koostada visandeid ja lihtsamaid jooniseid. Oskus graafiliselt väljendada oma mõtet on tarvilik igale tootetöölisele, eriti aga ratsionaliseerijale ja leiutajale seadiste ning tööriistade väljatöötamisel.

Käesoleva raamatu teine väljaanne, võrreldes esimesega, on vastavalt joonestamise uutele õppeprogrammidele tunduvalt ümber töötatud, kusjuures on arvestatud ka tööstus-, mäetööstus- ja raudteekoolide joonestamise õpetajate märkusi ja soove. Lisaks detailsele ümbertöötamisele on raamatu täiendatud uute materjalidega joonestamise arengu ajaloost, projekteerimisest täiendavale projektsioonipinnale, lubatavate kõrvalekaldumiste ja pindade asetuse tingimärkimisest; VIII peatükk on laiendatud hammasrataste osas. Lisatud on rida uusi jooniseid. Raamatu joonised on viidud vastavusse uute üleliiduliste standarditega (ГОСТ).

Erinevalt esimesest on käesolevas väljaandes ülesanded õpilastele iseseisvaks tööks antud vahetult raamatu iga peatüki lõpus.

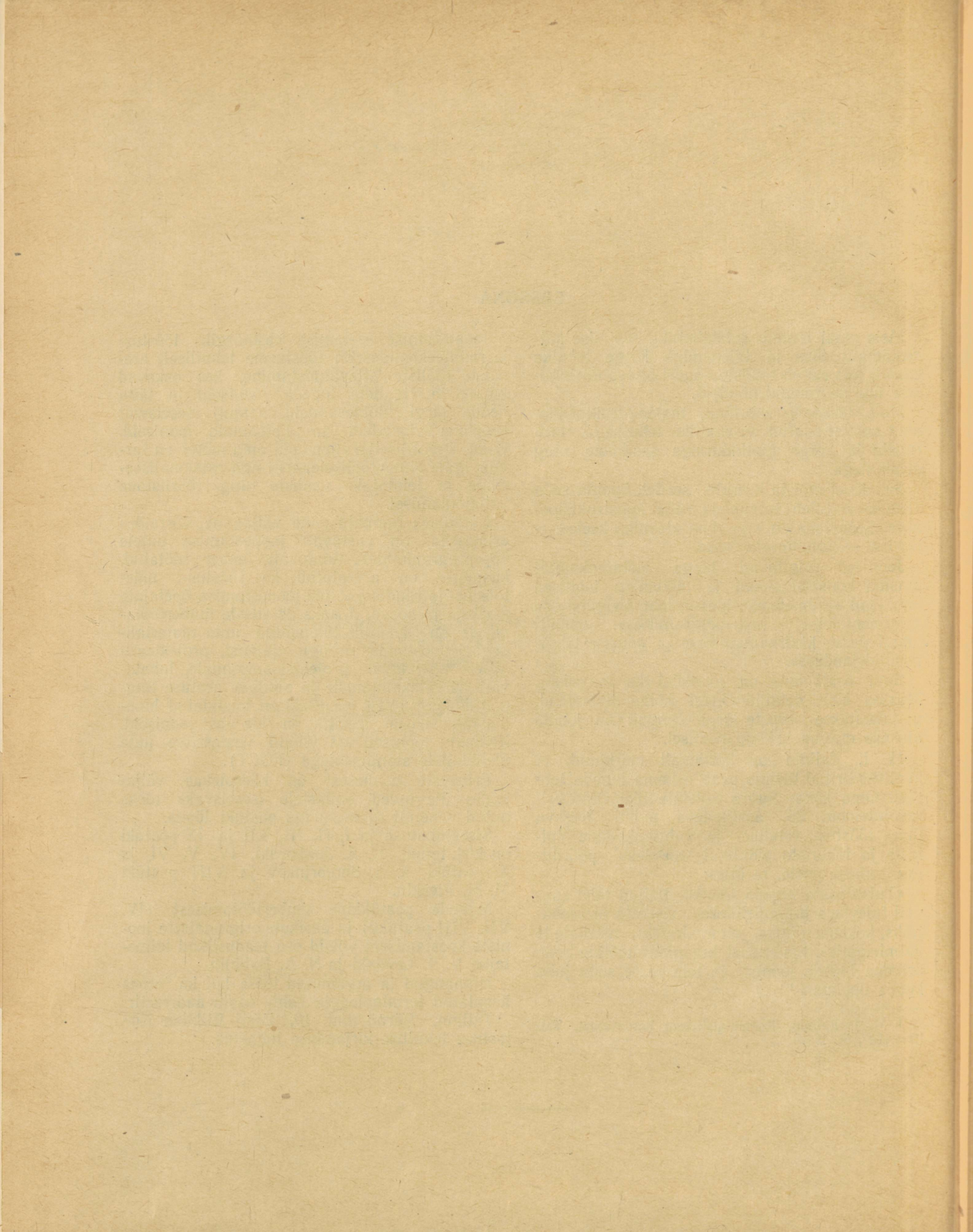
Sissejuhatuse ja I, II, III, VII ja IX peatüki on kirjutanud K. A. Jankovski, IV, V, VI ja X peatüki A. A. Serebrjakov ja VIII peatüki M. M. Pleškin.

Mõnede peatükkide ümbertöötamisest (IV, VII, VIII peatükk) ja üksikute originaalsete jooniste koostamisest võtsid osa teaduslikud toimetajad V. S. Levitski ja N. A. Babulin.

Hinnangud ja arvamused teose kui ka teoses kasutatud terminoloogia kohta saata aadressil:

Tallinn, Pärnu mnt. 10, Eesti Riikliku Kirjastuse tehnilise kirjanduse toimetuse.

¹ M. I. Kalinin, Kommunistlikust kasvatuses, Tallinn 1947, lk. 171.



SISSEJUHATUS

Inimesed õppisid endid ümbritsevaid esemeid kujutama varem kui kirjutama. Kuni meie ajani on säilinud ürgaja inimeste poolt kaljudele, koopa seintele jne. raiutud piltjooniseid. Oskus teha lihtsaid pilte võimaldas inimesel luua esimesed kirjamärgid. Iidses kirjas ei olnud sõnu ega tähti. Mõtted anti edasi esemete kujutiste abil. Sellise «piltkirja» abil jäädvustati jutustused sõjaretkedest, lahingutest ja jahist metsloomadele.

Näitena on joonisel 1 toodud luusse lõigatud piltide teel «kirjutatud» jahimehe jutustus.

sega» (kaks inimese kujutist paadis ja aerud, paat suunatud tagasi);

12) «saabun laagrikoha jurtasse».

Ürgaegsed inimesed joonistasid puu koorele, kivile, luule, nahale ja teistele materjalidele. Hiljem hakati kirjutamiseks ja joonistamiseks valmistama papüüroseks nimetatud materjali.

Koos ehitustehnika sünniga hakati joonistusi kasutama eluhoonete, losside, templite ja kindluste ehitamisel.

Tehniliseks otstarbeks kasutatavad joonistused on aja jooksul ilmet muutnud, omandanud



Joon. 1. Jahimehe piltkiri

«Kirja» sisu on järgmine:

- 1) jutustaja näitab ühe käega endale, mis tähendab «mina», teine käsi on sirutatud välja — «asusin teele»;
- 2) kujutis tõstetud aeruga tähendab «paadis»;
- 3) käsi pea juures tähendab «magan», tõstetud käe üks sõrm — «ühe öö»;
- 4) «saarel jurtaga keskpaigas», jurta (onn, eluase) on kujutatud punktiga;
- 5) «lähen edasi»;
- 6) «tühjale saarele» (puudub eluaset tähistav punkt);
- 7) «magan seal kaks ööd» (käsi pea juures, kaks sõrme tõstetud käel);
- 8) «pean jahti harpuuniga»;
- 9) «hülgetele»;
- 10) «lasen vibust»;
- 11) «pöördun tagasi paadis koos teise inime-

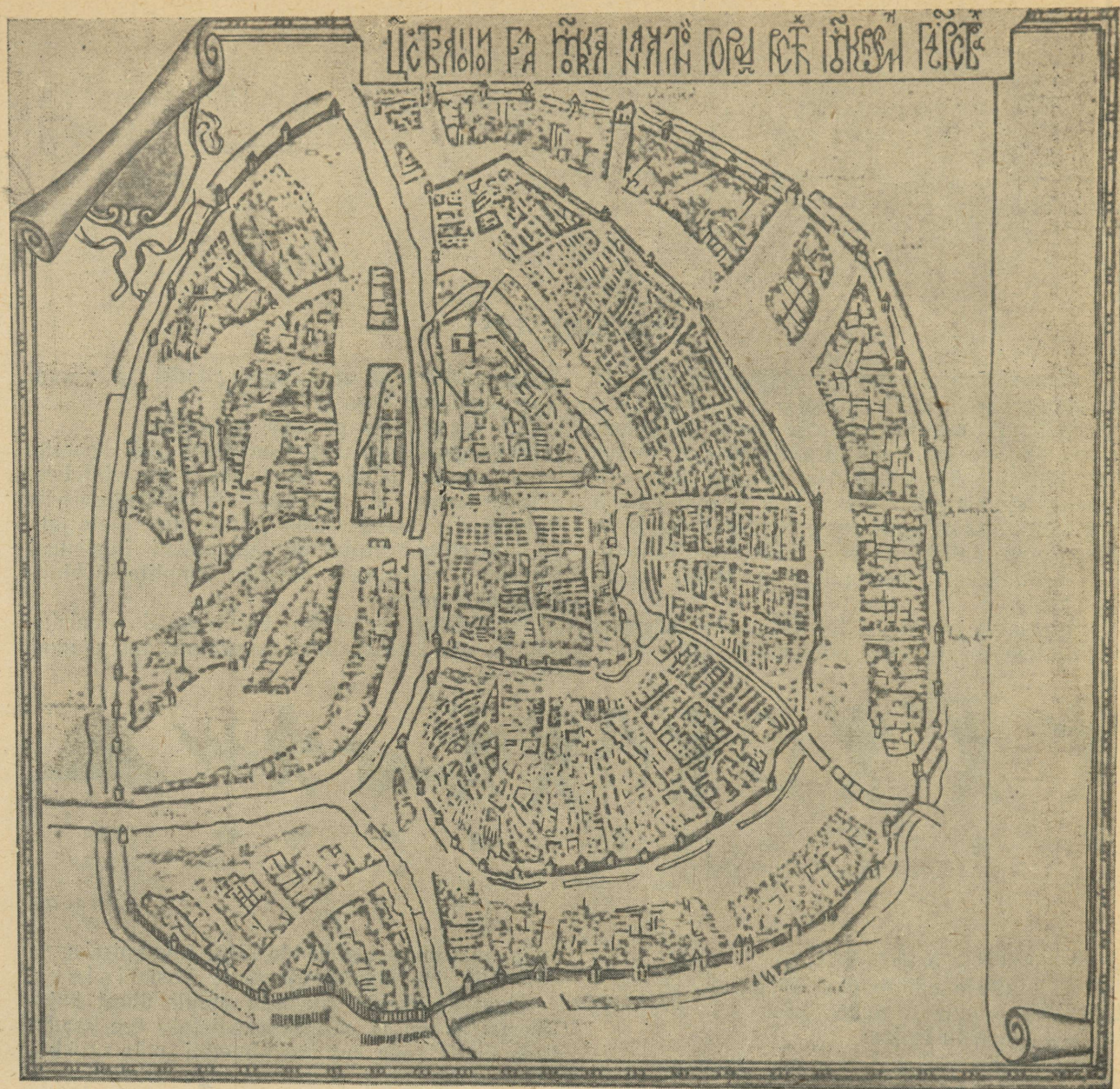
kuju, mis on sobiv nende järgi töötamiseks, ja sel viisil järk-järgult kujunenud joonisteks.

Algul koosnesid joonised ainult ühest kujutisest, mis näitas, millisenä paistaks ese vaadatuna ülalt. Seda kujutist nimetati plaaniks. Seejärel täiendati plaani vaatega esemele eest. Edasine joonise täiustamine läks joonisel näidatud eseme vaadete arvu suurendamise teed. Paranesid ka esemete kujutamise meetodid.

Venemaal arenesid esemete joonistel kujutamise meetodid algupäraselt, jõudes paljudel juhtudel oma ideedega ette Lääne-Euroopa näidistest.

Esimesed vene joonised ei ole meie ajani säilinud, kuid ajaloolised dokumendid, samuti mälestusmärgid Kiievi, Vladimiri, Novgorodi ja teiste linnade vanast arhitektuurist, viitavad jooniste kasutamisele iidsete Vene ehitusmeistrite poolt.

Kuulsa vene maalikunsti meistri Andrei Rub-



Joon. 2. Moskva «Petrov-plaan» 1597.—1600. a.

lovi töödes XIV—XV sajandist võime näha arhitektuuriliste ehitiste kujutamisel meetodit, mis on lähedane ühele tänapäeval joonestamises kasutatavale meetodile.

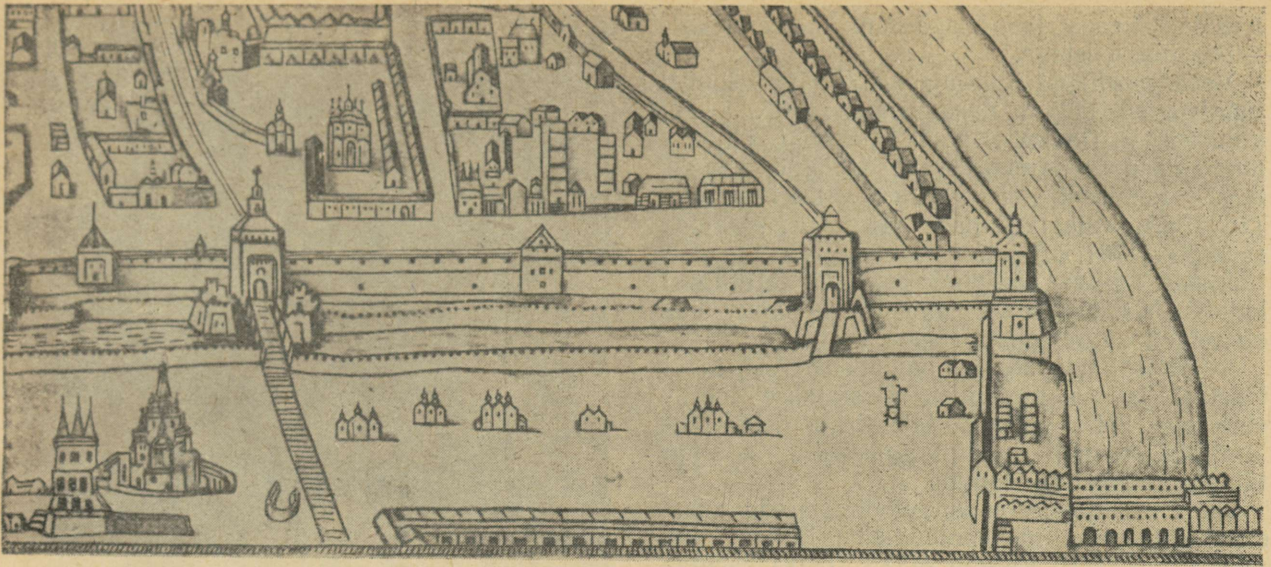
XVI sajandil Ivan Groznõi asutas Moskvas «kahurväe prikaasi», mille kompetentsi kuulus inseneri- ja kahurväeasjandus. Prikaasi koosseisu kuulusid ka joonestajad.

Ivan Groznõi korralduse põhjal organiseeriti kogu Moskva riigi ulatuses geograafiliste mater-

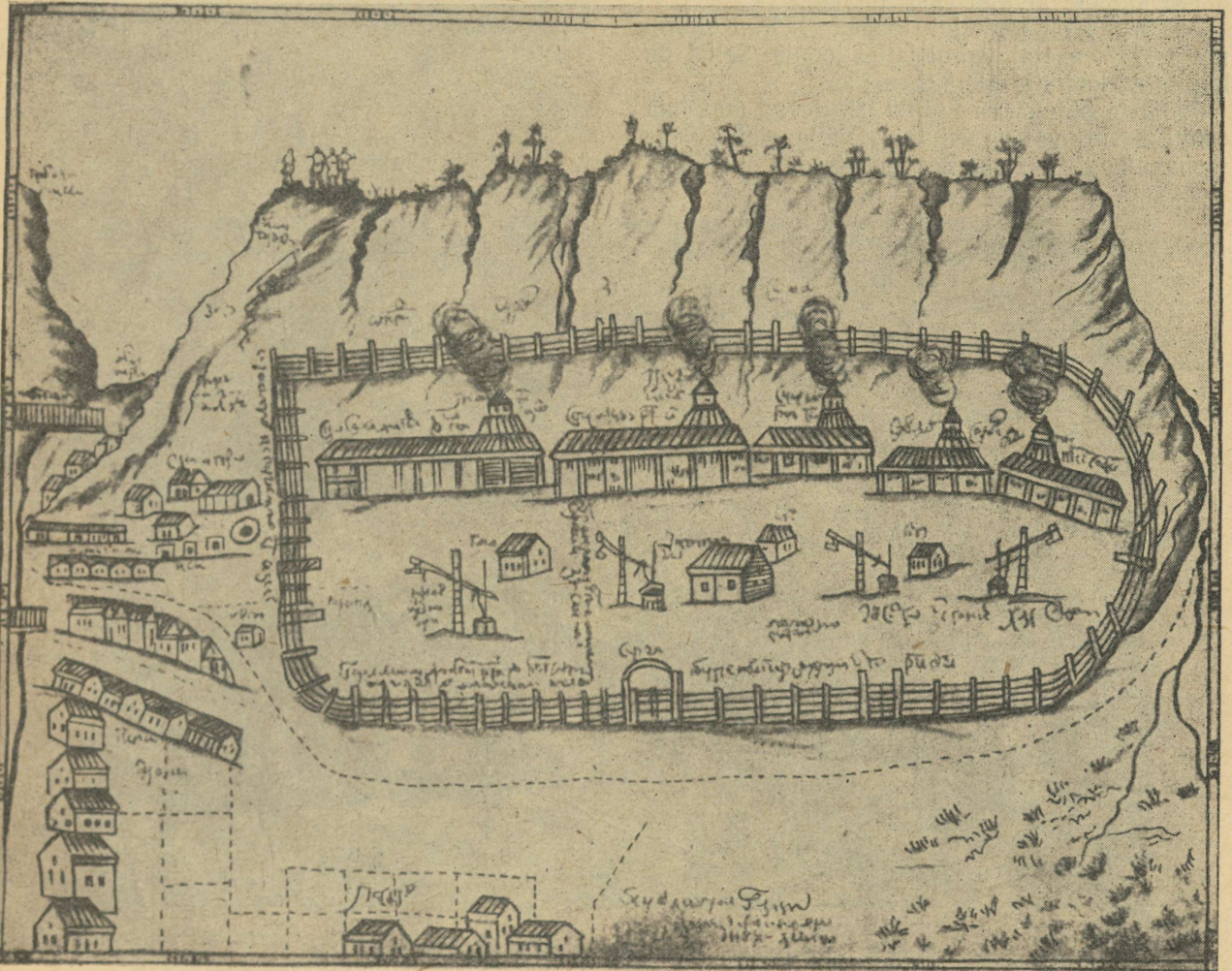
jalide kogumine. XVI sajandi teisel poolel koostatud materjalide põhjal kogu Moskva Venemaa «Suur plaan».

1597. aastal koostati ühes Moskva prikaasis silmamööduline Moskva linna plaan, mida tuntakse Moskva «Petrov-plaani» nime all (joon. 2).

Joonisel 3 on näidatud osa «Godunovi Kremli plaanist», mis on koostatud XVII sajandi algul (1600.—1605. a.) Boris Godunovi juures. Plaanil on kujutatud osa Moskva Kremlist selle



Joon 3. Kreml Punase väljaku poolt. Osa «Godunovi Kremli plaanist»



Joon 4. Tobolski relvahoovi kujutus S. J. Remizovi raamatust «Siberi linnade ja maade plaanide raamat» 1701. a.

losside, paleede ja tänapäevani olemasolevate kaitsekindlustistega.

Vene graafikute tolle aja kohta kõrget kunsti tunnistavad paljud dokumendid: 1667. aastal vojevood P. Godunovi poolt koostatud «Siberimaa plaan» (esimene vene trükitud kaart); S. J. Remizovi tööd «Kogu Siberi plaan» (1698. a.), «Siberi linnade ja maade plaanide raamat» (1701. a.) j. t.

Joonisel 4 on näidatud Tobolski relvahoovi kujutis S. J. Remizovi plaanide raamatus, kus on selgelt antud tehasehoonete asetus.

XVIII sajandi algul arendatakse Venemaal tööstust ja mäeasjandust, alustatakse laevaehitusega. Sellel perioodil laieneb jooniste kasutamisalala, toimub kujutamismeetodite edasine täiustamine ja arendamine.

Suurt osa joonestamismeetodite arendamisel etendasid vene mehaanikud-leidurid. Kuulus vene leidur I. P. Kulibin (1735—1818) kasutas oma rohkearvuliste leiutiste jooniste koostamisel esemete kujutamiseks meetodeid, mis on lähedased käesoleval ajal kasutatavatele.

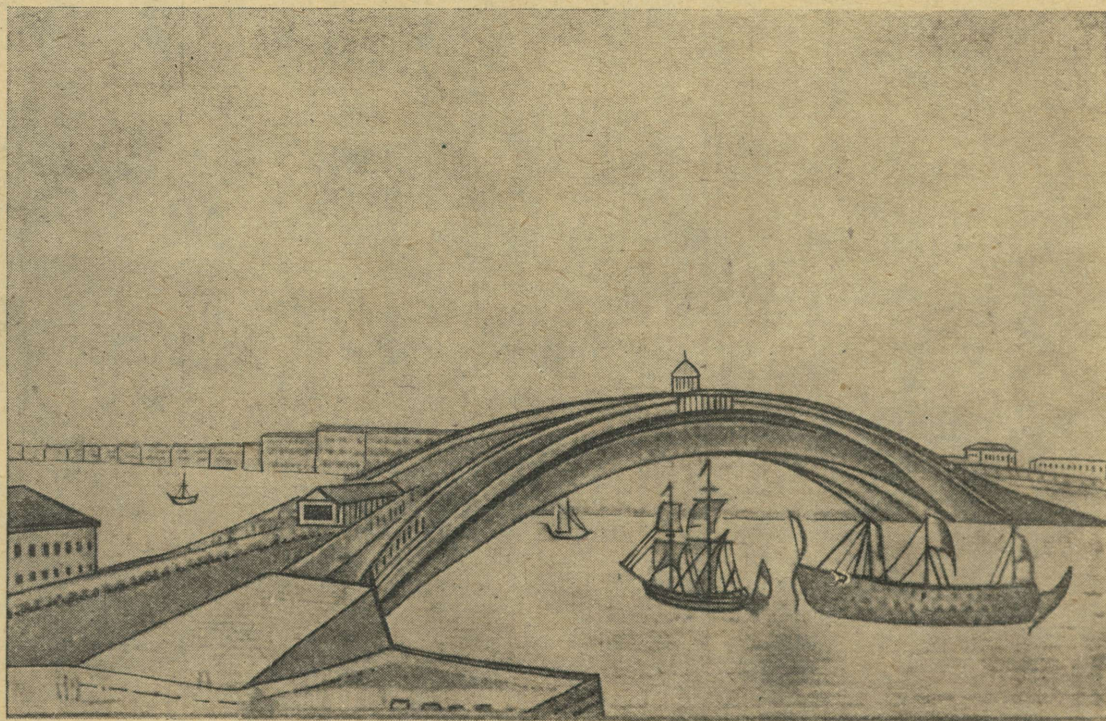
Joonisel 5 on algkujul toodud I. P. Kulibini poolt 1776. aastal valmistatud joonis. Sellel on kujutatud kaarsild üle Neeva jõe.

Jooniste tänapäeva kujule lähenevad maailma esimese aurumasina leiutaja, väljapaistva vene mehaaniku I. I. Polzunovi joonised. I. I. Polzu-

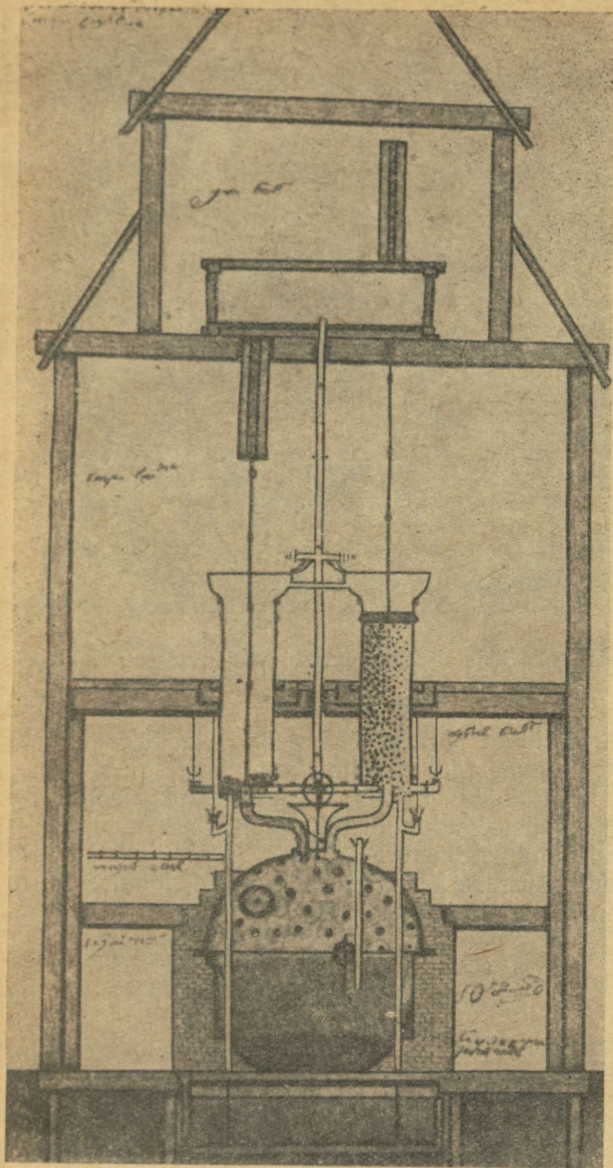


Ivan Petrovič Kulibin

novi poolt 1763. aastal valmistatud joonis «tulega töötav masin» on toodud joonisel 6.



Joon. 5. Kaarsild üle Neeva jõe I. P. Kulibini joonise järgi



Joon 6. Maailma esimese aurumasina — «tulega töötava masina» — joonis, valmistatud 1763. a. I. I. Polzunovi poolt

Keerulisi jooniseid koostasid esimese vene veduri leiutajad, silmapaistvad mehaanikud-masinaehitajad J. A. ja M. J. Tšerepanovid.

Oluline on märkida, et I. P. Kulibin, I. I. Polzunov, arhitektid P. M. Jeropkin ja D. V. Uhtomski ning paljud teised valmistasid oma joonised samal meetodil, mida esmakordselt kirjeldas oma töös prantsuse insener ja õpetlane Gaspar Monche alles 1795. aastal.

Suurt huvi pakuvad silmapaistva vene leiduri K. D. Frolovi joonised, mis kujutavad tema

poolt leiutatud keerulisi hüdrojõuseadmeid. Üks K. D. Frolovi algupärastest joonistest on toodud joonisel 7. See 1787. aastal tehtud joonis kujutab veejõu seadme projekti Altai Zmeinogorski kaevanduses.

Suure meisterlikkusega valdas jooniste valmistamist tähtsaim vene ehitusmeister V. I. Baženov (1737—1799). V. I. Baženovi kaastööline ja õpilane, kuulus arhitekt M. F. Kazakov (1738—1812), kes on ehitanud palju suurepäraseid tänapäevani säilinud hooneid Moskvas, valdas samuti täielikult graafilist kunsti. Ületamatult joonestas välja laevade projekte inseneriseõppija P. A. Titov, andekas vene laevaehitaja.

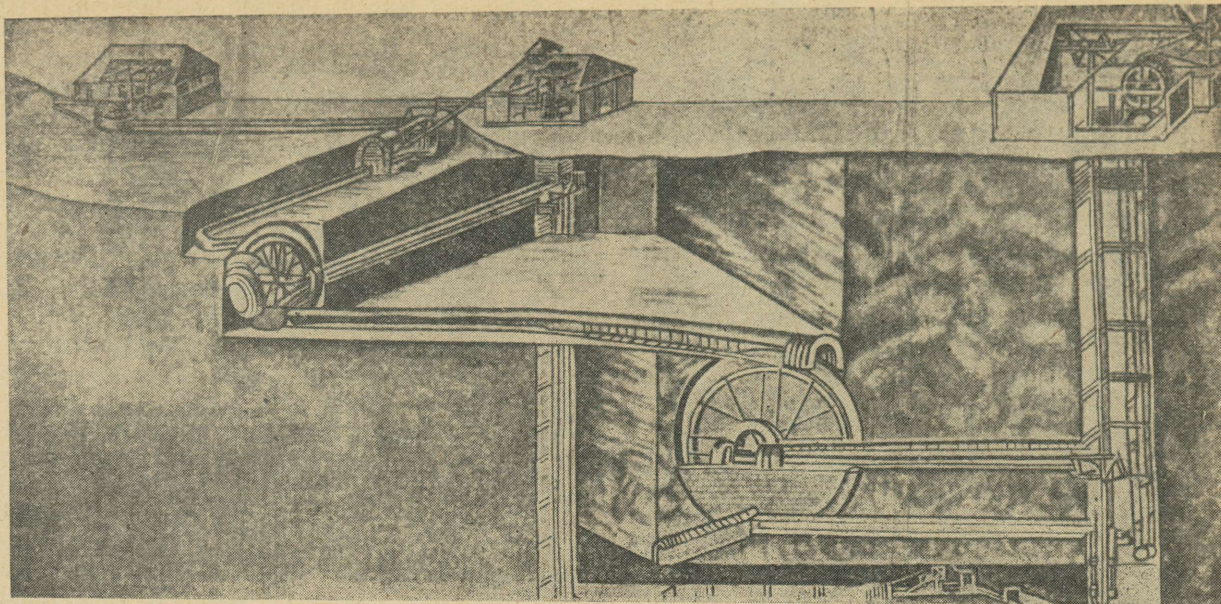
Tänapäeva joonestamine põhineb kujutavaks geometriaks nimetatud teadusel. Venemaal oli selle teaduse rajajaks professor J. A. Sevastjanov, kes töötas läbi palju kujutava geometria küsimusi ja näitas teid selle kasutamiseks joonestamises. Pärast J. A. Sevastjanovit jätkasid kujutava geometria arendamist ja täiendamist Venemaal professorid N. P. Durov, N. I. Makarov, V. I. Kurdjumov, A. K. Vlassov ja teised.

Määratu panuse tegi kodumaa teaduse silmapaistev vene teadlane V. I. Kurdjumov (1853—1904). Tema poolt kirjutatud rohkearvulistes töedes anti uued teaduslikud suunad kujutava geometria paljudele aladele, samuti töötati läbi küsimused selle teaduse kasutamiseks tehniliste jooniste valmistamisel.

Nii viisi paljude vene ehitusmeistrite, mehaanikute, inseneride, tehnikute ja teaduse alal töötajate sugupõlvede tööga rajati ja täiendati insener-graafikute kodumaine kool.

Vene meistrid oskasid hästi lugeda jooniseid ja ületasid selles välismaisi meistreid. Sellest jutustab oma kirjas välismaalt A. K. Nartov, leidur ja õpetlane, Peeter I lähedane abiline. Saabunud 1719. aastal Londoni, A. K. Nartov kirjutas Peeter I-sele sellest, et tema välismaal «selliseid treialmeistreid, kes vene meistreid ületaksid, ei leidnud ja jooniseid masinatest, milliseid teie keiserlik kõrgus käskis siin teha, ma näitasin meistritele, aga nemad nende järgi teha ei suuda».

Suurima arengu saavutas insenerialane graafika nõukogude võimu ajal. Põhinedes vene graafikute rahvuslikule koolile, tegeleb nõukogude graafiline teadus laialdaselt teaduslike probleemide läbitöötamisega, sidudes lahutamatu teaduse arengut selle praktilise rakendamisega. Tähtsaid teaduslikke tulemusi kujutamise teooria osas on saavutanud tuntud nõukogude teadlane N. F. Tšetveruhhin, kelle poolt on koostatud rida väljapaistvaid teaduslikke töid. Nõukogude graafiliste teaduste arendamisel etenda-



Joon. 7. K. D. Frolovi poolt 1787. a. valmistatud joonis, mis kujutab Zmeinogorski veejõu süsteemi

vad tähtsat osa professorite A. I. Dobrjakovi, N. A. Rõnini, D. I. Kargini ja teiste tööd. Märkimisväärseks saavutuseks nõukogude graafiliste teaduste alal on masinaehitusvaldkonna jooniste üleliiduliste riiklike standardite (ГОСТ) koostamine. Riiklike standarditega kindlaks määratud ühtne jooniste koostamine lubab igal graafiliselt

kirjaoskajal inimesel lugeda ükskõik millist Nõukogude Liidus valmistatud joonist.

Nõukogude Liidus väljatöötatud joonestamise süsteem kindlustab joonisega edasiantavate andmete suure täpsuse, võimaluse kajastada tööstuse kaasaegseid nõudeid, joonise suurima selguse ja loetavuse.

I peatükk

ALGTEADMISI TÖÖJONISTEST

§ 1. MÕISTEID JOONISTEST JA JOONISTE LUGEMISEST

Detailide valmistamine tehaste tsehvides, samuti nendest masinate või teiste seadmete kokkupanemine, toimub jooniste järgi.

Jooniseks nimetatakse seadme (või selle osa) kujutist, mis täpselt ja täielikult edasi annab selle kuju ja mõõted, aga samuti sisaldab kõiki andmeid, mis on vajalikud seadme valmistamiseks ja kontrolliks.

Jooniselt tööline näeb, millise kujuga ja milliste mõõdetega peab olema detail, millisest materjalist see tuleb valmistada, millise siledusega peavad olema selle pinnad ja palju teisi andmeid valmistatava detaili kohta.

Saanud töö tegemiseks joonise, peab tööline selle läbi lugema, s. t. üksikasjaliselt tutvuma joonisega, selgitades kõik selles leiduvad andmed, millest oli juttu eespool.

Mis siis joonise lugemisel on kõige raskem? Enamikul juhtudel osutub raskeimaks detaili kuju kindlaksmääramine joonisel esitatud kujutiste põhjal. Peatume sellel üksikasjalisemalt.

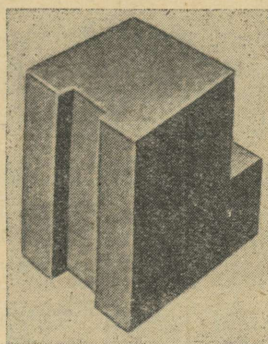
Andmeid eseme kuju kohta võib edasi anda mitmesugusel viisil: võib jutustada sellest sõnadega või näidata selle eseme fotot, võib otsustada eseme kuju üle joonise põhjal, mille ese on kujutatud.

Kui soovime tundma õppida mõne eseme kuju kõigis selle üksikasjus, siis me kunagi ei rahuldu sellega, et vaatleme eset ühest küljest. Selleks me vaatleme teda tingimata igast küljest.

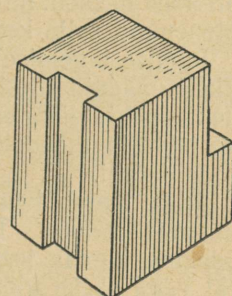
Fotod ja pildid annavad esemeist sellise kujutise, mida me näeksime, vaadates esemeile küljelt, millisest nad on fotografeeritud või joonistatud.

Joonisel 8, a, b, c on toodud ühe ja sama eseme foto, piltjoonis ja joonis. Fotol ja piltjoonisel näeme, et eseme ühel küljel on sisselöige (soon), vastasküljel aga väljaaste. Soont

a) Foto

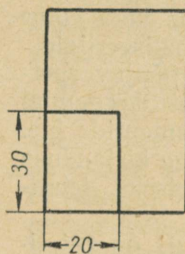


b) Piltjoonis

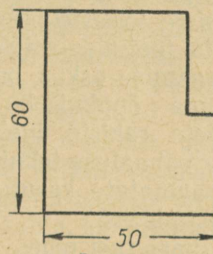


c) Joonis

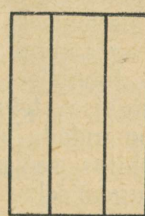
Vaade väljaaste poolt



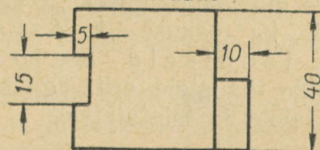
Vaade esitahu poolt



Vaade väljlõike poolt



Pealtvaade



Joon. 8. Kolm meetodit eseme kujutamiseks: foto, piltjoonis ja joonis

näeme hästi, aga väljaaste kohta midagi kindlat öelda ei saa, kuna see ei ole meile täielikult nähtav.

Järelikult pole foto ega ka piltjoonisega võimalik anda eseme kuju edasi kõigis üksikasjus.

Täieliku pildi eseme kujust võime saada ainult joonise järgi, kuna sellel ei kujutata eset ühest küljest, nagu piltjoonisel või fotol, vaid mitmest küljest, mitme vaate abil.

Nii on joonise (joon. 8, c) esimesel vaatel ese kujutatud küljelt, kus asub väljaaste. Teisel vaatel (keskmisel) ese on kujutatud oma sileda esikülje poolt. Kolmandal vaatel on antud eseme kujutis soonepoolsest küljest. All on näidatud aga vaade, mida ese omaks, kui seda vaadata ülalt.

See ei kujutata esemeid jooniseil tavaliselt ühes vaates, nagu see esineb piltjoonistel, vaid mitmes, kusjuures iga vaade on eseme kujutis ühest kindlaksmääratud küljest.

Selle joonestamise kasutatava meetodi abil võib edasi anda kõige täielikumad ja täpsemad andmed ükskõik millise keha kujust ja mõõdetest, olenemata selle keerukusest.

Joonise lugemisel tuleb tingimata tähelepanelikult vaadata kõiki detaili kujutisi (vaateid) ja nende põhjal luua endale selge ettekujutus detaili vormist ja mõõdetest, s. t. nagu mõttes näha seda detaili.

Mida annab kvalifitseeritud fõõlisele joonise lugemise oskus? Tööstustööline peab tingimata oskama lugeda joonist, sest vastasel korral on tal väga raske töötada tootmises, kus kõik valmistatakse jooniste järgi.

Tööline, õppinud jooniseid lugema, tõstab kiiresti oma kvalifikatsiooni, kuna temale võib usaldada keerulisemaid töid. Lugeses veatult jooniseid, ta kunagi ei tooda praaki jooniste mittemõistmise tõttu. Kui tööline kiiresti orienteerub joonistes, siis tal jääb rohkem aega detaili valmistamiseks. Selliste tööliste hulgas võib kõige sagedamini kohata tootmise ratsionaliseerijaid.

Joonistest arusaamise oskus on nõutav spetsiaalse tehnoloogia õppimisel, et kergemini omandada seadmete, rakiste, instrumentide jne. ehitus, see annab võimaluse tehnilise kirjanduse lugemiseks, käsiraamatute kasutamiseks, tehniliste teadmiste tõstmiseks.

Mitmesuguseid harjutusi tehes, mis on vajalikud jooniste lugemaõppimiseks, omandab õppija samaaegselt ka oskuse koostada iseseisvalt jooniseid. See on väga oluline kõigi erialade tööliste, eriti aga tööliste-ratsionaliseerijatele ja leiutajatele.

§ 2. MEETODID ESEMETE KUJU SELGITAMISEKS

Kui me igapäevases elus räägime mingist esemest, siis sageli võrdleme seda üldtuntuiga, meile teadaolevate esemetega. Näiteks me räägime:

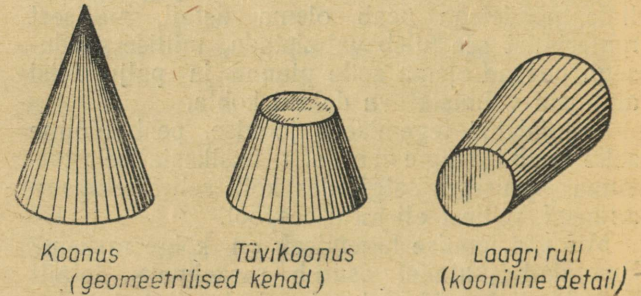
«tee on sirge nagu nool» või «arbuus on ümmargune nagu kera» jne.

Tehnikas, kus nõutakse kogu keha kui terviku või tema üksikosade (elementide) kuju täpset määramist, kasutatakse võrdlemist geomeetriliste kehadega (silindriga, keraga, koonusega, tahu-katega jt.).

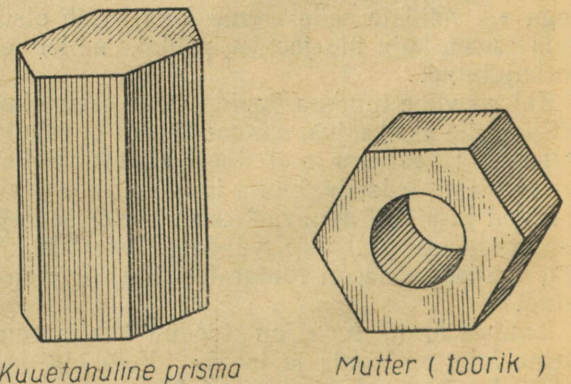


Joon. 9. Silinder ja silindrilised detailid

Kasutades selliseid võrdlusi, võib öelda joonisel 9 kujutatud kaane kohta, et see on silindrikujuline, või puksi kohta, et see on silindriline detail silindrilise avaga.

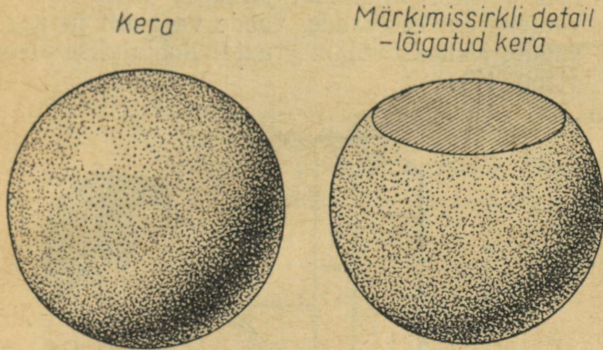


Joon. 10. Koonus ja koonilised detailid



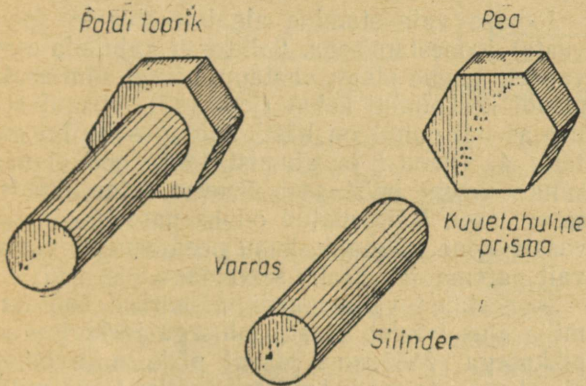
Joon. 11. Kuuetahtuline prisma ja kuuetahtuline detail

Laagri rull, mis on kujutatud joonisel 10, on tükikoonusekujuline. Mutri toorikul (joon. 11) on kuuetahulise prisma kuju, milles on silindriline auk. Märkimissirkli detail on lõigatud kera kujuline (joon. 12) jne.

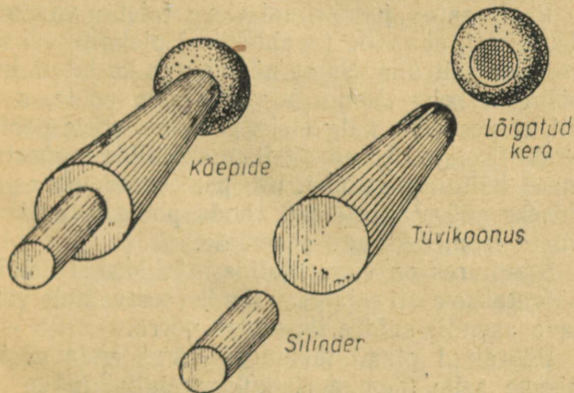


Joon. 12. Kera ja detail, millel on lõigatud kera kuju

Nii selgitatakse ja kirjeldatakse lihtsate detailide kuju. Keerulisemate detailide kuju selgitatakse teda moodustavate üksikute osade kaupa. Näiteks poldi tooriku (joon. 13) võib jagada

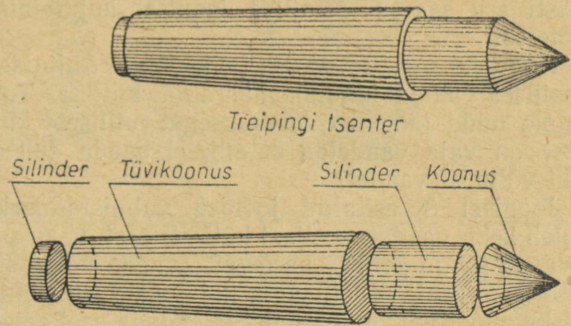


Joon. 13. Poldi tooriku jagamine üksikuteks elementideks, millel on geomeetriliste kehade kuju



Joon. 14. Käepideme jagamine üksikelementideks

järgmisteks osadeks: silindriline varras ja kuuekandiline pea; käepideme (joon. 14) — silindriks, tükikoonuseks ja keraks.



Joon. 15. Treipingi tseent jagamine üksikelementideks

Treipingi tseent kohta võib ütelda: selle üks ots on koonusekujuline, siis tuleb silindriline osa, mis läheb üle tükikoonuseks; tseenti teine ots on silindriline.

Töölisel peab olema selge ettekujutus detaili kujust veel sellepärast, et detaili iga elemendi kujust sõltub olulisel määral ka selle valmistamise viis mehaanikasehvides.

Näiteks detailid, millel on silindri, koonuse või kera kuju, töödeldakse tavaliselt treipingil; prismatilised detailid, s. t. tasaseid külgi omavad, — freespinkidel jne.

§ 3. MÕISTEID TÖÖJONISTEST

Jooniseid, millede järgi toimub detailide valmistamine ja nende montaaž tehases, samuti ka detailide remont, nimetatakse tööjoonisteks.

Detaili tööjooniseks nimetatakse joonist, millel on kujutatud mingisugune üksikdetail koos kõigi vajalike mõõdetega, mis on tarvilikud selle detaili valmistamiseks ja kontrollimiseks, kus on toodud andmed materjali ja pinnasileduse kohta, kuid samuti ka valmis detailile esitatavad muud tehnilised tingimused.

Tööjoonisel kujutatakse detail lõplikult valmis kujul sellisena, nagu see peab minema montaažile.

Selliste jooniste järgi töötavad tehases treilid, freesijad, lukksepad ja teised üksikdetailide valmistavad töölised.

Lukksepad-monteerijad kasutavad seadmeid või nende sõlmi kujutavaid koostamisjooniseid.

Selles peatükis anname ettekujutuse detailide tööjoonistest, IX peatükis aga koostamisjoonistest.

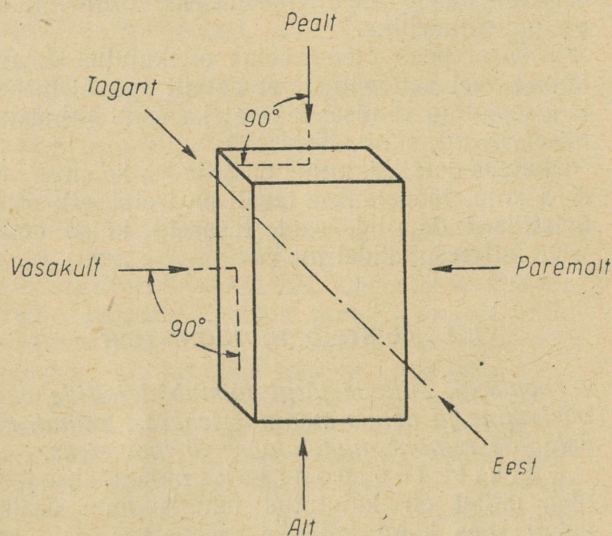
§ 4. KUIDAS KUJUTATAKSE DETAILI JONISEIL

Et jooniseid lugema õppida, peab kõigepealt hästi aru saama detailide joonisel kujutamise võtetest.

Nagu juba mainitud, on kõik detaili kujutised joonisel vaated kindlaksmääratud küljest. Tutvume nüüd järgmise küsimusega: millisest küljest on vaja vaadelda detaili, et saada sellest üht või teist vaadet?

Joonisel 8 esitatud joonise valmistamiseks tuleb keha vaadata neljast küljest: eest, vasakult (vaade soone poolt), paremalt (vaade väljaaste poolt) ja pealt. Keerukama kujuga detaili puhul oleks olnud võimalik joonist täiendada veel «vaatega tagant» ja «vaatega alt».

Iga kujutis, millest joonis koosneb, ongi vaade detaili ühest küljest võimaliku kuue külje seast: eest, vasakult, paremalt, pealt, alt, tagant (joon. 16).



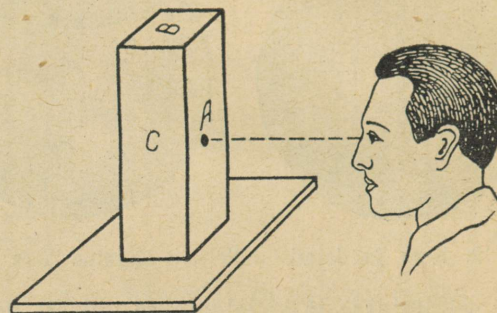
Joon. 16. Suunad, millistes tuleb keha vaadata, et kujutada selle «vaateid» joonisel

Iga «vaate» joonestamiseks peab vaatama detailile «otses», nagu seda näitavad nooled joonisel 16. Siinjuures tuleb tähendada, et kõik vaateleja vaatesuunda tähistavad nooled asetsevad üksteise suhtes risti.

Põhikujutiseks, mis on tarvilik igal joonisel, on detaili kuju kõige ilmekamalt esiletoov «eestvaade»; seepärast seda nimetatakse ka peavaateks. Ülejäänud kujutised said oma nime tuse olenevalt vaateleja vaatesuunast: «vaade vasakult», «vaade paremalt», «pealtvaade», «altvaade», «tagantvaade».

Kõiki kuut vaadet kasutatakse joonisel väga harva, siis kui kujutataval detailil on eriti keeruline kuju. Lihtsamate detailide kujutamisel osutub tavaliselt piisavaks kaks või kolm vaadet.

Algul tutvume detaili väljajoonestamisega kolmes vaates. Enamikul juhtudel neiks kolmeks vaateks on: eestvaade, vaade vasakult ja pealtvaade. Näiteks võtame risttahukakujulise plaadi (joon. 17).



Joon. 17. Joonestamisel asetatakse ese silma kõrgusele nii, et vaatekiir läbiks eseme tsentrit

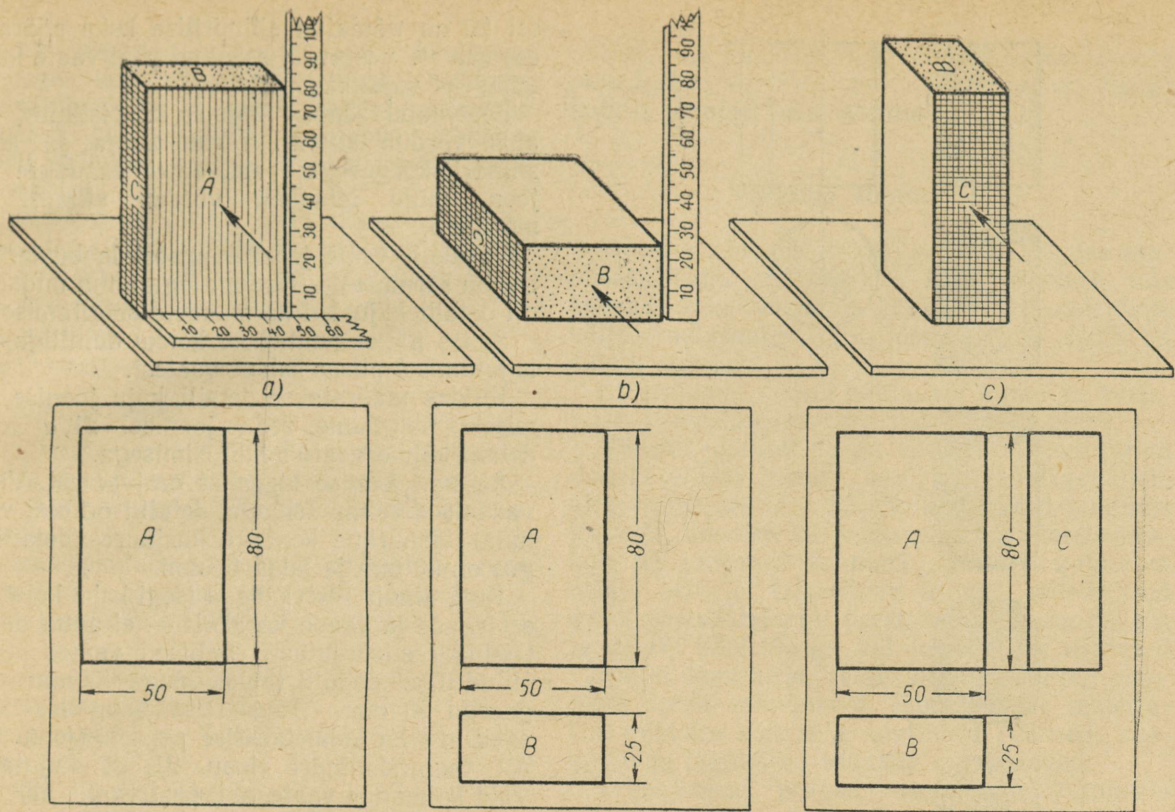
Joonise valmistamine algab eestvaate (peavaate) joonestamisega. Selleks et kujutada eestvaadet, peame plaati vaatama nii, et silm asuks plaadi keskpunkti kohal (joon. 17). Plaadi sellise asendi puhul on hästi nähtav selle lai esitahk A. Ülemist ja alumist tahku me ei näe, kuna esimene neist asub ülemise, teine alumise serva taga. Nähtamatud on ka parempoolne ja vasakpoolne külgtahk, kuna need asuvad vastavalt parema ja vasaku serva taga.

Joonestame välja plaadi täisnurkse kontuuri, mille alus võrdub plaadi laiusega ja kõrgus — pikkusega. Mõõdame plaadi pikkuse ja laiuse ning kanname saadud mõõted (väljendatud millimeetrites) joonisele (mõõted 80 ja 50 mm joonisel 18, a).

Pealtvaate joonestamiseks tuleb vaadata detaili nii, et vaade («vaatekiir») oleks suunatud vertikaalselt alla. Sama näeme aga ka juhul, kui pöörame keha täisnurga võrra enda poole, s. t. nii, et pealmine külg oleks pööratud meie poole. Praktiliselt väikesemõõteliste detailide joonestamisel kasutatakse nimelt nii: pealtvaate joonestamiseks pööratakse detail «enda poole», vasakult vaate saamiseks aga paremale.

Siinjuures on väga oluline märkida, et detaili pööratakse alati esialgse asendi (eestvaatele vastava asendi) suhtes täisnurga võrra.

Pööranud plaati täisnurga võrra enda poole, näeme selle ülemist ristkülikukujulist tahku B, mille alus võrdub plaadi laiusega ja kõrgus — paksusega (joon. 18, b).



Joon. 18. Risttahuka joonestamine kolmes projektsioonis

Pealtvaade tuleb joonestada täpselt eestvaate alla, nagu on näidatud joonisel 18, b. Joonestatud pealtvaate, kanname joonisele plaadi pakuse mõõte — 25 mm.

Nüüd paigutame detaili kolmandasse asendisse nii, et meie poole oleks detaili vasak külg. Selleks pööratakse plaat esmalt tagasi esialgsesse asendisse, s. t. pööratakse enda poolt täisnurga võrra (antakse joonisel 18, a kujutatud asend), ja alles pärast seda paremale täisnurga võrra, nagu on näidatud joonisel 18, c.

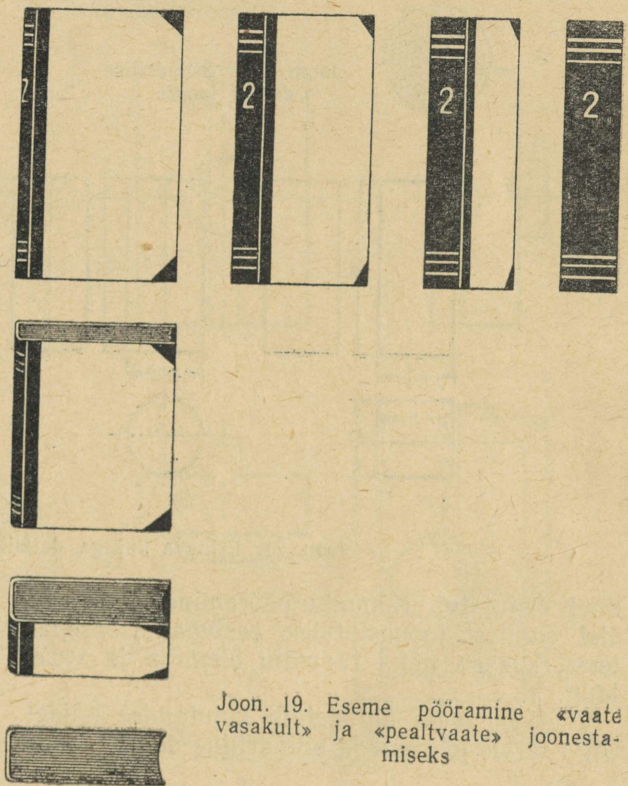
Sellises asendis on nähtav plaadi vasak külg C, mis samuti nagu esimesed kakski, on ristkülikukujuline.

Vaade vasakult joonestatakse eestvaatest p a r e m a l e ning sellega ühele kõrgusele, nagu on näidatud joonisel 18, c.

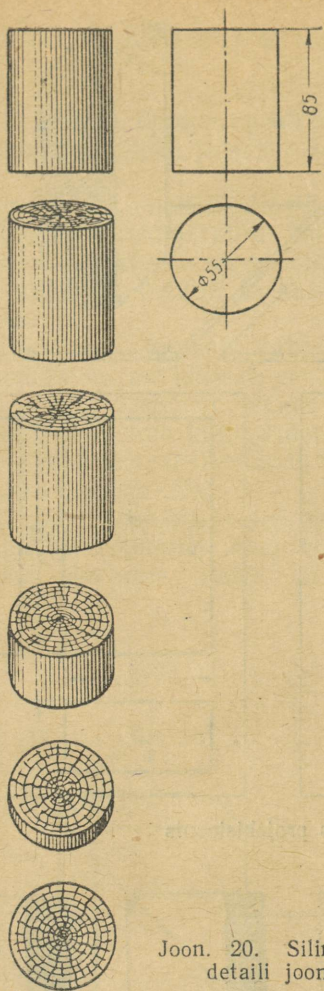
Joonise valmistamise reegleid, millega me praegu tutvusime, peab hästi teadma.

On tarvis aru saada ja meeles pidada, millist vaadet kujutab endast joonisel iga kujutis, s. t. milline kujutis on eestvaade, milline — pealtvaade, milline — vaade vasakult, ja kus ükski vaade asub.

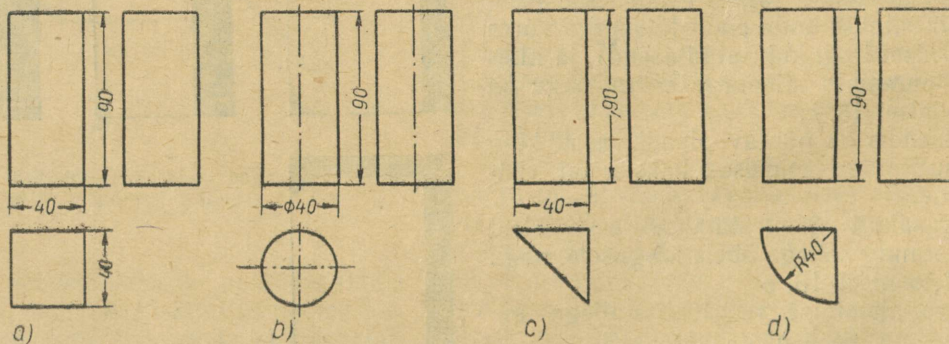
Eriti oluline on õigesti ette kujutada ja meeles pidada, kuidas pööratakse eset iga vaate joonestamiseks. Vaadelge joonist 19. Sellel on näit-



Joon. 19. Esemepööramine «vaate vasakult» ja «pealtvaate» joonestamiseks



Joon. 20. Silindrilise detaili joonis



Joon. 21. Erineva kujuga detailide ühesugused «vaated» joonistel

likult kujutatud raamatu pööramine lähteasendist (millest joonestatakse eestvaade) asendisse, kus on näha raamatu ülemine ja vasak külg.

Vaatleme veel üht detaili kujutamise näidet. Olgu tarvis joonestada silindriline detail. Jooni-

sel 20 on näidatud silindrilise keha pööramine eestvaatele vastavast asendist pealtvaate joonestamiseks vajalikku asendisse.

Eestvaatel saadav kujutis on ristkülik, mille alus võrdub silindri läbimõõduga ja kõrgus silindri kõrgusega; pealtvaatel saadakse ringjoon, mille läbimõõt võrdub silindri läbimõõduga.

Vasakult vaate joonestamisest loobume, kuna see on sarnane eestvaatega ega anna midagi uut nii detaili kuju kui ka mõõdete selgitamisel.

Selles näites puutusime kokku detailiga, mille kujutamisel piisas kahest vaatest.

Kuidas määratakse detaili kuju joonise lugemisel? Selgitame seda joonisel 21, a toodud detaili kolme vaate analüüsimisega.

Algame joonise lugemist eestvaatest. Viimast vaadeldes võime öelda, et detailil on eest vaadatud ternaüksnurkne kontuur, kusjuures detaili kõrgus on 90 mm ja laius 40 mm.

Kuid ainult eestvaade ja isegi kaks kujutist — eestvaade ja vaade vasakult — ei anna detailist täielikku ettekujutust. Sellised vaated on veel silindrilisel detailil läbimõõduga 40 mm ja kõrgusega 90 mm. Täpselt samasugused vaated saaksime ka kolmetahulise prisma (joon. 21, c) või veerandsilindri (joon. 21, d) kujutamisel. Vaid kolmanda vaate, s. t. pealtvaate, abil võime lõplikult selgitada detaili kuju küsimuse. Nii näitab joonisel 21, a pealtvaade meile, et detailil on ruudukujuline alus. Jõuame järeldusele, et detail on neljatahulise prisma kujuline. Järelikult, detaili kuju määramiseks on vaja väga tähelepanelikult läbi vaadata kõik joonisel kujutatud vaated.

§ 5. JOONISTEL KASUTATAVAD JOONED

Jooniseil, mida me vaatlesime, on kasutatud mitmesuguseid jooni. Nii olid detailide kontuurid tõmmatud pidevate joontega, mõõdete näitamiseks oli samuti kasutatud pidevaid jooni, kuid

- b) kriipsu pikkus olgu 4—6 mm;
- c) kõik kriipsud ühel joonisel peavad olema võrdse pikkusega;
- d) kriipsude vahekaugus peab olema ligikaudu neli korda väiksem kriipsu pikkusest.

Telgjooned ja tsentrit tähistavad telgjooned

Kui mingi ese (detail) on jaotatav kaheks võrdseks ja täiesti sarnaseks pooleks — paremaks ja vasakuks või ülemiseks ja alumiseks, siis selline ese on sümmeetriline. Joont, mis jaotab sümmeetrilise kujutise kaheks sarnaseks pooleks, nimetatakse sümmeetriateljeks.

Sümmeetrilist kuju selgitavaks näiteks võib olla avatud raamat, kus murdejoon piki selga kujuneb sümmeetriateljeks.

Joonisel 22 näeme detaili kaht sümmeetrilist kujutist: vaade vasakult ja pealtvaade. Esimene vaade on sümmeetriline vertikaaltelje suhtes, teine — horisontaaltelje suhtes.

Kui detaili või selle elemendi kujutis on ringjoon, siis tõmmatakse tavaliselt läbi selle tsentri kaks täisnurga all lõikuvat sümmeetriatelge (joon. 20; 21, b; 22). Ringidele tõmmatud sümmeetriatelgi nimetatakse tsentrit tähistavaks telgjoonteks. Kui silindrilist ava kujutatakse ristkülikuna, siis telgjoon näitab silindri geomeetrilise telje suunda (joon. 22).

Joonisele kantud telgjooned ja tsentrit tähistavad telgjooned on vajalikud detaili tooriku märkimisel enne selle töötlemist, kuid samuti ka valmisdetailide kontrollimisel. Joonestamisel on telgjooned ja tsentrit tähistavad telgjooned suure tähtsusega: nende abil on lihtne detailide sümmeetriliste vaadete joonestamine ja nende vastastikune sidumine.

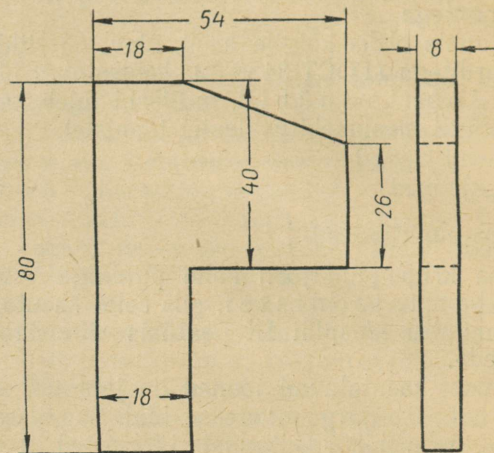
Telgjooned ja tsentrit tähistavad telgjooned joonestatakse kriips-punktjoontega järgmiste nõuete kohaselt:

- a) kriips-punktjoon on peenjoon, neli korda peenem kui antud joonise nähtava kontuuri joon;
- b) kriipsu pikkus peab olema umbes 20 mm;
- c) kõik kriipsud peavad olema ühepikkused;
- d) kriipsude vahekaugused peavad olema võrdsed, umbes 2—3 mm, igasse vahemikku pannakse punkt;
- e) telgjooned ulatuvad üle kujutise kontuuri poole kriipsu võrra; lõppema peavad nad kriipsuga, mitte aga punktiga; tsentrit tähistavad telgjooned ulatuvad ainult üle selle elemendi kontuuri, millele nad on tõmmatud (joon. 21).

Tsentrit tähistavad telgjooned tuleb joonestada nii, et lõikuksid kriipsude keskkohad. Kriipsude lõikepunkt näitab ringi tsentri asukohta.

Mõõt- ja distantsjooned

Mõõtjoon näitab, millise detaili elemendi juurde kuulub mõõtjarv (joon. 24).



Joon. 24. Näide mõõtjoonte paigutusest joonisel

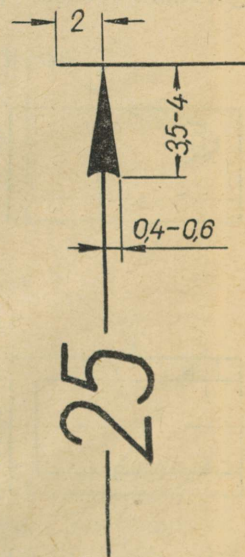
Mõõtjoon tõmmatakse paralleelselt sellele lõigule, mille mõõdet ta näitab. Mõõtjooned võivad olla kändud detaili kujutise kontuurjoonte vahele (mõõdet 18 ja 40 joonisel 24), kuid parem on tuua nad välja kujutise kõrvale (mõõdet 8, 18, 26, 54 ja 80 samal joonisel).

Mõõtjarvu pealekandmiseks mõõtjoon katkestatakse keskel. Standardi järgi on lubatud mõõtjarvu asetamine mõõtjoone kohale; sel juhul mõõtjoont ei katkestata. Mõõtjoonte otsad varustatakse nooltega, millede kuju on näidatud joonisel 25 (nool on kujutatud suurendatult).

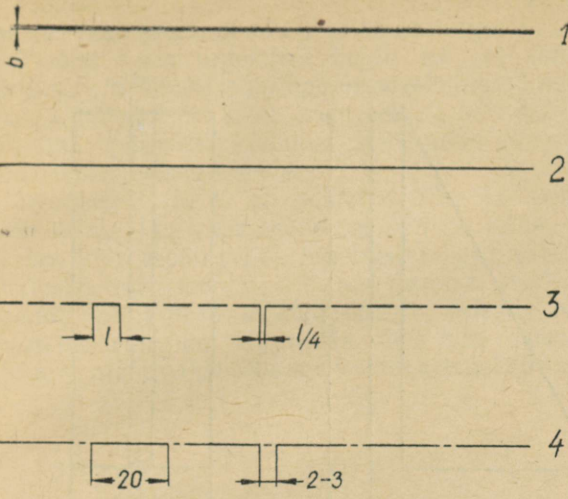
Mõõtjooned seotakse detaili kujutisega distantsjoonte abil, mis peavad ulatuma üle noole 2 mm võrra (joon. 25).

Et joonise lugemisel oleks distants- ja mõõtjooni kontuurjoontest kerge eraldada, võetakse nende jämedus neli korda väiksem kontuurjoone jämedusest.

Eeskirjad jooniseil kasutatavate joonte kohta, mida eespool vaatlusime, on toodud tabelis (joon. 26).



Joon. 25. Mõõtjoone nool ja selle ligikaudsed mõõdet



Joon. 26. Joonisel kasutatavate joonte tabel

Jooniseil kasutatavad jooned ja nende joonestamine

1. Pidevad jooned

a) Jämedad — nähtava kontuuri jooned (joon. 26, 1). Nende joonte jämedus b valitakse piires 0,4 kuni 1,5 mm.

Kasutatakse kujutatava detaili nähtavate kontuuride joonestamiseks.

b) Peened — mõõt- ja distantsjooned (joon. 26, 2).

Joone jämedus $\frac{b}{4}$ ja vähem.

2. Kriipsjooned

Varjatud kontuuri jooned (joon. 26, 3).

Kriipsude vahe on umbes 4 korda väiksem kriipsu pikkusest.

Kriipsjoonte jämedus on $\frac{b}{2}$ kuni $\frac{b}{3}$.

3. Kriips-punktjooned

Telgjooned ja tsentrit tähistavad telgjooned (joon. 26, 4).

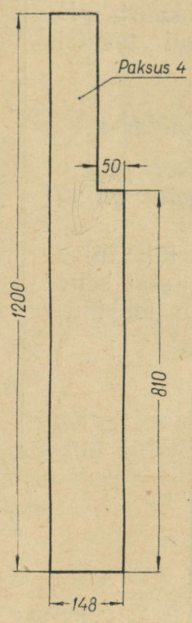
Kriipsu jämedus $\frac{b}{4}$, pikkus umbes 20 mm ja vähem, kriipsude vahe 2—3 mm.

Juhised teiste jooniseil kasutatavate joonte kohta antakse hiljem jooniste tundmise süvendamisel ja laiendamisel.

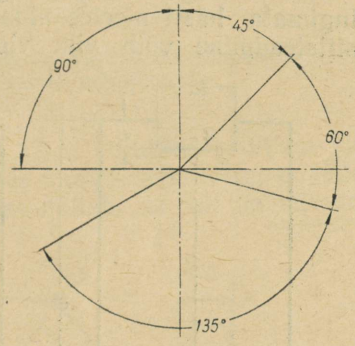
§ 6. MIDA PEAB TEADMA JOONISE LUGEMISEL MÕODETEST

Eelkäsitletust teame, et mõõted antakse joonisel arvudega, mis asuvad mõõtjoone katkestuskohas või joone peal.

Masinaehitusel joonistel antakse mõõted alati millimeetrites. Erandiks selles reeglis on ainult mõningate tollkeerete tähistamine. Sellisel juhul varustatakse mõõtari kahe kriipsukesega ("), mis näitavad, et mõõde on antud tollides (üks toll võrdub 25,4 mm). Kriipsukesed kantakse mõõtari üles paremale, kusjuures mõõtari murdosa väljendatakse harilikel murdudes, näiteks arv $1\frac{1}{2}$ " tähendab poolteist tolli.

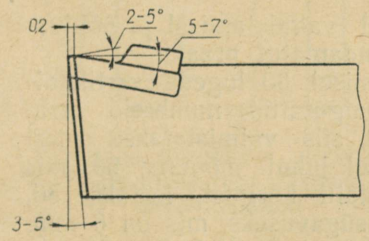


Joon. 27. Joonisele kantud ühikute mõõtari väljendavad mõõteid millimeetrites



Joon. 28. Arvud, mis näitavad nurga suurust, paigutatakse alati horisontaalselt

Mõõtari juurde joonisel mõõtühikut mm (lühendus sõnast millimeeter) ei kirjutata, kuid alati mõeldakse seda. Näiteks mõõtari 50 (joon. 27) tuleb mõista lugemisel viiekümne millimeetrina, arv 810 tähendab 810 millimeetrit jne.



Joon. 29. Osa treial V. A. Kolesovi poolt konstrueeritud läbilõiketera joonisest. Näide nurgamõõdetega paigutamisel

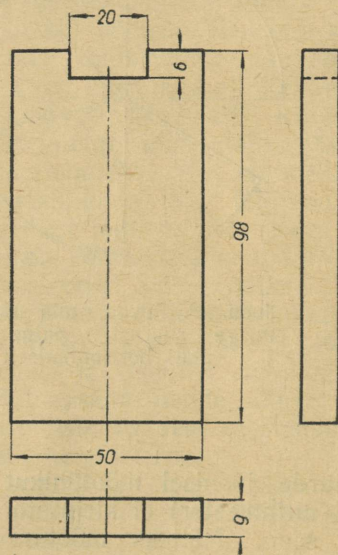
Paljudel juhtudel on detaili valmistamisel tarvis teada selle üksikute pindade kallet, või nurki, mis määravad aukude suuna jne.

Nurkade suurused antakse joonisel kraadides; kraadide arvu väljendav mõõtjarv on yarustatud üleval paremas nurgas ringikesega ($^{\circ}$), näiteks 60° . Arvud, mis näitavad nurga suurust, kirjutatakse horisontaalselt, mõõtjooned tõmmatakse aga sirkliga; nad kujutavad endast ringi kaari, mis on joonestatud nurga tipu kui tsentri ümber (joon. 28 ja 29).

Kuidas loetakse joonisel mõõtjarve

Arve, mis on kantud vertikaalselt paigutatud mõõtjoontele, tuleb lugeda ainult paremalt.

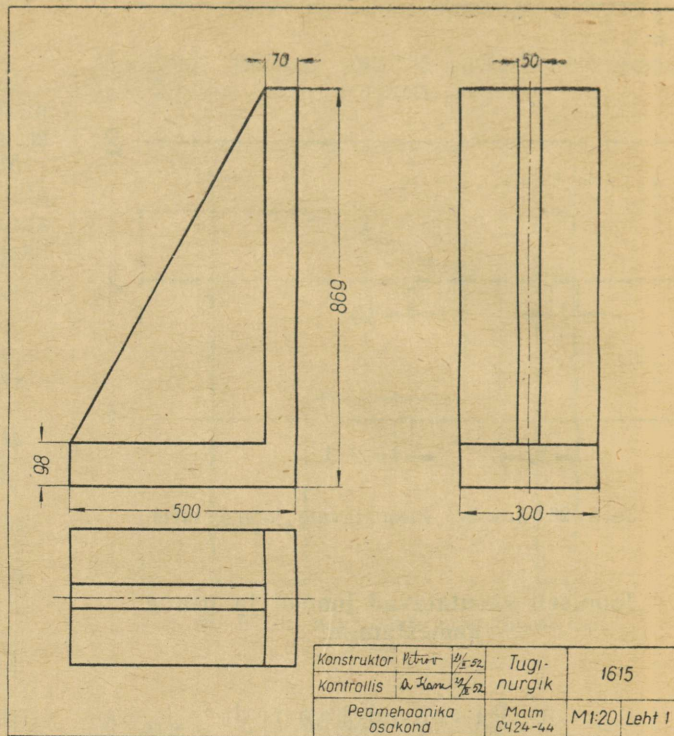
See on väga oluline reegel, mis tuleb tingimata hästi meeles pidada, sest selle mitteteadmised võib viia vigade tekkimisele.



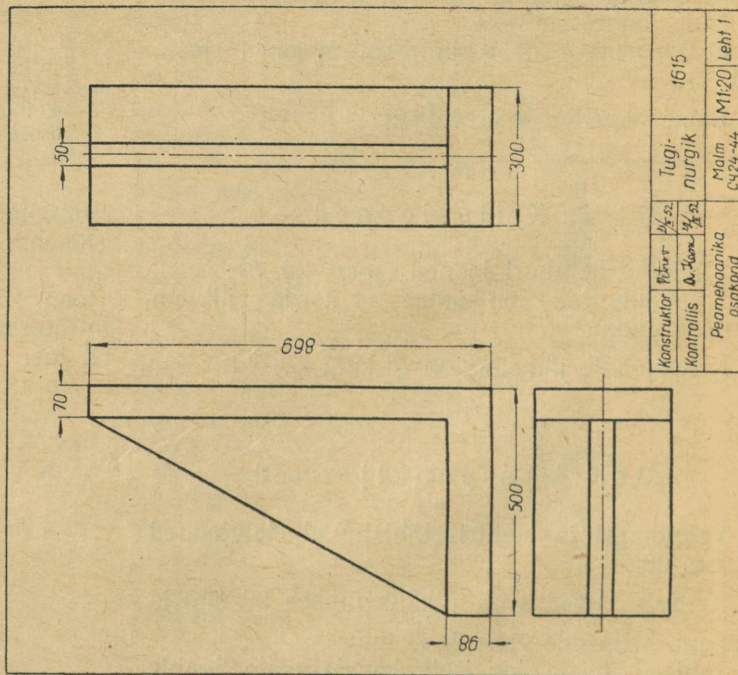
Joon. 30. Vertikaalsetele mõõtjoontele paigutatud mõõtjarve tuleb lugeda paremalt poolt

sele detaili valmistamisel ja põhjustada parandamatut praaki.

Kui joonisel 30 lugeda vertikaaljoontele paigutatud numbreid vasakult poolt, siis valmistatakse detail valesti. Sel juhul mõõtjarv 98, mis näitab detaili kõrgust, loetakse 86, sisselõike sügavuseks, mis on 6 mm, võetakse aga ekslikult 9. Detaili paksus peab olema 9 mm, aga selle mõõde ebaõigest lugemisel valmistatakse detail 6 mm paks.



Joon. 31. Joonis tuleb lugemisel asetada nii, et kirjanurk asuks all paremas nurgas

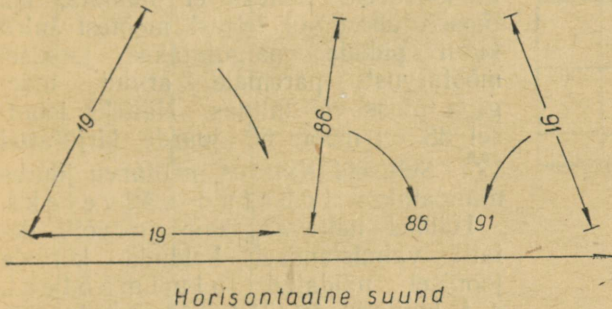


Joon. 32. Sama joonis valesti asetatult

Joonist võib lugema hakata alles pärast seda, kui on veendunud, et see asetseb ees õigesti.

Joonist tuleb lugemisel hoida nii, et tema kirjanurk asetseks parempoolses alumises nurgas, s. t. joonisele tuleb anda selline asend, kus põhiline pealkiri asetseks horisontaalselt ja seda võiks vabalt lugeda.

Jooniseil 31 ja 32 on näidatud ühe ja sama joonise õige ja väär asend, millest on näha, et teades küll mõõtarmude lugemise reeglit (vertikaalsetel mõõtjoontel), loeme joonise ebaõige asendi puhul need mõõted ikkagi valesti. Nii loeksime nurgiku kõrguseks 869 mm asemel 698 mm, aluse paksuseks aga 98 mm asemel 86 mm.



Joon. 33. Mõõtarm on kaldu asetsevale mõõtjoonele kirjutatud õigesti, kui mõõtjoont ümber selle alumise otsa kuni horisontaalseisuni pöörates jääb mõõtarm «jalgadele»

Kaldu asetsevaile mõõtjoontele paigutatakse mõõtarmud nii, et pöörates mõõtjoont koos mõõtarmuga ümber oma alumise otsa kuni horisontaalasendini, asetseks mõõtarm lugemiseks normaalasendis, nagu on näidatud joonisel 33.

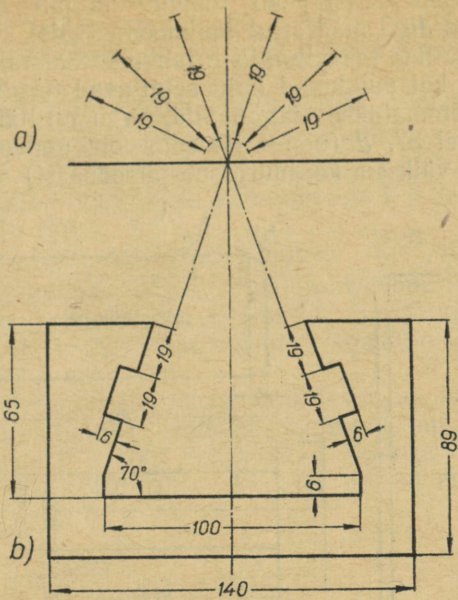
Mõõtarmude õige pealekandmine kaldu asetsevaile mõõtjoontele on toodud joonisel 34, a.

Joonisel 34, b on näidatud juhus, kus kergesti eksitakse kaldu asetatud mõõtarmude lugemisel. Mõõtarmude 19 õiget lugemist näitavad kuni jooniseni 34, a pikendatud mõõtjooned.

Silindrilise ja koonilise kujuga aukude kui ka detailide ristmõõted antakse alati läbimõõduga, kuna selliste detailide valmistamisel on kergem mõõta läbimõõtu kui raadiust.

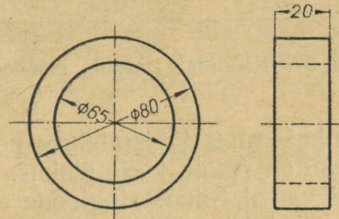
Läbimõõtu määrava mõõtarmu ette asetatakse alati ringike, mida läbib umbes 60° all tõmmatud sirge. See märk näitab, et antud mõõde määrab diameetri pikkuse (joon. 35).

Selle märgi kasutamine võimaldab «ümarguste» detailide (silindrilised, koonilised jne.) joonestamisel vähendada vaadete arvu.

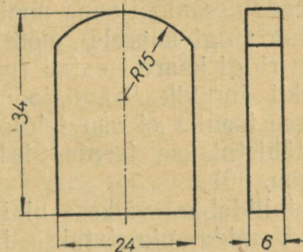


Joon. 34. Mõõdete õige kandmine kaldu asetsevatele mõõtjoontele

Näiteks joonisel 37, a kujutatud rull on joonestatud ainult ühes vaates selle tõttu, et märk \emptyset mõõtarmu 105 ees näitab, et rull on silindriline.



Joon. 35. Näide läbimõõdu pealekandmisest



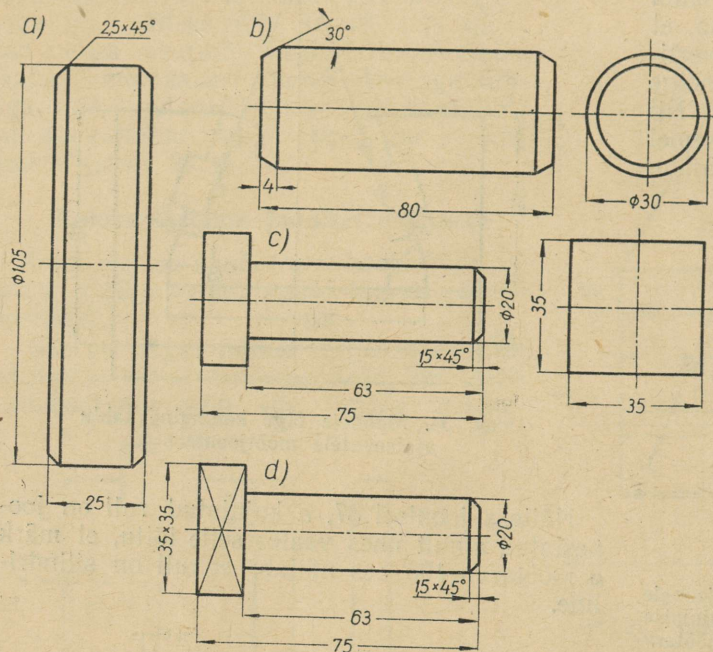
Joon. 36. Näide detaili silindrilise osa raadiuse pealekandmisest

Olgu tähendatud, et taolisi detaile kujutatakse viimasel ajal ikka sagedamini ainult ühes vaa-

tes. Sellepärast peab tööline kindlalt teadma standardiga määratud läbimõõdu tähist ϕ .

Detailide tasapinnaliste tahkude tähistamiseks juhul, kui puuduvad kaju selgitavad teised vaated, tõmmatakse diagonaalid, nagu on näidatud joonisel 37, *d* (nende jämedus on umbes neli korda väiksem kontuurjoone jämedusest).

võib olla paigutatud riiulile, nagu joonisel 37, *a*, või kõrvale koos mõõtjoontega nagu joonisel 37, *c* ja *d*. Kui koonilise faasi nurk on suurem või väiksem kui 45° , siis antakse nurga suurus juba tuntud reeglite alusel ja tüvikoonuse kõrgus kantakse joonisele eraldi (vt. joon. 37, *b*).



Joon. 37. Kooniliste faaside mõõdete pealekandmine

Sellisel juhul ruut tähistatakse pealkirjaga 35×35 , kus 35 on ruudu külje pikkus.

Kui detaili vaatel esineb ringjoone osa nagu joonisel 36, siis tuleb näidata silindrilise pinna raadius.

Raadiuse suurust näitava mõõtjarvu ette kirjutatakse tingimata ladina täht *R*, mis on raadiuse tähis. Raadiuse mõõtjoone noolega varustatud ots toetub ringi kaarele, mõõtjoone teine ots näitab aga ringi kaare tsentrit (punkti, kuhu paigutada sirkli teravik kaare joonestamisel). Juhul kui kaare tsenter ei asu telgjoonte ristumispunkti, tähistatakse tsenter kriipsukesega telgjoonel (joon. 36).

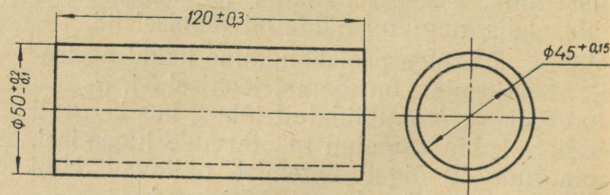
Paljudel detailidel on väikese ulatusega koonilised pinnad, mida nimetatakse koonilisteks faasideks. Koonilise faasi mõõdet määratakse tüvikoonuse kõrguse ja nurgaga, mis moodustub koonuse moodustaja ja telje vahel. Kooniliste faaside nurk on tavaliselt 45° ; selliseil juhtudel kantakse mõõde joonisele pealkirjana, kus esimene number näitab tüvikoonuse kõrgust, teine aga nurga suurust, näiteks $1,5 \times 45^\circ$. Pealkiri

Lubatud kõrvalekaldumised antud mõõdetest

Detaili võib valmistada mitmesuguse täpsusega, s. t. võib esineda mõõdete mõningane kõrvalekaldumine antud nimimõõdetest. Selleks et näidata, kui täpselt ühest või teisest mõõtest tuleb kinni pidada, paigutatakse joonisel mõõtjarvust paremale arvud märgiga pluss või miinus. Näiteks joonisel 38 on mõõde 50 juurde kirjutatud $+0,2$ ja $-0,1$. Selliseid lisaarve mõõtjarvu juures nimetatakse lubatud hälveteks.

Hälbed näitavad, kuipalju võib detaili valmistamisel kalduda kõrvale joonisel näidatud nimimõõtest, s. t. kuipalju detaili tegelik mõõde võib olla suurem või väiksem nimimõõtest.

Joonise lugemisel tuleb hälbeid mõista järgmiselt: kui joonisel on kirjutatud mõõde $50^{+0,2}$, siis see tähendab, et detail loetakse kõlblikuks ka siis, kui selle mõõde on töötlemisel kujunenud natuke väiksemaks või suuremaks.



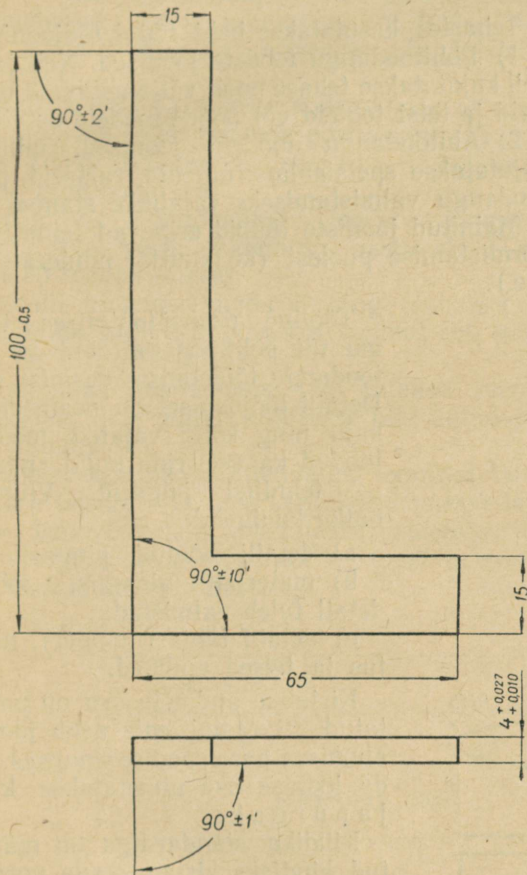
Joon. 38. Nimimõõdetest lubatud kõrvalekaldumiste märkimine joonistel

Et saada suurimat lubatud mõõdet, tuleb nimimõõtele liita ülemine hälve (märgiga pluss), s. t. antud juhul mõõtele 50 mm lisada 0,2 mm, mis liitmisel annab $50 + 0,2 = 50,2$ mm.

Et saada väiksemat lubatud mõõdet, tuleb nimimõõtest lahutada alumine hälve (märgiga miinus); antud juhul tuleb 50 mm lahutada 0,1 mm, mis annab $50 - 0,1 = 49,9$ mm.

Seega, nagu arvutus näitab, ei tohi meie detail antud kohas olla suurem kui 50,2 mm ega väiksem kui 49,9 mm.

Kui ülemine ja alumine hälve on ühesugused, siis nende arväärtus kirjutatakse ainult ühe arvuga, selle ette teineteise alla aga asetatakse märgid pluss ja miinus (\pm). Näiteks selle asemel, et kirjutada $120_{-0,3}^{+0,3}$, kirjutatakse $120 \pm 0,3$ (vt. joon. 38).



Joon. 39. Nurdade lubatud kõrvalekaldumiste märkimine joonisel

Sel juhul numbrid, mis näitavad hälvete arvulist suurust, kirjutatakse sama suure kirjaga nagu nimimõõde.

Nullile võrduvat hälvet joonisele ei kirjutata. Seega mõõde $45^{+0,15}$ (vt. joon. 38) tähendab, et suurim lubatud mõõde on $45 + 0,15 = 45,15$ mm, väiksem aga 45,00 mm, s. t. ebatäpsus mõõde vähenemise suunas ei ole lubatud.

Teine näide: joonisel 39 on antud mõõde $100 - 0,5$. See tähendab, et kõige väiksem lubatud mõõde võib olla $100 - 0,5 = 99,5$ mm, suurim aga täpselt 100 mm.

Joonistel võivad lubatud kõrvalekaldumised olla ühesuguste märkidega, s. t. nii alumine kui ka ülemine hälve on märgiga pluss või märgiga miinus.

Lubatud piirmõõdete arvutamine toimub neil juhtudel järgmiselt: näiteks nimimõõde $4_{+0,010}^{+0,027}$ (joon. 39) puhul võib suurim mõõde olla $4 + 0,027 = 4,027$ mm, väiksem aga $4 + 0,010 = 4,010$ mm.

Juhul kui mõlemad hälbed on märgiga miinus, näiteks $30_{-0,28}^{-0,14}$, toimub piirmõõdete arvutamine järgmiselt. Suurim mõõde on $30 - 0,14 = 29,86$ mm, väiksem aga $30 - 0,28 = 29,72$ mm.

Ka nurkade suurustes võib esineda lubatud kõrvalekaldumisi. Näiteks joonisel 39 on nurga mõõde $90^\circ \pm 10'$; piirmõõded oleksid seega $89^\circ 50'$ ja $90^\circ 10'$ (ühes kraadis on 60 minutit, s. t. $1^\circ = 60'$).

§ 7. MÕÖTSUHE

Tavaliselt kujutatakse detaile joonisel loomulikus suuruses, s. t. vaated joonestatakse välja samades mõõdetes, mis on detailil. Neil juhtudel loetakse, et joonis on valmistatud mõõdus «üks ühele», ja joonisele märgitakse pealkiri M 1:1. Siin täht M on sõna «mõõtsuhe» lühend.

Loomulikus suuruses valmistatud joonis annab detailist kõige ilmekama ettekujutuse. Sellise joonise järgi valmistatud detail ühtib kujutistega mitte ainult kuju, vaid ka mõõdete poolest.

Suuri, võrdlemisi lihtsaid detaile kujutatakse joonisel loomulikust suurusest väiksematena ja vastupidi, väikseid detaile (näiteks taskukellade detailid) kujutatakse joonisel suurematena, kui need tegelikult on.

Detaili vaadete suurendamine ja vähendamine, võrreldes nende tegeliku suurusega, võib toimuda ainult rangelt määratud arv kordi; seda arvu nimetatakse arvuliseks mõõtsuhteks.

Arvuline mõõtsuhe näitab detaili kujutise mõõdete suhet detaili tegelikele mõõdetele.

Mõõtsuhted pole joonestaja poolt vabalt valitavad, vaid need on standardiseeritud. GOCT 3451-52 määrab järgmised mõõtsuhted:

a) Vähendusmõõtsuhted:

- 1:2 — kujutis on kaks korda väiksem loomulikust suurusest.
- 1:5 — „ „ viis korda väiksem loomulikust suurusest.
- 1:10 — „ „ kümme korda väiksem loomulikust suurusest.

- 1:20 — kujutis on kakskümmend korda väiksem loomulikust suurusest.
 1:25 — „ „ kakskümmend viis korda väiksem loomulikust suurusest.
 1:50 — „ „ viiskümmend korda väiksem loomulikust suurusest.
 1:75 — „ „ seitsekümmend viis korda väiksem loomulikust suurusest.

Peale selle lubatakse, kuid ei soovitata, mõõtsuhteid 1:2,5; 1:4; 1:15.

b) Suurendusmõõtsuhted:

- 2:1 — kujutis on kaks korda suurem loomulikust suurusest.
 5:1 — „ „ viis korda suurem loomulikust suurusest.
 10:1 — „ „ kümme korda suurem loomulikust suurusest.

Peale selle lubatakse, kuid ei soovitata, mõõtsuhteid 2,5:1; 4:1.

Mõõtsuhe tähistatakse lühikese pealkirjana: M 1:2; M 2:1; M 1:5 jne.

valmistataks, kuidas ka ei väheneks kujutis, võrreldes loomuliku suurusega, või kuidas see ka ei suureneks, joonisel antakse alati detaili tegelikud mõõted, mitte aga vähendatud ega suurendatud.

§ 8. JOONISE KIRJANURK

Tehastes kasutatakse kaht tüüpi tööjooniseid:
 1) Põhitoodangu toodete joonised. Neil joonisel kujutatakse tehase poolt väljalastavaid masinaid ja teisi tooteid või nende toodete detaile.

2) Abitoodangu toodete joonised, millistel kujutatakse spetsiaalinstrumente, rakiseid, põhitoodangu valmistamiseks vajalikke stantse jne.

Mainitud jooniste tüübid erinevad teineteisest vormistamise poolest (kirjanurk, numeratsioon jne.).

Tööline peab tootmises tundma nii põhitoodangu kui ka abitoodangu tööjooniste vormistamist. Detaili tööjoonisel on peale detaili kuju ning kõigi vajalike mõõdede toodud ka veel rida muid andmeid — tehnilisi juhiseid. Viimaste hulka kuuluvad:

- detaili nõutud pinnasiledus;
- materjali nimetus, millest detail tuleb valmistada;
- detaili tähis (number), nimetus ja teised andmed.

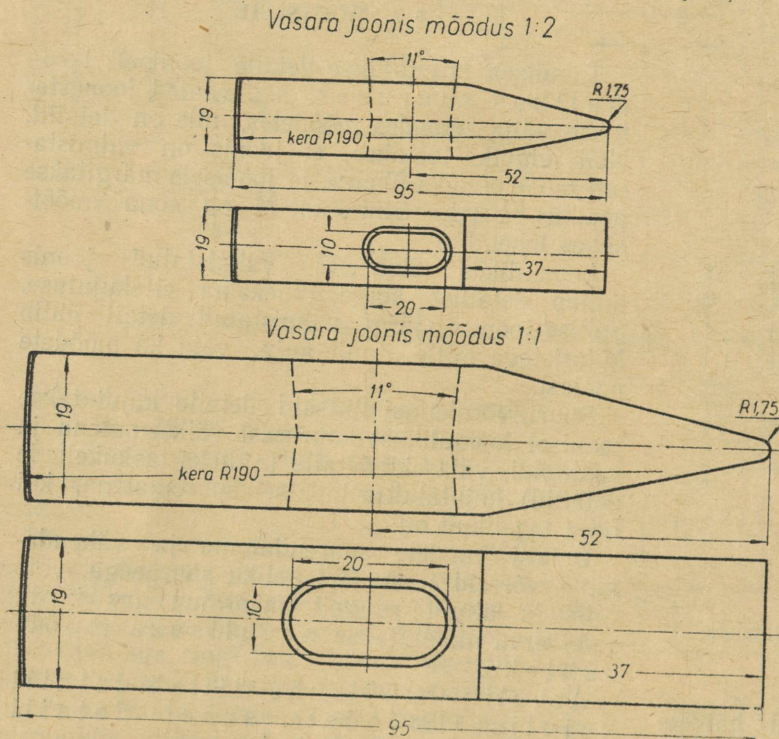
Kirjalike andmete osa on paigutatud eri raami, mis asub joonise alumises parempoolses nurgas. Seda joonise osa nimetatakse kirjanurgaks.

Riikliku standardiga on määratud kindlaks kirjanurkade vormid. Abitoodangu hulka kuuluvate detailide joonistel tuleb GOCT 5301-50 põhjal kasutada kirjanurka vorm I.

Kirjanurga esimesse positsiooni (1) (positsiooni numbrid on antud sulgudes) kantakse joonisel kujutatud detaili nimetus. Näiteks: «Kiil», «Käepide», «Telg» jne.

Teises positsioonis (2) antakse joonise tähis (joonise number või kirjatäheline märkimine ja number).

Materjali nimetus ja mark, millest detail tuleb valmistada, samuti aga ka selle materjali standardi number, näidatakse kolmandas positsioonis (3). Näiteks: «Teras Cr. 4, GOCT 380-41»,



Joon. 40. Vasara joonised mõõdus 1:1 ja 1:2

Joonisel 40 on kujutatud ühe detaili kaks joonist, mis on valmistatud erinevas mõõdus: loomulikus suuruses (M 1:1) ja mõõdus 1:2.

Võrreldes neid kahte joonist, näeme, et vastavad mõõtavad neil on ühesugused. Tuleb tingimata hästi meele pidada, et millises mõõtsuhtes joonist ka ei

«Hallmalm C415-32, ГОСТ 1412-48», «Pronks БрА7, ГОСТ 493-50».

Mõõtsuhe, milles joonis on valmistatud, märgitakse neljandasse positsiooni (4).

Viendas positsioonis (5) antakse antud detaili juurde kuuluva joonise lehe järjekorranumber (kui mingi toote detailide joonised ei mahu joonestuspaberi ühele lehele, siis joonestatakse need mitmele lehele).

Kuuendas positsioonis (6) näidatakse joonise valmistanud osakonna nimetus või tähis. Näiteks, «Peatehnoloogia osakond» või lühendatult PTO.

Konstruktori ja joonise kontrollijate allkirjad paigutatakse seitsmendasse positsiooni (7), joonise allakirjutamise kuupäevad — kaheksandasse positsiooni (8).

Kirjanurk põhitoodangu toodete joonistele koostatakse vorm 2 kohaselt vastavalt ГОСТ 5293-50 toodud kujule.

Detaili nimetus, materjal ning joonise tähis näidatakse samuti nagu vorm 1 puhul (vt. positsioonid (1), (2) ja (3)).

Neljandas positsioonis (4) antakse joonise täht (täht, mis näitab millisesse liiki antud joonis kuulub).

Prooviseeria jaoks ettenähtud joonised tähistatakse tähega «A», mis kantakse esimesse laht-risse. Prooviseeriaks nimetatakse toodete partiid, mis valmistatakse enne nende toodete seeria- või masstootmise algust.

Seeria- või masstootmise joonised eraldatakse tähega «B». Viimane kirjutatakse teise laht-risse.

Viendas positsioonis (5) antakse detaili puhaskaal (detaili kaal pärast lõplikku töötlemist) kilogrammides.

Kuuendas positsioonis (6) antakse joonise mõõtsuhe, seitsmendas (7) — lehe järjekorranumber, kaheksandas (8) — lehtede üldarv, millele antud toode on joonestatud.

Antud joonise valmistanud tehase või osakonna (või teise organisatsiooni) nimetus paigutatakse üheksandasse positsiooni (9), näiteks «Moskva Autotehas, peakonstruktori osakond».

Kirjanurga vasak pool on eraldatud joonise valmistaja ja isikute, kes on vastutavad joonise väljalaskmise eest, allkirjade jaoks.

Kümnendas positsioonis (10) tuuakse nende ametikohad, üheteistkümnendas (11) — perekonnanimed, kaheteistkümnendas (12) kirjutatakse allkirjad, kolmeteistkümnendas (13) aga joonise allakirjutamise kuupäevad.

Allkirjade kohale paigutatakse muudatuste tabel, kuhu kantakse andmed mõõdete, pealkirjade, kujutiste jne. muudatustest antud joonisel. Muudatuste tabeli täitmine toimub järgmises korras:

a) muudatused joonisel kantakse neljateistkümnendas positsiooni (14), kusjuures esimene muudatus varustatakse tähega «a», teine —

Vorm 1

Konstruktor	—(7)—	—(8)—	(1) (Nimetus)	(2) (Tähis)
Kontrollis				
(Osakond) (6)			(Materjal) (3)	M (4) Leht (5)

Vorm 2

(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(2) (Tähis)			
Muudat. täht	Arv	Dokument ja selle nr.	Allkiri	Kuupäev	(1) (Nimetus)	Täht	Kaal	Mõõt
(10)	(11)	(12)	(13)			(4)	(5)	(6)
						Leht (7)	Kokku lehti (8)	
					(3) (Materjal)	(9) (Tehas, osakond)		

tähega «b», kolmas — tähega «c» ja nii edasi tähestikulises järjekorras;

b) viieteistkümneadas positsioonis (15) näidatakse antud tähe all üheaegselt tehtud muudatuste arv;

c) dokumendi nimetus ja number, mille põhjal muudatus on tehtud, kirjutatakse kuuteistkümneadasse positsiooni (16);

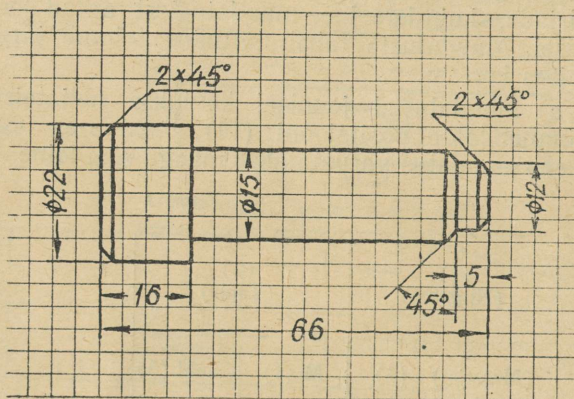
d) isikute perekonnanimed ja allkirjad, kes muudatused sisse viisid, kantakse seitsmeteistkümneadasse positsiooni (17);

e) muudatuse sisseviimise kuupäev kirjutatakse kaheksateistkümneadasse positsiooni (18).

§ 9. MÕISTEID VISANDEIST

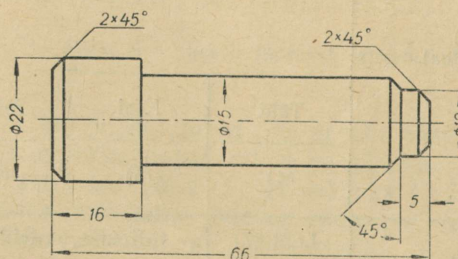
Vabakäega valmistatud jooniseid, mis sisaldavad kõiki vajalikke andmeid neil kujutatud detailide valmistamiseks, nimetatakse visandeks.

Detailide konstrueerimisel koostatakse mõnikord visandid, mille põhjal valmistatakse proovidetailid. Visandeid kasutatakse jooniste asemel



Joon. 41. Detaili visand

ka ajutiste rakiste valmistamisel, toodete remontimisel (kui on vaja valmistada ainult üks detail) ja teistel juhtudel.



Joon. 42. Joonisel 41 kujutatud detaili joonis

Visandid valmistatakse samade reeglite kohaselt mis joonisedki, ainult selle erinevusega, et detaili kujutamiseks vajalikud vaated tehakse vaba käega ilma joonestusvahendite abita (sirkli, joonlaua jne.).

Mõõtsuhtest peetakse visandil kinni ainult ligikaudu, silma järgi.

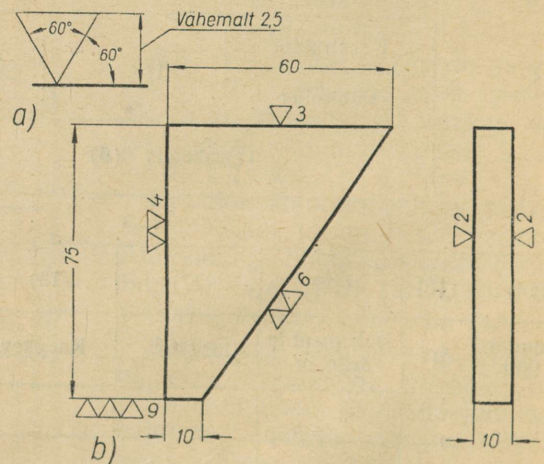
Joonistel 41 ja 42 on kujutatud sama detaili visand ja joonis nende vahelise erinevuse selgitamiseks näitliku võrdlemise teel.

Märgime ära, et ruudulise kirjabaperi kasutamine kergendab tunduvalt visandi valmistamist. Telg-, kontuur-, mõõt-, distants- jt. jooned tõmmatakse piki paberil olevat võrku; ringjoonte tsentrid paigutatakse võrgujoonte ristumiskohtadesse.

§ 10. PINNASILEDUSE MÄRKIMINE JOONISTEL

Peale detaili töötlemist tööpinkidel, aga ka peale valamist või raiumist jäävad detaili pinnale mitmesuguse suurusega ebatasasused. Mida suurem on nende ebatasasuste kõrgus, seda karedamaks loetakse detaili pinda.

Detailide pinnad võivad olla mitmesuguse siledusega. Näiteks, tööpinkide ja mehhanismide sellised detailid, mida tööline peab puutuma kätega (kangide käepidemed, käsirataste pidemed jt.), valmistatakse sileda pinnaga — konarusteta ja teravate servadeta, et need töötamisel ei vigastaks kätt. Liuguvad detailid (libisevad üksteisel)



Joon. 43. Pinnasileduse leppeline märkimine joonisel

valmistatakse veelgi siledamad. Milline peab olema ühe või teise detaili pinnasiledus, otsustab konstruktor, arvestades seejuures detaili töötingimusi masinas.

Detailide pinnasiledust märgitakse joonistel riikliku standardiga kehtestatud leppemärkide abil.

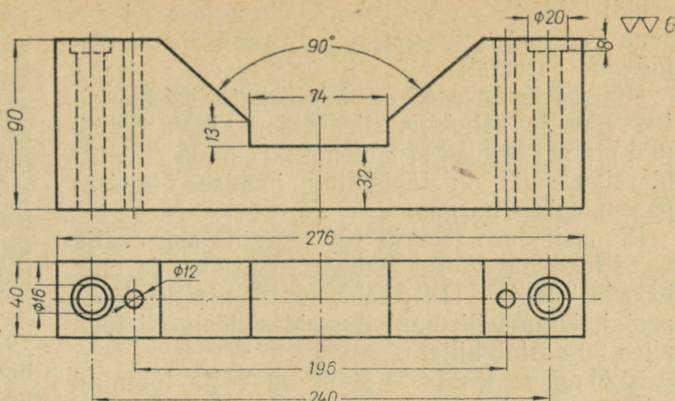
Mõned detailide pinnad jäetakse mõnikord selliseks, nagu need saadakse valamisel, stantsimisel või raumisel. Selliseid pindu nimetatakse *m u s t a d e k s*. Juhtudel, kui must pind tuleb allutada vähesele töötlemisele — puhastamisele jämeda viiliga, jämedateralise smirgliga või treimisele, et kõrvaldada märgatavad konarused, ebatasasused, kised — tehakse joonistele märk ~.

Detailide pinnad, mis vajavad hoolikamat töötlemist, tähistatakse võrdkülgsete kolmnurkade kujuliste märkidega (joon. 43, a), mis näitavad siledusgruppi, ja numbritega, mis näitavad siledusklassi (joon. 43, b). (Kolmnurgad kujutavad endast nagu lõiketera lihtsustatud kujutist ja peavad «toetuma» ühe tipuga töödeldava pinna kujutisele.)

Riikliku standardiga 2789-51 on kehtestatud 14 siledusklassi. Pinnad, millel konaruste keskmine kõrgus on piirides 0,125 kuni 0,2 mm, kuuluvad esimesse siledusklassi. Teine siledusklass lubab juba väiksemat konaruste keskmist kõrgust — piirides 0,063 kuni 0,125 mm, jne.; mida kõrgem on siledusklass, seda väiksem on konaruste kõrgus, ja järelikult, seda siledam on pind.

Alltoodud tabelis on antud kõigi 14 siledusklassi tähised.

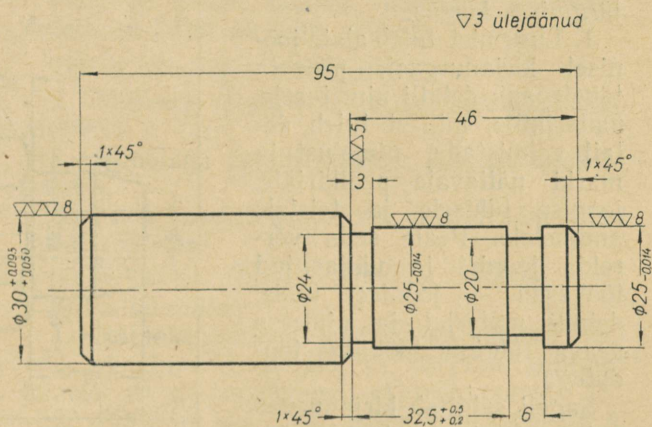
Klassi nr.	Tähis	Antud pinnasileduse saamise meetodid
1.	▽1	Koorivtreimine, hõõveldamine, freesimine.
2.	▽2	Töötlemine jämeda viiliga, abraasiivkettaga.
3.	▽3	Puurimine.
4.	▽▽4	Siluvtreimine, hõõveldamine, sisetreimine, freesimine, süvistamine, viilimine peenviiliga, kaabitsemine, puurimine.
5.	▽▽5	
6.	▽▽6	
7.	▽▽▽7	Peentreimine, puhas ja viimistlushõõritsemine, lihvimine, viilimine siidviiliga, kammlõikamine, kaabitsemine.
8.	▽▽▽8	
9.	▽▽▽9	
10.	▽▽▽▽10	Peenlihvimine, puhas- ja viimistluspoleerimine.
11.	▽▽▽▽11	
12.	▽▽▽▽12	
13.	▽▽▽▽13	
14.	▽▽▽▽14	Käsitsi ja masinaga viimistlemise protsessid.



Joon. 44. Pealkiri joonise ülemises parempoolses nurgas näitab, et detaili kõik pinnad peavad olema 6. klassi siledusega

Kui ruumipuuduse pärast ei saa pinnasiledusmärki kanda kontuurjoonele, siis kasutatakse distantsjoonte tüüpi abijooni või paigutatakse see distantsjoonele (joon. 43). Numbrid, mis näitavad pinnasileduse klassi, märgitakse kolmnurkadest paremale, kaldpindadele paigutatud märgi puhul kirjutatakse number vastavalt mõõdetete kandmise reeglitele (märk $\nabla\nabla 6$ joonisel 43).

Kui detaili kõigi elementide pinnad peavad olema ühesuguse siledusega, kantakse pinnasiledusmärki joonise parempoolsesse ülemisse nurka (joon. 44). Suurema selguse saamiseks lubatakse pinnasiledusmärgile lisada sõna «üleni», näiteks « $\nabla\nabla 6$ üleni».



Joon. 45. Pealkiri « $\nabla 3$ ülejäanud» näitab, et siledusmärgita pinnad peavad olema 3. klassi siledusega

Kui joonise ülemises parempoolses osas on pinnasiledusmärgi kõrvale kirjutatud «ülejäanud», siis see tähendab, et detaili kõik pinnad peale nende, millele on kantud (nende kujutistel)

eraldi tähised, peavad olema ühesuguse siledusega ja nimelt sellisega, mis on pealkirjast «ülejäanud» vasemal.

Näiteks joonisel 45 on detaili kujutisel märgitud viies ja kaheksas siledusklass, kõik ülejäanud pinnad peavad aga olema kolmanda siledusklassiga, mis on tähistatud joonise ülemises parempoolses nurgas.

Pinnasileduse teooria töötas esimesena välja vene teadlane V. L. Tšebõšev. Ettekande oma teooriast tegi V. L. Tšebõšev 16. aprillil 1874. aastal, kuna välismaal ilmusid sellealased tööd alles 60 aastat hiljem.

Nõukogude teadlaste poolt on välja töötatud mitmesugused seadmed detailide pindade sileduse määramiseks, näiteks: V. M. Kisseljovi profilomeeter, B. M. Levini profilograaf, akadeemik V. P. Linniku kahekordne mikroskoop jt.

§ 11. MILLISES JÄRJEKORRAS TULEB LUGEDA JOONISEID JA VISANDEID

Eespool oli juttu sellest, kuidas kujutatakse jooniseil detaile, kuidas tuleb aru saada joonestatud detailide vaadetest, et nende põhjal luua ettekujutus detailist endast. Samuti oli juttu sellest, kuidas kantakse joonistele mõõteid ja millised reeglid kehtivad nende lugemiseks, milliseid pealkirju tehakse joonistele, kuidas tähistatakse pinnasiledust.

Neist teadmistest on küllalt, et mõista lihtsaid jooniseid, millede järgi töötatakse õppetöökodades. Detailide tööjooniseid tuleb lugeda järgmises korras.

1. Lugemist tuleb alata joonisel kirjanurgast, pöörata tähelepanu detaili nimetusele, materjalile, millest tuleb detail valmistada, nimetust ja marki näitavale pealkirjale, joonise tähisele ja teistele andmetele. Peale seda võrrelda joonist ja väljaantud töökäsku — joonise tähis, detaili materjal ja nimetus peavad ühtima töökäsu toodutega.

Sageli selgitab kirjanurgas antud nimetus teataval määral detaili kuju, näiteks: rõngas, sõrm, plaat, kann, telg jne.

2. Tähelepanelikult vaadata joonist ja selgitada, millised detaili vaated sellel on kujutatud, milline neist on

eestvaade, millised vaated veel on joonisel antud (vaade vasakult, pealtvaade jne.) detaili kuju täielikuks määramiseks.

Detaili kuju määramiseks tutvutakse üksikasjaliselt iga vaatega ja siis vaadatakse neid omavahel seotuna (sellest vt. § 4). Seda, mida ei saa selgitada ainult eestvaate abil, tuleb otsida teistelt vaadetelt. Vaadeldes joonisel kujutatud vaateid, püüda mõttes ette kujutada detaili kuju kõigis üksikasjus.

3. Leida joonisel kõik detaili mõõted, mis on vajalikud selle valmistamiseks; tutvuda antud mõõdetest lubatud kõrvalekaldumistega (kui need on joonisel antud). Tähelepanelikult vaadata, millise detaili elemendi juurde kuulub iga joonisel antud mõõde.

4. Tutvuda pinnasiledusmärkidega (vt. § 10) ja nende järgi määrata detaili elemendi pinna sileduse klass.

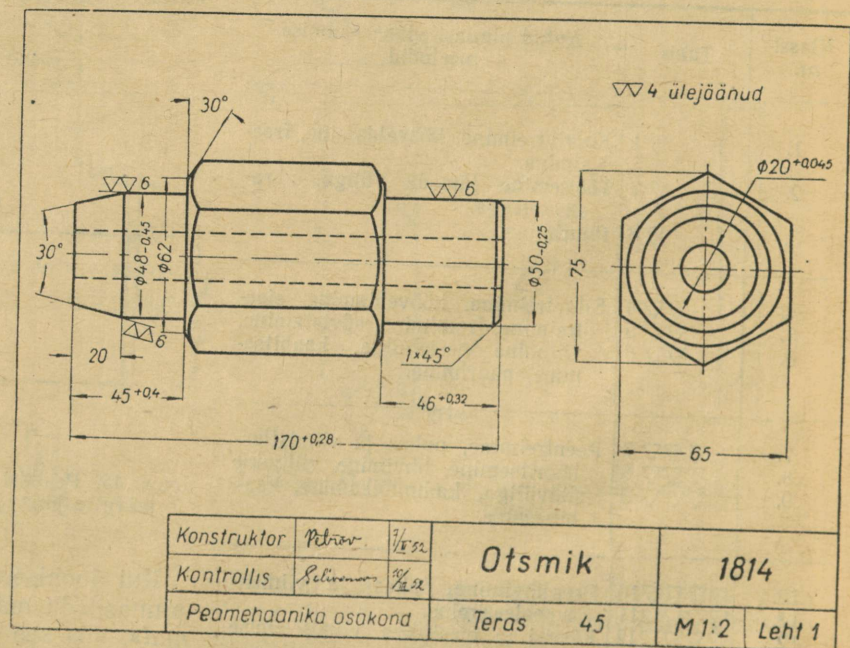
Joonise ja selle juurde kuuluva tehnilise dokumentatsiooni (tehnoloogiline või instruksioonikaart) põhjal kujutada ette detaili töötlemisprotsessi.

Näitena käsitleme joonisel 46 toodud joonist.

1. Joonise kirjanurgast selgub, et detaili nimetatakse otsmikuks ning see peab olema valmistatud terasest mark 45; joonise tähis — 1814.

2. Joonis on valmistatud kahes vaates; vasakul asub eestvaade, selle kõrval — vaade vasakult.

Määrame detaili kuju, jagades selle mõttes



Joon. 46. Otsmiku joonis. Näide detaili tööjoonisest

üksikuiks elementideks. Vaatleme algul äärmist vasakpoolset elementi; eestvaatel on sellel trapsikujuline piirjoon, vaatel vasakult on see aga kujutatud kahe ringjoonega (ümmargune ots ja ümmargune alus). Selline kujutis saab olla ainult tüvikoonusel. Teine element on eestvaatel täisnurkse, vaatel vasakult aga ümmarguse kontuuriga, mis koos märgiga \emptyset viitab selle silindrilisele kujule.

Kolmanda elemendi kuju määratakse samuti selle kahe kujutise kõrvutamisega. See element on kuuetaahulise prisma kujuline, mille mõlemas otsas on koonilised faasid. Eestvaatel kujutatud kõverjooned ja vaatel vasakult kõige suurem ringjoon tekkisid kuuetaahulise prisma otste kooniliseks treimisel. Viimase elemendi kuju selgitamisel juhindume ainult selle kujutisest eestvaatel ja märgist \emptyset , kuna vaatel vasakult see element ei ole nähtav. Täisnurkne kontuur ja läbimõõdumärk viitavad selle elemendi silindrilisele kujule. Kriipsjooned eestvaatel ja väikseim ringjoon vaatel vasakult kujutavad läbiulatuvat silindrilist ava.

3. Selgitame detaili iga elemendi mõõted. Koonilise elemendi suurem alus on läbimõõduga $48_{-0,45}$ mm, tüvikoonuse pikkus 20 mm, koonuse tipunurk 30° . Silindrilise elemendi läbimõõt on $48_{-0,45}$ mm, silindrilise elemendi pikkus on antud koos koonuse pikkusega — $45^{+0,4}$ mm. Mõõdet $45^{+0,4}$ mm kasutab treial detaili silindrilise vasakpoolse otsa treimiseks läbimõõtu $48_{-0,45}$ mm (koonilisus treitakse pärast silindri treimist). Kuuetaahulise elemendi mõõted on kantud vaatele vasakult: paralleelsete tahkude vahe on 65 mm ja vastasservade vahe — 75 mm; otsservadelt tuleb maha võtta 30° nurga all faasid kuni läbimõõduni $\emptyset 62$. Kuuetaahulise elemendi pikkust joonisele kantud ei ole, see on «vaba mõõde» ja kujuneb välja pärast seda, kui on saadud mõõted $45^{+0,4}$, $45^{+0,4}$, $46^{+0,32}$ ja $170^{+0,28}$ mm. «Vaba mõõde» kuulub detaili selle elemendi juurde, millel on lubatud suurimad kõrvalekaldu mised nimimõõdetest. Detaili parempoolse otsa silindrilise elemendi läbimõõt on $50_{-0,25}$ mm, selle pikkus — $46^{+0,32}$ mm, lõpuossa on treitud kooniline faas, mille kõrgus on 1 mm ja tipunurk 45° .

Läbiulatava ava läbimõõt on $20 + 0,045$ mm.

4. Koonilisele ja mõlemale silindrilisele pinnale on kantud kuuenda siledusklassi tähis.

Pealkiri joonise ülemises parempoolses osas $\nabla\nabla 4$ ülejäanud» näitab, et kõik ülejäanud pinnad, välja arvatud detaili kujutistel märgitud ja nimelt: detaili otsad, kuuetaahuline pind ja ava, peavad vastama neljandale siledusklassile.

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Milliseid jooniseid nimetatakse tööjoonisteks?
2. Millised võimalused on olemas detaili kuju sõnades selgitamiseks ja kirjeldamiseks joonise järgi?
3. Millise reegli järgi paigutatakse detaili kujutised (vaated) joonisel?
4. Milliseid joonisel kasutatavaid jooni te teate ja milline on iga joone otstarve?
5. Millistes ühikutes väljendatakse mõõteid masinaehitusosalistel joonistel (kui mõõtjarvu juurde ei ole märgitud mõõtühikut)?
6. Milline reegel kehtib vertikaalsetele mõõtjoonte paigutatud mõõdete lugemisel?
7. Kuidas tuleb asetada joonis enda ette lugemise ajal?
8. Kuidas tuleb mõista mõõtjarvu ette asetatud märki \emptyset ?
9. Mida tähendab mõõtjarvu ette kantud täht R ?
10. Miks pannakse mõõtjarvu juurde numbrid pluss ja miinus märgiga, näiteks $250_{-0,10}^{+0,15}$?
11. Kuidas te mõistate joonisel tähist $M 1:2$?
12. Millises joonise osas asuvad andmed materjali kohta, millest detail valmistatakse, detaili nimetus, tähistus ja teised andmed?
13. Mille poolest erineb visand joonisest?
14. Kuidas tuleb mõista jooniseil märke, mis koosnevad kolmnurkadest ja numbritest nende kõrval?
15. Kuidas mõista tähistust « $\nabla\nabla 6$ ülenis»?
16. Millistel juhtudel kantakse joonisele märk \sim ?
17. Mida tähendab pealkiri joonise ülemises parempoolses nurgas « $\nabla\nabla 4$ ülejäanud»?
18. Millises järjekorras tuleb lugeda detaili joonist?

Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Määrake detaili iga elemendi kuju, vaadeldes üheaegselt pilti ja joonist.

Näidake pildil suunad, millistes vaates detaili, et kujutada selle vaateid.

Töö 2. Vastake küsimustele:

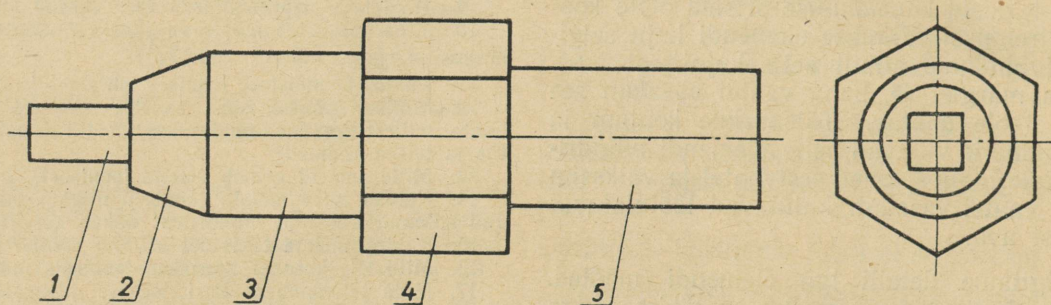
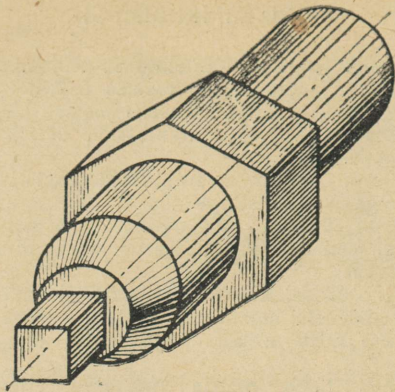
1. Millised detaili vaated on kujutatud joonisel?
2. Nimetage detaili mõõted: kõrgus, laius ja paksus.
3. Mida kujutab kriipsjoon, mis on tõmmatud «pealtvaatele»?
4. Nimetage detaili väljalõike mõõted.

Täita ülesanne:

1. Näidake joonisel: a) nähtava kontuuri jooned; b) sümmeetriateljed; c) varjatud kontuuri jooned; d) distantsjooned; e) mõõtjooned.
2. Pildil on osa pindu märgitud tähtedega A, B, C, D, E . Leidke joonisel nende pindade kujutised ja kandke neile üle tähed.
3. Näidake joonisel, millistele detaili kohtadele kuuluvad joonisel toodud mõõted.

Töö 3. Vastake küsimustele:

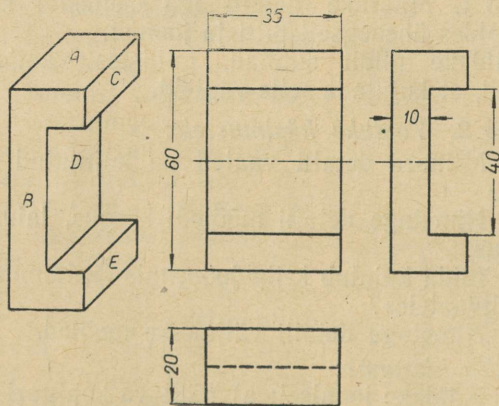
1. Kuidas nimetatakse joonisel kujutatud detaili?



Töö 1 juurde

2. Millisest materjalist tuleb detail valmistada?
3. Nimetage joonise tähis.

9. Millisele siledusklassile peavad vastama detaili pinnad?
10. Kas on lubatud mõõte $\varnothing 10_{-0,01}$ suurendamine?



Töö 2 juurde

4. Millises mõõdus on joonis valmistatud?
5. Kas saab joonisel kujutatud detaili kuju määrata ühe vaate abil? Mis asendab siin teisi vaateid?
6. Mis tähendab pealkiri $1 \times 45^\circ$?
7. Arvutage vasakpoolse silindrilise elemendi läbimõõdu $\varnothing 6_{-0,5}^{+0,2}$ piirmõõted.
8. Määrake detaili iga elemendi kuju ja mõõted.

Töö 4. Vastake küsimustele:

1. Millised detaili vaated on kujutatud joonisel?
2. Mitu auku tuleb puurida detailisse?
3. Määrake joonise järgi, kas augud peavad olema läbiulatuvad või mitte.
4. Milline on aukude tsentrite vahekaugus (vt. joonist)?
5. Kas võib piltjoonisele kantud mõõdete järgi detaili valmistada?
6. Kas joonisel toodud kaks vaadet on küllaldased detaili ettekujutamiseks?

Täita ülesanne:

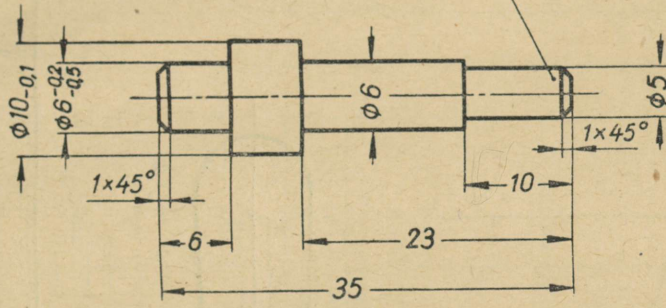
1. Koostada antud joonisele kirjanurk abitoodangu toodete jaoks koostatud vormi kohaselt. Kirjanurka võtta järgmised andmed: detaili nimetus — «Lõug», tähistus — «2. 14. 23», materjal — «teras 20», joonise mõõt «1 : 1», joonis valmistatud peamehaanika osakonna poolt.
2. Valmistada detaili kõik vajalikud vaated ja kanda neile üle mõõted pildilt.

Töö 5. Vastake küsimustele:

1. Nimetage joonise tähistus.
2. Kuidas nimetatakse joonisel kujutatud detaili?

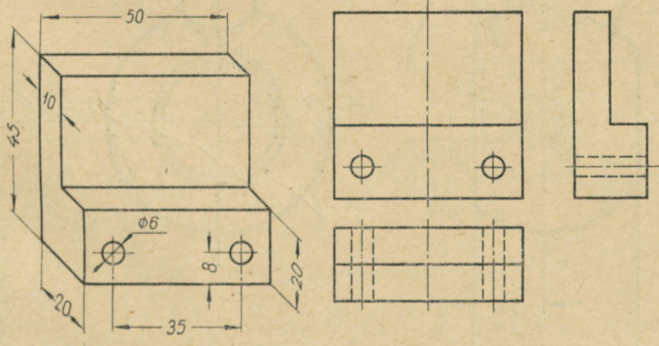
▽3 üleni

Neetida montaažil
detailiga 1.21.29



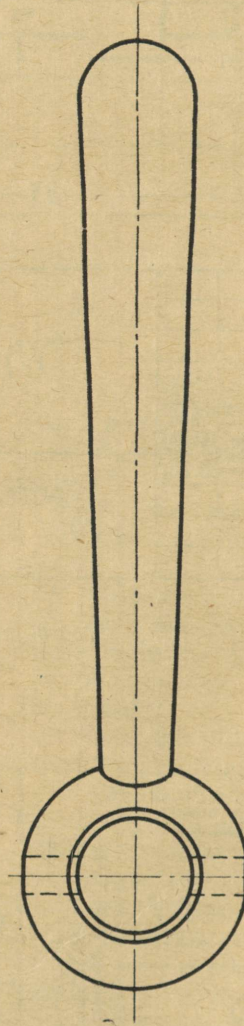
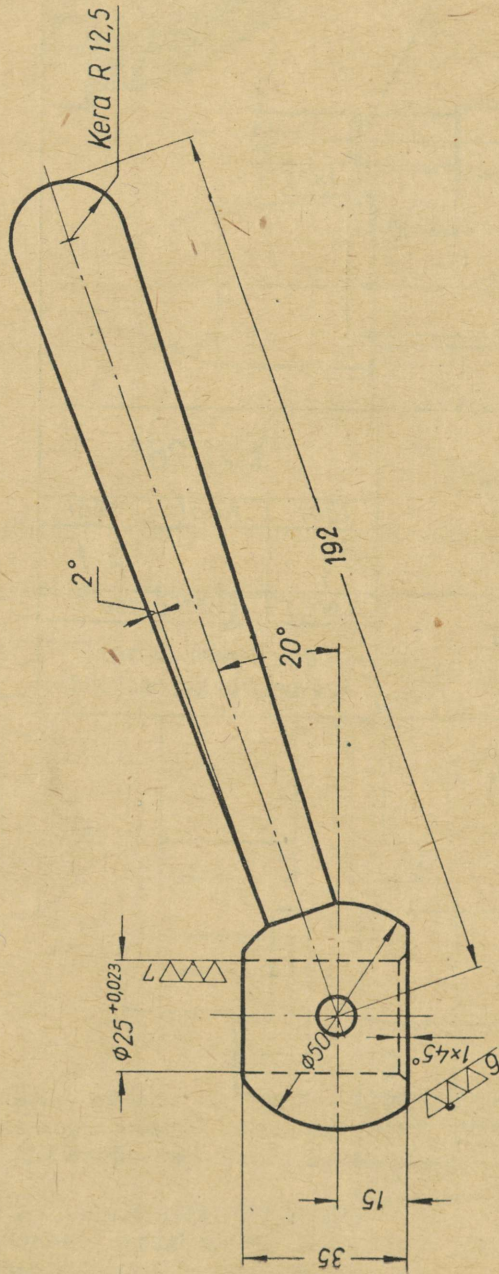
					Tihvt	1. 21. 28		
						Täht	Kaal	Mõõt
Muud. täht	Arv	Dokum. N°	Allkiri	Kuup.		A		2:1
Konstr.	Ivanov	Ivanov	Ivanov	7.I.52				
Van. ins.	Fedorov	Fedorov	Fedorov	10.I.52				
Kopeeris	Silina	A. Silina	A. Silina	15.I.52				
					Teras 45 ГОСТ В 1050-41	Leht 1	Lehti üldse 1	
						Lenini nim. tehas Peakonstruktori osakond		

Töö 3 juurde



Töö 4 juurde

▽5 Ülejäänud



Montaažil lõigata koonus-tihvtile 8x50
ГОСТ 3129-46

Mõeld. lüh.		Arv	Dokum. ja N°	Alkiri	Kõu- pöev
Konstr.		Sergejev	Sergejev	Sergejev	5.I.52
Sekt. juh.		Minaikov	Minaikov	Minaikov	5.I.52
Kopeeris		Maslov	Maslov	Maslov	10.I.52
2.16.81					
Täht		Kaal	Mõõt		
A		0,859	1:1		
Leht 1		Lehti üldse 1			
Supardi käepide			Teras 45 ГОСТ B 1050-41		
Lenini nim. tehas PKO					

3. Millisest materjalist tuleb detail valmistada (selgitada pealkirja «ГОСТ В 1050-41» mõte)?

4. Millises mõõdus on joonis valmistatud?

5. Millised detaili vaated on joonisel kujutatud?

6. Milline on detaili pea kuju?

7. Millistest geomeetrilistest kehadest detail koosneb?

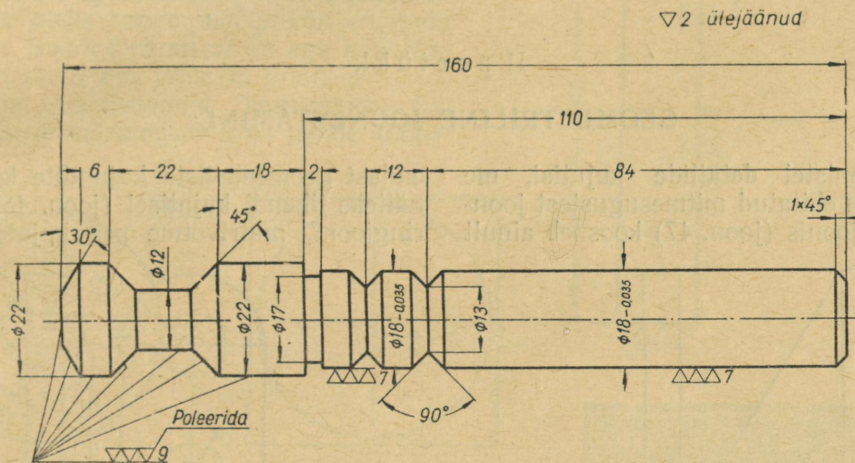
Töö 6. Vastake küsimustele:

1. Millistest geomeetrilistest kehadest detail koosneb?

2. Kui pikalt tuleb võlli treida läbimõõtu 18 mm?

3. Kui suur on võlli suurim läbimõõt?

4. Mille juurde kuuluvad joonisele kantud nurgamõõted 30, 45, 90°?



Töö 6 juurde

8. Millise nurga all on suunatud detaili käepide?

9. Kas detailis on avasid?

10. Kuhu tuleb detailil teha kooniline faas?

11. Mille juurde kuulub eestvaatele kantud mõõde 15?

12. Selgitage kõigi joonisel esinevate mõõdete otstarve.

13. Arvutage suurema ava läbimõõdu piirväärtused.

14. Millise siledusega peavad olema pea, käepideme ja avade pinnad?

5. Mitu soont tuleb detailile treida? Milline peab olema nende kuju?

6. Mille juurde kuulub mõõde $\varnothing 17$?

7. Arvutage läbimõõdu $\varnothing 18_{-0,035}$ suurim ja väiksem mõõde.

8. Kui suur on võlli väiksem läbimõõt?

9. Millised detailid peavad olema seitsmenda siledusklassiga?

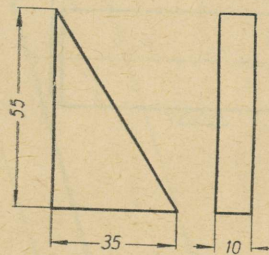
10. Kas võllil on üheksanda siledusklassiga pindu?

11. Kuidas mõista pealkirja «▽2 ülejäänud» joonise parempoolses ülemises nurgas?

II peatükk

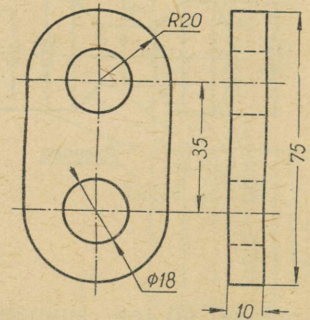
GEOMEETRILINE JOONESTAMINE

Vaadeldes joonistel detailide kujutisi, me näeme, et need on ehitatud mitmesugustest joonetest. Näiteks toe joonis (joon. 47) koosneb ainult



Joon. 47. Toe joonis. Detaili vaated koosnevad ainult sirgetest joonetest

endast geomeetriliste kujundite kombinatsioone, näiteks tihendi kujutisel (joon. 48) näeme mitut ringjoont, mutrivõtme pea kujutamise joonisel

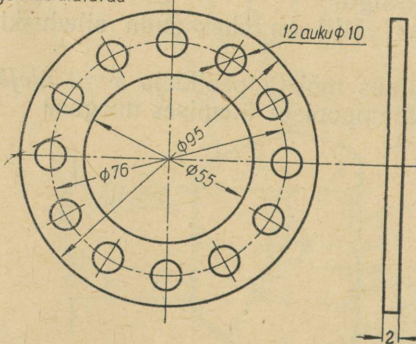


Joon. 49. Plaadi joonis

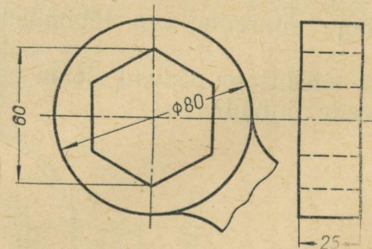
sirgetest joonetest; tihendi joonis (joon. 48) — ringjoontest, plaadi joonisel (joon. 49) leiame aga mõlemaid, s. t. nii sirgeid kui ka ringjoonte kaari.

nõuab aga geomeetrilise kujundi — ringjoone ja korrapärase kuusnurga — väljajoonestamist (joon. 50).

Augud läbiulatuvad



Joon. 48. Tihendi eestvaade koosneb ainult ringjoontest



Joon. 50. Mutrivõtme pea joonis koosneb ringjoonest ja kuusnurgast

Sageli on detaili kujutiseks joonisel geomeetiline kujund või kujundid, näiteks toe puhul (joon. 47) kolmnurk ja nelinurk.

Veel sagedamini esineb vaateid, mis kujutavad

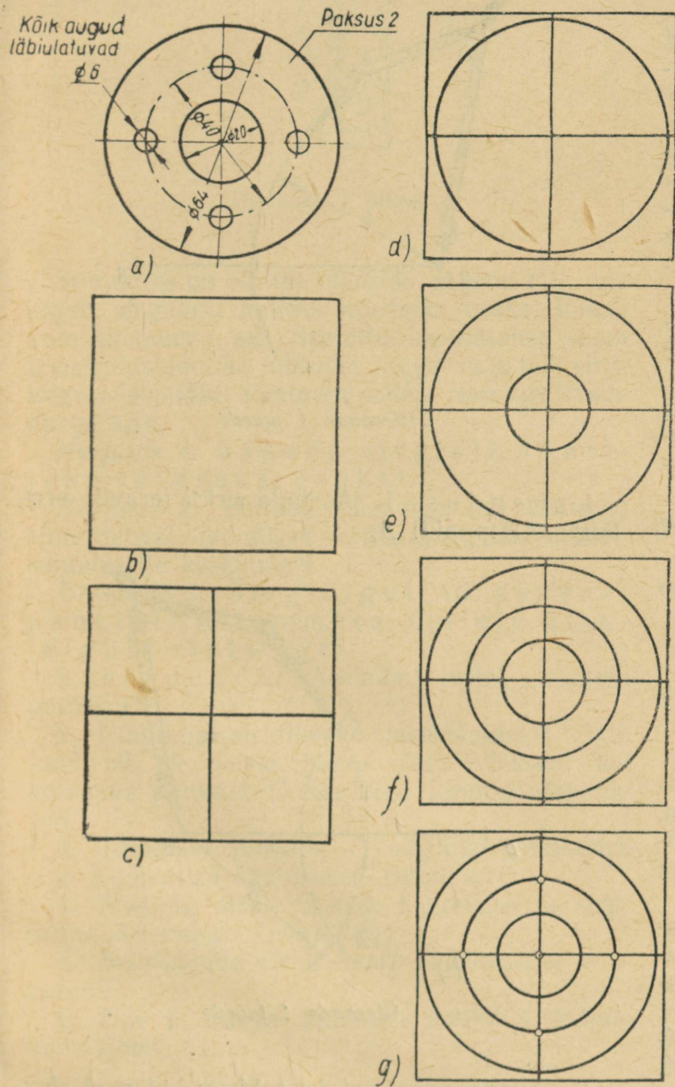
Need näited osutavad, et jooniste tegemiseks nii paberile kui ka metallile (tasapinnaline märkimine) peab oskama mitmesuguseid geomeetrisi kujundeid joonestada sellises ühenduses, nagu see on tarvilik detaili kujutamiseks. Seda võib saavutada geomeetrilise joonestamise

võtete tundmaõppimisega, millest on juttu käesolevas peatükis.

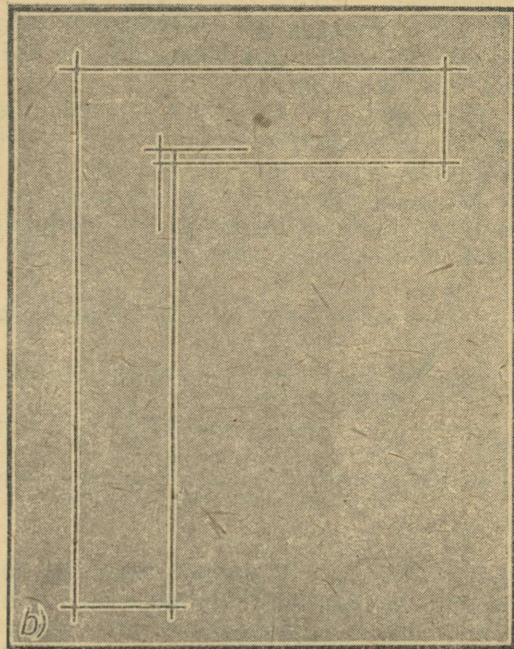
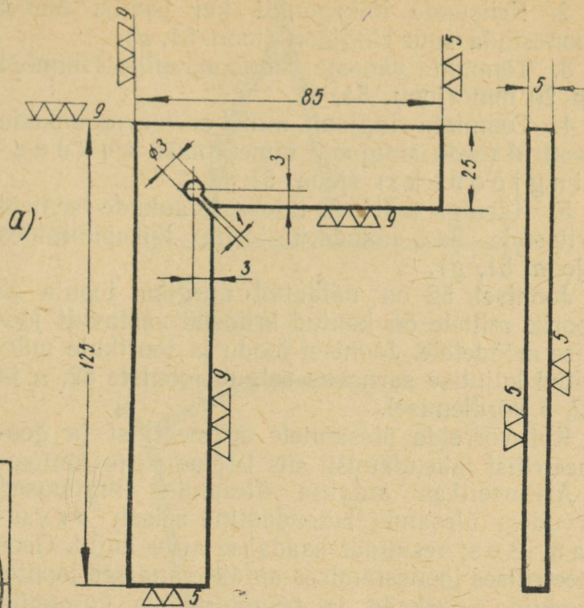
Geomeetriliseks joonestamiseks nimetatakse ülesande sellist lahendamise viisi, kus vajalik resultaat (vastus) leitakse graafilisel teel (sirkli ja joonlauaga teostatud operatsioonide teel), kasutamata mingisuguseid arvutusi.

Kui näiteks on vaja jagada sirglõik konstruktiivsel teel kaheks võrdseks osaks, siis võib selle ülesande lahendada ainult sirkli ja joonlaua abil, ilma et oleks vaja mõõta või arvutada lõigu pikkust. Saadud resultaat on aga küllal täpne, et rahuldada praktika nõudeid.

Geomeetrilist joonestamist kasutatakse ka detailide toorikute märkimisel enne nende tööt-



Joon. 51. Operatsioonide järjekord detaili märkimisel



Joon. 52. Joonis ja märgitud toorik

lemist. Märkimisprotsess on paljus ühtiv joonestamisega. Näiteks joonisel 51, a kujutatud seibi valmistamiseks võib lehtterasest nelinurkse tooriku (joon. 51, b) märkida järgmiselt.

1. Läbi tooriku tsentri tõmmata kaks täisnurga all lõikuvat kriipsu (joon. 51, c; tsentri määrab kriipsude lõikepunkt).

2. Kriipsude lõikepunkti kui tsentri ümber joonestada suur ringjoon (joon. 51, *d*).

3. Tõmmata väikene ringjoon, mille läbimõõt on 20 mm (joon. 51, *e*).

4. Tõmmata ringjoon, millel asetsevad aukude tsentrid (seda ringjoont nimetatakse aukude ringjooneks) (joon. 51, *f*).

5. Kärniga märkida tulevaste aukude tsentrid kriipsude ja aukuderingsjoone lõikepunktides (joon. 51, *g*).

Joonisel 52 on näidatud nurgiku joonis ja toorik, millele on kantud kriipsud vastavalt joonise mõõdetele. Joonisel toodu ja toorikule märgitud kujutise sarnasus selgub jooniste 52, *a* ja 52, *b* võrdlemisel.

Kui võrrelda ülesannete aritmeetilist ja geometrilist lahendamist, siis leiame palju ühtivat.

Aritmeetikas antakse ülesande tingimused arvudes; ülesande lahendamine seisab arvutamises; resultaati saadakse arvu kujul. Geomeetrisel joonestamisel antakse andmed joonte, punktide ja tasapinnaliste kujundite näol; ülesande lahendamine kujutab endast geomeetrisel konstruktsiooni ehitamist; lahendamise resultaadina saadakse samuti geomeetrisel elemendid: jooned, punktid või kujundid.

Ülesannete ja harjutuste lahendamisel geomeetrisel konstruktsioonide abil soovitatakse kasutada erineva jämedusega jooni.

Nii kasutatakse ülesande lähteandmete, joonte, nurkade ja teiste geomeetrisel kujundite joonestamisel pidevat peenjoont (joon. 53, *a*) —

- _____ a) Lähtejooned ja -kujundid
 - - - - - b) Abikonstruktsiooni jooned
 _____ c) Lahendi jooned

Joon. 53. Geomeetrisel konstruktsioonide valmistamiseks kasutatavad leppelised jooned

kaks kuni kolm korda peenemat kui konstruktsiooni resultaate kujutamiseks valitud joon. Abijooned, s. t. jooned, mis on vajalikud tõmmata ülesande lahendamisel, peavad olema kriips-punkt-jooned (joon. 53, *b*).

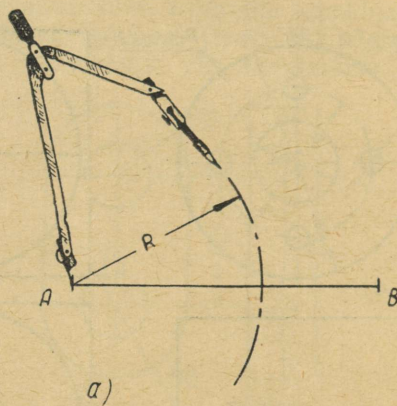
Konstruktsiooni resultaate (ülesande lahendite) esiletõstmiseks kasutatakse jämedaid täisjooni (joon. 53, *c*), s. t. need joonestatakse lähtejoontest jämedamatena.

Geomeetrisel konstruktsioonide joonestamisel tuleb taotleda võimalikult suurt korrektsust, sest sellest sõltub ülesande lahenduse täpsus. Peab jälgima, et sirgli teravik toetuks märgitud punkti, mitte aga selle kõrvale.

Ringide telgjooned lõikugu täpselt täisnurga all. Sirgete tõmbamisel läbi antud punktide tuleb asetada kolmnurk (või joonlaud) nii, et selle serv mööduks nende punktide lähedalt, aga neid ei läbiks; siis on mugavam tõmmata sirget läbi antud punktide. Geomeetrisel joonestamisel peab nii pliiatsi kui ka sirkli grafiit olema hästi teritatud.

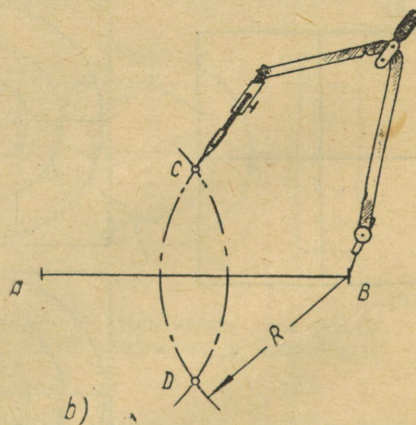
§ 12. JOONTE JA NURKADE EHITAMINE NING JAGAMINE

Ülesanne 1. Jagada sirglõik *AB* kaheks võrdseks osaks.



Ülesande 1 juurde

Lahendus: 1. Asetada sirkli teravik sirglõigu *AB* punkti *A*.



Ülesande 1 juurde

2. Avada sirkel natuke rohkem kui pool sirglõigu *AB* pikkust.

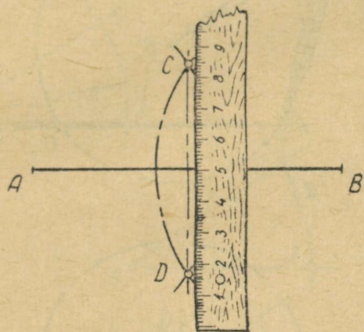
3. Tõmmata kaar, nagu on näidatud joonisel *a*.

4. Viia sirkli teravik sirglõigu teise otspunkti B ilma sirkli haaret muutmata.

5. Sama raadiusega R tõmmata punktist B kaar nii, et see lõikaks esimest kaart kahes punktis C ja D (joon. b).

6. Tõmmata läbi kaarte lõikepunktide sirge (joon. c).

Viimane jagab sirglõigu AB kaheks võrdseks osaks.



Ülesande 1 juurde

Siinjuures on oluline märkida, et joon CD , mis jagab sirglõigu kaheks võrdseks osaks, lõikab seda täisnurga all. Seetõttu kasutatakse sama konstruktsiooni ka juhtudel, kui on vaja läbi sirglõigu keskpunkti tõmmata sellele ristsirge (täisnurga all).

Harjutus 1. Jagada sirglõik AB neljaks võrdseks osaks¹.

Harjutus 2. Ehitada täisnurga all lõikuvad sümmeetriateljed nii, et vertikaaltelg läbiks horisontaaltelje keskpunkti.

Ülesanne 2. Sirglõigul AB asuvast punktist C tõmmata sellele sirglõigule ristsirge.

Lahendus: 1. Asetada sirkli teravik punkti C .

2. Nihutada sirkliharud meelevaldselt laiali, kuid nii, et nende haare oleks väiksem kui vahemaa punktist C sirglõigu lähima otspunktini.

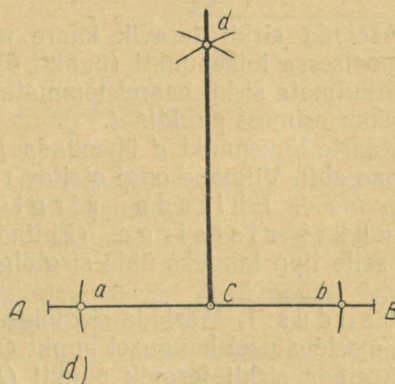
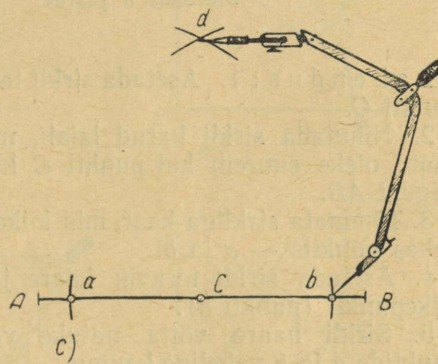
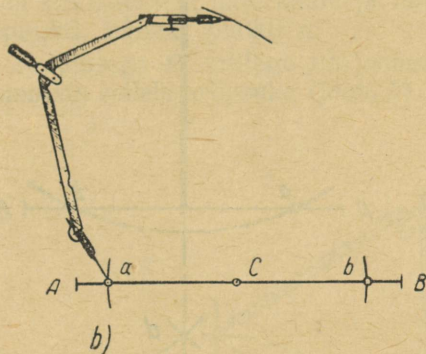
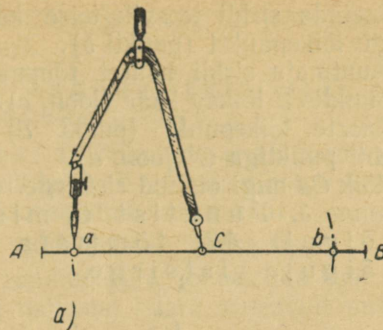
3. Tõmmata punktist C sirglõiku punktides a ja b lõikavad kaarekesed (joon. a).

4. Asetada sirkli teravik kaarekese ja sirglõigu lõikepunkti (punkti a).

5. Suurendada sirkli haare meelevaldse suuruseni.

6. Uue haardega tõmmata punkti C kohale kaar (joon. b).

¹ Harjutus tuleb täita iseseisvalt, kasutades sealjuures samu vahendeid, mille abil lahendati eelmine ülesanne.



Ülesande 2 juurde

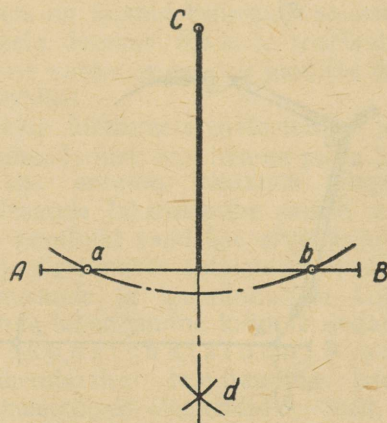
7. Asetada sirkli teravik teise kaarekese ja sirglõigu lõikepunkti (punkti *b*).

8. Muutmata sirkli haaret tõmmata esimest kaart punktis *d* lõikav kaar (joon. *c*).

9. Kaarte lõikepunkt (punkt *d*) ühendada sirge abil punktiga *C* (joon. *d*).

Sirglõik *Cd* ongi otsitud ristsirge.

Ülesanne 3. Punktist *C*, mis ei asu sirglõigul *AB*, tõmmata sellele sirglõigule ristsirge.



Ülesande 3 juurde

Lahendus: 1. Asetada sirkli teravik antud punkti *C*.

2. Nihutada sirkli harud laiali, nii et nende haare oleks suurem kui punkti *C* kaugus sirglõigust *AB*.

3. Tõmmata sirkliga kaar, mis lõikab sirglõiku kahes punktis — *a* ja *b*.

4. Asetada sirkli teravik kaare ja sirglõigu lõikepunkti (punkti *a*).

5. Sirkli haare võtta natuke väiksem kui punktide *a* ja *b* vaheline kaugus.

6. Selle haardega tõmmata sirglõigu alla kaar.

7. Asetada sirkli teravik kaare ja sirglõigu parempoolsesse lõikepunkti (punkti *b*).

8. Muutmata sirkli haaret tõmmata teine kaar, mis lõikab esimest punktis *d*.

9. Kaarte lõikepunkt *d* ühendada punktiga *C* sirgjoone abil. Viimane ongi otsitav ristsirge.

Ülesanne 4. Ehitada sirglõigu *AB* otspunkti ristsirge. (Ehitada täisnurk nii, et selle tipp langeks ühte sirglõigu otspunktiga.)

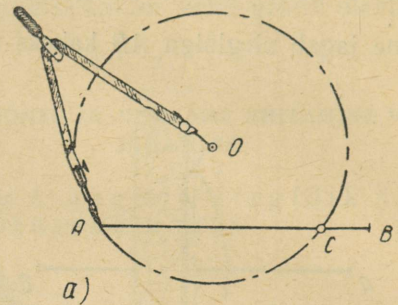
Lahendus: 1. Märkida sirglõigu *AB* kohale sellest meelevaldsel kaugusel punkt *O*.

2. Asetada sirkli teravik punkti *O*.

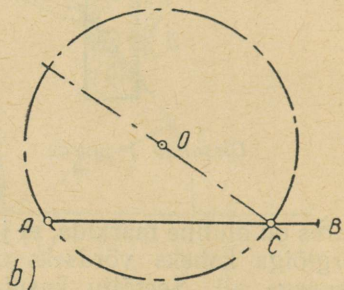
3. Sirkli harude haardeks võtta punkt *O* ja sirglõigu otspunkti *A* vaheline kaugus.

4. Selle haardega joonestada punkti *A* läbiv ja sirglõiku lõikav ringjoon (joon. *a*).

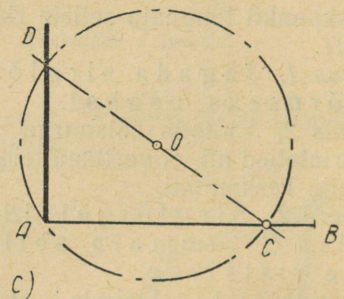
5. Läbi ringjoone ja sirglõigu lõikepunkti (punktid *C* ja *O*) tõmmata sirgjoon kuni ringjoone vastasküljeni (joon. *b*).



a)



b)



c)

Ülesande 4 juurde

6. Tõmmatud sirgjoone ja ringjoone lõikepunkt *D* ühendada punktiga *A* (joon. *c*).

Sirge *AD* ongi ülesande tingimuste kohaselt ehitatud ristsirge.

Ülesanne 5. Jagada nurk kaheks võrdseks osaks.

Lahendus: 1. Nihutada sirkli harud meelevaldselt laiali, kuid nii et sirkli haare *R* oleks joonestatud nurga haarast väiksem.

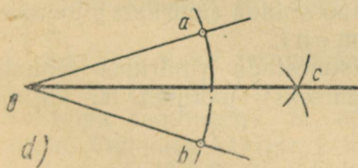
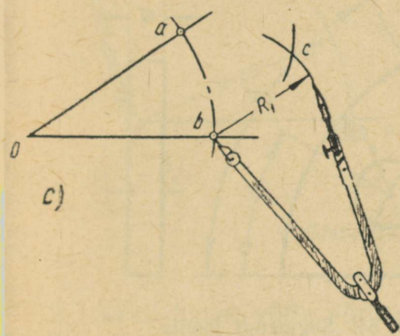
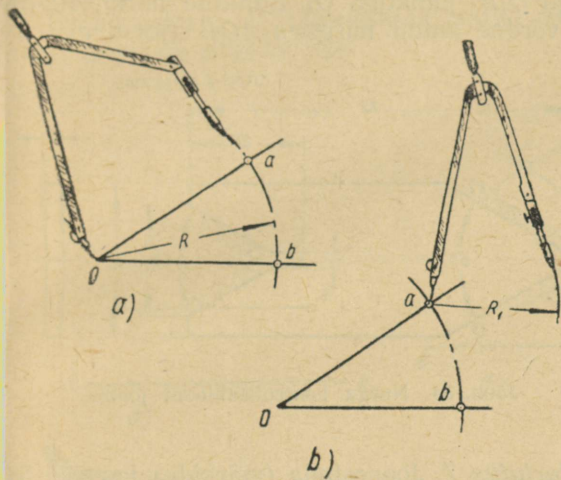
2. Asetada sirkli teravik nurga tippu, punkti *O*.

3. Raadiusega *R* joonestada kaar nii, et see lõikaks mõlemat nurga haara (joon. *a*).

4. Asetada sirkli teravik tõmmatud kaare ja nurga haara lõikepunkti *a*.

5. Avada sirkel natuke rohkem kui pool kaare ab pikkust.

6. Selle raadiusega R_1 tõmmata kaarest ab väljapoole kaar (joon. b).



Ulesande 5 juurde

Harjutus 4. Ehitada sirkli ja joonlaua abil 45° võrduv nurk.

Ulesanne 6. Jagada täisnurk kolmeks võrdseks osaks.

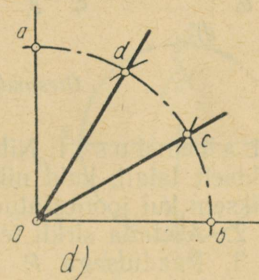
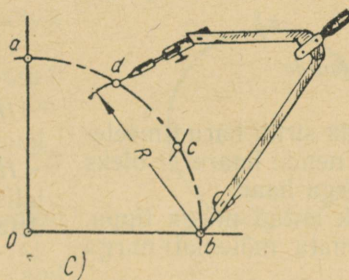
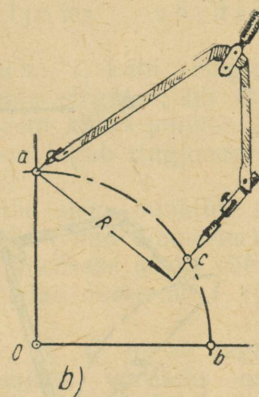
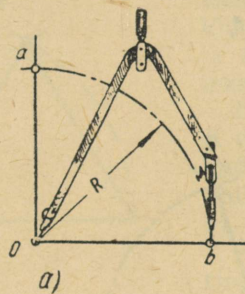
Lahendus: 1. Nihutada sirkli harud meelevaldselt laiali, kuid nii, et nende haare R oleks väiksem kui joonestatud nurga haar.

2. Asetada sirkli teravik nurga tippu.

3. Valitud raadiusega R joonestada kaar, mis lõikaks nurga mõlemat haara vastavalt punktides a ja b (joon. a).

4. Asetada sirkli teravik ühte kaare ja nurga haara lõikepunkti, näiteks punkti a .

5. Sama raadiusega R , millega on joonestatud kaar, tõmmata sellele kriipsuke (joon. b).



Ulesande 6 juurde

7. Viia sirkli teravik kaare ja nurga teise haara lõikepunkti, punkti b .

8. Sama raadiusega R_1 tõmmata teine kaar nii, et see lõikaks esimest kaart punktis C (joon. c).

9. Kaarte lõikepunkt C ühendada sirgjoone abil nurga tipuga O . Saadud sirgjoon OC jagabki nurga pooleks (joon. d).

Harjutus 3. Jagada nurk neljaks võrdseks osaks.

6. Asetada sirkli teravik kaare ja nurga teise haara lõikepunkti — punkti b .

7. Sama raadiusega R tõmmata kaarele teine kriipsuke (joon. c).

8. Lõikepunktide d ja c tõmmata nurga tippu O sirgjooned (joon. d).

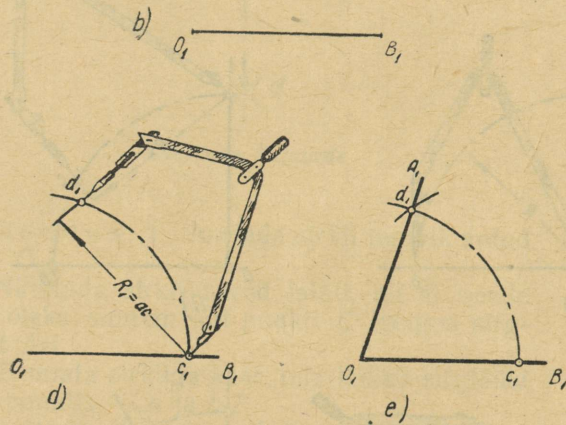
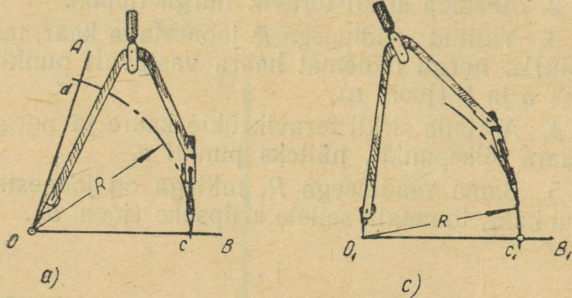
Jooned Od ja Oc jagavad täisnurga kolmeks võrdseks osaks. Ulesandes 6 näidatud võttega võib jagada kolmeks osaks ainult täisnurki.

Harjutus 5. Jagada täisnurk kuueks võrdseks osaks.

Harjutus 6. Ehitada sirkli ja joonlaua abil:

- a) nurk 30° ;
- b) nurk 60° ;
- c) nurk 120° .

Ülesanne 7. Ehitada antud nurgale võrdne nurk.



Ülesande 7 juurde

Lahendus: 1. Nihutada sirkli harud meelevaldselt laiali, kuid nii, et nende haare R oleks väiksem kui joonestatud nurga haar.

2. Asetada sirkli teravik antud nurga tippu.

3. Raadiusega R tõmmata mõlemat nurga haara lõikav kaar (joon. a).

4. Tõmmata meelevaldne sirglõik O_1B_1 . See sirglõik kujuneb uue nurga üheks haaraks (joon. b).

5. Asetada sirkli teravik lõigu O_1B_1 punkti O_1 .

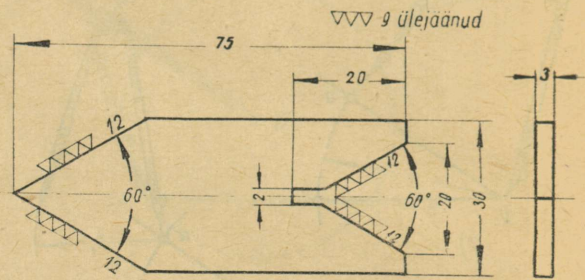
6. Tõmmata kaar sama raadiusega R , millega on tõmmatud kaar antud nurgale (joon. c).

7. Mõõta sirkliga kõõl dc — kaare ja antud nurga haarade lõikepunktide vaheline kaugus (punktide d ja c vahel).

8. Asetada sirkli teravik kaare ja lõigu lõikepunkti (punkti c_1).

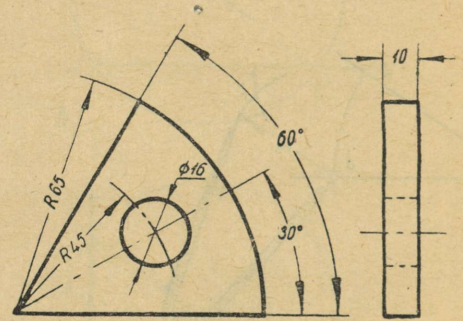
9. Raadiusega R_1 , mis võrdub punktide d ja c vahekaugusega, tõmmata kaarele kriipsuke (joon. d).

10. Lõikepunkt d_1 ühendada sirgjoone abil lõigu O_1B_1 punktiga O_1 . Ehitatud nurk $A_1O_1B_1$ on võrdne antud nurgaga AOB (joon. e).



Joon. 54. Nurga kontrollšabloni joonis

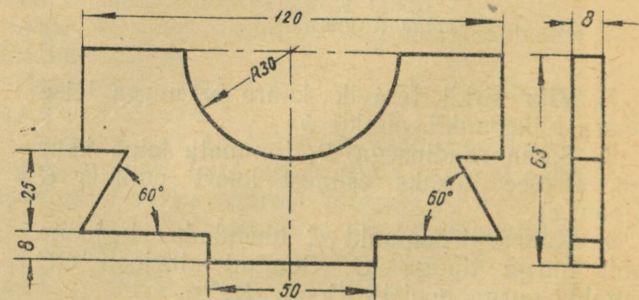
Harjutus 7. Joonestada (märkida) joonisel 54 kujutatud šabloon.



Joon. 55. Segmenti joonis

Harjutus 8. Joonestada (märkida) joonisel 55 kujutatud segment.

Harjutus 9. Joonestada (märkida lehtmaterjalist väljalõikamiseks) joonisel 56 kujutatud detail.

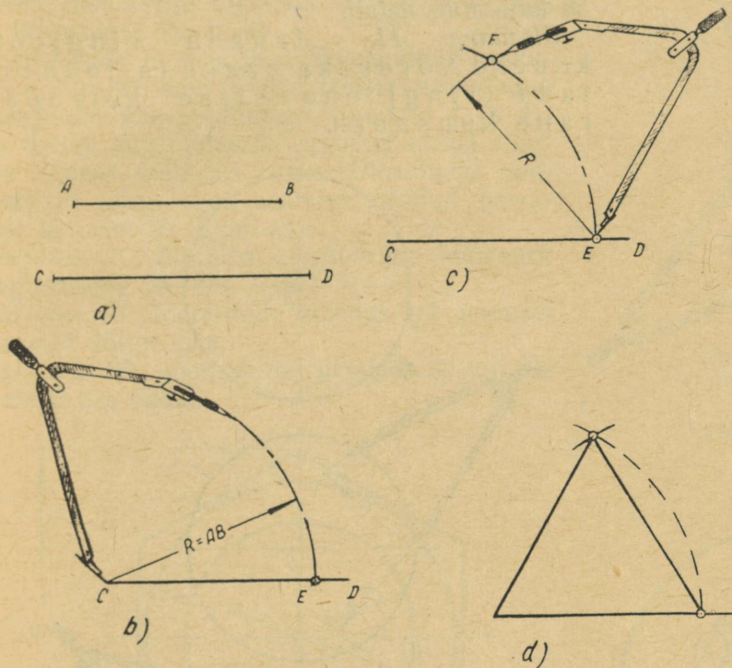


Joon. 56. Lehtmaterjalist valmistatava detaili joonis

§ 13. KOLMNURKADE EHTAMINE

Ülesanne 8. Ehitada võrdkülgne kolmnurk selle antud külje AB põhjal.

Lahendus: 1. Joonestada antud küljest natuke pikem sirglõik CD .



Ülesande 8 juurde

2. Sirkli haare võtta võrdsena antud mõõtele AB .

3. Asetada sirkli teravik sirglõigu CD punkti C ja tõmmata kaar nii, nagu on näidatud joonisel b .

4. Asetada sirkli teravik kaare ja lõigu CD lõikepunkti (punkti E).

5. Sama raadiusega R , mis võrdub antud mõõtele, tõmmata kaarele kriipsuke (joon. c).

6. Lõikepunkt F ühendada sirgjoonte abil punktidega C ja E (joon. d).

Saadud kujund ongi antud külje järgi ehitatud võrdkülgne kolmnurk.

Harjutus 10. Ehitada võrdhaarne kolmnurk järgmiste andmete põhjal: üks külg 50 mm, kaks teist külge 60 mm.

Harjutus 11. Joonestada mõõdus 1:1 joonisel 47 kujutatud tugi.

Harjutus 12. Joonestada suurendatud mõõdus kolmest võrdkülgsest kolmnurgast koosnev pinnasiledusmärk, kusjuures kolmnurga (suurendatud) külje pikkuseks võtta 20 mm.

§ 14. RINGJOONE JAGAMINE VÕRDSETEKS OSADEKS

Joonisel 48 on kujutatud tihend, mille 12 augu tsentrid asuvad ringjoonel $\varnothing 76$. Nagu joonisel selgub, on aukude tsentrite vahekaugused võrdsed. Järelikult selleks, et valmistada kirjeldatud tihendi joonist või märkida aukude tsentrid detailile selle valmistamisel, tuleb ringjoon jagada 12 võrdseks osaks. Jooniste valmistamisel kui ka tootmises detaili märkimisel esineb sageli vajadus jaotada ringjoont mitmesse omavahel võrdsesse ossa. Ringjoonte jagamine võib toimuda käesolevas paragrahvis vaadeldavale geomeetriliste konstruktsioonide teel.

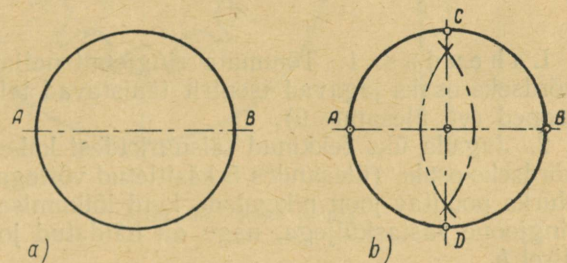
Ülesanne 9. Jagada ringjoon neljaks võrdseks osaks.

Lahendus: 1. Läbi ringjoone tsentri tõmmata sirgjoon, nii et see lõikaks ringjoont kahes punktis — A ja B . See joon jagab ringjoone pooleks (joon. a).

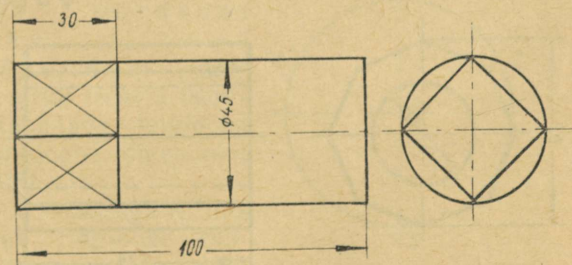
2. Tõmmatud sirge punktide A ja B vaheline lõik (ringi diameeter) jagada kaheks võrdseks osaks võttega, millega lahendati ülesanne 1 (joon. b).

Punktid A , B , C ja D jagavad ringjoone neljaks võrdseks osaks.

Harjutus 13. Joonestada ringi sisse ruut.



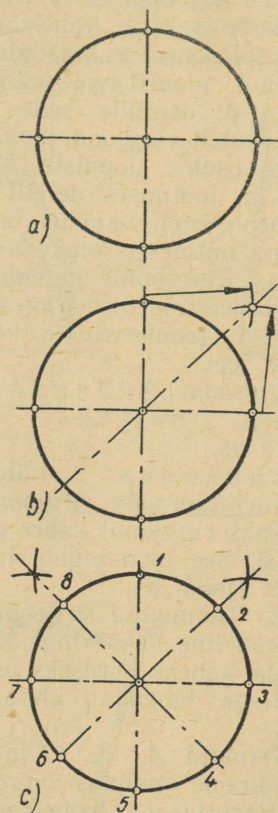
Ülesande 9 juurde



Joon. 57. Neljatahulise otsaga võlli joonis

Harjutus 14. Joonestada mõodus 1:1 neljatalulise otsaga võll (joon. 57).

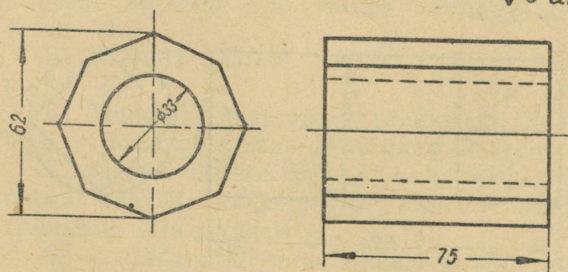
Ülesanne 10. Jagada ringjoon kaheksaks võrdseks osaks.



Ülesande 10 juurde

L a h e n d u s: 1. Tõmmata ringjoont neljaks võrdseks osaks jagavad tsentrit tähistavad telgjooned (vt. ülesanne 9).

2. Jagada üks tekkinud täisnurkadest kaheks võrdseks osaks (ülesandes 5 käsitletud võttega). Nurka poolitav joon pikendada kuni lõikumiseni ringjoone vastasküljega, nagu on näidatud joonisel b.



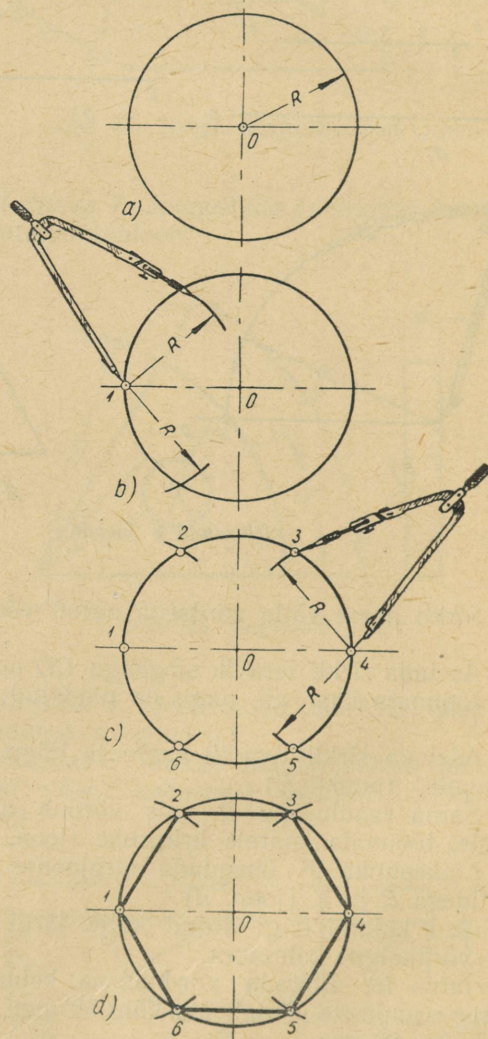
Joon. 58. Spetsiaalmutri tooriku joonis

3. Sama võttega poolitada ka kõrvunurk. Tulemusena saame ringjoonel neli jaotust kaldjoonte ja ringjoone lõikepunktides ja veel neli jaotust — tsentrit tähistavate telgjoonte ja ringjoone lõikepunktides (joon. c).

Harjutus 15. Ehitada korrärane kaheksanurk ringjoone sisse, mille läbimõõt on 120 mm.

Harjutus 16. Joonestada (märkida) joonisel 58 kujutatud detail.

Ülesanne 11. Jagada ringjoon kuueks võrdseks osaks ja joonestada ringjoone sisse korrärane kuusnurk.



Ülesande 11 juurde

L a h e n d u s: 1. Tõmmata antud ringjoonele tsentrit tähistavad telgjooned (joon. a).

2. Asetada sirkli teravik $\frac{1}{6}$ tsentrit tähis-

tava telgjoone ja ringjoone lõikepunkti, näiteks punkti 1, mis on näidatud joonisel b.

3. Raadiusega R , mis võrdub antud ringjoone raadiusega, tõmmata valitud punktist mõlemale poole ringjoonele kriipsuke.

4. Viia sirkli teravik vastasküljel asuvasse tsentrit tähistava telgjoone ja ringjoone lõikepunkti (punkt 4).

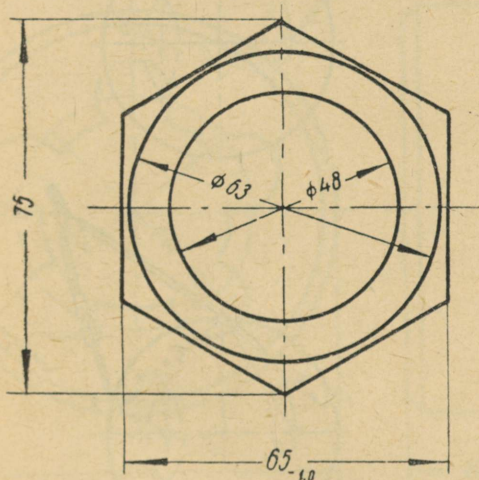
Sama raadiusega tõmmata ringjoonele jälle kaks kriipsukest (joon. c).

Kriipsukeste ja ringjoone lõikepunktid (punktid 2, 3, 5 ja 6) koos tsentrit tähistava telgjoone ja ringjoone lõikepunktidega (punktid 1 ja 4), kuhu toetus sirkli teravik, jagavad antud ringjoone kuueks võrdseks osaks. Ühendades naaberpunktid sirgetega, saamegi otsitud korrapärase kuusnurga (joon. d).

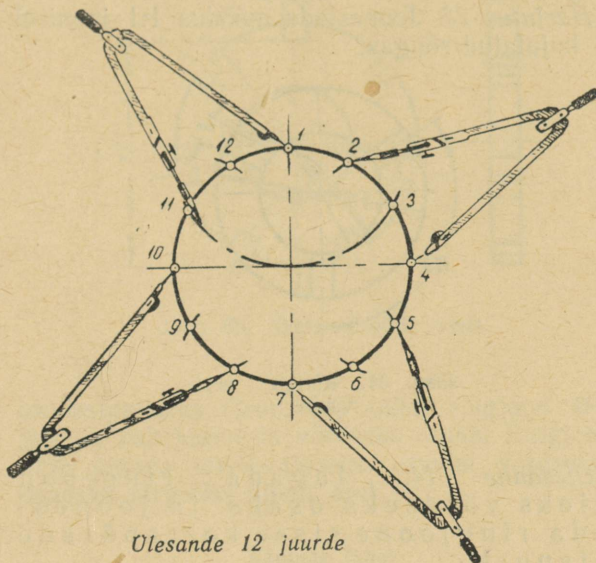
Harjutus 17. Ehitada korrapärane kuusnurk küljepikkusega 50 mm.

Harjutus 18. Joonestada mõõdus 1:1 joonisel 50 toodud võtme pea.

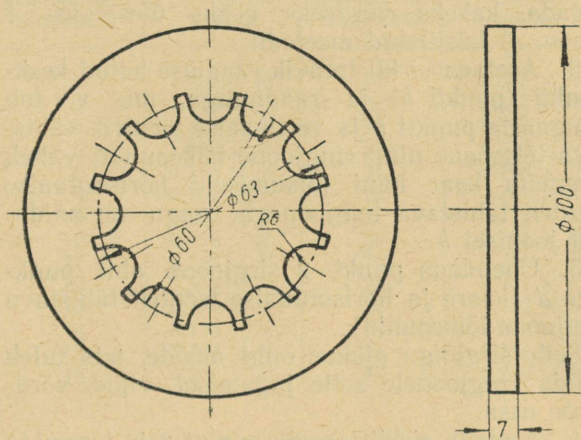
Harjutus 19. Joonestada joonisel 59 kujutatud mutri üks vaade.



Joon. 59. Kuuetahuse mutri tooriku eestvaade



Ulesande 12 juurde



Joon. 60. Seibi joonis

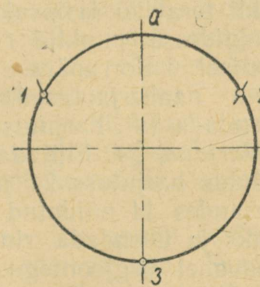
Ülesanne 12. Jagada ringjoon kahteistkümneks võrdseks osaks. Lahendus. Ringjoone jagamine kahteistkümneks võrdseks osaks toimub jaotatava ringjoone raadiusega võrduva sirkli haardega.

Jagamiseks kasutatakse sama võtet, mis ringjoone kuude ossa jagamiselgi (vt. ülesanne 11), kusjuures sirkli teravik asetatakse järjekorras ringjoone ja tsentrit tähistavate telgjoonte kõigisse nelja lõikepunkti. Näidatud punktidest kui tsentritest tõmmatakse kaared ringjoonele mõlemale poole antud punktist.

Ülesanne 13. Jagada ringjoon kolmeks võrdseks osaks.

Lahendus: 1. Asetada sirkli teravik tsentrit tähistava telgjoone ja ringjoone lõikepunkti (punkti a).

2. Raadiusega R , mis võrdub ringjoone raadiusega, tõmmata ringjoonele kaks kriipsukest.

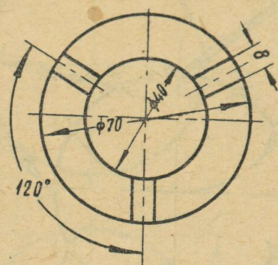


Ülesande 13 juurde

Nende kriipsukeste ja ringjoone lõikepunktid annavad esimese ja teise jaotuse, kolmas jaotus on punktis 3.

Harjutus 22. Joonestada ringjoone sisse võrdkülgne kolmnurk.

Harjutus 23. Joonestada mõõdus 1:1 joonisel 61 kujutatud rõngas.



Joon. 61. Rõnga eestvaade

Ülesanne 14. Jagada ringjoon viieks võrdseks osaks ja joonestada ringjoone sisse korrapärane viisnurk.

Lahendus: 1. Ringjoone raadius Oa jagada kaheks võrdseks osaks ülesandes 1 (joon. a) käsitletud meetodil.

2. Asetada sirgli teravik raadiuse leitud keskpunkti (punkti b) ja raadiusega, mis võrdub kaugusele punkti b ja vertikaalse tsentrit tähistava telgjoone ning ringjoone lõikepunkti vahel, tõmmata kaar kuni lõikumiseni horisontaalse tsentrit tähistava telgjoonega, nagu on näidatud joonisel b .

3. Ühendada punkt 2 sirgjoone abil punktiga d (kaare ja horisontaalse tsentrit tähistava telgjoone lõikepunkt).

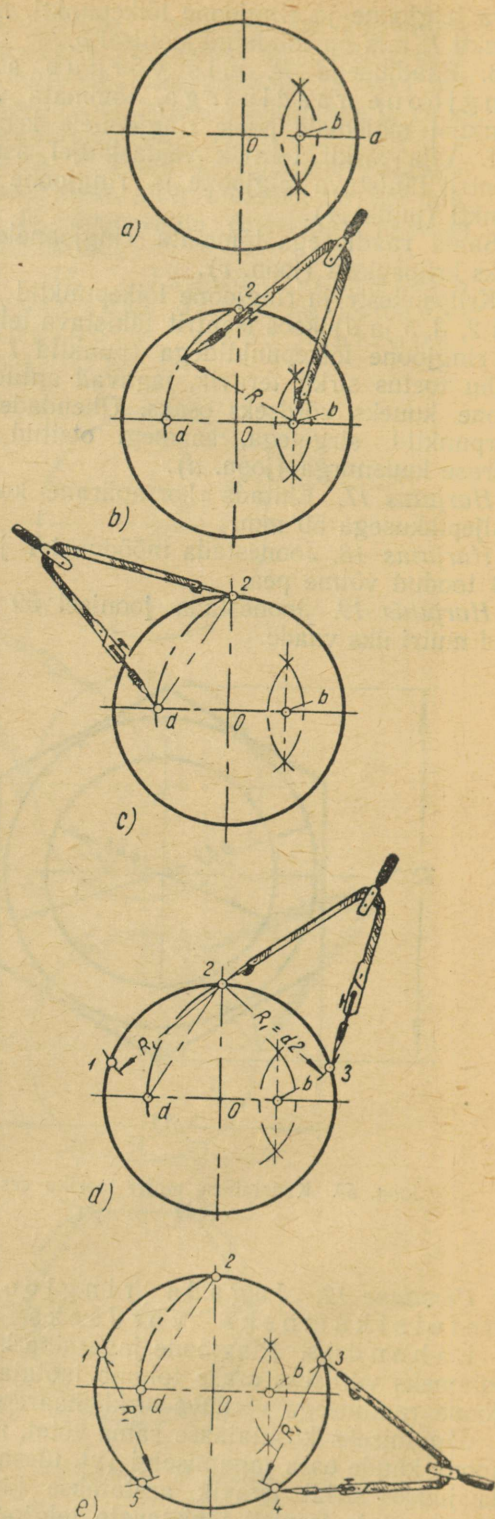
Selle sirglõigu pikkus ongi mõõde, mis tuleb kanda ringjoonele selle jagamisel viide võrdseks ossa.

4. Asetada sirgli teravik punkti 2 ja tõmmata ringjoonele kriipsuke mõlemal pool vertikaalset tsentrit tähistavat telgjoont (joon. e).

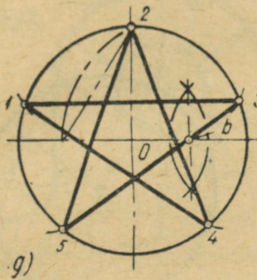
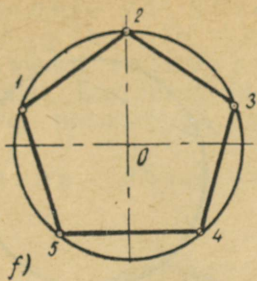
5. Jätkata ringjoone jagamist, asetades sirgli teraviku kriipsukeste ja ringjoone lõikepunktidesse (punktid 1 ja 3), nagu on näidatud joonisel. Korrapärase viisnurga ehitamiseks tuleb naaberjaotused omavahel sirgjoontega ühendada (vt. harjutus 24).

Harjutus 24. Ehitada tähtviisnurk.

Juhis harjutuse 24 juurde. Jagada ringjoon ülesandes 14 näidatud viieks võrdseks osaks ja ühendada ringjoonel saadud punktid omavahel sirgjoontega. Punktid tuleb ühendada üle ühe, s. t. esimene ühendada kolmandaga, teine — neljandaga, kolmas — viiendaga, neljas

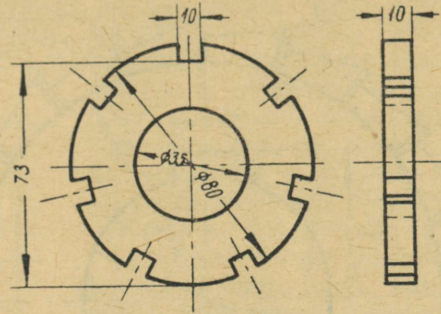


Ülesande 14 juurde



Ülesande 14 juurde

Näiteks joonisel 63 kujutatud spetsiaalseibi valmistamisel tuleb seibi kontuuri ringjoon jagada seitsmeks võrdseks osaks; freesi välja-

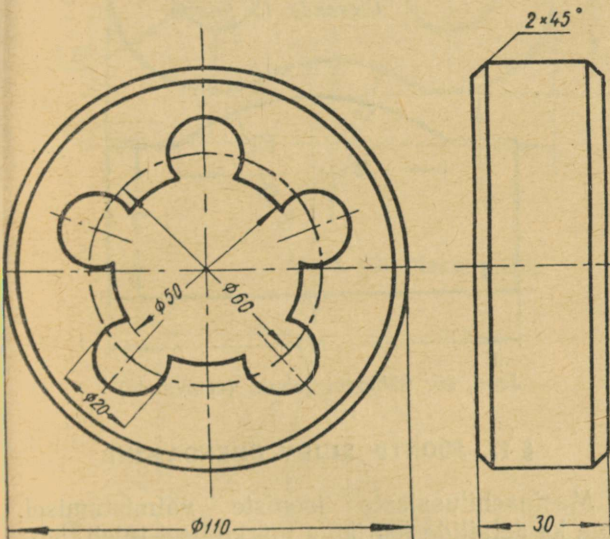


Joon. 63. Spetsiaalseibi joonis

joonestamiseks (joon. 64) tuleb ringjoon $\varnothing 60$ jagada kahekümneks võrdseks osaks. Ringjoont võib jagada meelevaldseks arvuks võrdseteks osadeks järgmise tabeli abil.

Kõõlude tabel

Jaotuste arv ringjoonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ringjoonel	Kõõlu pikkus
3	$1,732 \times R$	17	$0,368 \times R$
4	$1,414 \times R$	18	$0,347 \times R$
5	$1,176 \times R$	19	$0,329 \times R$
6	$1,000 \times R$	20	$0,313 \times R$
7	$0,868 \times R$	21	$0,298 \times R$
8	$0,765 \times R$	22	$0,287 \times R$
9	$0,681 \times R$	23	$0,272 \times R$
10	$0,618 \times R$	24	$0,261 \times R$
11	$0,564 \times R$	25	$0,251 \times R$
12	$0,518 \times R$	26	$0,241 \times R$
13	$0,479 \times R$	27	$0,232 \times R$
14	$0,445 \times R$	28	$0,224 \times R$
15	$0,416 \times R$	29	$0,216 \times R$
16	$0,390 \times R$	30	$0,209 \times R$



Joon. 62. Keermelõikuri tooriku joonis

esimesega ja lõpuks, viies — teisega (vt. ülesande 14 alumist joonist).

Harjutus 25. Joonestada joonisel 62 kujutatud detail.

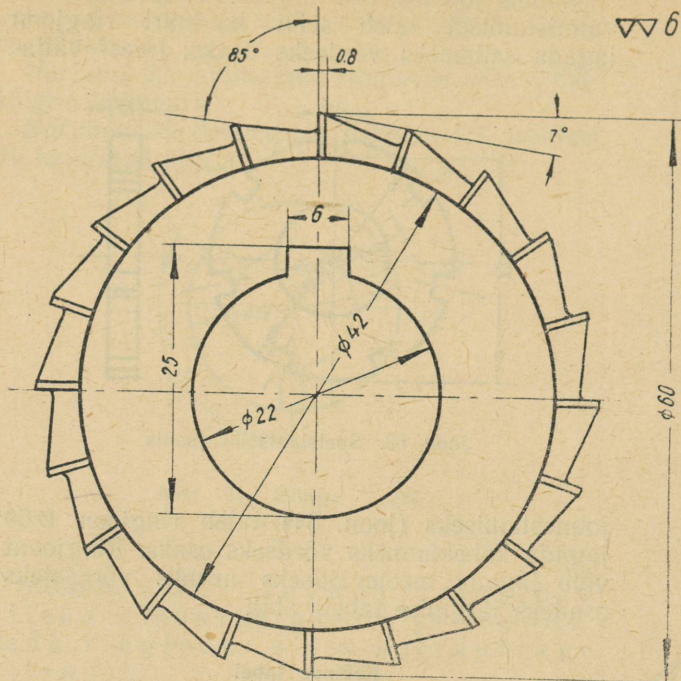
§ 15. RINGJOONE JAGAMINE KÕÕLUDE TABELI ABIL

Eelmises peatükis käsitleti ringjoone jagamise meetodeid sirkli ja joonlaua abil.

Sama sageli esineb vajadus jagada ringjoon näiteks 7, 9, 11 osaks. Seda teha geomeetriliste konstruktsioonide abil pole aga võimalik.

Olgu tarvis ringjoon, mille läbimõõt on 120 mm, jagada seitsmesse võrdsesse ossa. Selle ülesande lahendamiseks arvutame algul ringjoone raadiuse (R). See võrdub $120 : 2 = 60$ mm. Edasi leiame tabeli lahtrist «Jaotuste arv ringjoonel» arvu, milleks tuleb ringjoon jagada; antud juhul see on 7. Naaberlahtrist pealkirjaga «Kõõlu pikkus» leiame arvu 7 vastas $0,868 \times R$. See tähendab, et sirkli haarde arvutamiseks, mis võimaldab sirgjoone jagada seitsmesse ossa, tuleb arv 0,868 korrutada ringjoone raadiusega.

Käesoleval juhul see arvutus annab $0,868 \times 60 = 52,08$, s. t. ligikaudu 52 mm. Saadud mõõde on kaare kõõlu pikkus, mis jagab ringjoone seitsmeks võrdseks osaks. Nüüd



Joon. 64. Freesi joonis (eestvaade)

tuleb see mõõde sirkliga kanda ringjoonele, tõmmates sellele kaarekesed. Mõõde peab mahutama ringjoonele täpselt seitse korda.

Harjutus 26. Joonestada joonisel 63 kujutatud seibi eestvaade. Väljalõigete kujutamiseks kasutada ringjoone jagamisel kõõlude tabelit.

Harjutus 27. Joonestada joonisel 64 kujutatud freesi eestvaade. Ringjoon $\varnothing 60$ jagada kahekümneks osaks kõõlude tabeli abil.

§ 16. RINGIDE JA KAARTE TSENTRITE LEIDMINE

Ülesanne 15. Leida antud ringjoone tsenter.

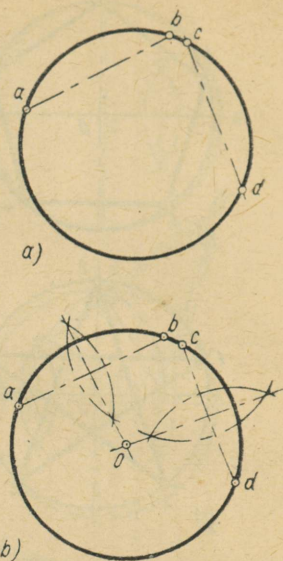
Lahendus: 1. Tõmmata ringjoonele kaks meelevaldset, kuid mitte paralleelset kõõlu (kõõlud *ab* ja *cd*) (joon. *a*).

2. Läbi kummagi kõõlu keskpunkti tõmmata ristirsige ülesandes 1 näidatud meetodil (lõigu jagamine kaheks võrdseks osaks).

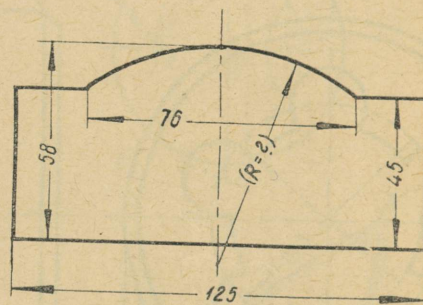
Ringjoone tsenter asetseb kõõlude keskristirsige tõikepunktis (punkt *O*), (joon. *b*).

Harjutus 28. Joonestada joonisel 65 kujutatud šablooni ühenduskaare raadius leida konstruktsiooni abil.

Juhis. Kaare tsenter leitakse samal meetodil, mis ringjoone tsentergi (kahe kõõlu abil).



Ülesande 15 juurde



Joon. 65. Šablooni joonis (eestvaade)

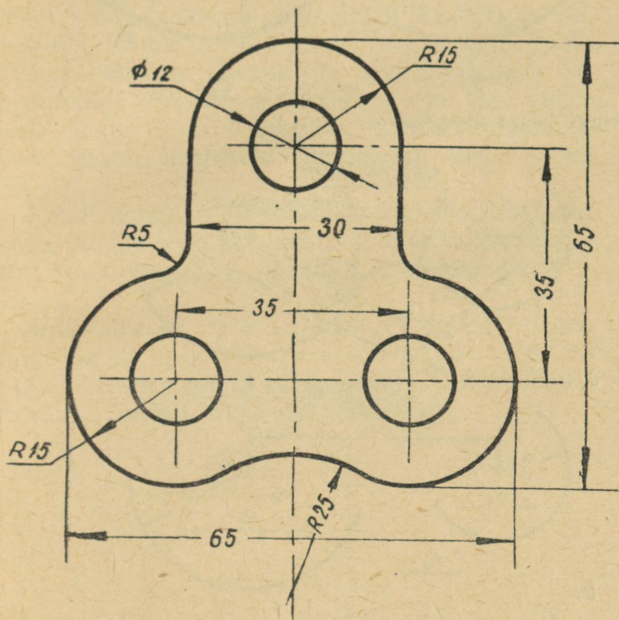
§ 17. JOONTE SUJUV ÜHENDAMINE

Masinaehituslaste jooniste valmistamisel, aga ka detailide toorikute märkimisel tuleb töötuses sageli sujuvalt ühendada sirgjooni ringide kaartega või ringide kaari teiste ringide kaartega. Näiteks joonisel 66 toodud detaili joonisel läheb ülemine kaar sujuvalt üle sirgjoonteks. Joonise alumises osas on aga kaks 15 mm raadiusega tõmmatud kaart ühendatud omavahel sujuvalt kolmanda kaare abil ($R = 25$ mm).

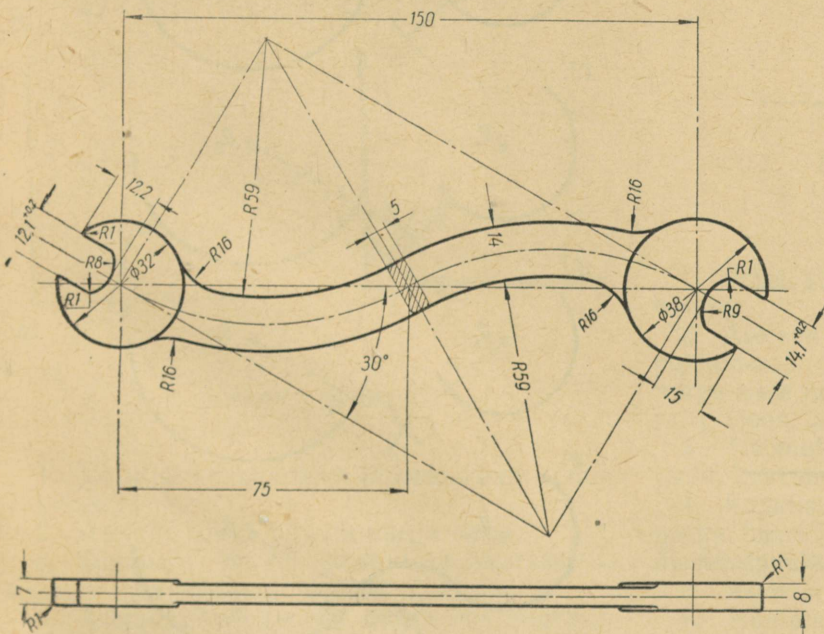
Joonisel 67 on kujutatud painutatud käepideme mutrivõtme joonis. Võtme käepideme kontuur ja osa peade kontuuridest koosneb eestvaatel erineva raadiusega joonestatud ringide kaartest. Siinjuures on oluline märkida, et need kaared liituvad omavahel niivõrd sujuvalt, et vaadates joonisele ei saa määrata, kus lõpeb ühe raadiusega joonestatud kaar ja algab teine. Sirgjoone sujuvat üleminekut

kõverjoonele või kõverjoone üleminekut teisele kõverjoonele nimetatakse sujuvaks ühendamiseks. Punkti, kus toimub üleminek ühelt joonelt teisele, nimetatakse ühenduspunktiks.

Sirgjoone ühendamine ringi



Joon. 66. Plaadi joonis



Joon. 67. Painutatud käepidemega mutrivõtme joonis

kaarega. Joonisel 68, *c* on näidatud sirg-
lõigu sujuv üleminek ringjoone kaarele. Sirg-
joon liitub ringjoonega sujuvalt juhul, kui ta
moodustab ühenduspunkti tõmmatud ringjoone
raadiusega 90°-lise nurga. Seda reeglit tuleb
sujuvate ühenduste saamiseks alati silmas
pidada. Olgu näiteks tarvis kaar (joon. 68, *a*)
punktis *a* ühendada sirgega. Algul
ühendame punkti *a* kaare keskpunk-
tiga (joon. 68, *b*); edasi aga tõm-
bame punktist *a* sirgjoone 90° nurga
all kaare raadiusele (joon. 68, *c*).

Kaare ühendamine kaa-
rega. Kaare sujuv üleminek teisele
kaarele toimub juhul, kui ühendus-
punkt asub nende kaarte tsentreid
ühendaval sirgel (joon. 69, *d*).

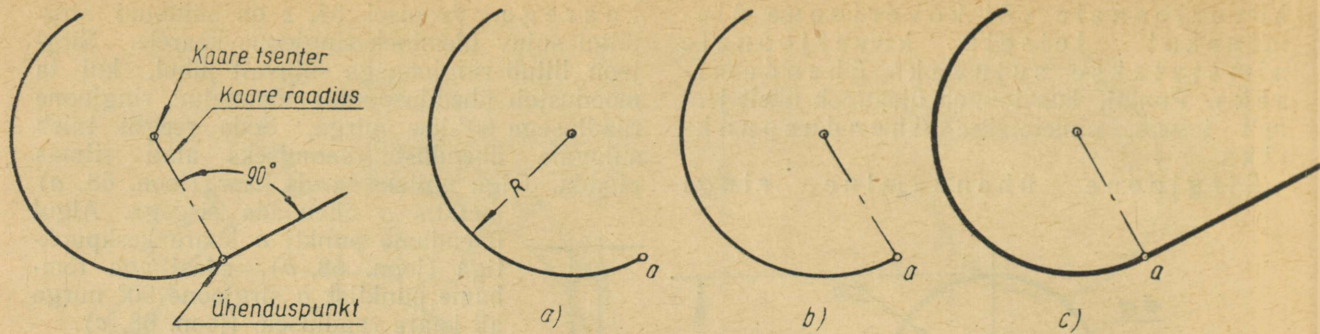
Kui on antud mõlema kaare raadi-
sed, tsentreid läbiv telgjoon ning
ühe kaare tsester sellel telgjoonel
(näiteks kaare, mille raadius $R_1 =$
 $= AB$, tsester), siis võib kaarte suju-
vaks ühendamiseks kasutada järgmist
moodust:

1. Asetada sirkli teravik antud tsentrisse O_1 .
2. Võtta sirkli haardeks esimese raadiuse pikkus AB ning joonestada kaar kuni lõikumiseni sirgega (joon. 69, *b*).
3. Kaare ja sirge lõikepunktist kanda sellele sirgele teise antud raadiuse pikkus CD (joon. 69, *c*). Saadud punkt O_2 ongi teise kaare tsester, esimese kaare ja sirge lõikepunkt kujuneb aga otsitavaks ühenduspunktiks.
4. Punktist O_2 kui tsentrist joonestada teine kaar, võttes sirkli haardeks pikkuse CD (joon. 69, *d*).

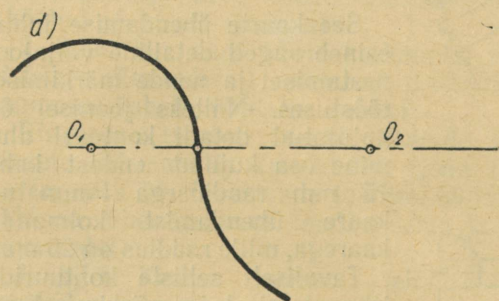
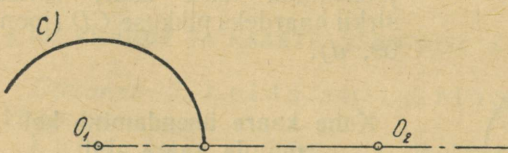
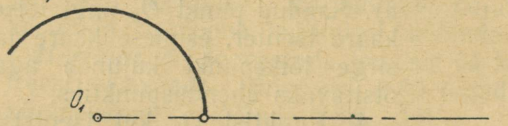
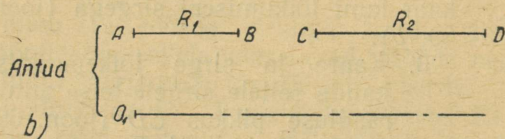
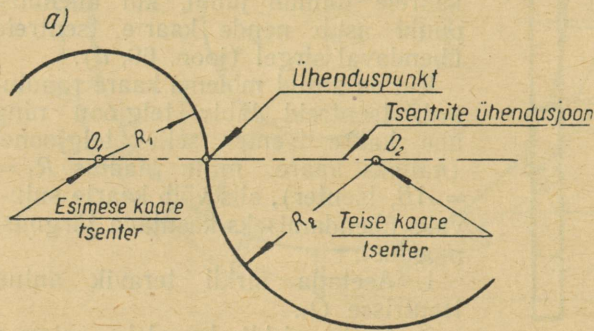
Kahe kaare ühendamine kolmanda kaare abil

See kaarte ühendamise juhus esineb sageli detailide väljajoonestamisel ja nende märkimisel tööstuses. Näiteks joonisel 66 kujutatud detaili kontuuri alumine osa kujutab endast kahe 15 mm raadiusega tõmmatud kaare ühendamist kolmanda kaarega, mille raadius on 25 mm.

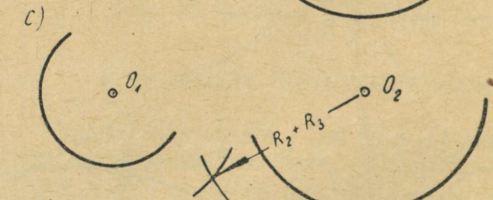
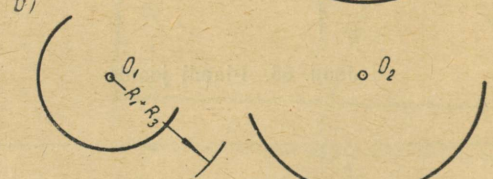
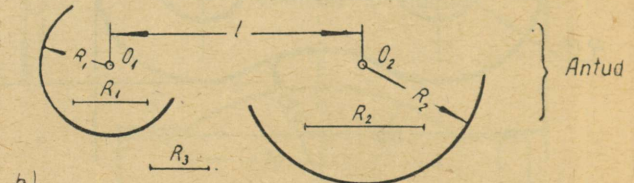
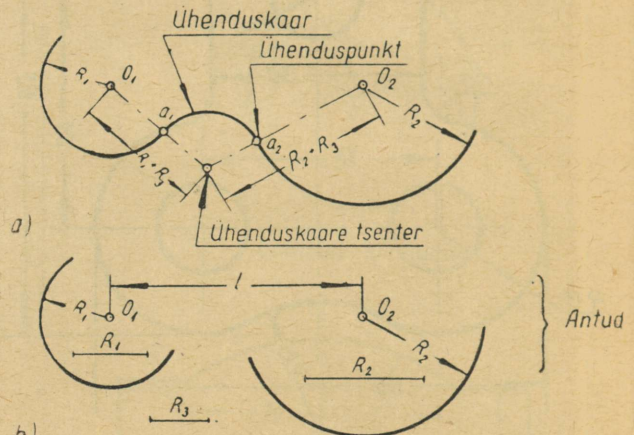
Tavaliselt selliste kontuuride joonestamisel ja märkimisel on teada kõigi kolme kaare raa-



Joon. 68. Sirgjoone ja ringi kaare ühendamine



Joon. 69. Kaare ühendamine kaarega

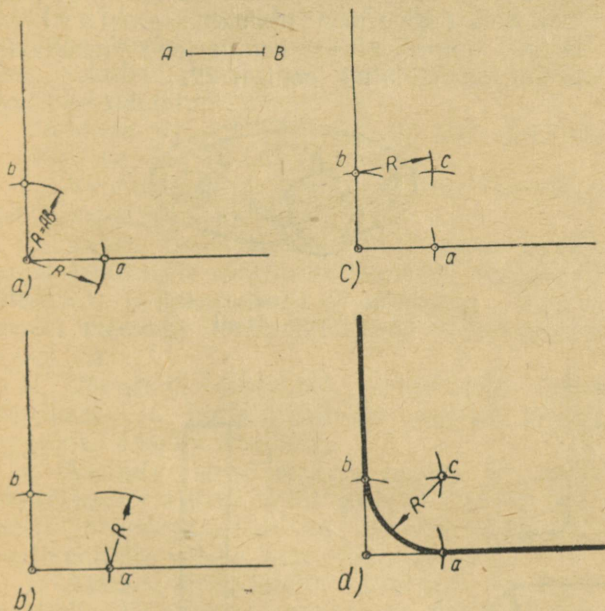


Joon. 70. Kahe kaare ühendamine kolmanda kaare abil

diused ja kahe ühendatava kaare tsentrite O_1 ja O_2 asukohad (joon. 70, a). Sel viisil taandub ülesanne kolmanda (ühendus-) kaare tsentri leidmiseks. Viimane leitakse järgmise võttega. Sirkli teravik asetatakse esimese kaare tsentrisse O_1 ning sirkli haardeks võetakse esimese kaare raadiuse R_1 ja ühenduskaare raadiuse R_3 summa. Selle haardega $R_1 + R_3$ tõmmatakse kaareke (joon. 70, b). Teine kaareke tõmmatakse teise kaare tsentrist O_2 sirkli haardega, mis võrdub raadiuste R_2 ja R_3 summaga (joon. 70, c). Otsitav tsenter O_3 asub kaarekete lõikepunktis. Ühenduspunktid a_1 ja a_2 , vastavalt meile tuntud reeglile, asuvad ühendatavate kaarte tsentreid ühendaval sirgel (joon. 70, d).

Konstruksioon lõpetatakse kaare tõmbamisega punktist O_3 kui tsentrist. See kaar, tõmmatud raadiusega R_3 , ühendab ühenduspunktid a_1 ja a_2 .

Ülesanne 16. Ühendada kaks täisnurga all lõikuvat sirget antud raadiusega kaare abil. Ühenduskaare raadius võrdub lõigu AB pikkusega.



Ülesande 16 juurde

1. Võtta sirkli haardeks ühenduskaare antud raadius.
2. Asetada sirkli teravik nurga tippu.
3. Tõmmata nurga haaradele kaarekesed, nagu see on näidatud joonisel a.
4. Asetada sirkli teravik nurga ühe haara ja kaarekese lõikepunkti (punkti a).

5. Antud raadiusele võrduva sirkli haardega tõmmata nurga haarade vahele kaareke (joon. b).

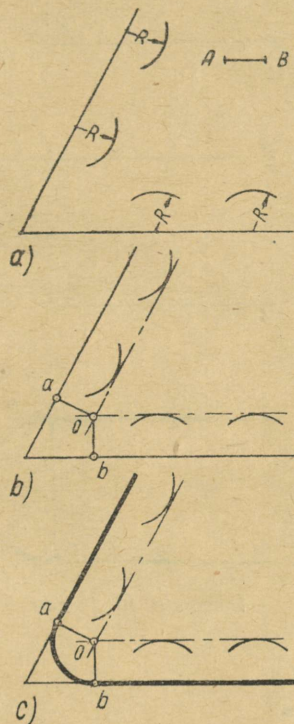
6. Asetada sirkli teravik nurga teise haara ja kaarekese lõikepunkti (punkti b).

7. Sama haardega tõmmata varentõmmatud kaarekest lõikav kaareke (joon. c).

8. Asetada sirkli teravik lõikepunkti (punkti c).

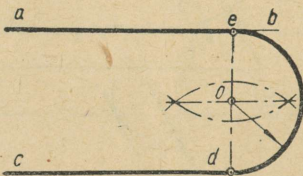
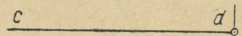
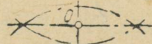
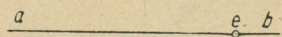
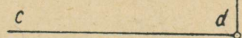
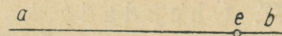
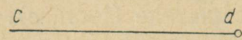
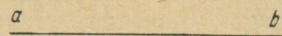
9. Tõmmata punkte a ja b ühendav kaar (joon. d).

Ülesanne 17. Ühendada kaks teravnurga all lõikuvat sirget antud raadiusega kaare abil. Ühenduskaare raadius võrdub lõigu AB pikkusega.



Ülesande 17 juurde

1. Võtta sirkli haardeks ühenduskaare antud raadius.
2. Asetada sirkli teravik meelevaldsetesse punktidesse nurga haaradel ning tõmmata nurga sisse neli kaarekest (kaks kummaltki haaralt) (joon. a).
3. Tõmmata kaks kaarekesi puutuvat abi-joont, kuni nende lõikumiseni punktis O.
4. Punktist O tõmmata ristjooned lõikumiseni nurga haaradega. Saadud punktid a ja b ongi ühenduspunktid (joon. b).
5. Asetada sirkli teravik punkti O.
6. Muutmata sirkli haaret tõmmata ühenduskaar (joon. c).



Ülesande 18 juurde

Ülesanne 18. Ühendada kaks paralleelsirget ringi kaarega. Üheks ühenduspunktiks olgu sirglõigu cd otspunkt d .

1. Püstitada punktist d ristsirge kuni lõikumiseni teise sirgega punktis e , mis kujuneb teiseks ühenduspunktiks.

2. Jagada lõik de pooleks. Lõigu keskpunkt on ühenduskaare tsentris O .

3. Võtta sirkli haardeks paralleelsete sirgete pool vahekaugust de .

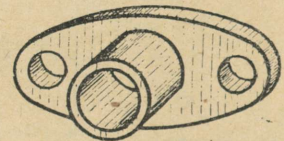
4. Selle haardega joonestada punktist O kui tsentrist punkte d ja e ühendav kaar.

Harjutus 29. Joonestada joonisel 71 kujutatud detail.

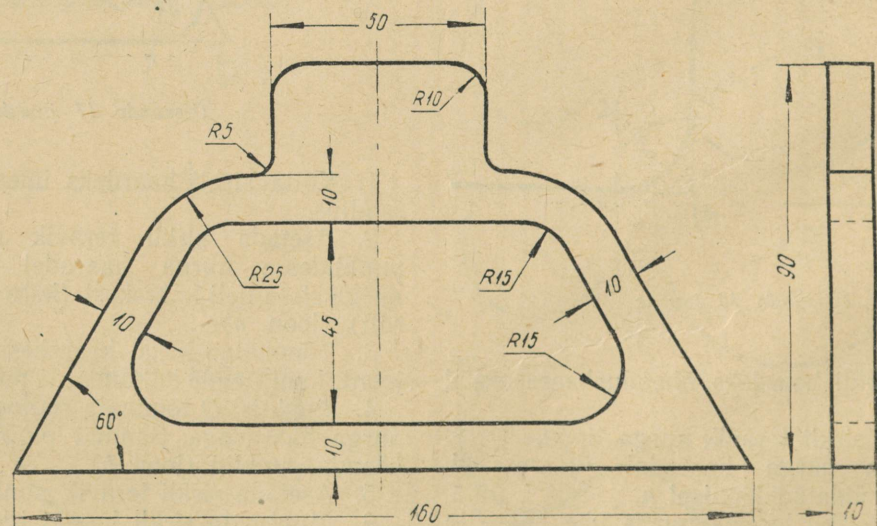
Juhis harjutuse 29 juurde: nürinurga all lõikuvad sirged ühendatakse kaarega samal meetodil, mida kasutati ülesande 17 lahendamisel.

§ 18. OVAALIDE JA ELLIPSITE JOONESTAMINE

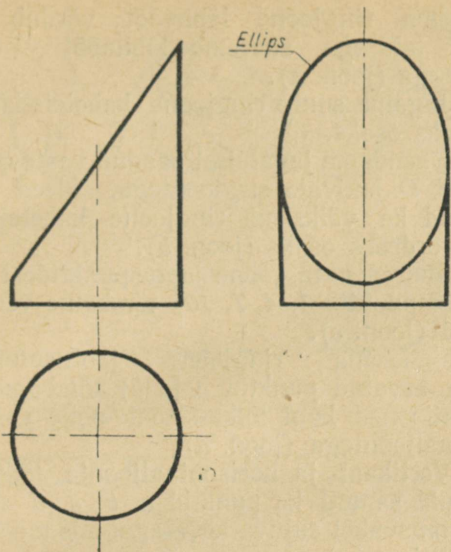
Mõningate detailide kontuurid kujutavad endast sujuvat kinnist kõverjoont, mis on koostatud omavahel sujuvalt ühendatud ringi kaardest. Sellist kõverjoont nimetatakse o v a l i k s. Detail, mille aluse kontuurjoon moodustab ovaali, on näidatud joonisel 72.



Joon. 72. Ovaalse kontuuriga detail



Joon. 71. Kontrollšablooni joonis



Joon. 73. Silindri kaldlõige on elliptilise kontuuriga (vt. vaade vasakult)

Joonistel esineb veel üks ovaalile sarnanev, elliptiks nimetatud kõverjoon. Ellipsikujuline kontuurjoon saadakse näiteks silindriliste detailide puhul, kui neid lõigata kaldu, nagu on näidatud joonisel 73.

Ülesanne 19. Ehitada ovaal antud pikkuse ja laiuse järgi.

Lahendus: 1. Tõmmata kaks täisnurga all lõikuvat sümmeetriatelge.

2. Kanda vertikaalteljele meie antud ovaali laius (pool selle väärtusest kantakse punktist O ülespoole ja teine pool — allapoole. Kanda samal meetodil horisontaalteljele ovaali pikkus (joon. a).

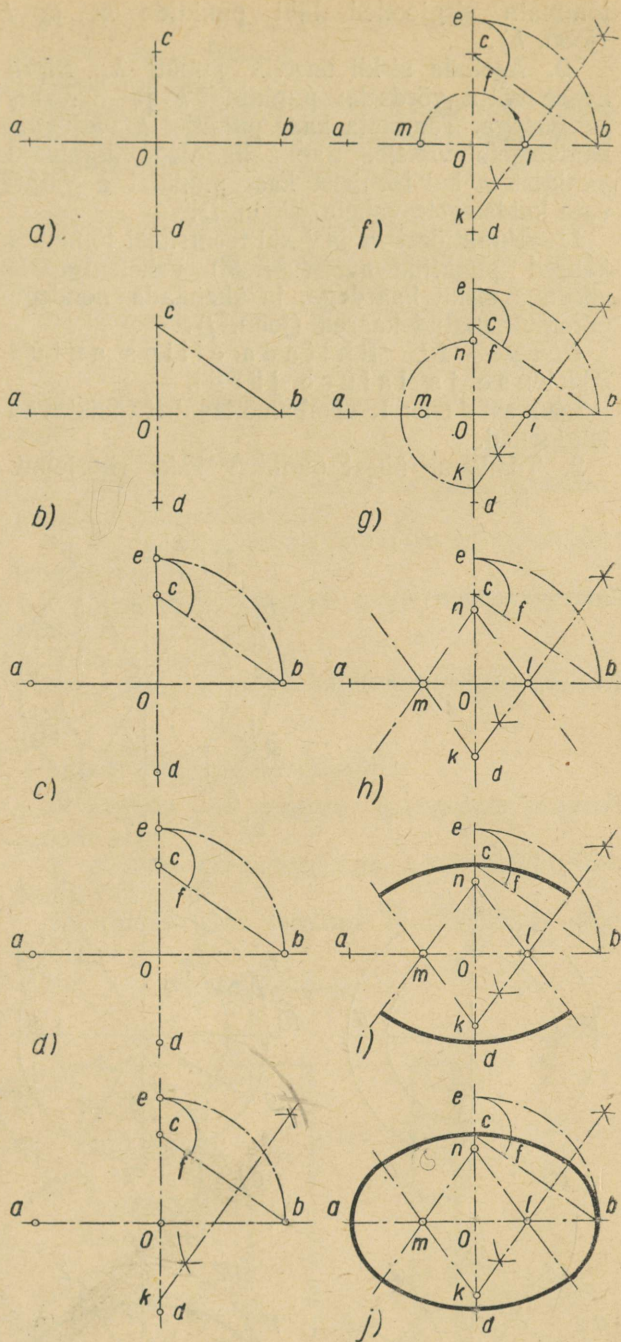
3. Ühendada omavahel sirgjoonega kaks vertikaal- ja horisontaalteljel saadud punkti (punktid c ja b) (joon. b).

4. Asetada sirkli teravik punkti O ; sirkli haardeks võtta pool ovaali pikkust (mõõde Ob). Selle haardega tõmmata horisontaaltelje ja vertikaaltelje vahele kaar (joon. c).

5. Asetada sirkli teravik kaldsirge ja vertikaaltelje lõikepunkti (punkti c). Sirkli haardeks võtta lõik ce . Tõmmata kaar kuni lõikumiseni sirgega cb punktis f (joon. d).

6. Jagada kaldsirge osa punktide f ja b vahel kaheks võrdseks osaks (ülesandes 1 näidatud viisil). Lõigu fb keskpunkti läbiv ristsirge lõikab vertikaaltelje alumist osa punktis k (joon. e).

7. Asetada sirkli teravik punkti O . Sirkli haardeks võtta punktide O ja l vahekaugus. Selle haardega tõmmata horisontaaltelje vasakpoolsele osale kaareke, mis määrab punkti m (joon. f).



Ülesande 19 juurde

8. Asetada sirkli teravik punkti O . Sirkli haardeks võtta punktide O ja k vahekaugus. Selle haardega tõmmata vertikaaltelje ülemisele osale kaareke, mis määrab punkti n .

9. Punktist k tõmmata kaks sirgjoont: üks läbi punkti m , teine läbi punkti l . Punktist n

tõmmata sirgjooned läbi punktide m ja l (joon. h).

10. Asetada sirkli teravik punkti k . Sirkli haare võtta võrdseks punktide k ja c vahekaugusega. Tõmmata kaar punktist k väljuvate kaldsirgete vahele. Sama haardega tõmmata punktist n kui tsestrist kaar punktist n väljuvate kaldsirgete vahele (joon. i).

11. Punktidest m ja l kui tsestritest tõmmata kaared punktide ma (või lb) vahekaugusele võrduva sirkli haardega, ja ühendada nendega varem tõmmatud kaared (joon. j).

Ülesanne 20. Ehitada ellips antud pikkuse ja laiuse järgi.

Lahendus: 1. Tõmbame tsestrit tähistavate telgjooned.

2. Tõmbame ühest punktist kaks ringjoont.

Väiksema ringjoone läbimõõt võrdub antud ellipsi laiusega, suurema läbimõõt — ellipsi pikkusega (joon. a).

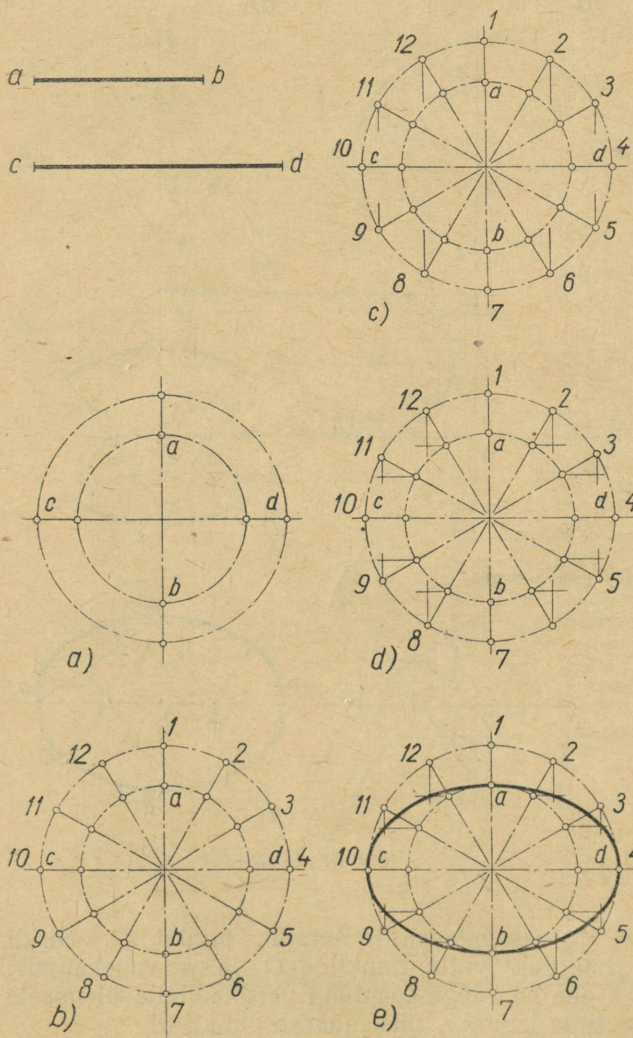
3. Jagame suure ringjoone kaheteistkümneks võrdseks osaks.

4. Ühendame jagamisel saadud vastaspunktid tsestrit O läbivate sirgjoontega. Need sirged jagavad ka väiksema ringjoone kaheteistkümneks võrdseks osaks (joon. b).

5. Suurema ringjoone jaotuspunktidest (välja arvatud punktid $1, 4, 7, 10$) tõmbame vertikaaljooned (joon. c).

6. Väiksema ringjoone jaotuspunktidest (välja arvatud punktid a ja b) tõmbame horisontaaljooned kuni lõikumiseni neile vastavate vertikaaljoontega (joon. d).

7. Vertikaal- ja horisontaaljoonte lõikepunktid, kuid samuti ka punktid a, b, c, d ühendatakse omavahel sujuva kõveraga, mis moodustab ellipsi (joon. e).



Ülesande 20 juurde

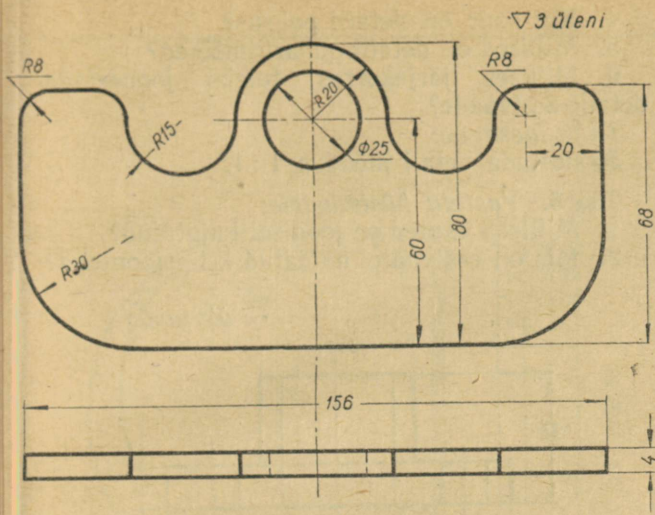
KONTROLLKÜSIMUSI

1. Mis eesmärk on geomeetrilise joonestamise õppimisel?
2. Kas saab poolitada meelevaldse suurusega nurki ülesandes 5 näidatud viisil?
3. Kas saab meelevaldse suurusega nurki jagada kolmeks võrdseks osaks nii, nagu on näidatud ülesandes 6?
4. Kuidas ehitada täisnurk ilma kolmnurga abita (ainult sirkli ja joonlauaga)?
5. Millega peab võrduma sirkli haare ringjoone jagamisel kuueks võrdseks osaks?
6. Kuidas arvutada kõõlude tabeli abil lõigu (kõõlu) pikkus ringjoone, mille läbimõõt on 180 mm, jagamiseks neljateistkümneks võrdseks osaks?
7. Kuidas määrata antud kaare tsestrit ja raadius?
8. Kus kasutatakse sujuvat ühendamist?
9. Milline reegel kehtib sirgjoone ühendamisel kaarega?
10. Kus kohas peab asuma kahe kaare ühenduspunkt?

Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Vastata küsimustele:

1. Millised detaili vaated on kujutatud joonisel?
2. Mida näitab mõõtarmude 8, 15, 20 ja 30 juurde kantud täht R ?
3. Mis on kujutatud pealtvaatel kriipsjoontega?
4. Millele võrdub detaili kõrgus?
5. Nimetage gabariitmõõted?
6. Millise siledusklassiga peavad olema detaili pinnad?
7. Millistes joonise osades on kaks kaart ühendatud kolmanda abil?
8. Millistes joonise osades on ristsirged ühendatud kaarega?



Töö 1 juurde

Täita ülesanne:

Joonestada mõõdus 1:1 joonisel kujutatud detaili vaated ja kanda peale mõõted. Leida kõigi ühenduste tsentrid ja ühenduspunktid.

Töö 2. Vastata küsimustele:

1. Kuidas leida raadiusega 18 mm tõmmatud kaare tsenter?
2. Kuidas ühendada kaks kaart $R 20$ ja $R 15$ (eestvaatel)? Kuidas leida kaare $R 20$ tsenter?
3. Kuidas leida kaare $R 2$ tsenter?
4. Arvutada mõõte $25 \begin{smallmatrix} -0,002 \\ -0,008 \end{smallmatrix}$ piirsuurused.

5. Millised detaili pinnad peavad olema kuuenda siledusklassiga?

Täita ülesanne:

Joonestada mõõdus 2:1 joonisel kujutatud piirikaliiber. (Leida ühenduskaarte tsentrid ja ühenduspunktid.)

Töö 3. Vastata küsimustele:

1. Mitu ava on detailil? Missuguse kujuga on iga ava?
2. Määrake alumise ava kontuuri kaarte raadiused.
3. Millega võrduvad keskmiste avade otste ümardusraadiused? Arvutage nende avade pikkused.
4. Kuidas leida kaare $R 24$ tsenter?
5. Millistes joonise osades on kaks paralleeljoont ühendatud kaarega?
6. Kus asuvad detaili eestvaate kontuuri kõik ühenduspunktid?
7. Millises järjekorras tuleb eestvaade joonestada?

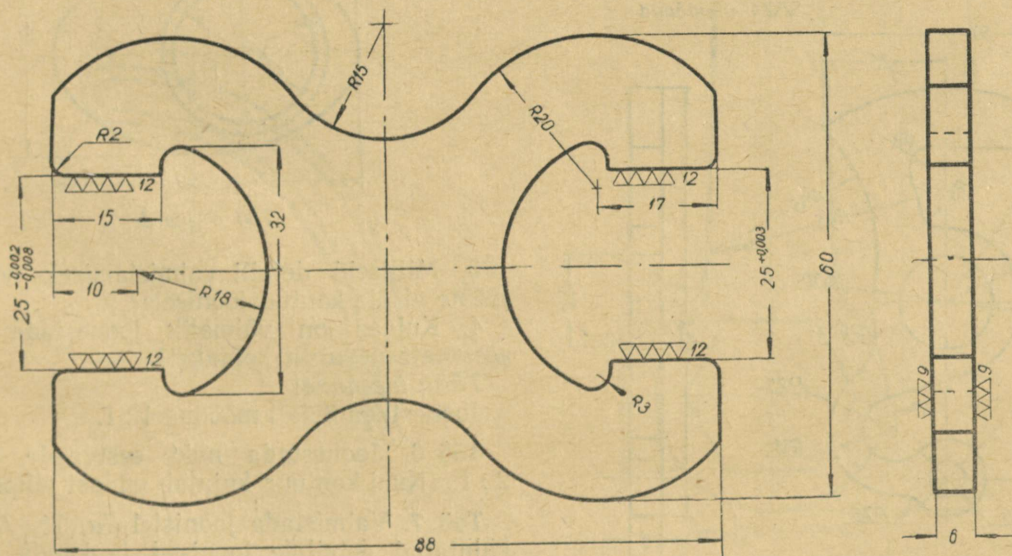
Täita ülesanne:

Joonestada joonisel kujutatud detail mõõdus 1:2.

Töö 4. Vastata küsimustele:

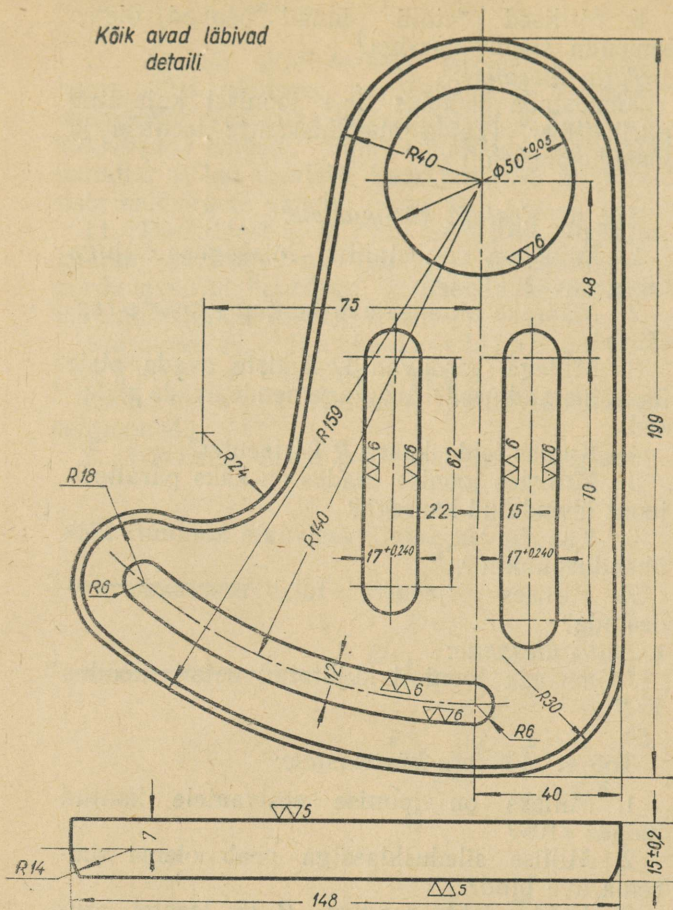
1. Milleks on joonise eestvaatele kantud mõõde «10»?
2. Millise siledusklassiga peab olema suurema ava pind?
3. Kuidas leida raadiuse $R 15$ tsentri asukoht?

▽▽▽ 6 ülejäänud

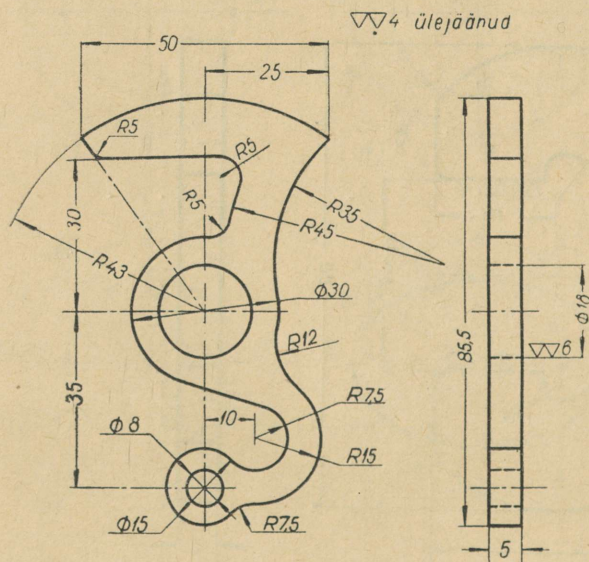


Töö 2 juurde

Kõik avad läbivad
detaili



Töö 3 juurde



Töö 4 juurde

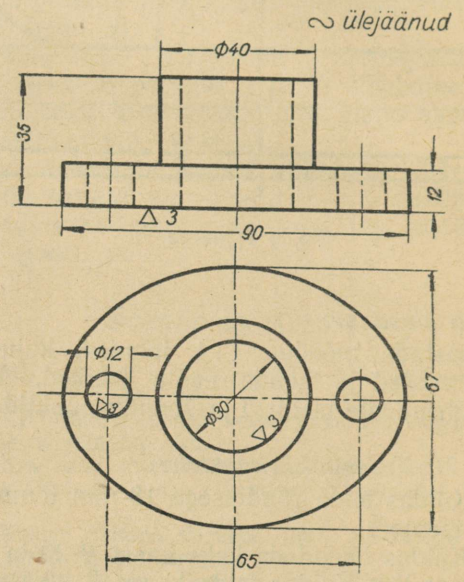
4. Kui suur on detaili paksus?
5. Millised on detaili gabariitmõõted?
6. Millises järjekorras tuleks joonestada detaili eestvaade?

Täita ülesanne:

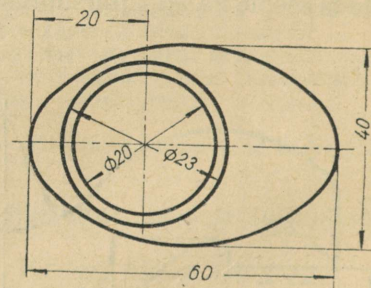
Joonestada detail mõõdus 1 : 1.

Töö 5. Vastata küsimustele:

1. Millised vaated on joonisel kujutatud?
2. Mis on eestvaatel näidatud kriipsjoontega?



Töö 5 juurde



Töö 6 juurde

3. Milliseid detaili valmistamiseks vajalikke mõõte ei ole kantud joonisele?

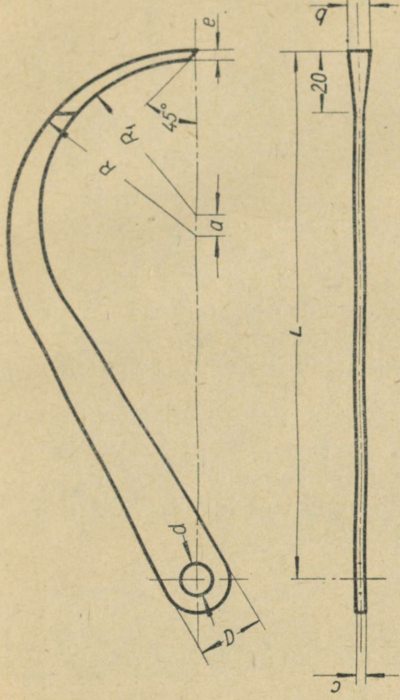
4. Kuidas on võimalik joonestada detaili eestvaate ovaalset kontuuri?

Täita ülesanne:

Joonestada detail mõõdus 1 : 1.

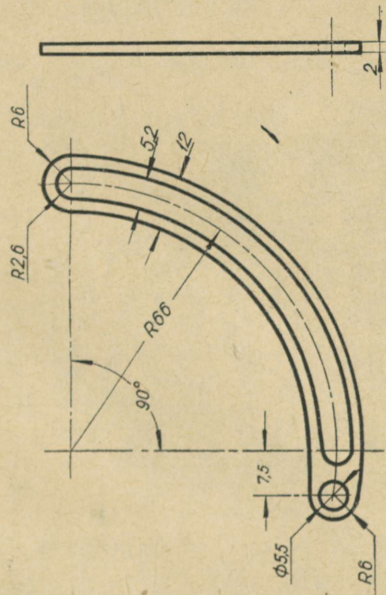
Töö 6. Joonestada nuki eestvaade mõõdus 2 : 1. (Nuki kontuur kujutab endast ellipsit.)

Töö 7. Valmistada joonistel 7a, 7b, 7c ja 7d kujutatud detailide joonised ja kanda nendele mõõted.

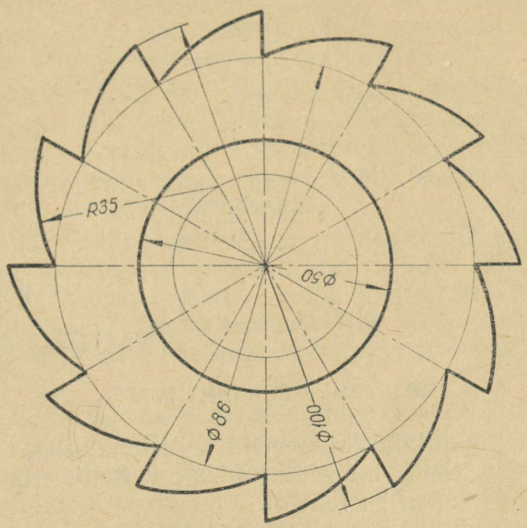


Suurim määdetav φ	L	c	b	e	a	d	D	R	R ₁
180	150	2	4	1,5	7,5	6	20	50	41
230	200	2,5	5	2	9	8	24	62	51

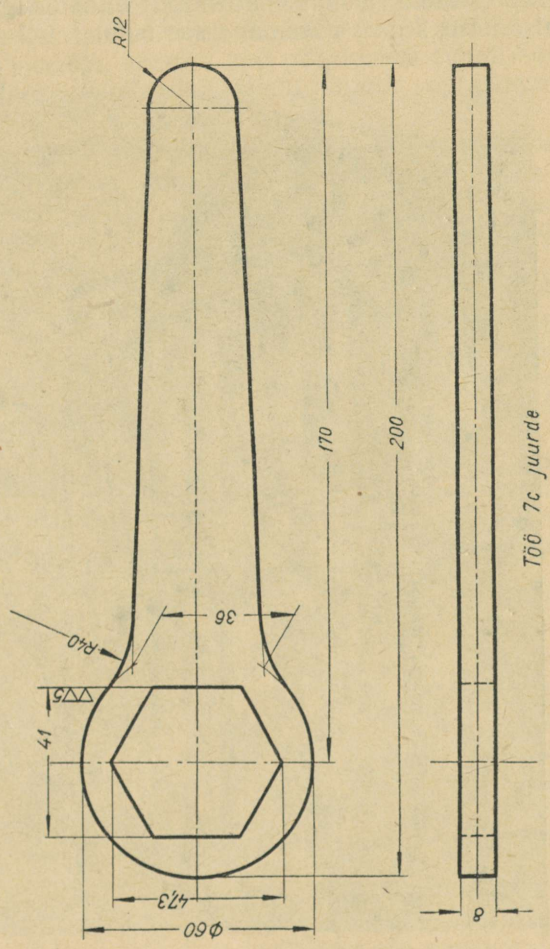
Töö 7b juurde



Töö 7a juurde



Töö 7d juurde



Töö 7c juurde

III peatükk

NÄITLIKUD KUJUTISED

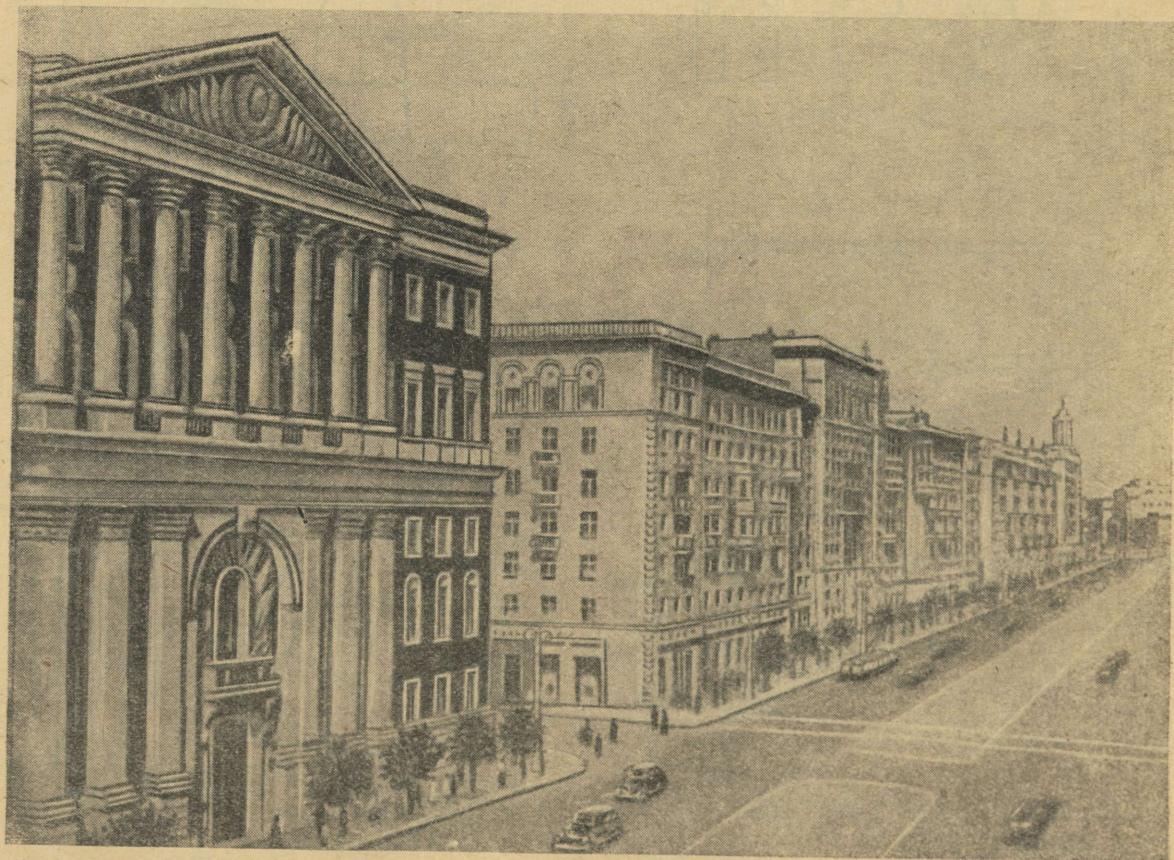
§ 19. MÕISTEID PERSPEKTIIVIST

Piltidel kujutatakse esemeid sellistena, nagu neid võtab vastu meie nägemismeel. Sellistena saadakse esemed ka fotodel.

Vaadeldes tähelepanelikult pilte ja fotosid, me märkame, et neis kajastub hästituntud efekt, mis esineb esemete vahetul vaatlemisel: mida kaugemal on ese, seda väiksemana see näib.

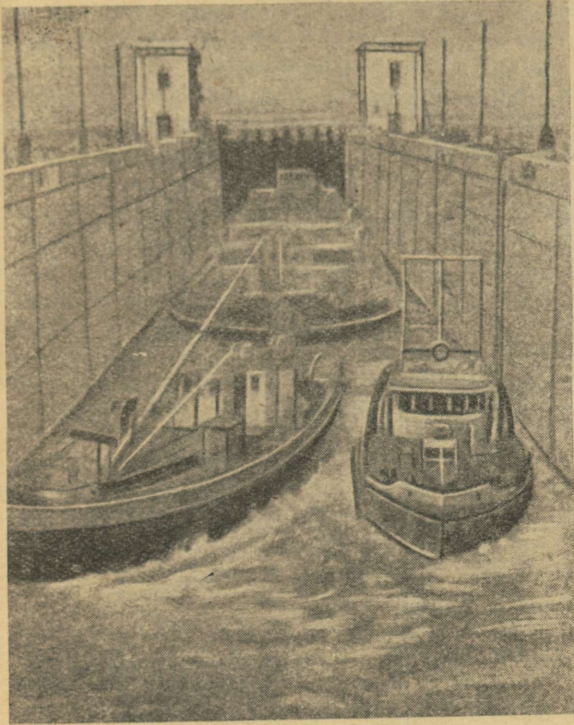
Isegi üks ja sama ese, näiteks fotol maja (joon. 74), saadakse erineva kõrgusega: selle eespoolne osa paistab kõrgem, eemalolev aga madalam.

Eseme kõrguse näiv vähenemine toimub pidevalt, mistõttu hoone ülemise karniisi kui ka aluse joon kujunevad fotol koonduvaiks, s. t. on suunatud nurga all, olgugi et tegelikkuses need on omavahel paralleelsed.



Joon. 74. Gorki tänav Moskvast. Näide perspektiivist

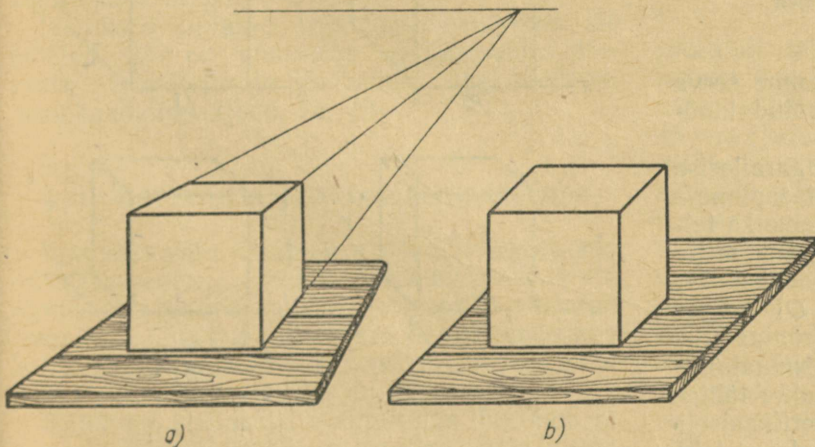
Samuti reeglipäraselt väheneb mitte ainult eemalasuivate esemete kõrgus, vaid ka nende laius. See on hästi näha joonisel 75. Siin kju-



Joon. 75. Volga-Doni V. I. Lenini nimelise laevatatava kanali lüüsi nr. 4. Lüüsi kamber fotol koondub laiuse suhtes

tatud kaugusse ulatuv lüüsikamber näib pidevalt kitsenevana.

Kirjeldatud nähtust eseme mõõdete näivast vähenemisest, sõltuvalt eseme eemaldumisest



Joon. 76. Kuubi kaks erinevat kujutist:
a) — kooniline perspektiiv; b) — paralleelne perspektiiv.

meie silmadest, nimetatakse perspektiivseks vähenemiseks (kooniliseks perspektiiviks), piltjooniseid aga, mis on valmistatud perspektiivi seaduste kohaselt, nimetatakse perspektiivseiks kujutisteks.

Joonisel 76 on näidatud kuubi perspektiivne kujutis, kus on näha ühte punkti koonduvad abijooned. Torkab silma, et kujutis on valmistatud samade joonte abil, mis on kuubi kaugusse suunatud servade pikenduseks.

Vaadeldes joonist 76, a, näeme, et sellist kujutist ehitada polegi nii lihtne. Selleks tuleb esmalt määrata punkt, kuhu peavad koonduma abijooned, siis valmistada kõik abikonstruktsioonid ja alles pärast seda välja joonestada kujutis ise.

Edasi näeme, et kujutis kujunes näitlikuks eelkõige selle tõttu, et esemele oli antud asend, milles see on kõige täielikumalt nähtav. Tõepoolest, joonisel 76, a kujutatud kuubil on näha kolm tahku, s. t. suurim pindade arv, mida on võimalik samaaegselt näha.

Joonestamises kasutatakse teist lihtsamat esemete kujutamise meetodit, mille puhul näitlikkus jääb peaaegu samaks, mis piltjooniste puhul. Sel meetodil valmistatud kuubi kujutis on toodud joonisel 76, b.

Võrdleme kuubi piltjoonist (joon. 76, a) selle kujutisega, mis on valmistatud vastavalt joonestamise reeglitele (joon. 76, b) ja teeme kindlaks erinevuse nende vahel, aga samuti selgitame, mis on neis ühist.

Kõigepealt märkame, et joonisel 76, b on kuubi kujutis valmistatud koonilise perspektiivi reegleid arvestamata: sügavusse suunatud paralleelsed kuubi küljed ei ole kujutatud koonduvana nagu piltjoonisel, vaid paralleelsetena, s. t. nii nagu see on tegelikkuses.

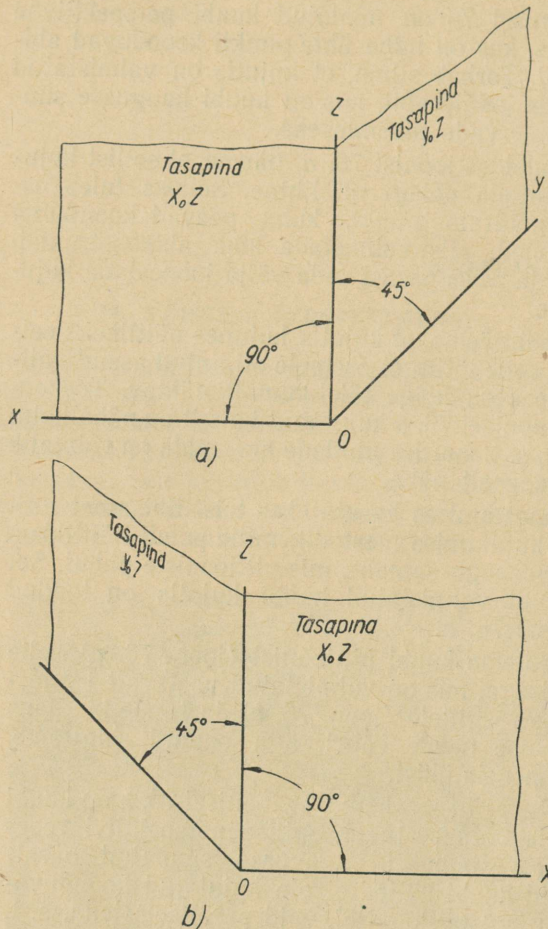
Eemalduvate joonte paralleelsuse säilitamine on esemete kujutamise selle meetodi iseloomulikuks omapäraks. Seepärast nimetatakse seda meetodit paralleelperspektiiviks ehk aksonomeetriaks.

Joonestamises õpitakse tunda mitut aksonomeetria reeglite kohaselt eseme näitliku kujutise valmistamise meetodit. Järgmises paragrahvis tutvume ühega neist, ja nimelt sellega, mille abil on joonestatud kuup joonisel 76, b.

Kujutist, mis on saadud sel meetodil, nimetatakse frontaalprojektsiooniks.

§ 20. FRONTAALPROJEKTSIOON

Frontaalprojektsiooni väljajoonestamine toimub kolme telje abil, mis väljuvad punktist O (joon. 77).



Joon. 77. Frontaalprojektsiooni teljed

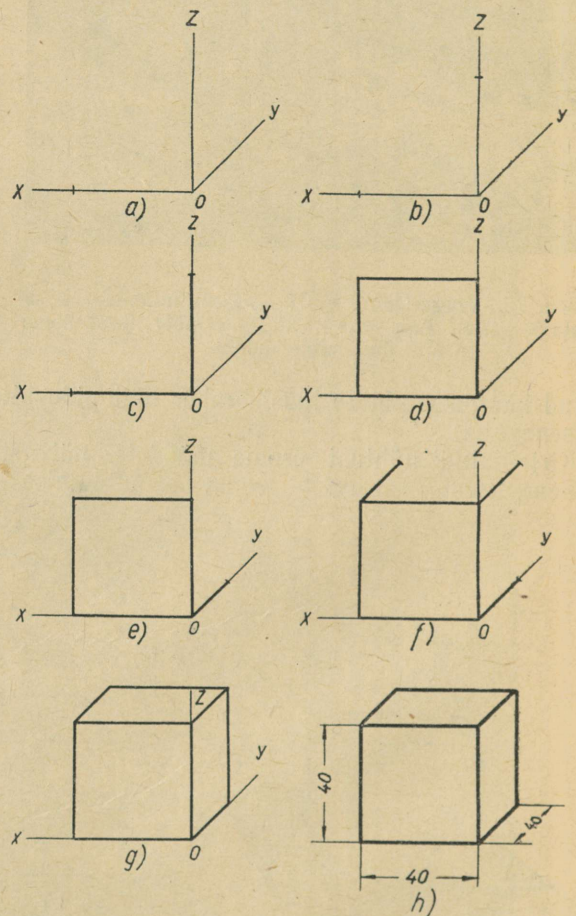
Neid telgi võib vaadelda kuubi kolme serva kujutistena, mis on meie poole pööratud kindlaksmääratud viisil.

On teada, et nurk kuubi kahe mitteparalleelse serva vahel on täisnurk, mistõttu tasapinnale YOZ (kuubi tahule) otse vaadates näeme ka telgede OY ja OZ vahelist nurka täisnurgana, mitte aga sellisena, nagu on kujutatud joonisel 77. Tuleb kindlalt teada, et telgede OZ ja OY (sügavusse suunduv telg) vaheline nurk frontaalprojektsioonis on täisnurk. Üks telg suunatakse punktist O horisontaalselt ja tähistatakse tähtedega OX , teine — OZ suunatakse vertikaalselt üles, s. t. täisnurga all teljele OX , kolmas telg OY kujutatakse kaugenevana meie poolt joonise

sügavusse ning see tõmmatakse joonisel 45° nurga all vertikaaltelje suhtes (horisontaalteljega OX see moodustab samuti 45° nurga).

Joonisel 77 on kujutatud frontaalprojektsiooni teljed, kusjuures telg OY on suunatud erinevalt: joonisel 77, a paremale, joonisel 77, b aga vasakule. Kui on vaja eset kujutada nii, et oleks näha selle parem külgpind, siis suuname telje OY paremale, nagu joonisel 77, a. Kui aga on vaja näidata eseme vasakut külge, siis paigutame telje OY vastavalt joonisele 77, b.

Kuubi joonestamist frontaalprojektsioonis (vt. joon. 76, b) alustati kuubi meiepoolse (frontaalse) tahu joonestamisest. Kuubi esitahu joonestamine toimus järgmiselt: punktist O kanti teljele OX kuubi serva pikkus, mis võrdus 40 mm (eeldame, et oli vaja joonestada kuup serva pikkusega 40 mm) (joon. 78, a). Sama mõõde 40 mm kanti ka teljele OZ (joon. 78, b). Seejärel



Joon. 78. Kuubi frontaalprojektsiooni ehitamise järjekord

tõmmati servade kontuurjooned: alumine — piki telge OX ja parempoolne — piki telge OZ (joon. 78, c).

Edasi tõmmati kuubi esitahu teised servad: ülemine serv — paralleelselt alumisele ja vasakpoolne serv — paralleelselt parempoolsele (joon. 78, d), mille tulemusena saadi ruut.

Kuubi eemalduvad servad tõmmati kaldu, nagu on näha jooniselt 76, b. Nende ehitamist alustati kuubi parempoolsest külgtahust, mille alumine serv joonestati piki telge OY . Sealjuures ei kantud joonisele kuubi serva täit pikkust, vaid kaks korda vähendatud, s. t. mitte 40, vaid 20 mm (joon. 78, e). Seda tehti selleks, et frontaalprojektsioon võimalikult rohkem sarnaneks piltjoonisega (perspektiivse kujutisega). Nagu nägime jooniselt 76, a, moodustab kuubi perspektiivsel kujutisel eemalduvate servade pikkus umbes poole esitahu servade pikkusest (loomulikult vahakord muutub, kui vaadelda kuupi teises asendis). See reegel kajastab tegelikkust, sest et eseme eemalduvad osad näivad alati meile lühemad, kui nad on tegelikult. Seepärast, et kujutatavad esemed oleksid frontaalprojektsioonis võimalikult loomulikud, s. t. et esemed näiksid sellistena, nagu me neid tajume nägemismeelega, on ette nähtud lühendada kõiki OY teljega paralleelseid eemalduvaid jooni kaks korda.

Pärast kuubi alumise külgserva tõmbamist teljele OY tõmmati sellega paralleelselt kuubi ülemisi külgservi kujutavad sirglõigud (joon. 78, f). Mõlemad need servad on kuubi alumise servaga paralleelsed, aga kuna frontaalprojektsioonis eemalduvate joonte paralleelsus säilib, siis on ka need kaks serva joonestatud vertikaaltelje suhtes 45° nurga all.

Kuubi joonestamine lõpeb ülemise ja parempoolse külgtahu tagumiste servade joonestamisega (joon. 78, g).

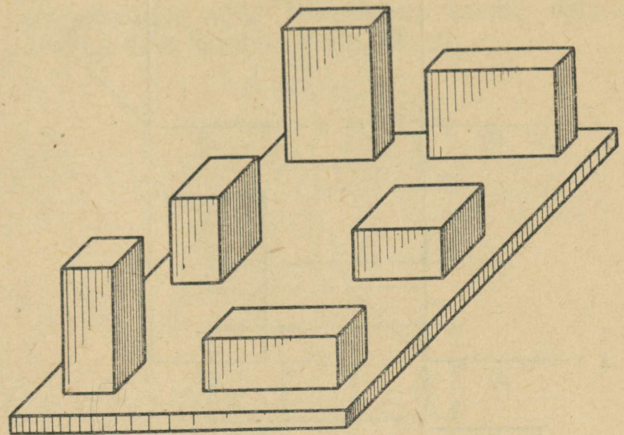
Mõnikord antakse frontaalprojektsioonis ka mõõded. Siis on viimaseks operatsiooniks distantants- ja mõõtjoonte tõmbamine ning mõõdetete pealekandmine (joon. 78, h).

§ 21. RISTTAHUKA FRONTAALPROJEKTSIOON

Igat eset võib kujutada frontaalprojektsioonis mitmes asendis. Näiteks risttahuka võib välja joonestada ükskõik millises jooniselt 79 näidatud asendis. Seepärast tuleb ese enne joonestama hakkamist paigutada sellisesse asendisse, mille puhul saavutatakse kõige ilmekam kujutis.

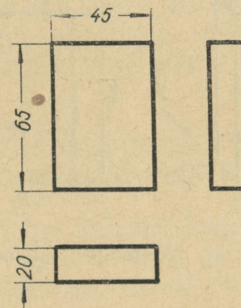
Kujutame risttahuka paigutatuna lühemale ja kitsamale tahule ja pööratuna meie poole laiema tahuga (asend, millises see on kujutatud jooniselt

79 viimase rea vasakul poolel). Risttahuka mõõded võtame selle jooniselt (joon. 80).



Joon. 79. Risttahuka frontaalprojektsioonid

Frontaalprojektsiooni joonestamist algame telgede ehitamisest. Telje OY suuname paremale nagu jooniselt 77, a. Edasi joonestame nagu kuubi puhul algul telgedele OX ja OZ meie poole

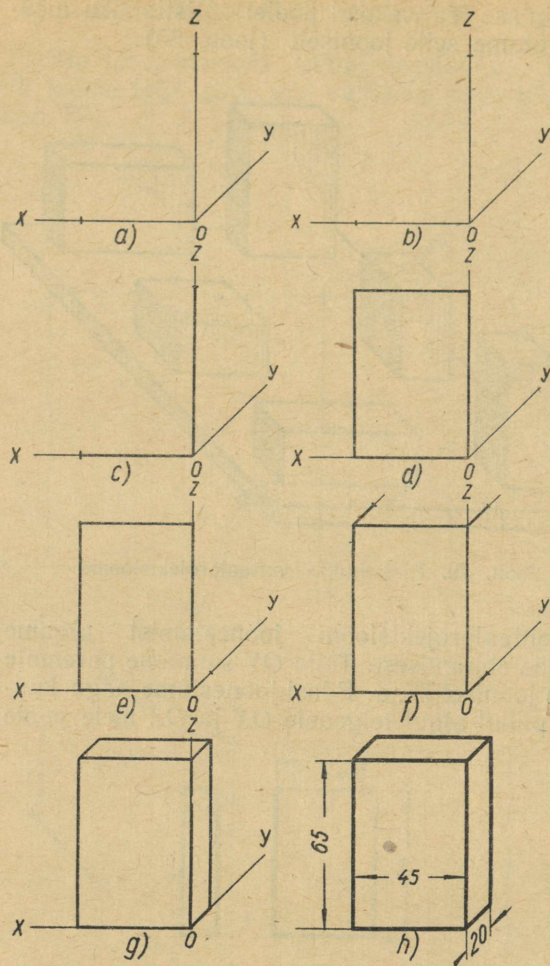


Joon. 80. Risttahuka joonis

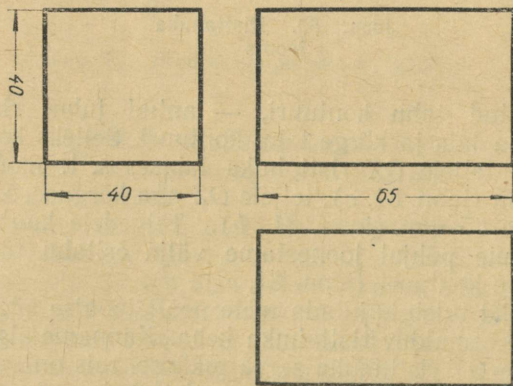
pööratud tahu kontuuri, — antud juhul risttahuka laia ja kõrge tahu kontuuri. Selleks kanname teljele OX risttahuka laiuse, s. t. mõõde 45 mm (joon. 81, a), teljele OZ aga kõrguse, s. t. mõõde 65 mm (joon. 81, b). Telgedele kantud mõõdetete põhjal joonestame välja esitahu täisnurkse kontuuri (joon. 81, c ja d).

Nüüd tuleb kujutada meie poolt joonise sügavusse eemalduv risttahuka keha. Kanname algul teljele OY risttahuka serva pikkuse, mis on suunatud joonise sügavusse, s. t. risttahuka paksuse. Joonise järgi see on võrdne 20 mm, kaks korda lühendatuna aga 10 mm (joon. 81, e). Pärast seda joonestame parempoolse külgtahu alumise serva.

Sügavusse on suunatud veel kaks risttahuka



Joon. 81. Risttahuka frontaalprojektsiooni ehitamine



Joon 82. Neljatahulise prisma joonis

nähtavat serva. Need tõmbame paralleelselt teljele OX (joon. 81, f). Frontaalprojektsiooni väljajoonestamise lõpetame külgtahu ja ülemise tahu tagumiste servade joonestamisega (joon. 81, g).

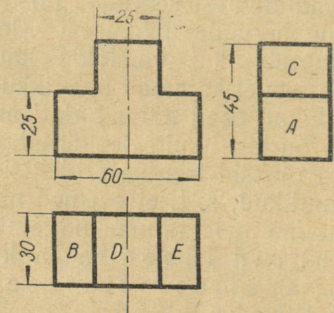
Lõpuks kanname joonisele distant- ja mõõtjooned ning asetame mõõted (joon. 81, h).

Risttahukat teises asendis kujutavad frontaalprojektsioonid (joon. 79) tuleb ehitada samas järjekorras, s. t. joonestamist tuleb alata meie poole pööratud tahu ehitamisest telgedele OZ ja OX .

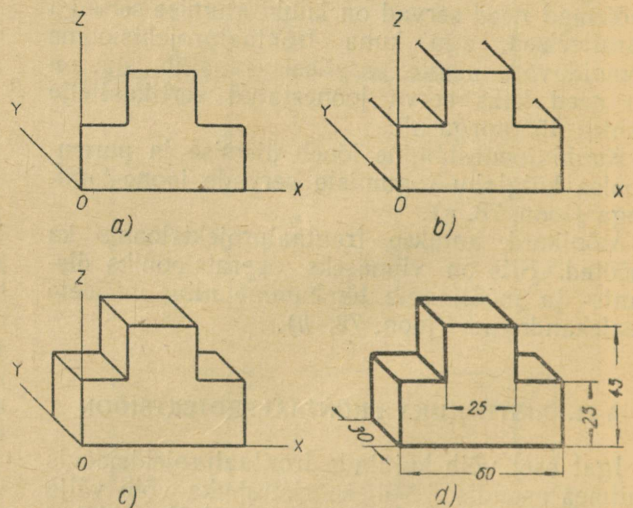
Harjutus. Joonestada risttahuka frontaalprojektsioon joonisel 82 antud joonise põhjal.

§ 22. LIHTSATE DETAILIDE JOONESTAMINE FRONTAALPROJEKTSIOONIS

Asetame joonisel 83 esitatud detaili nii, et selle eestvaatel näidatud külg oleks pööratud meie poole, ja algame frontaalprojektsiooni ehi-



Joon. 83. Lihtsa kujuga detaili joonis

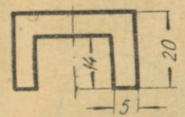
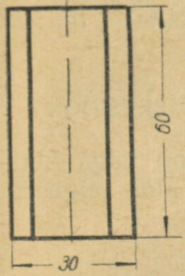


Joon. 84. Lihtsa detaili frontaalprojektsiooni ehitamine

tamist detaili eestvaatele vastava kujutise joonestamisega telgedele OX ja OZ (joon. 84, a).

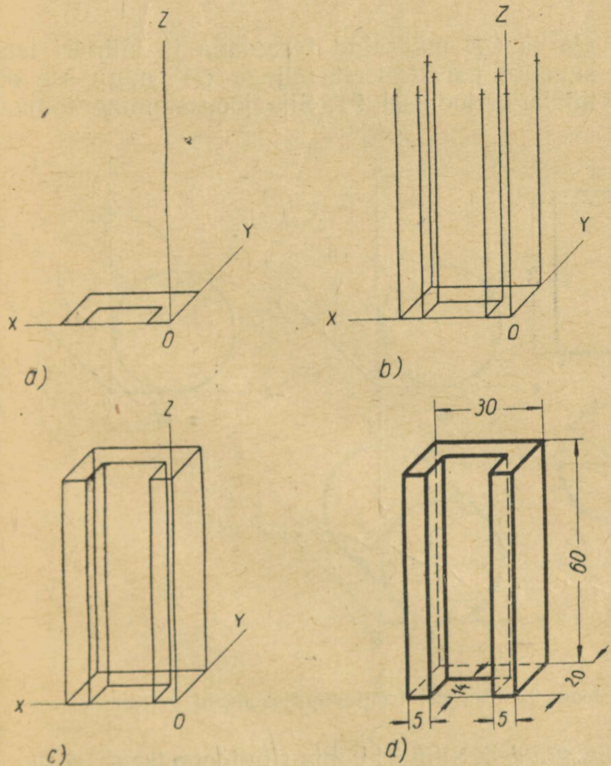
Detaili keha (mahu) ehitamise suuname vasakule. Sellises asendis jäävad detailil nähtavaiks

joonisel 83 tähtedega *A, B, C, D, E* märgitud tahud. Neid tahke eraldavad servad on omavahel paralleelsed ja ühepikkused; seepärast tuleb neid ka frontaalprojektsioonis kujutada paralleelsete, telje *OZ* suhtes 45° nurga all suunatud joontena (joon. 84, *b*). Nende servade pikkusi vähendame joonisel kaks korda. Edasi tõmbame tagumiste servade jooned, mis on nähtavad detaili antud asendis (joon. 84, *c*) ning kanname peale joonisel näidatud mõõted (joon. 84, *d*).



Joon. 85. Rennikujulise detaili joonis

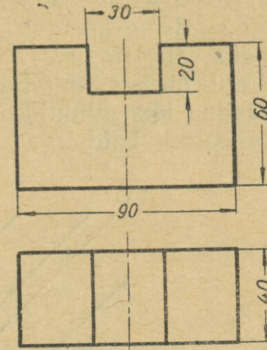
Joonestame välja detaili aluse, kusjuures telje *OY* suunalised mõõted kanname joonisele kaks korda vähendatuina (joon. 86, *a*). Põhja kohale kujutame detaili keha. Selleks püstitame teljega *OZ* paralleelsed, detaili külgservi kujutavad ver-



Joon. 86. Rennikujulise detaili frontaalprojektsiooni ehitamine

tikaaljooned ning kanname neile detaili kõrguse 60 mm (joon. 86, *b*).

Kõrgust tähistavate kriipsukeste ja servi kujutavate vertikaaljoonte lõikepunktid ühendame sirgjoontega, mille tulemusena saame detaili ülemise otsa kujutise (joon. 86, *c*).



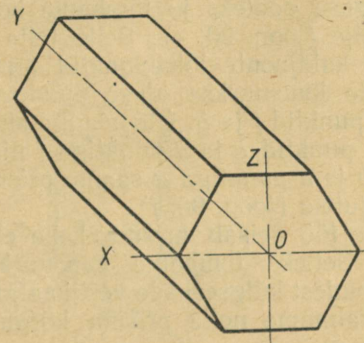
Joon. 87. Väljalõikega prismaatilise detaili joonis

Nüüd tuleb hoollega vaadelda saadud kujutist ja määrata, millised tahud ja servad kujutisel on detaili antud asendi puhul varjatud detaili eesmise osadega (joon. 86, *d*). Varjatud servad on näidatud pidevate joonte asemel kriipsjoontega.

Harjutus 1. Joonestada detaili frontaalprojektsioon detaili joonise põhjal (joon. 87).

§ 23. KUUETAHULISE PRISMA FRONTAALPROJEKTSIOON

Joonisel 88 on toodud kuuetaahulise prisma frontaalprojektsioon. See on joonestatud järgmises korras: algul joonestati prisma kuusnurkne

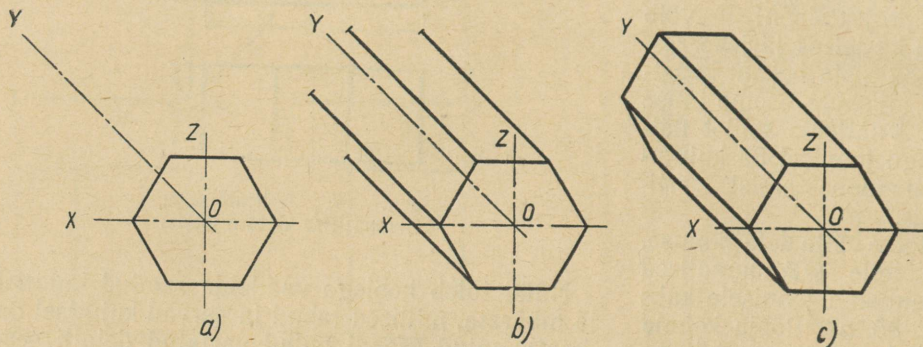


Joon. 88. Kuuetaahulise prisma frontaalprojektsioon

ots (alus) (joon. 89, *a*), mille tippudest tõmmati prisma sellises asendis nähtavaks jäävate servade jooned (joon. 89, *b*). Külgtahkude servi

kujutavatele kaldjoontele kanti kaks korda vähendatuna prisma kõrgus, ning tõmmati teise otsa nähtavate servade jooned (joon. 89, c).

Keerulisem ülesanne on valmistada kuueta hulise prisma frontaalprojektsioon selle vertikaal-asendis. Algame joonestamist aluse kujutamise-ga frontaalprojektsioonis. Selleks tuleb kõige-pealt joonestada prisma kuusnurkne alus (joon. 90, a), tõmmata selle tippudest vertikaaljooned kuni lõikumiseni horisontaalteljega OX (joon. 90, b) ning saadud lõikepunktidest (a, b, c) tel-jega OY paralleelselt kaldsirged (joon. 90, c).



Joon. 89. Kuueta hulise prisma frontaalprojektsiooni ehitamine

Seejärel kanda vasakult teisele kaldjoonele, mis väljub punktist a , kuusnurga poole laiusega võrduv lõik ning viimase lõpust (punktist d) tõmmata teljega OX paralleeljooni kuni lõikumiseni naaberkaldjoonega punktis e . Nii saame prisma alust moodustava kuusnurga ühe külgedest — tagumise külje. Esikülge asub teljel OX punktide a ja b vahel (joon. 90, d).

Edasi jagame saadud kahe külje vahelise kauguse pooleks ja tõmbame horisontaaltelje (joon. 90, e). Selle telje ja äärmiste kaldjoonte lõikepunktid annavad meile kuusnurkse aluse puuduvad tipud — punktid f ja g . Ühendanud sirgjoontega punktid a ja d punktiga f ning punktid b ja e punktiga g saame prisma aluse kujutise (joon. 90, f).

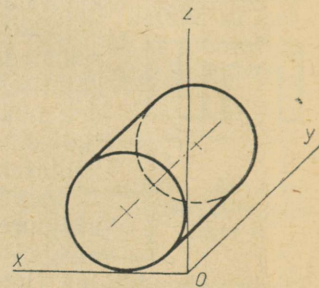
Edasine töö seisab prisma keha ehitamises. Selleks tõmbame kuusnurkse aluse tippudest külgservade vertikaaljooned ja kanname neile prisma kõrguse (joon. 90, g).

Servi kujutavate joonte otsad määravad meile prisma teise kuusnurkse põhja tipud. Neid omavahel joontega ühendades saame prisma põhja kuusnurkse kontuuri, täpsusega vastavalt alumise põhja väljajoonestamise täpsusele (joon. 90, h).

Jäeb määrata, millised prisma servad kujunevad antud asendis nähtavaks ja millised prisma kerega varjatuiks. Nähtavaks jäävad alumise põhja kolm eespoolset serva, neli külgserva ja ülemise põhja kõik kuus serva. Ülejäänud servi ei näe, need on varjatud; joonisel 90, i on need servad näidatud kriipsjoontega.

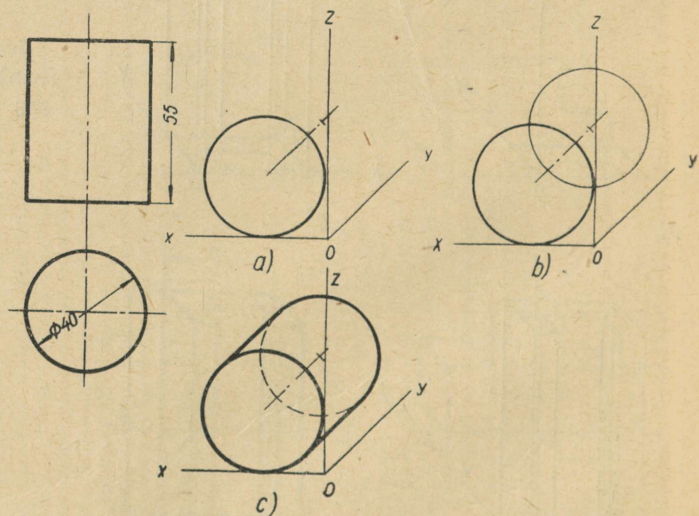
§ 24. SILINDRI FRONTAALPROJEKTSIOON

Silindri frontaalprojektsiooni on väga lihtne joonestada, kui asetada silindri alus telgedega



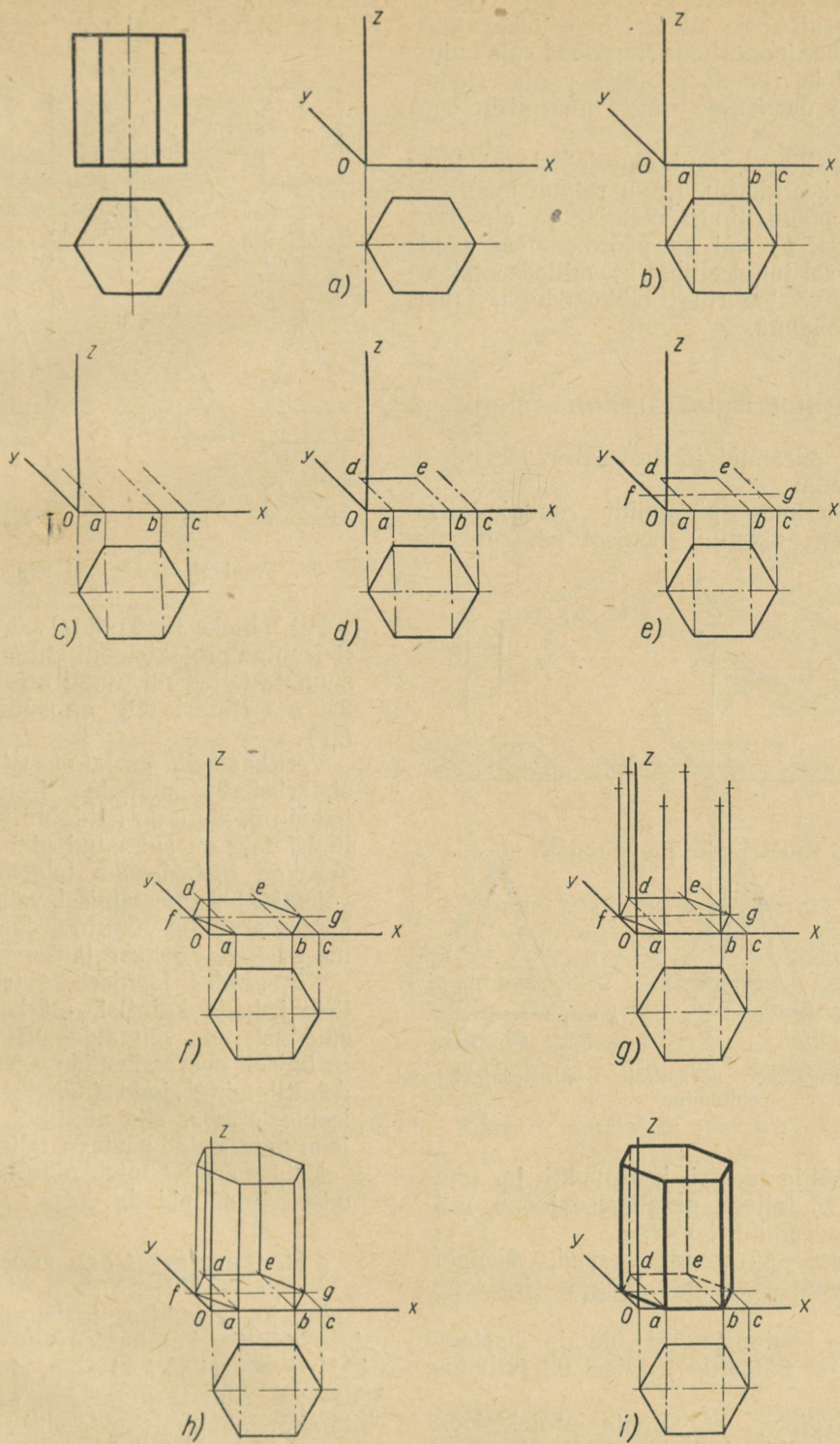
Joon. 91. Silindri frontaalprojektsioon

OX ja OZ määratud tasapinda ja silindri telg suunata paralleelselt teljega OY , nagu see on näidatud joonisel 91. Siis joonestamine toimub



Joon. 92. Silindri frontaalprojektsiooni ehitamine

järgmiselt. Silindri põhja ringjoone tsentrist tõmbame horisontaalteljega 45° -st nurka moodustava joone (silindri telje) ning kanname sellele



Joon. 90. Vertikaalse kuuetahulise prisma frontaalprojektsiooni ehitamine

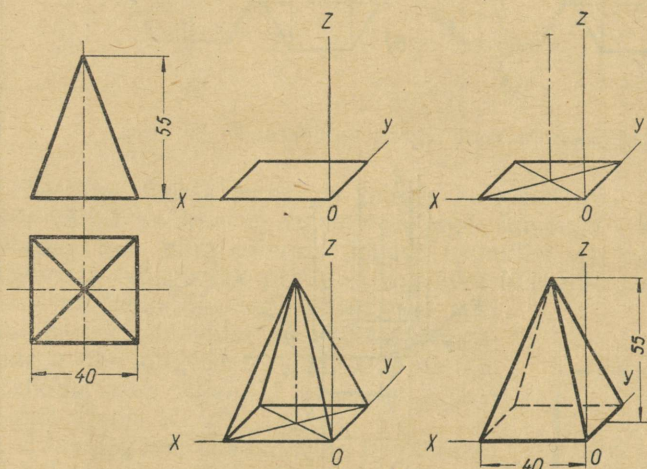
silindri poolele kõrgusele võrduva lõigu (joon. 92, a). Kriipsukese ja silindri telje lõikepunkti kui tsentri ümber joonestame ringjoone, mis kujutab silindri teist (vastaspoolset) põhja (joon. 92, b). Edasi ühendame ringid puutesirgetega (joon. 92, c).

Vertikaalse silindri frontaalprojektsiooni joonestamine on keerulisem. Nagu selgub jooniselt 94, kujunevad pöördsilindri ülemine ja alumine põhi (joon. 94, b) kui ka pöördkoonuse põhi (joon. 94, d) sel juhul ellipseiks, millede pikkus on ligikaudu võrdne ringi läbimõeduga, laius aga $\frac{1}{3}$ läbimõeduga.

§ 25. PÜRAMIIDI FRONTAALPROJEKTSIOON

Vertikaalne püramiid joonestatakse järgmiste operatsioonidena:

1. Konstrueerime püramiidi ruudukujulise põhja, nagu on näidatud joonisel 93 (esimene operatsioon).



Joon. 93. Neljatahulise püramiidi frontaalprojektsiooni ehitamine

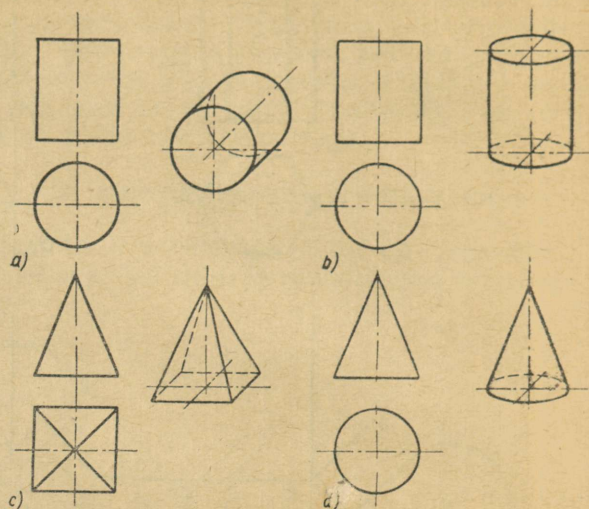
2. Leiame põhja tsentri keskpunkti ja tõmbame sellest OZ teljega paralleelse joone, millele kanname püramiidi kõrguse.

3. Joonestame püramiidi servad, ühendades põhja tipud püramiidi tipuga sirgjoontega abil.

4. Tõmbame kontuurjooned üle ja asetame mõõted, nagu on näidatud joonisel 93 (viimane operatsioon).

Lõpuks märgime, et frontaalprojektsiooni nagu teistegi näitlike kujutiste ehitamise operatsioonide arv peab olema võimalikult väike. Seepärast võib frontaalprojektsiooni puhul kasutada telgedeks servasid, kõrgusi, telgesid, põhja

sümmeetriatelgesid, põhjade ringjoonte tsentreid tähistavaid telgjooni.



Joon. 94. Frontaalprojektsiooni telgede otstarbekas valik

Nii näiteks horisontaalselt asetatud silindri frontaalprojektsiooni ehitamisel on kasulik suunata teljed nii, nagu on näidatud joonisel 94, a (silindri telg on suunatud piki telge OY).

Vertikaalselt asetatud silindri puhul on otstarbekas suunata frontaalprojektsiooni teljed nii, nagu on näidatud joonisel 94, b (silindri telg on suunatud piki telge OZ).

Kõige otstarbekam telgede paigutus, mis võimaldab joonestamisel vähendada operatsioonide arvu, on püramiidi jaoks näidatud joonisel 94, c, koonuse jaoks — joonisel 94, d.

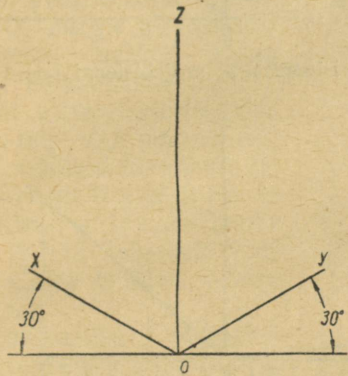
Kõrvutades joonisel 94 toodud geometriliste kehade kujutisi, märkame väga olulist omadust, mis võimaldab vähendada konstrueerimisel operatsioonide arvu ja nimelt, kui detailil mingi joon (näiteks serv) on paralleelne teljega, siis näitlikul kujutisel on see joon paralleelne vastava telje kujutisega.

Neid märkusi tuleb näitlike kujutiste ehitamisel silmas pidada.

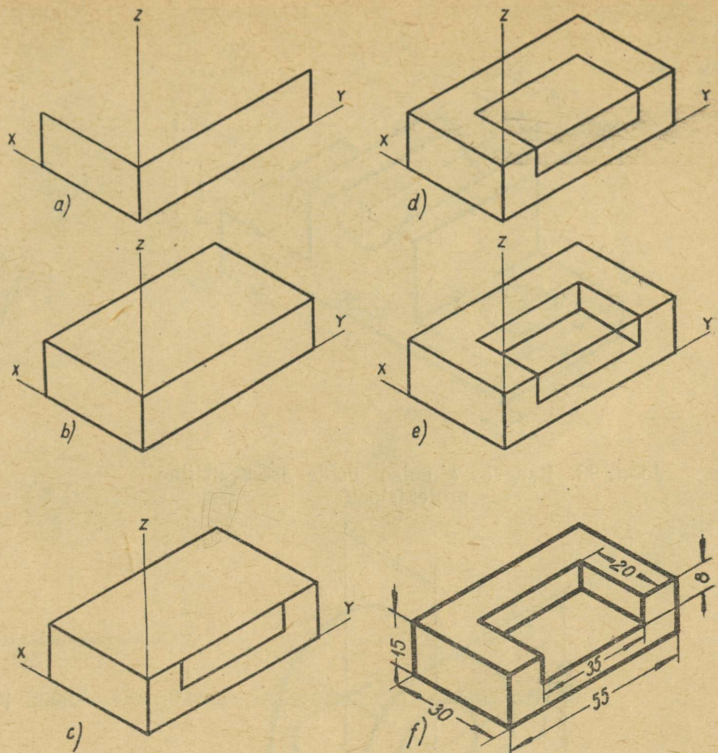
§ 26. ISOMEETRILISED PROJEKTSIOONID

Teine joonestamises ja tehnilises kirjanduses esinev näitliku kujutamise viis on isomeetriline projektsioon. Isomeetrilise projektsiooni, samuti nagu frontaalprojektsiooni, ehitamine toimub telgede abil, ainult isomeetrilise projektsiooni teljed on paigutatud teisiti kui frontaalprojektsiooni teljed. Telg OZ jääb vertikaalseks, kuna teljed OY ja OX tõmmatakse 30° -lise kaldega horisontaalsuuna suhtes.

Isomeetriselises projektsioonis kujutatud kuup näeb välja nii, nagu on näidatud joonisel 96, s. t. meie poole kallutatud asendis. Kuubi isomeetriselise projektsiooni ehitamiseks kantakse telgedele OZ , OY ja OX kuubi servade pikkused. Ehitamise hõlbustamiseks telgedele OZ , OY ja OX kantavaid mõõteid tavaliselt ei vähendata.

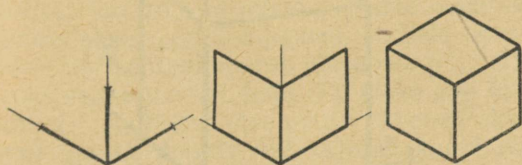


Joon. 95. Isomeetriselise projektsiooni teljed



Joon. 97. Lihtsa kujuga detaili isomeetriselise projektsiooni ehitamine

Telgedele kantud mõõdete järgi joonestatakse algul välja kuubi külgtahud ning seejärel ülemise tahu servad.



Joon. 96. Kuubi isomeetriselise projektsiooni ehitamine

2. Väljalõike projektsiooni ehitamine

Parema külgtahu kujutisele on kantud mõõdeted: väljalõike sügavus 8 mm ja pikkus 35 mm. Vastavalt neile mõõdetele joonestatakse väljalõike piirjooned, mis on nähtavad sellel tahul (joon. 97, c). Ülemise tahu kujutisele kantakse väljalõike laiuse mõõde 20 mm ning tõmmatakse väljalõike kontuurjooned (joon. 97, d).

Edasi tõmmatakse veel kolm väljalõike servi kujutatavat joont (joon. 97, e), kõrvaldatakse kõik abijooned, tõmmatakse tugevalt välja kõik nähtavad servad, kantakse peale mõõted (joon. 97, f).

Joonistel 98 ja 99 on veel täiendavalt näidatud kahe detaili kujutamine samal meetodil.

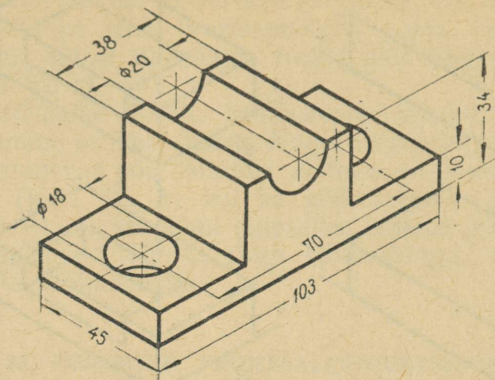
§ 27. DIMEETRIILINE PROJEKTSIOON

Vaadeldud frontaal- ja isomeetriselise projektsiooni kõrval on tehnikas levinud veel üks näitliku kujutamise viis, mida nimetatakse dimeetriseliseks projektsiooniks.

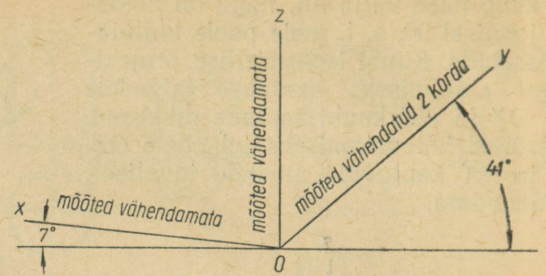
Dimeetriselise projektsiooni sarnaneb telgede paigutuse ja ehitamise meetodi poolest frontaal-

1. Risttahuka projektsiooni ehitamine

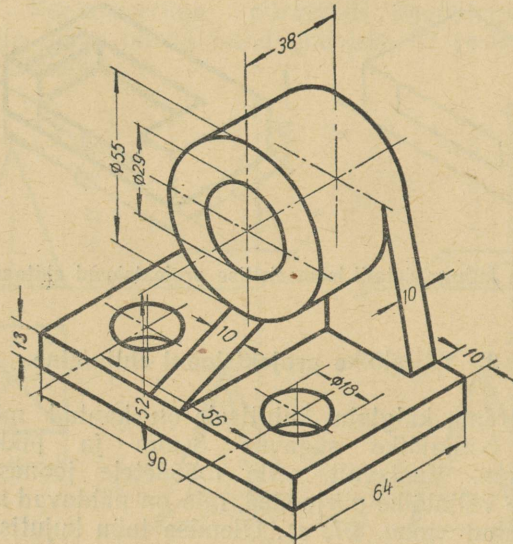
Pärast isomeetriseliste telgede joonestamist kantakse neile mõõdeted: detaili pikkus 55 mm (teljele OY), laius 30 mm (teljele OX) ja kõrgus 15 mm (teljele OZ). Edasi tõmmatakse risttahuka kahte nähtavat tahku kujutatavad jooned (joon. 97, a). Projektsiooni ehitamine lõpetatakse kahe puuduva joone — risttahuka kolmanda ülemise nähtava tahu servade — tõmbamisega (joon. 97, b).



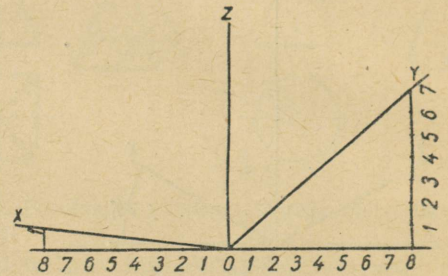
Joon. 98. Laagri alumise poole isomeetriline projektsioon



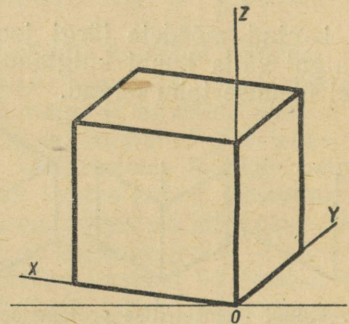
Joon. 100. Dimeetrilise projektsiooni teljed



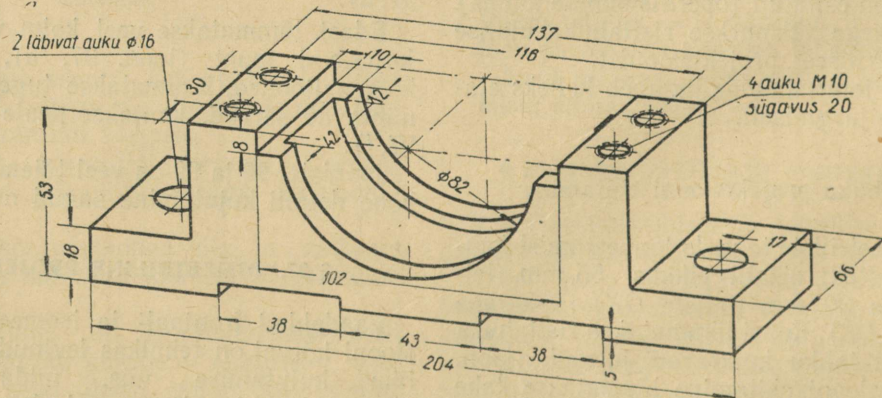
Joon. 99. Laagri isomeetrilise projektsioon



Joon. 101. Dimeetrilise projektsiooni telgede ehitamine



Joon. 102. Kuubi dimeetriline projektsioon



Joon. 103. Laagri aluse dimeetriline projektsioon

projektsioonile (frontaalprojektsioon on dimeetria eriliik, täpsema nimetusega frontaalne dimeetiline projektsioon). Kui frontaalprojektsioonis telg OX oli suunatud 45° nurga all, siis dimeetrilises projektsioonis see nurk on 41° . Esimesel juhul telg OX on paigutatud horisontaalselt, dimeetrilise projektsiooni puhul aga 7° nurga all horisontaaljoone suhtes (joon. 100). Dimeetrilise projektsiooni ehitamisel vähendatakse telje OY suunas olevaid mõõte tavaliselt samuti nagu frontaalprojektsiooniski, s. t. kaks korda, OX ja OZ telgedele kantakse aga mõõted vähendamata.

Dimeetrilise projektsiooni telgi võib ehitada malli järgi või joonlaua ja sirkliga. Viimati mainitud meetod on esitatud joonisel 101 ja see seisab järgmises: tõmmatakse horisontaaljoon, mille keskpunkti püstitatakse täisnurga all telg OZ . Edasi kantakse punkti O mõlemale poole kaheksa võrdset jaotust. Äärmiste jaotuste otspunktidest tõmmatakse vertikaaljooned, millele kantakse horisontaaljoonest ülespoole telje OY jaoks seitse jaotust, telje OX jaoks aga üks jaotus. Jaotuste otspunktid ühendatakse punktiga O . Joonis 102 kujutab kuubi dimeetrilist projektsiooni; joonisel 103 on toodud näitena detaili kujutis, mis on ehitatud dimeetrilise projektsiooni reeglite kohaselt.

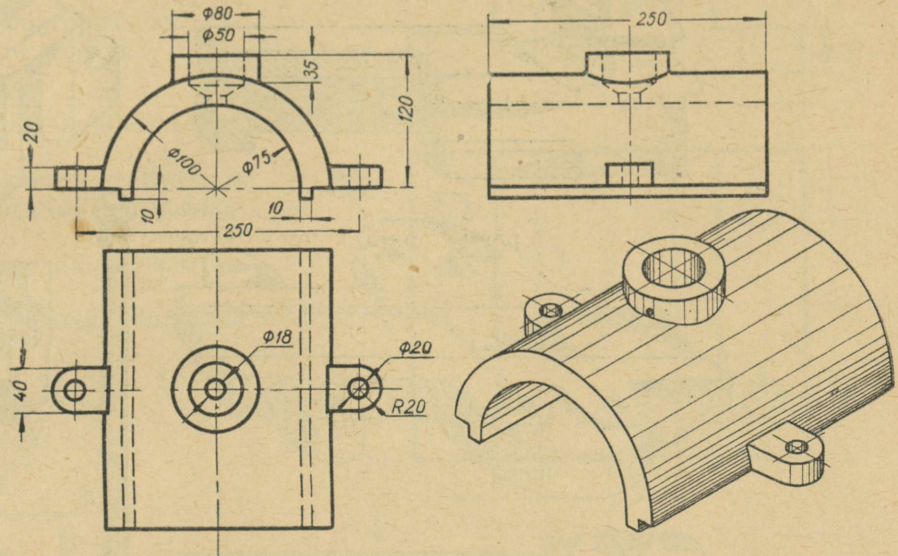
§ 28. NÄITLIKE KUJUTISTE PRAKTLINE KASUTAMINE

Näitlike kujutisi reeglina kasutatakse lihtsate detailide valmistamisel. Eriti sageli kasutatakse selliseid jooniseid tislari ja mööblitislari alal.

Näitlike kujutisi kasutatakse ka vahendina masinaehitusalaiste jooniste selgitamiseks: näiteks joonisel 104 on detaili näitlik kujutis antud selleks, et kiiremini aru saada selle vaadetest. Näitlike kujutisi kasutatakse sageli mitte kogu detaili, vaid selle üksikosa raskesti mõistetava kuju selgitamiseks, nagu see selgub joonisel 105 esitatud lihtsast näitest.

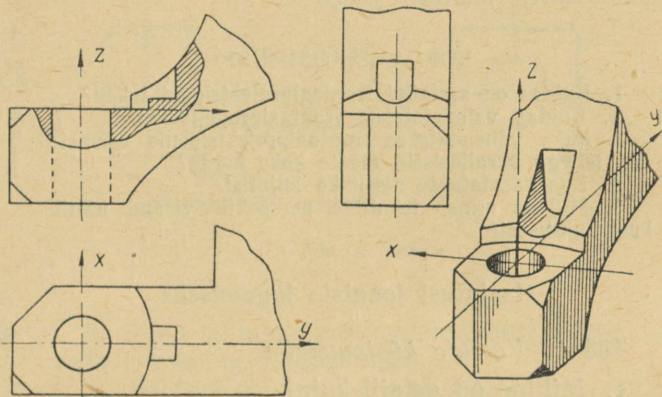
Detailide näitlike kujutiste joonestamise viise

kasutatakse laialdaselt tehniliste perspektiivvisandite valmistamisel, mis on samuti näitlikud kujutised, ainult selle erinevusega, et need val-



Joon. 104. Laagri kaane joonis ja näitlik kujutis

mistatakse käsitsi. Seejuures püütakse ligikaudu säilitada telgedevahelisi nurki, kasutatakse silm-mõõtelist mõõtsuhet, samuti säilitatakse detaili elementide mõõdete vahekorda, et ei moonutuks

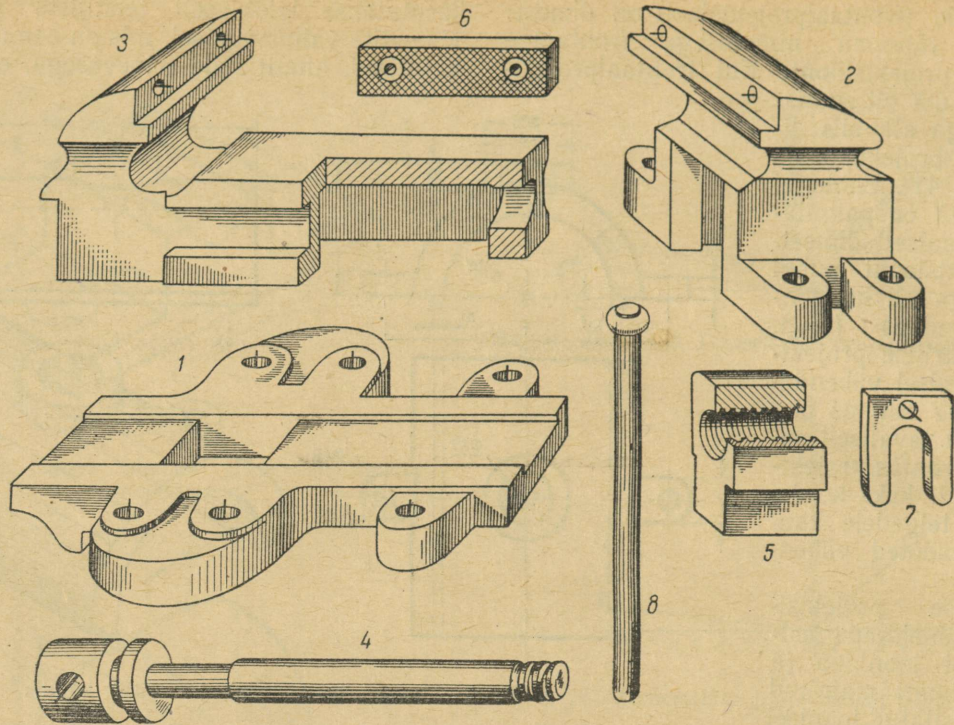


Joon. 105. Joonise selgitamine näitliku kujutise abil

kuju. Suurema reljeefsuse ja näitlikkuse saamiseks kantakse perspektiivvisandile varjud.

Näide tehnilisest perspektiivvisandist, millel on kujutatud kruustangi detailid, on esitatud joonisel 106.

Et kiiremini õppida jooniseid lugema, soovitatakse harjutada joonistel kujutatud detailide



Joon. 106. Kruustangide detailide perspektiivvisandid

tehniliste perspektiiv-visandite valmistamist, kuid samuti ka detailide joonestamist tehniliste perspektiiv-visandite järgi.

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Kuidas on asetatud frontaalprojektsiooni teljed?
2. Kuidas valmistatakse frontaalprojektsioon?
3. Miks vähendatakse frontaalprojektsioonis esemete OY teljega paralleelseid mõõte kaks korda?
4. Kus kasutatakse näitlikke kujutisi?
5. Milllega erineb tehniline perspektiiv-visand näitlikust kujutisest?

Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Vastata küsimustele:

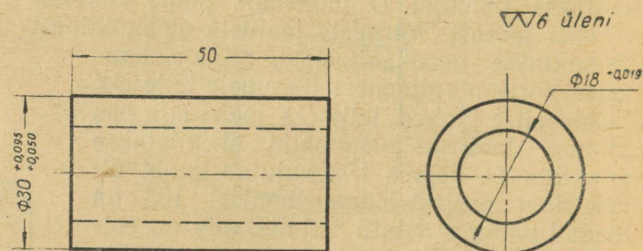
1. Milline on detaili kuju?
2. Millised on detaili välisläbimõõdu piirmõõted?
3. Mis on kujutatud eestvaatel kriipsjoontega?
4. Millise siledusklassiga peavad olema detaili pinnad?

Täita ülesanne:

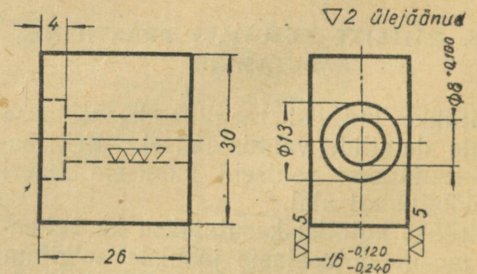
Joonestada detaili frontaalprojektsioon ja kanda sellele mõõted, võttes need jooniselt.

Töö 2. Vastata küsimustele:

1. Milline kuju on detailil?



Töö 1 juurde



Töö 2 juurde

2. Milline kuju on detailis oleval aval?
3. Kas tuleb pärast puurimist veel töödelda ava $\varnothing 8$ pindu?
4. Millised detaili pinnad peavad olema teise siledusklassiga?

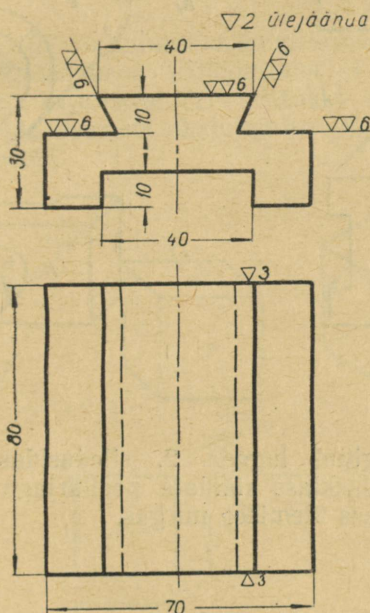
5. Millele võrduvad detaili paksuse ($16_{-0,240}^{-0,120}$) piirmõõted?

Täita ülesanne:

Joonestada detaili frontaalprojektsioon ja kanda sellele joonisel näidatud mõõted.

Töö 3. Vastata küsimustele:

1. Millised detaili vaated on kujutatud joonisel?
2. Mida kujutavad kriipsjooned pealtvaatel?
3. Näidake eestvaatel kolmanda siledusklassiga pinnad.
4. Näidake pealtvaatel kuuenta siledusklassiga pinnad.
5. Kas kõik detaili valmistamiseks vajalikud mõõted on joonisel näidatud?



Töö 3 juurde

Täita ülesanne:

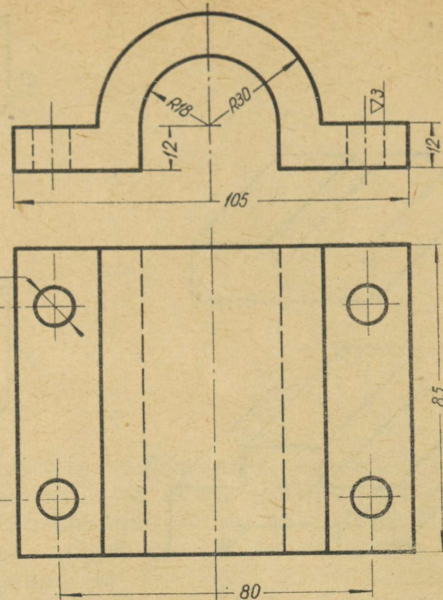
Joonestada detaili frontaalprojektsioon ja kanda sellele joonisel näidatud mõõted.

Töö 4. Vastata küsimustele:

1. Milline kuju on detailil?
2. Mitu ava on joonisel kujutatud detailil? Kas need avad on läbiulatuvad või põhjaga?
3. Millised on detaili suurimad mõõted?
4. Näidake pealtvaatel detaili silindrilist pinda.
5. Milleks on antud mõõted 55 ja 80?

Täita ülesanne:

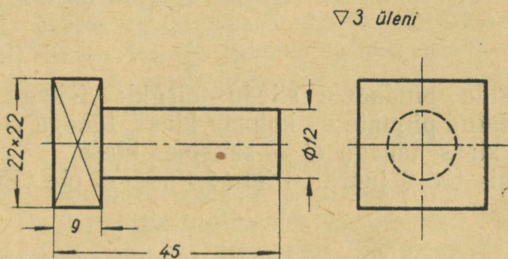
Joonestada detaili frontaalprojektsioon ja kanda sellele joonisel näidatud mõõted.



Töö 4 juurde

Töö 5. Vastata küsimustele:

1. Millised detaili «vaated» on joonisel kujutatud?
2. Millistest geomeetristest kehast koosneb antud detail?



Töö 5 juurde

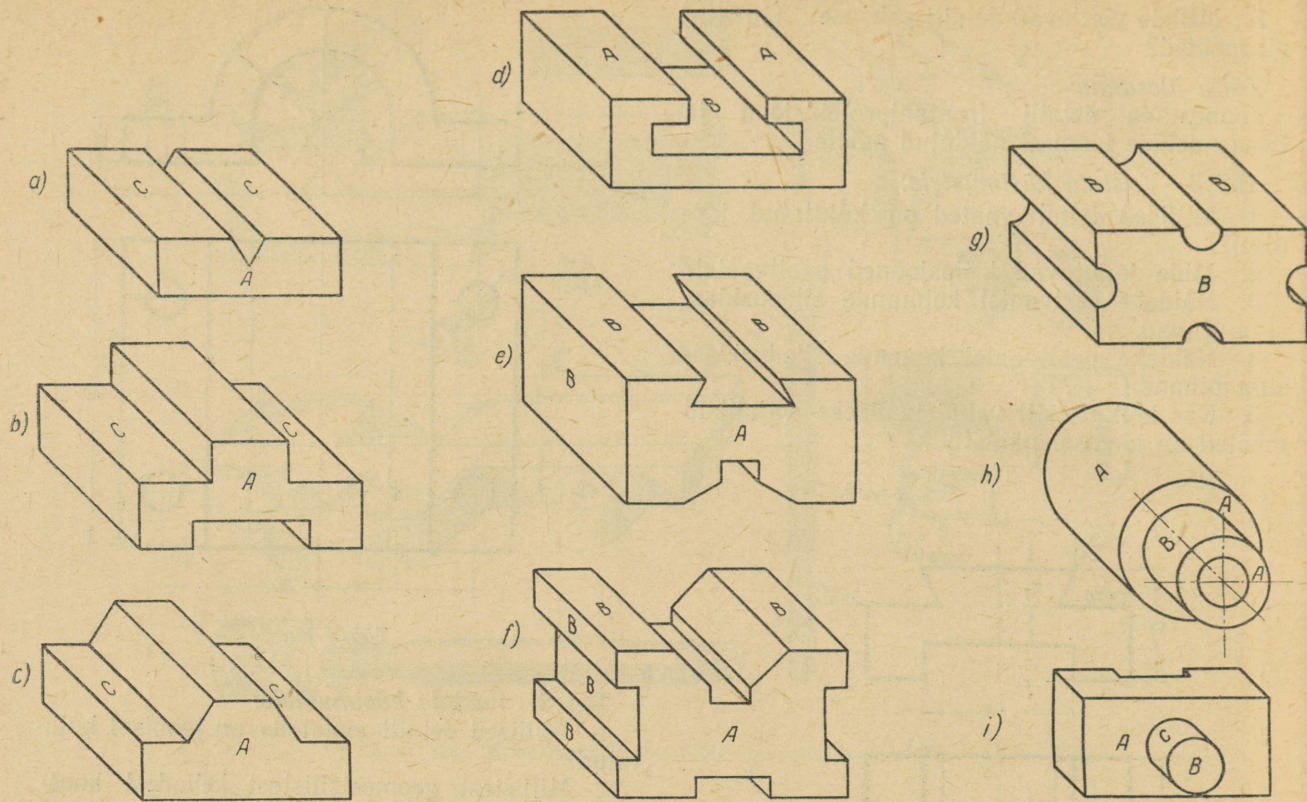
3. Mida näitavad eestvaatele peente sirgjoon- tega tõmmatud diagonaalid?
4. Millised on iga elemendi mõõted?
5. Mida näitab kiri 22 × 22?
6. Kas detaili pindade siledus peab olema ühesugune või erinev?

Täita ülesanne:

Joonestada detaili frontaalprojektsioon ja kanda sellele joonisel näidatud mõõted.

Töö 6. Joonestada detaili näitliku kujutise järgi kolm vaadet (eestvaade, pealtvaade ja altvaade) mõõdus 1:1.

Kanda mõõted näitlikult kujutiselt joonisele.



Töö 6 juurde

Kanda pindadele siledusmärgid: tähega *A* tähistatud pinnale — kolmas klass, tähega *B* — viies klass, tähega *C* — seitsmes klass.

Juhis töö 6 juurde. Pinnad, mis ei ole tähte-

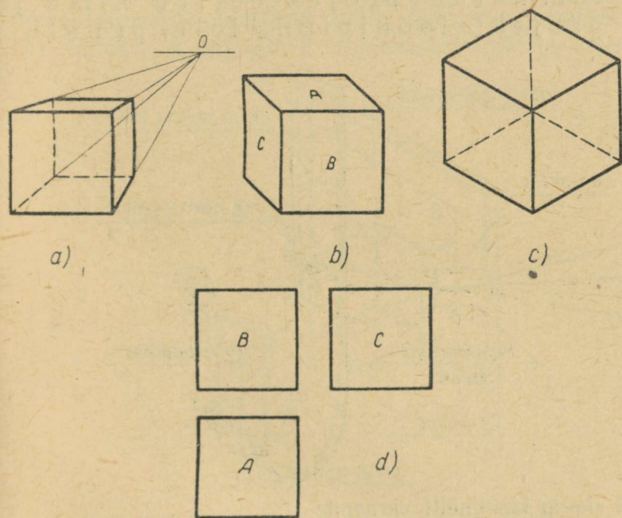
dega märgitud lugeda 2. siledusklassi ning nende siledusklass näidata pealkirjaga joonise parempoolses ülemises nurgas.

IV peatükk

RISTPROJEKTSIOON

§ 29. TSENTRAAL- JA PARALLEELPROJEKTSIOONID

Joonisel 107 on kujutatud kuup erinevail meetodeil. Algteadmised tööjoonistest (I peatükk) ja näitlikest kujutistest (III peatükk) võimaldavad võrrelda esemete kujutamise mitmesuguseid meetodeid.



Joon. 107. Kuubi näitlikud kujutised ja ristprojektsioon

Perspektiivi reeglite järgi ehitatud kujutis on kõige selgem (joon. 107, a), kuid sellel on järgmised puudused:

1) üksikud esemed ja nende osad vähenevad kujutamisel erinevalt, mistõttu joonise järgi on raske määrata eseme tegelikke mõõteid;

2) ehitamine on keerukas. Seetõttu kasutatakse perspektiivi ainult neil juhtudel, kus on vaja saada võimalikult piltlikku kujutist, näiteks arhitektuurilistes projektides, mitmesuguste ehitiste (hoonete, sildade jt.) kujutamisel, maalikunstis.

Aksonomeetria reeglite kohaselt ehitatud kujutised (joon. 107, b ja c) on küllalt näitlikud ja lihtsad. Põhisuundade jooned (paralleelsed isomeetrilistele telgedele) jäävad muutmata või neid lühendatakse ühepalju; aksonomeetriliste kujutiste valmistamine on tunduvalt lihtsam kui perspektiivsete kujutiste valmistamine. Seetõttu, nagu selgus § 28, kasutatakse seda meetodit laialdaselt masinaehitusalasest joonestamises kui ka tehniliste perspektiiv-visandite valmistamisel esemete või nende elementide keerulise kuju selgitamisel.

Perspektiivi või aksonomeetria reeglite põhjal valmistatud kujutis, olgugi et see annab esemest üldise ettekujutuse, on kasutatav siiski ainult lihtsa kujuga eseme valmistamisel. Kui ese on keerukama kujuga, siis tuleb valmistamiseks teda kujutada kahes, kolmes või isegi rohkemas vaates (joon. 107, d). Käesolevas peatükis vaadeldaksegi põhjalikumalt, kui seda tehti I peatükis, vaadete konstrueerimise reegleid. Need reeglid tuginevad niinimetatud ristprojektsiooni meetodile. Sel meetodil saadud kujutistel, mis on kõige vähem näitlikud, on järgmised hinnatavad eelised:

1) tänu mitme vaate kasutamisele annavad kujutised täielikud andmed eseme kohta;

2) kujutised torkavad silma oma ülesehituse lihtsuse poolest, kuna iga vaade on kujutis eseme ühest küljest; seejuures paigutatakse eseme nii, et võimalikult suurem arv elemente oleks kujutatud loomulikus suuruses;

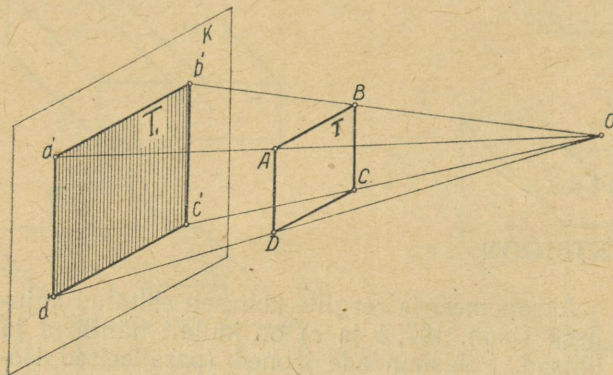
3) kujutisi võib esile mõõtmise hõlpsuse poolest. Seepärast on ristprojektsioon tehnika kõigis harudes esemete kujutamisel kasutatavaks põhiliseks meetodiks.

Milles siis seisneb ristprojektsiooni olemus?

Sõna «projektsioon» viitab eseme kujutamisele tasapinnal. Samasuguseid projektsioone võime leida looduses. Nii näiteks päikesekiirtega valgustamisel tasapinnale (seinale, lauale jne.) hei-

detud eseme vari on eseme projektsioon sellele tasapinnale.

Eseme projektsiooni võib saada järgmiselt: nõutagu kujutada tasapinnal K kujundit T (joon. 108). Valime meelevaldse punkti O . Suu-



Joon. 108. Tsentraalne projekteerimine

name punktist O läbi kujundi T kõigi punktide sirged, mida nimetame projekteerivaiks kiirteks või projekteerivaiks sirgeiks. Iga projekteeriv

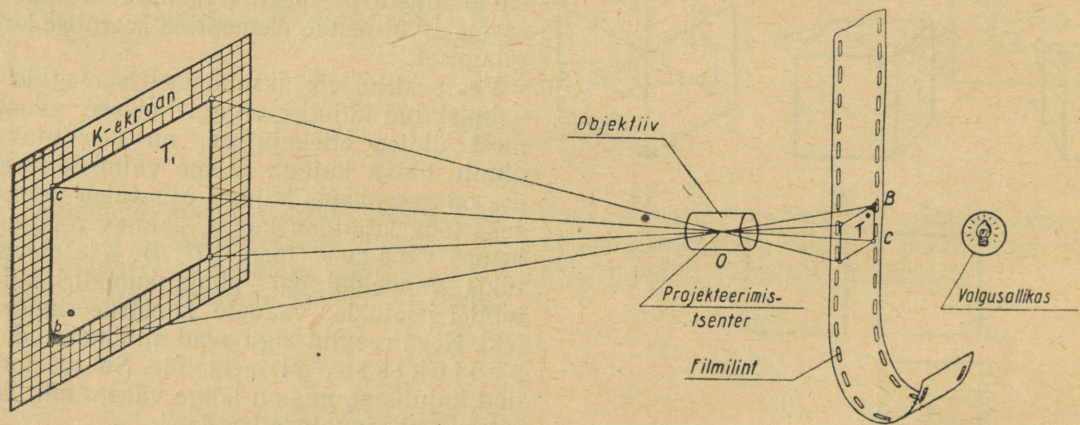
asub projektsioonipinnast kindlaksmääratud kaugusel, nimetatakse tsentraalseks, saadud projektsiooni aga tsentraalprojektsiooniks.

Kujundi punkte tähistame suurte tähtedega (või jämedamate numbritega kui tavaliselt), punktide projektsioone aga vastavate väiketähtedega (või tavalise jämedusega numbritega).

Et paremini selgitada projekteerimise olemust, on joonisel 109 näidatud kujutise kinolindilt ekraanile

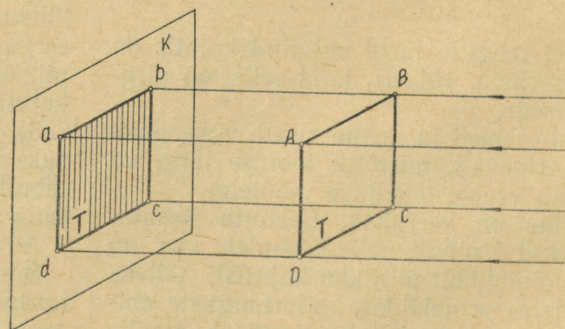
ekraanile projekteerimise lihtsustatud skeem. Siin punkt O (aparaadi objektiivis) on projektsioonitsentriks, kujund T — kaader kinolindil, mille projektsiooni me näeme suurendatud kujul tasapinnal K — kino ekraanil. Valguskiired (näiteks Bb , Cc) on projekteerivad kiired. (Antud juhul asuvad kujundi T kõik punktid projekteerimistsentri ees.)

Järelikult, mingi ruumipunkti projektsiooniks — tsentraalprojektsiooni puhul nimetatakse läbi projekteerimistsentri ja antud punkti tõmmatud projekteeriva kiire ja projektsioonipinna lõikepunkti.



Joon. 109. Kujutise projekteerimise skeem kinolindilt ekraanile

sirge lõikab tasapinda K ühes kindlas punktis. Näiteks punktist O läbi punkti A tõmmatud kiir lõikab tasapinda K punktis a' . Neid punkte nimetataksegi kujundi punktide projektsioonideks. Ühendades vastavad punktid sirgjoontega, saame tasapinnal K kujundi $ABCD$ projektsiooni $a'b'c'd'$. Tasapinda K nimetatakse projektsioonipinnaks, punkti O — projekteerimistsentriks, tasapinnale kujundi projektsiooni ehitamise protsessi aga projekteerimiseks. Sellist projekteerimist, kus projekteerimistsenter



Punkt O asub lõpmata kaugel

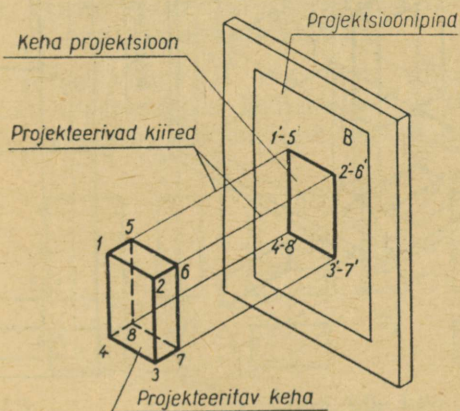
Joon. 110. Paralleelne projekteerimine

Kui punkt O — projekteerimisstsenter — viia esemest väga kaugele (lõpmatusse), siis projekteerivad kiired (OB, OA, OC, OD) muutuvad paralleelseteks (joon. 110). Sellist projekteerimist, kus projekteerimisstsenter O asub lõpmatuses ja projekteerivad sirged kujunevad omavahel paralleelseteks, nimetatakse paralleelseks projekteerimiseks ja saadud projektsiooni — paralleelprojektsiooniks.

Paralleelprojektsioon jaguneb kaldprojektsiooniks, kui projekteerivad sirged moodustavad projektsioonipinnaga kaldnurga, ja ristprojektsiooniks, kui projekteerivad sirged moodustavad projektsioonipinnaga täisnurga. Tehnikas, nagu tähendatud, kasutatakse ristprojektsiooni¹.

§ 30. RISTPROJEKTSIOON ÜHELE PROJEKTSIOONIPINNALE

Mingi eseme ristprojektsiooni ehitamine toimub praktiliselt selle eseme üksikute punktide projektsioonide leidmise teel. Asetame joonisel 111 tähega B märgitud projektsioonipinna ette



Joon. 111. Risttahuka ristprojektsioon ühele projektsioonipinnale

täisnurkse risttahuka. Paigutame viimase nii, et selle esi- ja järelkülg ka tagatahk oleksid projektsioonipinnaga paralleelsed. Sel juhul on külgtahud ning alumine ja ülemine tahk risti projektsioonipinnaga. Selleks et ehitada risttahuka projektsiooni projektsioonipinnale B , tõmbame läbi risttahuka tippude, mis on tähistatud numbritega 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ja 8, projek-

¹ Mõnikord nimetatakse ristprojektsiooni ortogonaalseks. Mõistelt on need sõnad samaväärsed, kusjuures esimene on eestikeelne sõna, teine on aga võetud geometriast ning tuleneb kreeka keelest.

teerivad kiired, suunates need risti projektsioonipinnaga. Projekteerivad kiired on omavahel paralleelsed, sest nad on risti ühe ja sama tasapinnaga B .

Projekteerivate kiirte ja projektsioonipinna lõikepunktid $1', 2', 3', 4', 5', 6', 7'$ ja $8'$ on punktide 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ja 8 projektsioonid. Ühendades sirgjoontega nende punktide vastavad projektsioonid, saame tasapinnal risttahuka ristprojektsiooni.

Nagu näeme on risttahuka projektsiooniks hoopis lihtne kujund ja nimelt ristkülik.

Tuleb mees pidada, et saadud ristküliku küljed ei ole ainult risttahuka servade, vaid ka tahkude projektsioonideks, sest külgtahud ja mõlemad põhjad, olles risti projektsioonipinnaga, projekteeruvad viimasele sirgjoontena, mis langevad kokku servade 1—4, 2—3, 1—2, 4—3 projektsioonidega. Järelkülg kujutab ristkülik endast kogu risttahuka projektsiooni, sisaldades kõigi selle tippude, servade ja tahkude projektsioone.

Võrreldes risttahukat selle projektsiooniga võib teha järgmised järeldused:

1. Projektsioonipinnaga paralleelsed tahud projekteeruvad sellel loomulikus suuruses (esitahk 1—2—3—4 ja tagatahk 5—6—7—8, millede projektsioonid antud juhul ühtuvad).

2. Projektsioonipinnaga risti olevad tahud projekteeruvad sirgetena (ülemine tahk 1—2—6—5, külgtahud 2—3—7—6 ja 1—4—8—5 ja alumine tahk 4—3—7—8).

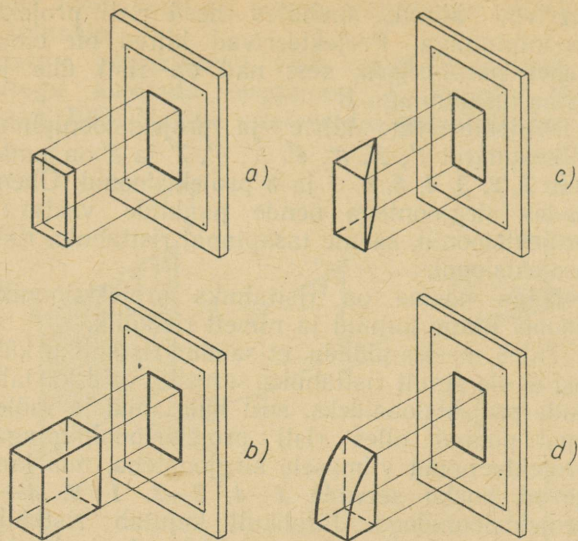
3. Projektsioonipinnaga paralleelsed servad projekteeruvad samuti loomulikus pikkuses (vertikaalsed servad 1—4, 2—3, 5—8 ja 6—7 ja horisontaalsed 1—2, 4—3, 5—6, 8—7).

4. Projektsioonipinnaga risti olevad servad projekteeruvad punktidenä (servad 1—5, 2—6, 4—8, 3—7).

§ 31. RISTTAHUKA PROJEKTSIOON KAHELE PROJEKTSIOONIPINNALE

Ristprojektsiooni meetodil saadud risttahuka projektsioon ühele projektsioonipinnale ei võimalda määrata kujutatava eseme kuju, sest ristprojektsioonis projekteeruvad ristkülikuna mitmesuguse kujuga esemed, nagu näiteks õhuke ristkülikukujuline plaat (joon. 112, a), mitmesuguse paksusega risttahukad (joon. 112, b), kolmnurkne (kolmetahuline) prisma (joon. 112, c), silindri osa (joon. 112, d) jne.

Järelkülg, eseme kujutis ühele projektsiooni-



Joon. 112. Erineva kujuga esemete projekteerimine ühele projektsioonipinnale

pinnale võimaldab määrata ainult eseme kahte mõõdet — kõrgust ja pikkust. Selleks, et määrata keha mõõte kolmes põhilises suunas — pikkus, laius ja kõrgus — on tarvis anda veel üks projektsioon.

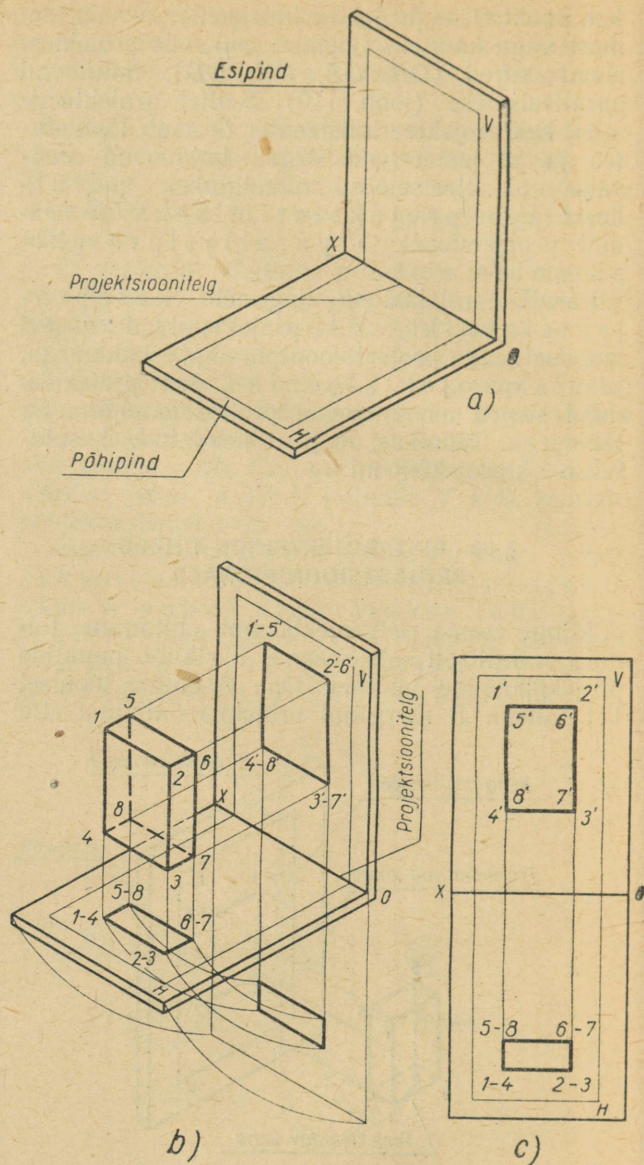
Selleks võetakse kaks omavahel risti olevat tasapinda (joon. 113, a). Üks tasapind asetatakse vertikaalselt ja nimetatakse vertikaalseks projektsioonipinnaks ehk esipinnaks¹ (joonisel 113, a see tasapind on tähistatud tähega V), teine tasapind asetatakse horisontaalselt ja nimetatakse horisontaalseks projektsioonipinnaks ehk põhipinnaks (tähistatakse tähega H). Projektsioonipindade lõikejoont OX nimetatakse projektsiooniteljeks.

Risttahuka projektsiooni ehitamine kahele projektsioonipinnale toimub samuti nagu ühele projektsioonipinnale risttahuka üksikute punktide — tippude — projektsioonide leidmise teel. Asetame risttahuka projektsioonipindade ette niimoodi, et selle esitahk (järelikut ka tagatahk) oleks paralleelne esipinnaga V, ülemine (järelikut ka alumine) aga paralleelne põhipinnaga H. Siis on risttahuka külgtahud risti nii esi- kui ka põhipinnaga. Tähistame risttahuka tipud numbritega 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Läbi iga punkti (tipu) suuname projekteerivad kiired risti projektsioonipindadega.

Projekteerivate sirgete ja esipinna lõikepunktid 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8' ongi tippude 1, 2, 3,

¹ Vertikaalset projektsioonipinda nimetatakse ka frontaalseks projektsioonipinnaks.



Joon. 113. Risttahuka projekteerimine kahele projektsioonipinnale ja viimaste pööramine ühte tasapinda

4, 5, 6, 7, 8 esijoonised, projekteerivate sirgete ja põhipinna lõikepunktid 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 aga samade tippude põhijoonised.

Ühendades tippude projektsioonid vastavas järjestuses sirgetega, saame risttahuka esi- ja põhijoonise.

Peame mees, et eseme projektsiooni esipinnale nimetatakse esijooniseks (või frontaalprojektsiooniks) ja põhipinnale — põhijooniseks.

Samuti nagu projekteerimisel ühele projekt-

sioonipinnale, kujutab ka siin iga projektsioon, nii esi- kui ka põhijoonis, endast kogu risttahuka projektsiooni — kõiki selle tahke, servi ja tippe.

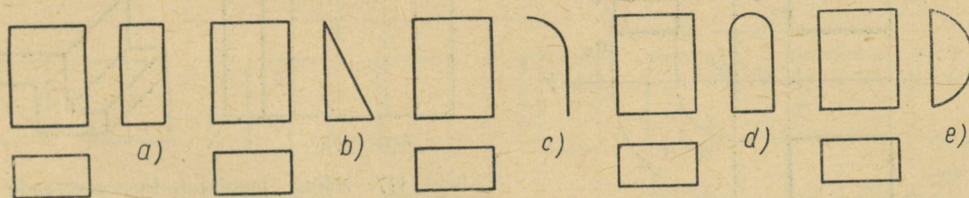
Et saada eseme mõlemaid projektsioone paigutatuna ühte tasapinda (joonis tasapinda), toimitakse järgmiselt. Jättes paigale esipinna, pööratakse põhipinda koos sellel asuva põhijoonisega ümber projektsioonitelje OX kuni ühtimiseni esipinna pikendusega (joon. 113, *b*). Peale mahapööramist asub põhijoonis esijoonise all (joon. 113, *c*). Eseme kujutist ühte tasapinda pööratud projektsioonipindadel nimetataksegi *jooniseks*. Projektsioonitelg, nagu selgub jooniselt, jagab joonise pinna kahte ossa. Projektsiooniteljest kõrgemal asuv osa kujutab endast esipinda, allpool telge asuv osa aga põhipinda.

Kui nüüd ühendada sirgetega risttahuka vastavad punktid esi- ja põhijoonisel (näiteks tipu I esijoonisel I' ja põhijoonisel I), siis kõik need ühendussirged on risti projektsiooniteljega.

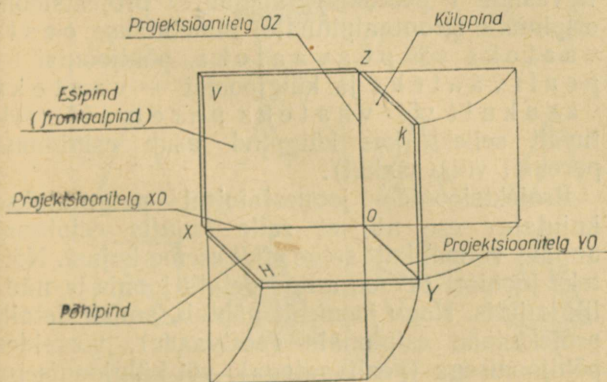
See on väga oluline reegel, mis tuleb kindlalt meeles pidada.

§ 32. ESEME PROJEKTSIOONID KOLMELE PROJEKTSIOONIPINNALE

Kaks projektsiooni ei ole alati piisavad eseme kuju määramiseks. Näiteks joonisel 114, *a* ei määra kaks projektsiooni veel üheselt eseme



Joon. 114. Näited, kus kaks projektsiooni ei määra üheselt eseme kuju



Joon. 115. Kolm projektsioonipinda

kuju. Samasugused kaks projektsiooni võib olla näiteks kolmetahulisel prismal (joon. 114, *b*), painutatud plaadil (joon. 114, *c*) jne. Et vältida sellist määramatust, kujutatakse ese kolmes (aga mõnikord ka rohkemas, nagu hiljem näeme) projektsioonis.

Kuidas saada eseme kujutist kolmes projektsioonis?

Meile juba tuntud kahele projektsioonipinnale — esipinnale ja põhipinnale — lisatakse kolmas, kahe esimesega risti olev tasapind (joon. 115). Viimast nimetatakse külgmiseks projektsioonipinnaks ehk külgpinnaks. Joonisel 115 on see tähistatud tähega K . Kolm projektsioonipinda moodustavad kolmetahulise nurga kolme projektsiooniteljega OX , OY ja OZ .

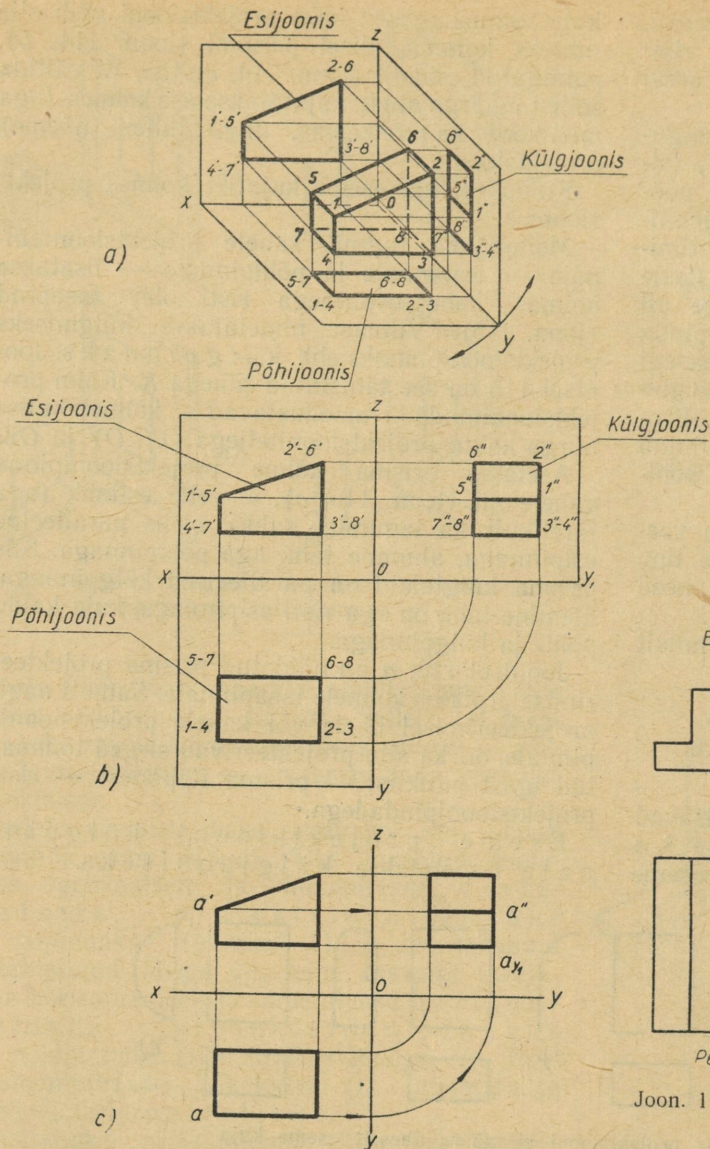
Asetame prisma kolme projektsioonipinna vahele nii (joon. 116, *a*), et selle esitahk (aga järelikult ka tagumine tahk) oleks paralleelne esipinnaga, alumine tahk aga põhipinnaga. Siis prisma külgtahud on paralleelsed külgpinnaga, ülemine tahk on aga risti esipinnaga, kuid kaldu põhi- ja külgpinnaga.

Joonisel 116, *a* on näidatud prisma projekteerimise protsess kolmele tasapinnale. Samuti nagu projekteerimisel ühele või kahele projektsioonipinnale, on ka siin projekteerivad sirged tõmmatud igast punktist — prisma tippudest — risti projektsioonipindadega.

Eseme projektsiooni külgpinnale nimetatakse küljjooniseks.

Pöörame nüüd tasapinnad koos neil olevate projektsioonidega nii, nagu on näidatud joonisel 116, *a*, s. t. jättes paigale esipinna, laseme põhipinna alla, pöörates seda ümber telje OX , kuni ühtimiseni esipinnaga, selle järel pöörame külgpinna ümber telje OZ noolega näidatud suunas samuti kuni ühtimiseni esipinnaga.

Peale projektsioonipindade mahapööramist (joon. 116, *b*) paigutuvad prisma projektsioonid järgmiselt: põhijoonis asub esijoonise all, küljjoonis aga esijoonisest paremal sellega samal kõrgusel. Seejuures asuvad vastavate punktide esi- ja põhijoonised telje OX ristsirgeil (näiteks I' ja I), esi- ja küljjoonised aga telje OZ ristsirgeil (näiteks I' ja I'').



Joon. 116. Prisma projekteerimine kolmele projektsioonipinnale: projektsioonipindade mahapööramine; kolme projektsiooni paigutumine joonisel

Tähistame edaspidi punkti põhijoonise väiketähega (või numbriga) ilma indeksita, näiteks a , esijoonise — kriipsukesega varustatud väiketähega a' (loetakse: « a prim») ja küljjoonise — a'' (loetakse: « a sekund»). Punktid esemel endal tähistatakse, nagu juba varem öeldud, suurte tähtedega (või tavalistest jämedamate numbritega).

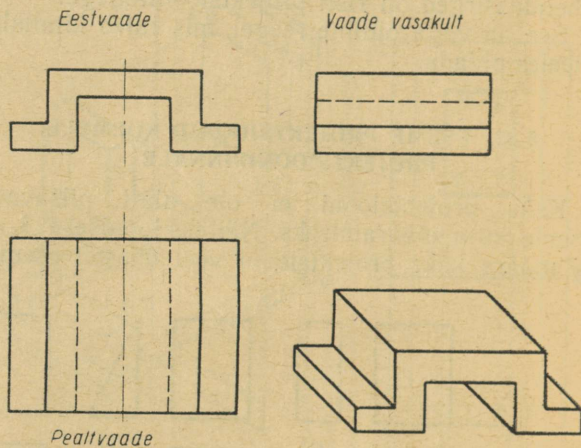
Projektsioonipindade pööramisel jaotuks telg OY nagu kaheks sirgeks, millest üks — OY — jääb põhipinna juurde, teine OY_1 aga küljpinna juurde (joon. 116, b).

Joonisel 116, b on näidatud punktide projektsioonide paigutus joonisel ja nende omavaheline seos.

Nagu jooniselt selgub ei ole projektsioonipindu piiravalt raamjoontel projekteerimisel mingit tähtsust ja sellepärast neid joonisel ei näidatagi (joon. 116, c).

Projektsioonitelgi ja neile risti olevaid sirgeid, millede ülesanne on projektsioonide omavahel siduda, joonisel samuti ei näidata. Neid kasutatakse ainult ristprojektsiooni ehitamisel, projektsioonide paigutamisel joonisele ja projektsioonide omavahelise seose selgitamisel. Edaspidi paigutame projektsioonid joonisel varem käsitletud reeglite põhjal, kuid ilma sidejoonteta ja projektsioonitelgede näitamiseta.

Tehnilistel joonistel nimetatakse projektsioone v a a d e t e k s (nendega me



Joon. 117. Näide joonisest, kus eestvaade annab esimest parima ettekujutuse

tutvusime I peatükis), kusjuures projektsiooni esipinnale (frontaalpinnale) nimetatakse eestvaateks või peavaateks, põhijoonist — pealtvaateks ja küljjoonist — vaateks vasakult või vaateks paremalt (sõltuvalt sellest, kas külgpind asub esipinnast paremal või vasakul).

Projektsioonide joonestamisel paigutatakse kujutatav ese nii, et selle kujutis esipinnal annaks võimalikult selge pildi eseme kujust. Näiteks joonisel 117 on antud detaili joonis ja näitlik kujutis. Nagu jooniselt nähtub, annab detaili projektsioon esipinnale (eestvaade), võrreldes põhijoonisega (pealtvaatega), või küljjoonisega (vaatega vasakult), kõige täielikuma ja selgema pildi eseme kujust.

§ 33. PÕHILISTE GEOMEETRILISTE KEHADE PROJEKTSIOONID

Iga tehniline detail kujutab endast mingisugust geomeetrist keha, selle osa või kombinatsiooni geomeetristest kehadest.

Seepärast on detaili kujutamiseks tingimata tarvilik osata õigesti kujutada geomeetrist kehi: kuupi, igasuguseid prismaid ja püramiide, aga samuti ka pöördkehi: silindrit, koonust ja kera. Tavaliselt on kehad projektsioonipindade suhtes paigutatud nii, et võimalikult rohkem geomeetrist keha elemente projekteeruks loomulikus suuruses.

Joonisel 118 (ülemine rida) on näidatud kuubi, kolmetahulise prisma, kuuetahulise prisma ja pöördsilindri ristprojektsioonid; alumine rida sisaldab nelja- ja viietahulise püramiidi, koonuse ja kera projektsioone. Kõrval on antud vastavate kehade näitlikud kujutised.

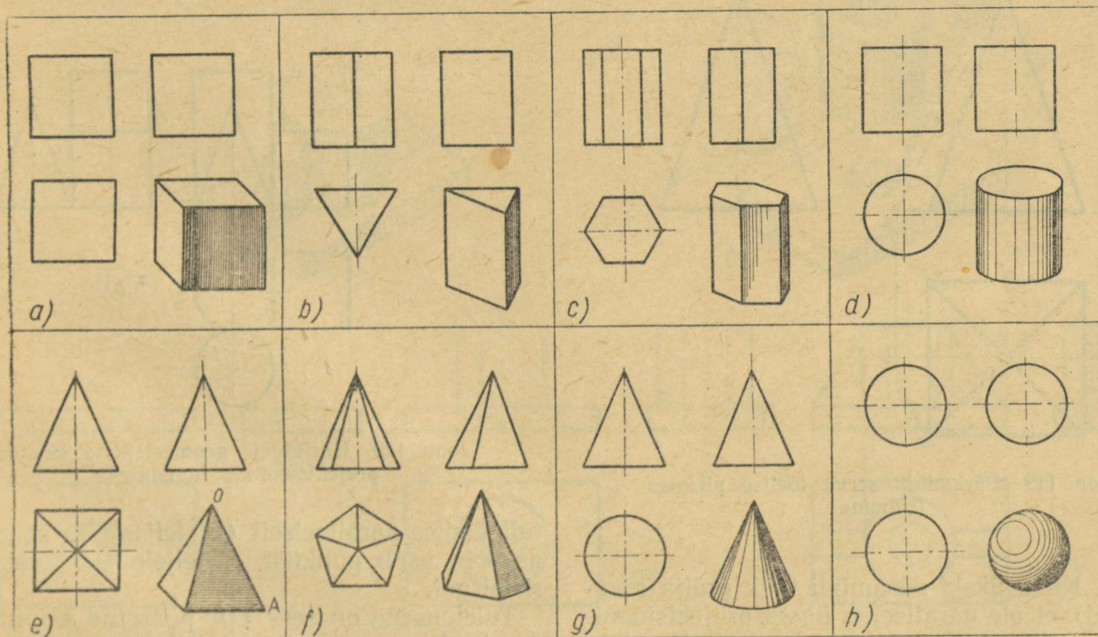
Kuup kujutab endast keha, mille tahkudeks on võrdsed ruudud, kusjuures ruudu külje pikkus võrdub kuubi serva pikkusega. Kuup on asetatud selliselt, et selle iga kaks vastastahku on paralleelsed ühe projektsioonipinnaga. Seetõttu projekteerub kuup neile pindadele võrdse suurusega ruutudena (joon. 118, a).

Kolmetahulise prisma projektsioonide ehitamisel (joon. 118, b) joonestati algul kolmnurga-kujuline põhijoonis, mille küljed on prisma külgtahkude projektsioonideks. Peale selle kolmnurk

ise kujutab endast prisma mõlema põhja projektsiooni nende tõelises kujus. Edasi valmistati prisma esi- ja küljjoonis. Kuna prisma tagumine tahk on paralleelne esipinnaga, siis selle projektsioon esipinnale kujutab endast tahu tõelist kuju. Joonisel see tahk on varjatud, kuna selle ees asuvad kaks külgtahku. Et aga viimased ei ole paralleelsed ei esi- ega küljpinna, siis need mainitud pindadele loomulikus suuruses ei projekteeru. Kuid sellest hoolimata võimaldab joonis määrata ka külgtahkude mõõteid. Nii saab põhijooniselt külgtahu laiuse, esijooniselt aga selle kõrguse.

Sümmeetriatelg on tõmmatud ainult põhijoonisel, kuna esijoonisel see langeb kokku esiserva projektsiooniga. Küljjoonisel sümmeetriatelge ei ole.

Korrapärase kuuetahulise prisma projektsioonid (joon. 118, c) ehitatakse samas järjekorras, nagu kolmetahuliselgi prisma. Algul joonestatakse välja põhijoonis, milleks on prisma põhjale võrduv korrapärane kuusnurk, sest prisma põhi on paralleelne põhipinnaga. Kuusnurga küljed kujutavad endast prisma külgtahkude projektsioone, tipud aga prisma servade projektsioone. Edasi joonestatakse esijoonis, mis koosneb kolme esitahu kujutisest. Kolme tagumise tahu projektsioonid on esitahu projektsioonidega kaetud ja ühtivad viimastega. Küljjoonisel on kujutatud kaks nähtavat tahku, kaks varjatud tahku ühtivad nendega ja kaks tahku projekteeruvad sirgetena. Meenutame, et tõelises suuruses projek-



Joon. 118. Põhiliste geomeetriste kehade projektsioone

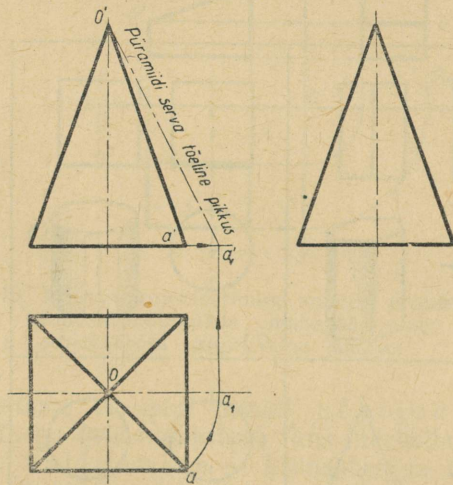
teeruvad ainult need tahud, mis on paralleelsed projektsioonipindadega. Antud juhul on sellisteks projektsioonideks esi- ja tagatahkude ühtivad projektsioonid esijoonisel ning prisma põhjade ühtivad projektsioonid põhijoonisel. Kuna korrapärase kuuetahulise prisma kõik külgtahud on omavahel võrdsed, siis on joonise põhjal kerget määrata tahkude tegelikke mõõteid. Põhijoonisele on tõmmatud kaks sümmeetriatelget, esijoonisele aga üks. Küljjoonisel sümmeetriatelg ühtib prisma serva projektsiooniga.

Pöördsilindri põhijoonis (joon. 118, d) kujutab endast ringi, mis on üheaegselt nii silindri külgpinna kui ka põhipinnaga paralleelsete põhjade projektsiooniks. Seega selle ringi läbimõõt võrdub silindri läbimõõduga.

Silindri esi- ja küljjoonisel kujutavad endast ristkülikuid, mille kõrgus võrdub silindri kõrgusega ja laius silindri põhja ringjoone läbimõõduga. Läbi ringi tsentri on tõmmatud kaks tsentrit tähistavat telgjoont. Sümmeetriateljed on tõmmatud esi- ja küljjoonisel. Alati, kui joonisel kaks projektsiooni kujunevad sarnaseiks, siis jäetakse üks nendest joonestamata. Antud näites on küljjoonisel liigne.

Korrapärase neljatahulise püramiidi (joon. 118, e) põhijooniseks on diagonaalidega kolmnurkadeks jagatud ruut (põhja projektsioon).

Diagonaalid kujutavad endast püramiidi külgtahkude põhijooniseid. Esi- ja küljjoonisel püramiidi külgtahud on samuti kujutatud kolmnur-

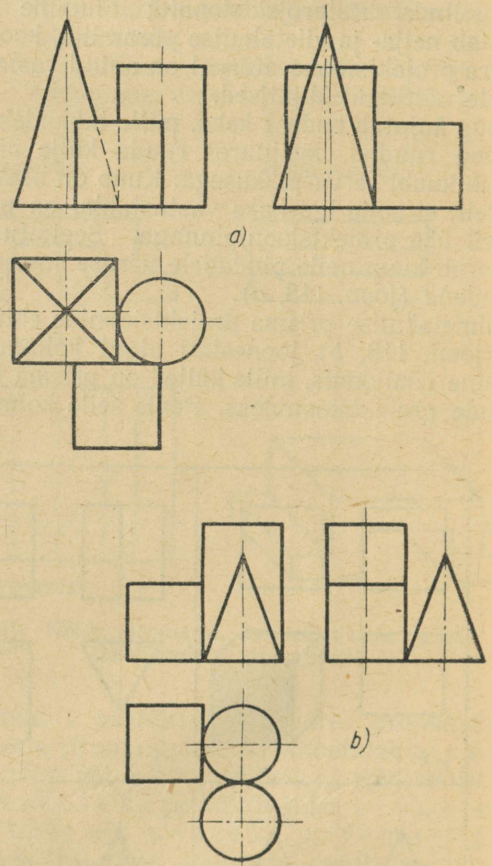


Joon. 119. Püramiidi serva tõelise pikkuse leidmine

kadena. Kuna ükski püramiidi tahk (välja arvatud põhi) ei ole paralleelne ühegi projektsioonipinnaga, siis külgtahud ja kaldservad ei projekteeru tõelises suurus.

Joonisel 119 on näidatud püramiidi serva tõelise pikkuse määramise üks meetodeid.

Selleks tuleb püramiidi serv OA (joon. 118, e) pöörata paralleelseks mingi projektsioonipinnaga, millele ta siis projekteerub tõelises pikkuses. Joonisel 119 on serva OA projektsioon esijoonisel tähistatud tähtedega: $O'a'$, põhijoonisel aga Oa . Punkti O kui tsentri ümber joonestatakse raadiusega Oa , mis võrdub serva pikkusele põhijoonisel, kaar kuni lõikumiseni sümmeetriateljega punktis a_1 , s. t. serva OA põhijoonis pööratakse paralleelseks esipinnaga (asend Oa_1). Serva põhijoonise pööramise tulemusena muutub ka serva esijoonis. Kui põhijoonis pöörata asendisse Oa_1 , siis võtab esijoonis asendi $O'a'_1$, sest punkt O oma asukohta ei muuda, punkt a' aga paigu-



Joon. 120. Harjutusi geomeetriliste kehade projektsioonide lugemiseks

tub ümber paralleelselt OX teljega ja selle uus asukoht asub punktist a_1 teljele OX tõmmatud ristsirgel.

Tulemusena on serv OA pööratud esipinnaga paralleelsesse asendisse, mistõttu sirge $O'a'_1$ kujutab esijoonisel serva OA tõelist pikkust.

Korrapärane viietahuline püramiid (joon. 118, f) projekteerub põhipinnale korrapärase viisnurgana, mis kujutab püramiidi põhja selle tõelises kujus, sest viimane on paralleelne põhipinnaga. Viisnurga tsepter on püramiidi tipu projektsioon, aga tsepterit viisnurga tippudega ühendavad jooned — püramiidi külgservade projektsioonid, järelikult on kolmnurkad püramiidi külgtahkude põhijooniseiks.

Esijoonisel püramiidi kaks tagumist varjatud tahku on joonestatud kriipsjoontega. Püramiidi külgtahud ei projekteeru ühelegi projektsioonipinnale tõelises kujus. Küljjoonisel projekteerub aga üks serv tõelises pikkuses (näidake seda serva), kuna see on paralleelne külgpinnaga.

Järelikult on püramiidi kõigi tahkude loomulik suurus joonisel määratav.

Pöördkoonuse põhijoonis (joon. 118, g) kujutab ringjoont, mille läbimõõt võrdub koonuse põhja läbimõöduga. Ringjoone tsepter on koonuse tipu põhijooniseks ning seda tähistab kahe tsepterit tähistava telgjoone lõikepunkt.

Koonuse esi- ja küljjoonised kujutavad endast võrdhaarset kolmnurka, mille küljed väljendavad koonuse moodustajate tõelist pikkust.

Kera projektsioonid (joon. 118, h) kõigil projektsioonipindadel kujutavad ringjooni, millede läbimõõt võrdub kera läbimõöduga. Kõigile kera

projektsioonidele on tõmmatud tsepterit tähistavad telgjooned.

Harjutused: 1. Leida viietahulise püramiidi külgserva OA , mis on antud oma projektsioonidega $Oa, O'a'$, tõeline pikkus.

2. Joonisel 120, a on esitatud kolmes projektsioonis geomeetriliste kehade grupp.

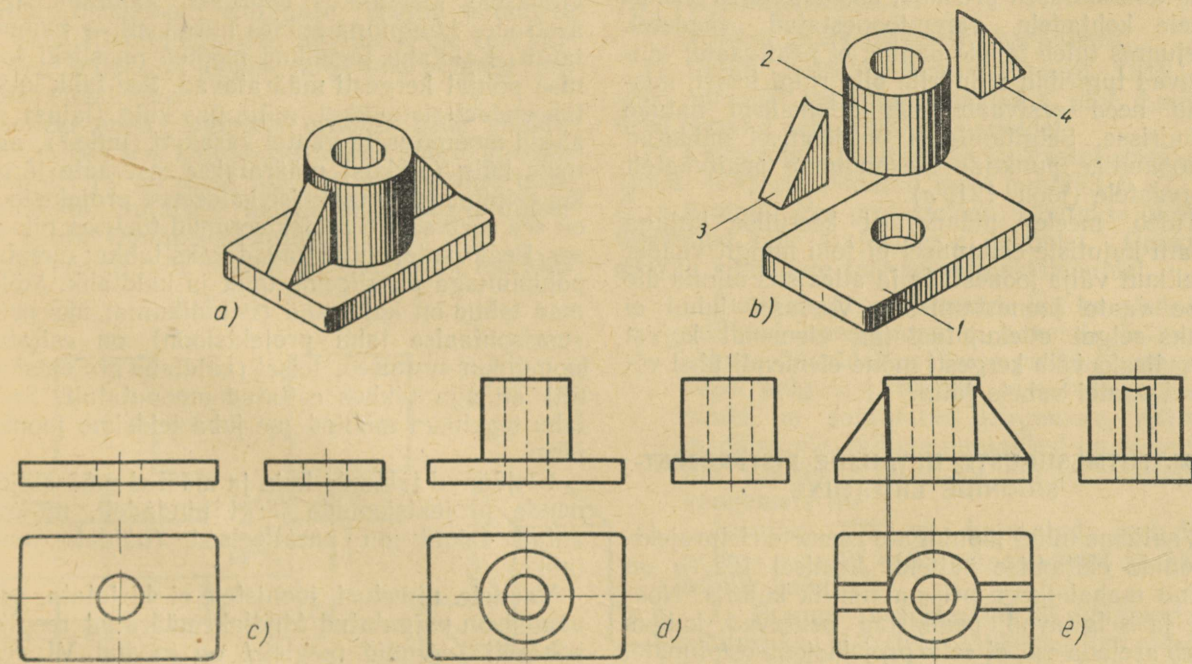
Nimetage iga keha ja näidake selle esi-, põhi- ja küljjoonis.

Selgitage kriips- ja kriips-punktjoonte tähendus.

3. Millistest geomeetrilistest kehadest on koostatud joonisel 120, b kolmes projektsioonis esitatud kehade grupp. Nimetage iga keha ja näidake selle esi-, külj- ja põhijoonis.

§ 34. KEERUKA KUJUGA DETAILI JAOTAMINE PÕHILISTEKS GEOMEETRILISTEKS KEHADEKS

Geomeetriliste kehade kujutamise oskus annab võimaluse kõige mitmekesisemate esemete kujutamiseks, sest et iga keeruline detail kujutab endast põhiliste geomeetriliste kehade mitmesuguseid ühendusi ja kombinatsioone. Joonisel 14 I peatükis me leidsime, et käepide kujutab endast kolme geomeetrilise keha ühendust: silindri, koonuse ja kera osa, aga treipingi tseptri (joon. 15) moodustavad kolm geomeetrilist keha: koonus, silinder ja tüvikoonus. Vaatleme keeru-



Joon. 121. Keerulise detaili jagamine üksikuteks geomeetrilisteks kehadeks ja keerulise detaili joonestamise järjekord

lise kujuga tehnilise detaili joonestamise järjekorda, selle jagamisega üksikuiks geomeetriseliseks kehadeks.

Joonisel 121, *a* on antud laagri aluse näitlik kujutis. See koosneb neljatahulise prisma kujulisest alusplaadist 1, silindrist 2 ning kahest kolmnurkse prisma kujulisest tugiribist 3 ja 4 (joon. 121, *b*).

Plaadis ja silindris on ühesuguse läbimõõduga läbiv silindriline auk.

Laagri aluse kujutamisel joonestame kõigepealt plaadi kolmes projektsioonis. Tõmbame kõikide projektsioonide jaoks sümmeetriateljed, kusjuures ligikaudu arvestame projektsioonide mõõteid ja vahekaugusi; tõmmanud teljed ehitame plaadi kujutise järgmisel viisil: joonestame välja pealtvaate, seejärel eestvaate ja vaate vasakult. Pealtvaate tsentri ümber joonestame ringjoone, mis vastab läbivale silindrilisele augule. Eestvaatel ja vaatel vasakult on auk varjatud, mistõttu viimastel tõmbame selle kontuuri kriipsjoonega (joon. 121, *c*).

Edasi joonestame samas järjestuses silindri kolm projektsiooni, asetades need selliselt, et silindri ja plaadi sümmeetriateljed ühtiks. Sel juhul ühtivad samuti ka plaadis ja silindris asuvad läbiulatuvad augud. Viimased joonestame eestvaatel ja vaatel vasakult kriipsjoonega (joon. 121, *d*).

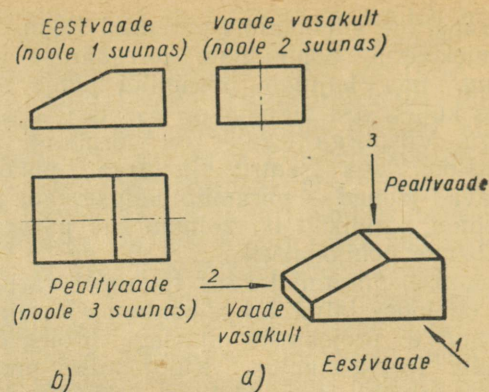
Nüüd kujutame kolmes projektsioonis mõlemad kolmnurksed prismad, asetades need vastavatele kohtadele varemjoonestatud vaadatel. Seejuures tuleb tähele panna, et pealtvaatel kinnituvad tugiribid silindrile piki ringi kaart, mistõttu need eestvaatel nagu lõikaksid natuke silindrisse. Selgitamiseks on joonisel näidatud iseloomulike punktide ülekandmine pealtvaatelt eestvaatele (joon. 121, *e*).

Tuleb meeles pidada, et keerulise kujuga detaili kujutiste ehitamisel ei tohi mingit vaadet täielikult välja joonestada ja alles siis minna üle teise vaate joonestamisele. Vastasel juhul ei saaks selget ettekujutust iga elemendi kujust ning lisaks võib kergesti mõne elemendi ühel või teisel vaatel vahele jätta.

§ 35. MITMESUGUSTE DETAILIDE RISTPROJEKTSIOONIDE EHTAMINE

Vaatleme nüüd mõningate esemete ristprojektsioonide ehitamise näiteid. Joonisel 122, *a* on antud mahalõikega prisma näitlik kujutis. Nooled ja selgitavad pealkirjad osutavad, kuidas tuleb asetada ese, et selle projektsioon esipinnale, s. t. eestvaate, annaks võimalikult selgema ettekujutuse keha kujust.

Sel juhul kujutavad vaade vasakult ja pealt-



Joon. 122. Mahalõikega prisma kujutamine kolmes vaates

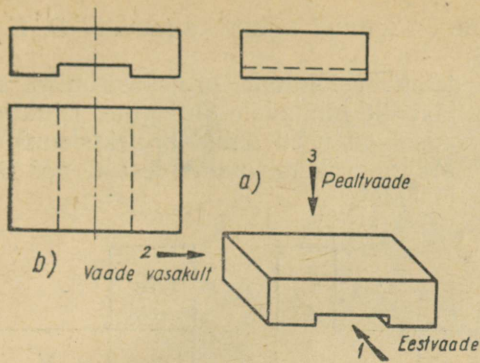
vaade eset nii, nagu me seda näeme, kui vaadata noolte 2 ja 3 suunas.

Eestvaatel on kujutiseks prisma esitahu kontuur. Tegelikult on see kogu eseme, aga mitte selle ühe tahu kujutis, sest tagumise tahu projektsioon ühtib esitahu projektsiooniga, ülejäänud tahud aga kui esipinnale ristiolevad, projekteeruvad prisma esitahu vastavate servade projektsioonidega ühtivate sirgetena.

Vaatele vasakult projekteeruvad prisma otsahk ja kaldtahk kahe ristkülikuna. Kuna vasakpoolne otstahk (kui vaadata noole 1 suunas) on külgpinnaga paralleelne, siis projekteerub see viimasele loomulikus suuruses, kaldtahk aga, asetsedes külgpinna suhtes nurga all — moonutatult. Kaldtahu tegelikud mõõted on siiski joonise põhjal kergesti määratavad. See tahk kujutab endast ristkülikut, mille üks külge (laius) on antud moonutuseta vaatel vasakult (miks?), aga teine külge (pikkus) määratakse eestvaate järgi: kui esipinnaga paralleelse kaldserva projektsioon on see eestvaatele projekteerunud tõelises pikkuses. Pealtvaatel on nähtavad kaks tahku: ülemine põhipinnaga paralleelne tahk ja kaldtahk. Mõlemad tahud on kujutatud ristkülikuina; üks neist (horisontaalse tahu projektsioon) on esitatud loomulikus suuruses, teisel (kaldtahu projektsioonil) on aga pikkus esitatud moonutatult. Selle tahu tegelikud mõõted me juba leidsime joonise järgi.

Ülejäänud tahkude kuju ja mõõted määratakse nende projektsioonide järgi pindadelt, millega antud tahud on paralleelsed (näidake neid tahke).

Vaadete nimetusi joonistele ei kirjutata, sest vaated on paigutatud kindlaksmääratud reeglite kohaselt (erandid reeglist on toodud VI peatükis). Joonisel 123 on antud soonega plaadi näitlik kujutis ja ristprojektsioonis valmistatud joonis. Nooltega on näidatud projekteerimis-



Joon. 123. Soonega plaadi kujutamine kolmes vaates

suund iga vaate jaoks. Soone plaadi alumises osas on pealtvaatel varjatud, mistõttu selle kontuur on näidatud kriipsjoontega. Vaatel vasakult nähtav külgtahk katab soone tahud, seepärast joonestatakse need samuti kriipsjoontega.

Kuna plaat on sümmeetrilise kujuga, siis on eestvaatele ja pealtvaatele tõmmatud sümmeetriateljed.

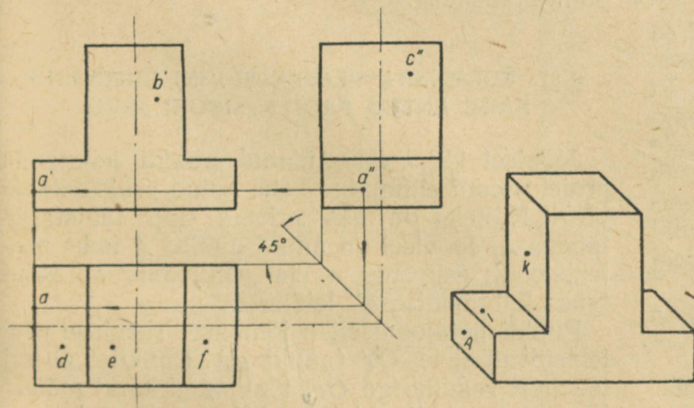
Viimased peavad ulatuma veidi üle projektsiooni kontuuri.

§ 36. PUNKTIDE LEIDMINE PROJEKTSIOONIDEL

Ristprojektsiooni ehitamise reeglite tundmine ja oskus ristprojektsiooni ehitada ei ole veel küllaldane selleks, et joonise järgi luua esemest ruumilist ettekujutust.

Selleks peab tingimata oskama leida punkte, servi, tahke jne. kujutatava eseme kõigil projektsioonidel ja sel viisil luua joonisel antud tasapinnaliste kujutiste kaudu oma ettekujutus pilt eseme ruumilisest kujust.

Kui eseme tahu mingil projektsioonil märkida



Joon. 124. Näide punktide projektsioonide leidmisest

punkt, siis ei ole raske leida selle punkti asukohta teistel eseme projektsioonidel.

Niisugused ülesanded lahendatakse allpooltoodud järjekorras.

Algul tuleb eseme kõigil projektsioonidel (vaadetel) leida tahk, mille pinnal asub antud punkt. Kuna tahk, olles risti mingi tasapinnaga, projekteerub sellele sirgena, siis peavad selle tahu kõigi punktide projektsioonid asuma samuti sellel sirgel. See on väga oluline tunnus, millest tuleb juhinduda projektsioonidel punktide leidmise ülesannete lahendamisel.

Joonisel 124 on vaatel vasakult eseme ühele tahule märgitud punkt a'' (punkti A küljjoonis).

Tuleb leida selle punkti esijoonis a' ja põhijoonis a . Tahk, millel on märgitud punkt, on risti esipinnaga ja põhipinnaga. Seetõttu projekteerub tahk neile pindadele sirgjoontena, millel asuvad punkti A esijoonis ja põhijoonis.

Pöörake tähelepanu joonisel 124 toodud moodusele punktide ülekandmiseks küljjooniselt esijoonisele (ja vastupidi) murtud sidejoonte abil. Selleks tuleb pikendada sümmeetriatelje küljjoonist ja põhijoonist (kui sümmeetriatelge ei ole, siis pikendatakse ükskõik millist sirgena projekteeruva tahu projektsiooni) kuni lõikumiseni. Lõikepunktist tõmmata sirgjoon 45° nurga all horisontaal- või vertikaalsuuna suhtes. Sellele sirgele kantaksegi punktid üle. Nooltega on näidatud punktide ülekandmise suund küljjooniselt esi- või põhijoonisele.

Praktikaks täitke järgmised harjutused:

1) Detaili näitlikul kujutisel (joon. 124) on selle pindadel märgitud punktid K ja I . Leidke need punktid detaili projektsioonidel.

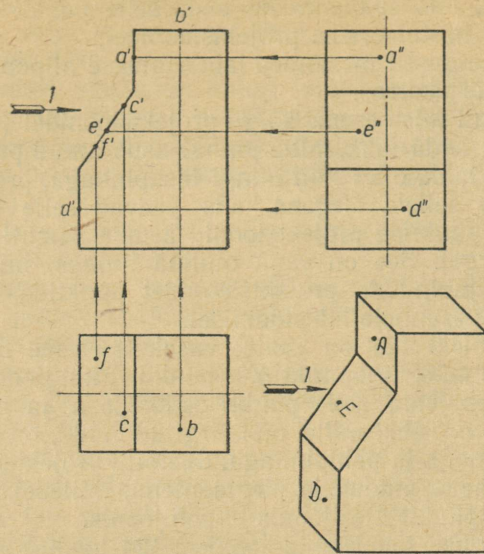
2) Eestvaatel, pealtvaatel ja vaatel vasakult (joon. 124) on näidatud igast punktist B , C , D , E ja F ainult üks projektsioon. Nõutakse punkti ülejäänud kahe projektsiooni leidmist. Punktid asuvad nähtavate tahkude projektsioonidel.

Punktide projektsioonide kui ka pindade, millistel need punktid asuvad, leidmise oskus võimaldab määrata punktide omavahelist paigutust, näiteks otsustada, milline punkt on paigutatud kõrgemale, milline madalamale, milline punktidest on paigutatud vaatlejale lähemale, milline vaatlejast kaugemale jne.

Joonisel 125 on kujutatud mahalõigetega prisma kolm projektsiooni ja selle näitlik kujutis.

1. Prisma projekteerimisel külgpinnale nähtavaks jäävatele tahkudele on märgitud punktid A , E ja D (joonisel on näidatud nende punktide küljjoonised: a'' , e'' ja d'').

Nõutakse määrata joonise järgi, milline



Joon. 125. Punktide asukohta määramine keha pinnal

neist punktidest vaatel vasakult on meile lähemal. Ainult küljjoonise põhjal pole seda võimalik otsustada, milline prisma nähtavatest tahkudest asub meile lähemal: kas tahk, millele on kantud punkt A , või tahk, millele on kantud punkt E , või tahk punktiga D . Pöördume prisma esijoonise poole. Algul leiame punktide A , E ja D esijoonised (a' , e' , d'). Edasi teeme prisma esijoonise põhjal kindlaks, et vaadates noole I suunas (küljjoonisele projekteerimise suunas) asub vaatlejale kõige lähemal tahk, millele on kantud punkt D , ja kõige kaugemal tahk, millele on kantud punkt A . Järelikult asub meile lähemal punkt D , kuna punkt A asub tahul, mis on meist kõige kaugemal.

Punkt E asub kaldtahul ja on meile lähemal kui punkt A ning kaugemal kui punkt D .

2. Pealtvaatel on märgitud punktide F , C ja B projektsioonid f , c ja b . On tarvis määrata, milline punktidest asub prisma kõrgemal. Et vastata sellele küsimusele, leiame nende punktide esijoonised f' , c' ja b' . Punktide esijooniste paigutuse järgi näeme, et kõige kõrgemal asub punkt B , mille esijoonis b' asub prisma ülemisel tahul. Punktide F ja C asub aga kõrgemal punkt C , olgugi et need mõlemad asuvad samal tahul.

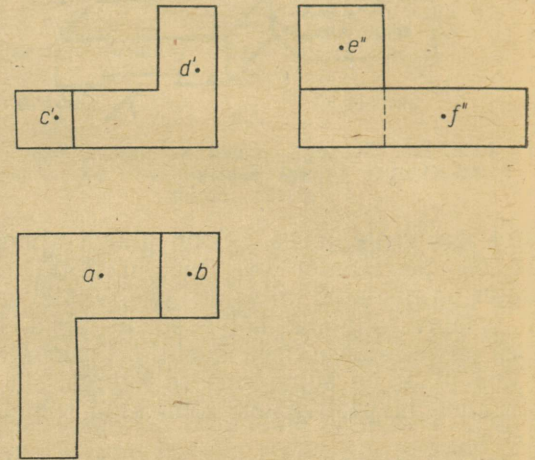
Harjutused: 1. Kandke punktid B , C ja F prisma näitlikule kujutisele joonisel 125.

2. Joonisel 126 on kujutatud detail kolmes projektsioonis:

a) näidake kõigil projektsioonidel iga tahku,

millele on kantud nähtavad punktid D , E , C , F , A , B ;

b) detaili esipinnale projekteerimisel nähtavaiks jäävaile pindadele on kantud punktid C ja D . Joonisel on need antud projektsioonidega c' ja d' . Määrake, kumb punktide C või D asub meile lähemal;



Joon. 126. Harjutusi punktide omavahelise asendi määramiseks ja tahkude leidmiseks, millel need punktid asuvad

c) detaili põhipinnale projekteerimisel nähtavaiks jäävaile pindadele on kantud punktid A ja B . Joonisel on need antud projektsioonidega a ja b . Määrake, kumb punktide A või B asub kõrgemal;

d) detaili külgpinnale projekteerimisel nähtavaiks jäävaile pindadele on kantud punktid E ja F . Joonisel on need antud projektsioonidega e'' ja f'' . Nõutakse määrata, kumb punktide E või F asub meile lähemal;

e) selgitage vaatel vasakult esinevate kriipsjoonte tähendus.

§ 37. KOLMANDA PROJEKTSIOONI EHTAMINE KAHE ANTUD PROJEKTSIOONI JÄRGI

Joonisel 116, c on näidatud punkti kolmanda projektsiooni ehitamine kahe antud projektsiooni järgi. Näitena on üks prisma tipp tähistatud tähega A . Joonisel on antud punkti A kaks projektsiooni: esijoonis a' ja põhijoonis a . Nõutakse küljjoonise a'' leidmist.

Punkti põhijooniselt a tõmbame ristsirge projektsiooniteljele OY (punkt a_y). Punktist O kui tsentrist raadiusega Oc_y tõmmatud kaart mööda kanname punkti a_y teljele OY_1 (punkt a_{y_1}).

Punkti esijooniselt a' tõmbame teljele OZ rist-

sirge, mida pikendame edasi üle telje OZ . Nüüd tõmbame punktist a_{y1} ristsirge teljele OY_1 . Ristsirgete lõikumine annab punkti a'' , s. t. punkti A küljjoonise. Punkti kolmanda projektsiooni võib kahe antud projektsiooni järgi leida ka joonisel 124 näidatud viisil.

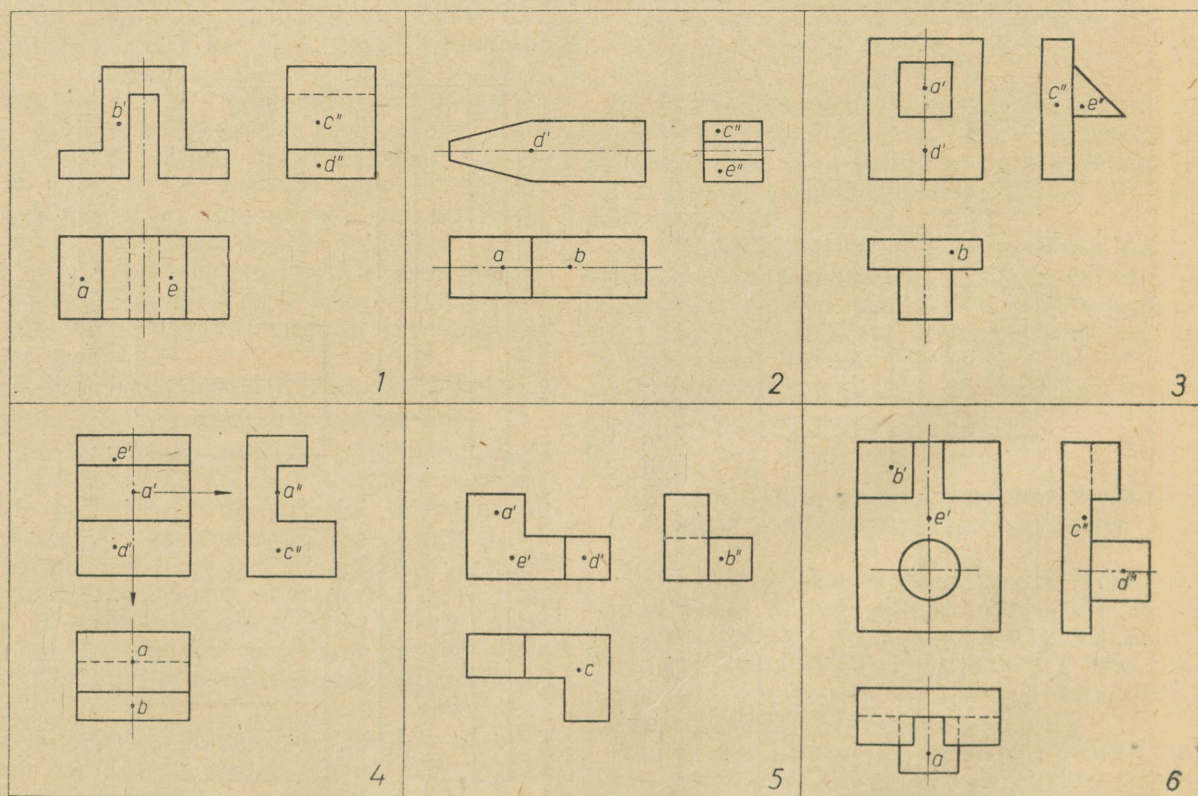
Kahe antud projektsiooni järgi kolmanda projektsiooni leidmise ülesannete lahendamisele võib asuda alles peale eseme kuju hoolikat tundmaõppimist.

Selleks tuleb kõigepealt tutvuneda joonisega. Selgitada, millistest geometrilistest kehadest koosneb detail, määrata, millised tahud (pinnad) on paralleelsed projektsioonipindadega, millised on neile risti ja kuidas on detaili iga tahk (pind) kujutatud projektsioonidel. Alles pärast sellist detaili kuju hoolikat tundmaõppimist võib asuda eseme kolmanda projektsiooni leidmise ülesannete lahendamisele.

Joonisel 127 on näidatud detail kolmes projektsioonis.

Detail kujutab endast trapetsikujulise soonega neljatahulist prisma. Tipu A ja serva BC projektsioonid on märgitud punktidega. Tippude ja servade projektsioonid on näidatud ainult kahel

projektsioonil, kolmandal tuleb need aga leida ja tähistada vastavate tähtedega. Olgu tipp A antud esijoonise a' ja küljjoonise a'' kaudu. Nõutakse punkti A põhijoonise leidmist ja selle tähistamist tähega a . Teades, et punkti esi- ja põhijoonis asuvad ühel telje OX ristsirgel, tõmbame punktist a' ristsirge teljele OX ja pikendame seda üle telje (joon. 127, b). Selleks et kanda punkti külgpinnalt põhipinnale, tuleb sooritada vastupidises järjekorras samad operatsioonid, mida me kasutasime joonisel 116, c punkti kandmisel põhipinnalt külgpinnale, s. t. tõmmata punktist a'' teljele OY_1 ristsirge, kanda selle ristsirge aluspunkt (punkt a_{y1}) punkti O kui tsentri ümber raadiusega OA_{y1} tõmmatud kaart mööda teljele OY ning kaare ja telje OY lõikepunktist a_y tõmmata teljele ristsirge. Selle lõikumine punktist a' tõmmatud ristsirgega näitabki punkti A põhijoonise a asukohta. Ülekandmiseks võib kasutada ka lihtsamat moodust. Kuna punkti küljjoonise kaugus teljest OZ võrdub selle punkti põhijoonise kaugusega teljest OX , siis möödame kauguse punktist a'' kuni teljeni OZ ning kanname saadud pikkuse punktist a' tõmmatud ristsirgele (alates teljest OX), mis



Joon. 130. Näiteid punktide projektsioonide leidmisest

annabki punkti A põhijoonise a . Nimetatud võtte kasutamine on joonisel näidatud looksul-gudega.

Et leida serva BC , mis on antud kahe projekt-siooniga (põhijoonisega bc ja küljjoonisega $b''c''$), kolmandat projektsiooni (esijoonist) (joon. 127, a), leiame algul ühe punkti (näiteks punkti B) esijoonise b' . Punkt b' peab asuma punktide b ja b'' telgedele OX ja OZ tõmmatud ristsirgete lõikepunktis. Punkti C esijoonis ühtib punkti B esijoonisega, sest nagu serva BC põhijooniselt ja küljjooniselt selgub on see risti esi-pinnaga. Järelikult serv BC projekteerub esipin-nale punkti $b'c'$ näol, mida me ka näeme jooni-sel (joon. 127, b). Harjutuseks leidke esi- ja küljjoonisega antud serva DE põhijoonis.

Joonisel 128, a on detail antud eestvaate ja pealtvaatega. Nõutakse kolmanda vaate — vaate vasakult — leidmist.

Eestvaadet ja pealtvaadet silmitsedes selgub, et ese on prismaatiline (tähe Z - kujuline), kus-juures detaili ülemine riiul (väljaulatuv osa) on suunatud vasakule, alumine aga paremale. Väl-jaastad (riiulid) on täisnurksed. Meie poole pöö-ratud eesmine tahk, kuid samuti ka tagumine tahk on paralleelsed esipinnaga ning risti põhi- ja külgpinnaga. Järelikult on nende tahkude küljjoonisteks vertikaalsed sirged. Ka pealtvaat-el on nende tahkude projektsioonideks sirged (näidake neid).

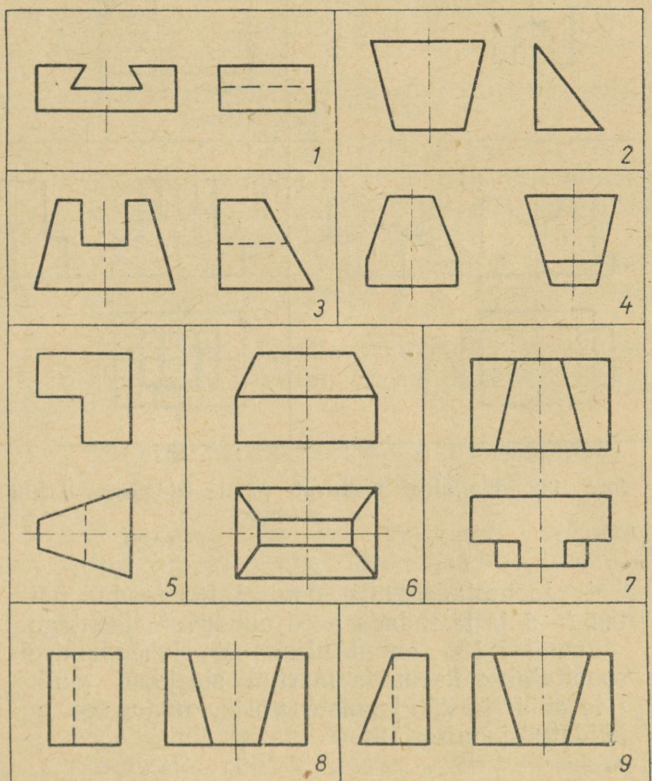
Riiulite ülemised ja alumised tahud on paral-leelsed põhipinnaga, mistõttu need projekteeruvad külgvaatel horisontaalsete sirgetena. Kriips-joon pealtvaatel näitab, et ülemise riiuli alu-mine tahk on varjatud. Eestvaate järgi määrame väljaulatuvate osade (riiulite) ja kogu detaili kõrguse ja laiused.¹ Pealtvaate järgi määrame eseme kogupikkuse L ja üksikosade pikkused. Kõik pikkused, nagu selgub jooniselt, on võrd-sed. Järelikult, kui me vaatame detaili vasakult (noole 1 suunas), on külgtahud riskülikukuju-lised.

Külgvaate ehitamiseks tõmbame esipinna ja külgpinna vahelised sidejooned ja kanname neile tahkude pikkused L , millised mõõdame vahetult pealtvaatelt või kanname üle kaare abil, nagu on näidatud joonisel (joon. 128, b). Kuna parempoolse riiuli ülemine tahk vaatel vasakult on varjatud, siis kujutame selle kriips-joonega.

Selle ülesande võib lahendada ka järgmiselt: tähistame eseme kõikide tippude (punktide) projekt-sioonid tähtedega või numbritega ning ehi-tame iga punkti kahe projektsiooni järgi kol-manda. Punktide saadud projektsioonid ühen-

dame omavahel. Selle viisi puuduseks on asja-olu, et keerulise kujuga detaili puhul on raske märkida kõiki punkte ja neid õigesti ühendada pärast punktide kolmandate projektsioonide leid-mist. Seetõttu võimaldab varemvaadeldud viis, mis tugineb eseme kuju hoolikale tundmaõppi-misele kahe projektsiooni järgi, ehitada kol-mandat projektsiooni kiiremini ja paremate resultaatidega.

Harjutused: 1. Joonisel 129 toodud esemete näitlike kujutiste põhjal kujutada esemed rist-projektsioonis. Detailid 1—4, 8 joonestada välja kolmes projektsioonis, ülejäänud — ühes. Süm-meetritelistel projektsioonidel tõmmata sümmeet-riateljed. Detailid, mis joonisel 129 on varusta-tud mõõdetega, joonestada välja mõõdus. Üle-jäänud näidetes pidada mõõdetest kinni ligi-kaudu ja joonisele neid mitte kanda.

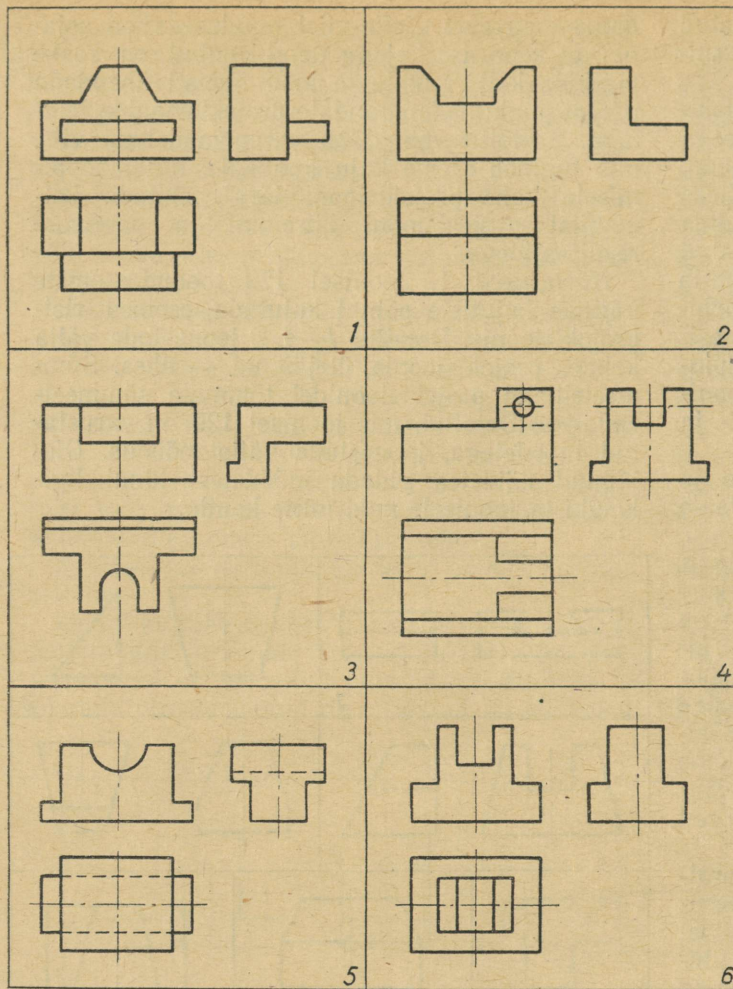


Joon. 131. Harjutusi kolmanda projektsiooni ehitamiseks kahe antud projektsiooni järgi

2. Kõigil joonisel 130 esitatud näidatel leida igale märgitud punktile, mis on määratud ühe nähtava projektsiooni kaudu, kaks ülejäänud projektsiooni.

3. Joonestada kolmandad projektsioonid kõi-gile toodud näidetele (joon. 131).

¹ Nimetusi «laius» ja «pikkus» on kasutatud leppe-liselt.



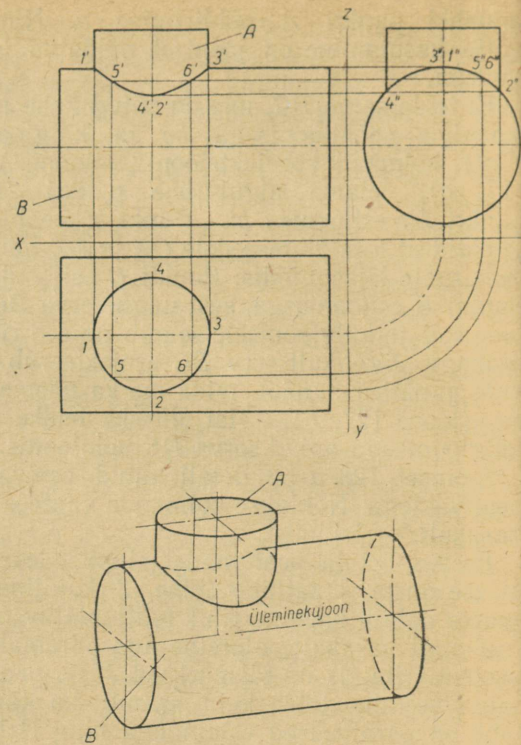
Joon. 132. Harjutusi puuduvate joonte leidmiseks detaili projektsioonidel

4. Joonestada välja joonisel 132 toodud näited 1—6 ja täiendada need puuduvate joontega.

Joonisel 130 antud ülesannete lahendamisel soovitatakse kasutada murtud sidejooni punktide põhi- ja küljjooniste vahel, nagu see on näidatud joonisel 124.

§ 38. KÕVERPINDADE LÕIKUMINE

Joonisel 133 on antud kahe omavahel lõikuva silindri ristprojektsioonid ja näitlik kujutis. Ühe silindri tähistame *A*, teise *B*. Mõlema silindri teljed on omavahel risti ja lõikuvad. Kõverjoont, mida mööda silindrilised pinnad omavahel lõikuvad, nimetatakse üleminekujooneks. Selle esijoonise konstrueerimiseks tuleb leida rida punkte, mida see kõverjoon läbib.



Joon. 133. Kahe pöörsilindri üleminekujoone ehitamine

Nagu joonisel 133 selgub, ühtib üleminekujoone põhijoonis silindri *A* põhijoonisega — ringjoonega. Märkime sellel punktid 1, 2, 3 ja 4 ning leiame nende küljjoonised.

Üleminekujoone küljjoonis ühtib teise ringjoone — silindri *B* küljjoonise — kaarega punktide 4'' ja 2'' vahel, mis on üleminekujoone küljjoonise äärmisteks punktideks. Ringjoone samal kaarel selle lõikepunktis sümmeetriateljega, asuvad ka punktide 1 ja 3 küljjoonised 1'' ja 3''. Sel viisil, teades punktide 1, 2, 3 ja 4 kaht projektsiooni, saame me konstrueerida nende kolmandad projektsioonid — esijoonised (punktid 1', 2' ja 3' on nähtavad, aga punkt 4' varjatud).

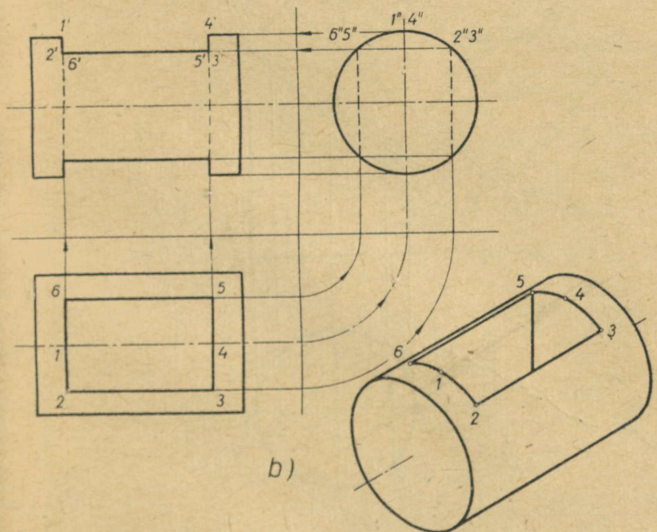
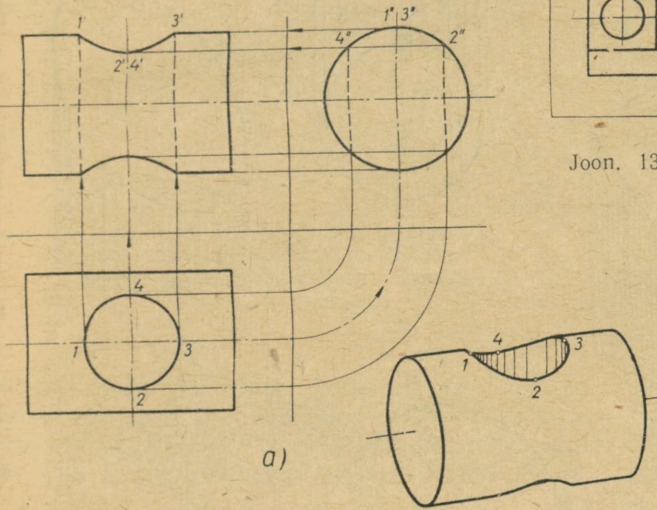
Ühendades punktide esijoonised 1', 2', 3' omavahel sujuva kõveraga, saame üleminekujoone esijoonise. Selle täpsemaks väljajoonestamiseks tuleb võtta põhijoonisel veel kaks vahepealset punkti 5 ja 6 ja leida nende küljjoonised (5'', 6'') ning seejärel esijoonised (5', 6').

Joonistel esineb sageli silindriliste või täisnurksete avadega silindrite kujutisi. Kohal, kus silindriline ava tuleb välispinnale, tekib üleminekujoon, mis esijoonisel, nagu antud näiteski (joon. 134, *a*), kujutab kõverjoont. Kui ava on

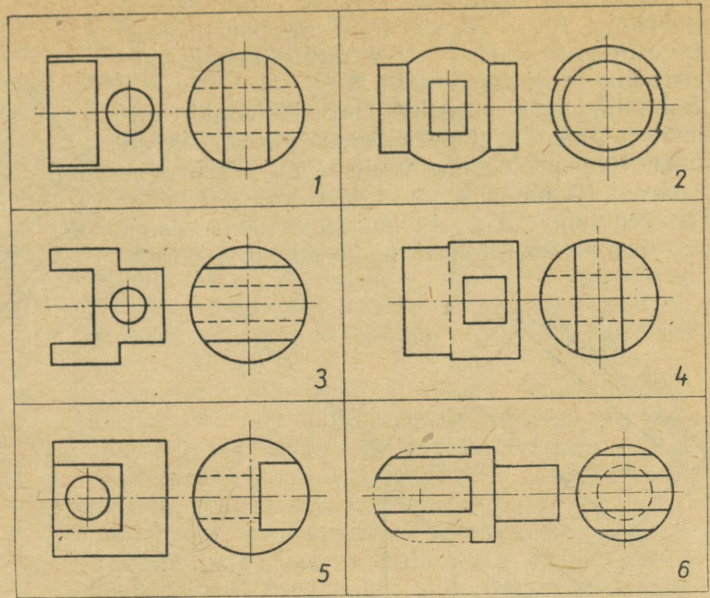
täisnurkne, siis üleminekujoone esijoonis kujuneb murtud jooneks (joon. 134, b).

Esimesel juhul on meil tegemist kahe silindrilise pinna lõikumisega, millega tutvusime joonisel 133, teisel juhul aga silindrilise pinna ja neljatahuse prisma lõikumisega. Et leida silindrilise pinna ja prismaatilise pinna lõikejoont, selleks märgime ava põhijoonisel punktid 1, 2, 3, 4, 5 ja 6. Leiame nende punktide küljjoonised.

Seejärel ehitame kahe projektsiooni — põhijoonise ja küljjoonise — põhjal lõikejoone esijoonise, ühendades selleks



Joon. 134. Ümmarguste ja täisnurksete avadega silindrite projektsioonid



Joon. 135. Näiteid kahe antud projektsiooni järgi kolmanda joonestamiseks

omavahel punktid 1', 2', 3' ja 4'. Tulemusena saame silindri kujutise, millesse nagu oleks tehtud sisselõige (joon. 134, b).

Punktide 6 ja 5 esijoonised 6' ja 5' ühtivad vastavalt punktide 2 ja 3 esijoonistega 2' ja 3'.

Harjutus. Lisada kolmandad projektsioonid kõigile joonisel 135 antud näidetele.

§ 39. PROJEKTEERIMINE TÄIENDAVALLE PROJEKTSIOONIPINNALE

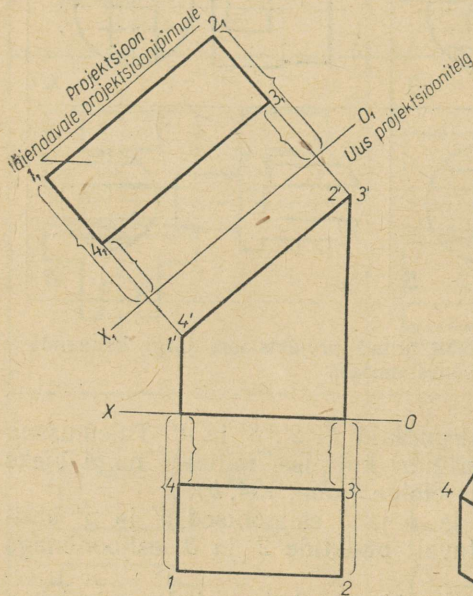
Joonisel 136 on kujutatud neljatahuline prisma, millel üks tahkudest (ülemine) on esipinnaga risti, põhipinna suhtes aga kaldu. Seejuures kujutab kaldtahu esijoonis endast sirgjoont, põhijoonis aga ristkülikut.

Sel juhul kaldtahk ei projekteeru ühelegi projektsioonipinnale oma tõelises kujus. Et saada prisma kaldtahust nii kuju kui ka mõõdete poolest täpset ettekujutust, projekteeritakse see täiendavale projektsioonipinnale, mis seejärel pööratakse joonise tasapinda. Täiendav projektsioonipind tuleb valida nii, et see oleks paralleelne kaldtahuga ja risti esipinnaga. Siis see tahk projekteerub täiendavale projektsioonipinnale loomulik suuruses.

Uus projektsioonitelg X_1O_1 on paralleelne kaldtahu esijoonisega (joon. 136). Konstrueerimine tuleb läbi viia järgmiselt: al-

gul tähistame kaldtahu tippude põhijoonised numbritega 1, 2, 3, 4, siis tõmbame paralleelselt taha esijoonisega 1', 2', 3', 4' meelevaldsele kaugusele uue projektsioonitelje X_1O_1 .

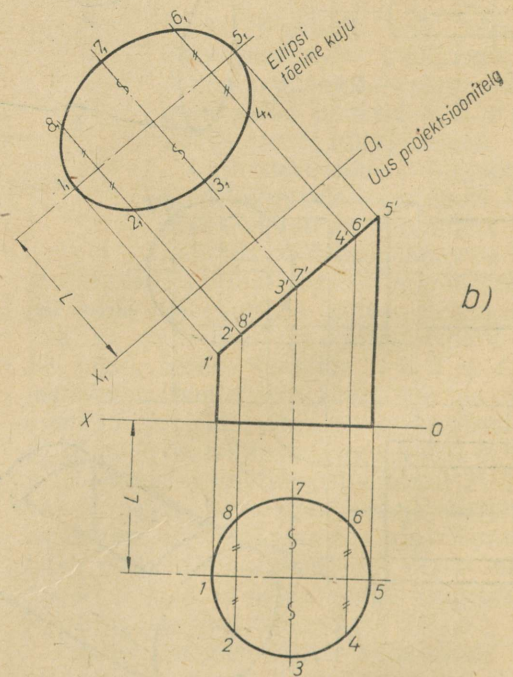
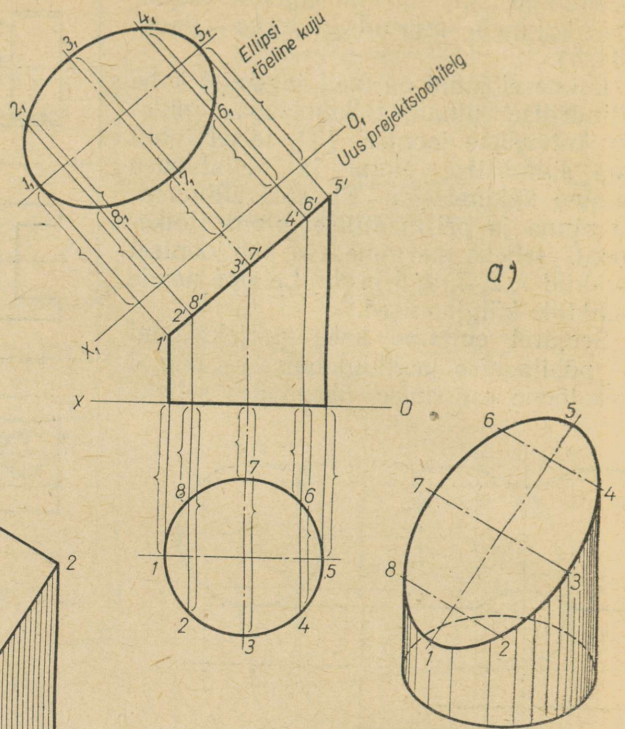
Samanimeliste punktide projektsioonid esipinnal ja täiendaval projektsioonipinnal peavad asuma uue projektsioonitelje X_1O_1 ristsirgeil. Seepärast tõmbame punktide 1', 2', 3' ja 4' ristsirged teljele X_1O_1 ja kanname neile alates uuest projektsiooniteljest pikkused, mis võrdu-



Joon. 136. Näide täiendava projektsiooniga joonisest

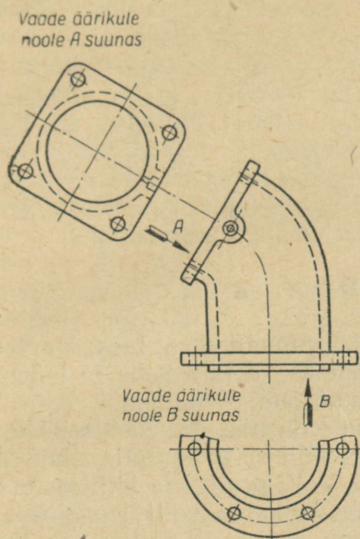
vad vastavate punktide põhijooniste kaugustega XO -teljest, kuna need pikkused ei muutu projekteerimisel täiendavale projektsioonipinnale. Ühendades saadud punktid 1₁, 2₁, 3₁ ja 4₁ sirgjoontega, saamegi taha otsitud tõelise suuruse.

Et leida silindri põhja, mis on silindri telje suhtes kaldu kuid risti esipinnaga, tõelist kuju (joon. 137), tuleb silindri põhi projekteerida täiendavale projektsioonipinnale, mis on paralleelne antud põhjaga. Selleks tõmbame kõigepealt uue projektsioonitelje X_1O_1 paralleelselt põhja esijoonisega. Tähistame kaldpõhja kontuuril asuvate rea punktide esi- ja põhijoonised. Edasi tõmbame iga punkti esijooniselt ristsirged uuele projektsiooniteljele ja kanname neile ristsirgeile, alates uuest projektsiooniteljest, pikkused, mis võrduvad vastavate punktide põhijooniste kaugustega teljest XO . Ühendame täiendavad projektsioonipinnal leitud punktid sujuva kõveraga. Saadud kujund — ellips — annab edasi kaldpõhja tõelise kuju



Joon. 137. Silindri joonis projektsiooniga täiendavale projektsioonipinnale

Silindri põhja tõelise kuju võib täiendaval projektsioonipinnal määrata ka järgmiselt: tõmmanud uue projektsioonitelje X_1O_1 paralleelselt



Joon. 138. Näide detaili joonisest, mis sisaldab projektsiooni täiendavale projektsioonipinnale (vaade noole A suunas)

silindri ülemise põhja esijoonisega, leiame punktide 1 ja 5 projektsioonid täiendaval projektsioonipinnal. Selleks mõõdame nende (punktide 1 ja 5) põhijooniste kaugused teljest XO ja

kanname saadud pikkused joonisele, arvates uuest projektsiooniteljest X_1O_1 . Tulemusena saame nende punktide projektsioonid täiendaval projektsioonipinnal (punktid $1_1, 5_1$). Silindri põhijoonisel võtame rea punkte ja leiame nende projektsioonid täiendaval projektsioonipinnal, kandes selleks joonest 1_1-5_1 ära punktide 4-6, 3-7, 2-8 kaugused joonest $1-5$ põhijoonisel.

Ühendanud sujuva kõveraga punktide projektsioonid $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1, 7_1, 8_1$ täiendaval projektsioonipinnal, saame ellipsi, mis kujutab endast silindri kaldpõhja tõelises suuruses (joon. 137, b).

Joonisel 138 toodud detaili ruudukujulist äärikut ei saa projekteerida ühelegi projektsioonipinnale moonutuseta, mistõttu see on joonisel projekteeritud täiendavale projektsioonipinnale (vaade noole A suunas).

Selliseid projektsioone täiendavale projektsioonipinnale, kus ei valmistata kogu eseme projektsiooni, vaid ainult selle osa projektsioon, nimetatakse kohtvaadeteks.

KORDAMISKÜSIMUSI

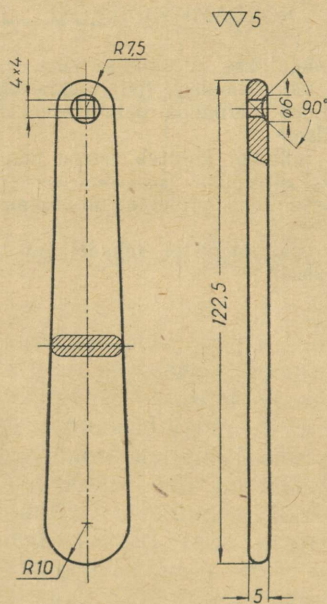
1. Miks nimetatakse kujutamise viisi, mida kasutatakse jooniste valmistamisel, ristprojektsiooniks?
2. Millest tuleb juhinduda detaili asendi valikul eestvaate kujutamisel?
3. Millistel juhtudel kujutab eseme mingi tahu projektsioon endast sirglõiku?
4. Millistel juhtudel projekteerub eseme mingi serv punktina?
5. Millistel geomeetrilistel kehadel on kolm projektsiooni ühesugused?

V peatükk

RISTLÖIKED JA LÖIKED

§ 40. RISTLÖIKED

Detaile, millel ei ole avasid, õõnsusi, süvendeid jne. saab piisava täielikkuse ja selgusega kujutada nende väliskuju projektsioonide kaudu. Ainult üksikuil juhtudel on väliskuju projektsioonid detaili või selle osa kuju määramiseks mittepiisavad. Näiteks joonisel 139 on antud võtme

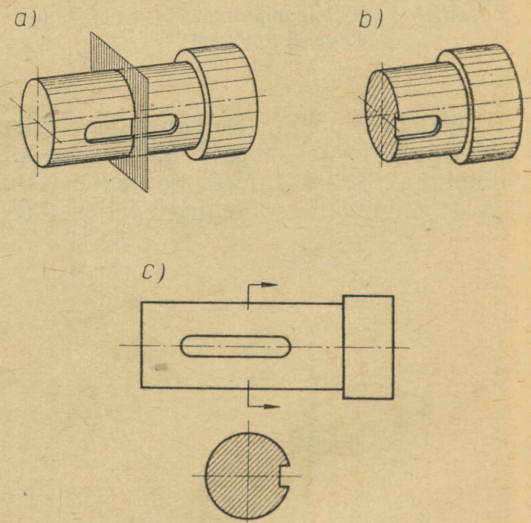


Joon. 139. Võtme käepideme joonis

käepideme joonis. Eestvaade ja vaade vasakult ei anna aga täielikku ettekujutust käepideme profiilist. See võib olla neljakandiline, ovaalne, kumerustega kahel pool jne. Sellistel juhtudel lisatakse joonistele detaili või selle osa profiili selgitamiseks kujutis, mida nimetatakse ristlõikeks. Mida kujutab endast ristlõige?

Ristlõikeks nimetatakse tasapinnalist kujundit, mis saadakse detaili keha ja lõikepinna lõikamise tulemusena.

Selgitame seda näitega. Joonisel 140 on antud kiilusoonega võlli näitlik kujutis, ning selle all — võlli joonis. Võlli profiili ja kiilusoone sügavuse selgitamiseks lõikame võlli leppeliselt tasapinnaga, mis on risti võlli teljega ja läbib kiilusoont (joon. 140, a).

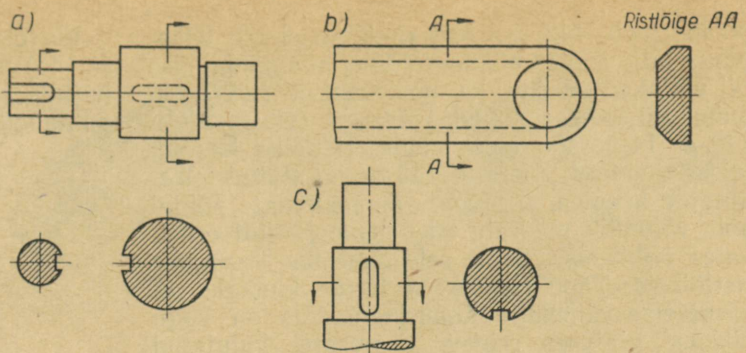


Joon. 140. Ristlõike saamine

Seda tasapinda nimetatakse lõikepinnaks. Eemaldame nüüd võlli vasakpoolse (meie suhtes) osa koos lõikepinnaga, järelejäänud osale (joon. 140, b) vaatame vasakult ja kujutame joonisel ainult võlli selle kohta, mida läbis lõikepind, s. t. kujutame ainult seda, mis asub lõikepinnas. Saadud kujutis (tasapinnaline kujund) ongi võlli ristlõikeks (joon. 140, c).

Lõikepind on võlli joonisel tähistatud nooltega

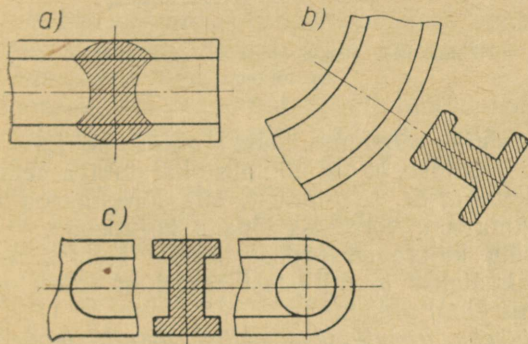
varustatud joonega. Seda joont nimetatakse lõikejooneks või lõikepinna jäljeks. Lõikejoone jämedus võetakse kontuurjoone omast umbes kaks korda väiksem. Lõikejoont ei joonestata välja täielikult, vaid märgitakse ainult kriipsudega joone algus ja lõpp (joon. 140, c). Nooled näitavad ristlõike kujundi joonise tasapinda pööramise suunda. Ristlõige viirutatakse. Viirutus koosneb peentest, omavahel paralleelsetest kaldsirgetest. Lähemalt käsitletakse viirutamist edaspidi.



Joon. 142. Ristlõike pööramine joonise tasapinda. Nooled näitavad pööramise suunda

Sõltuvalt sellest, kuidas ristlõige on joonisel paigutatud, jagatakse ristlõiked pealejoonestatud ja väljakantud ristlõigeteks.

Ristlõikeid nimetatakse pealejoonestatuiks juhul, kui need asuvad vahetult projektsioonidel endil, s.t. need saadakse ristlõike kujundi pööramisele vastavale vaatele. Me nagu paneme ristlõike kujundi projektsiooni peale (joon. 141, a).



Joon. 141. Ristlõigete näiteid

Pealejoonestatud ristlõige joonestatakse pideva peenjoonega (neli korda peenem kui kontuurjoon) ja viirutatakse. Kui seejuures ristlõike kujund katab vaate kontuurjooni, jäetakse viimased katkestamata (joon. 141, a).

Ristlõikeid nimetatakse väljakantuiks, kui need asetsevad projektsioonide kõrval.

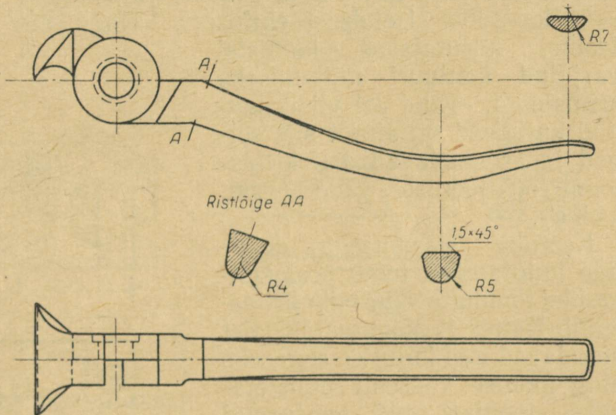
Sel juhul joonestatakse ristlõige sama jämeda joonega kui nähtav kontuuri, ja viirutatakse (joon. 140, c; 141, b; 142, a, b, c). Kui väljakantud ristlõiked asuvad lõikejoone pikendusel, siis nende juurde tähiseid ei märgita, kuna lõikejoone suuna järgi saab määrata, millise detaili osa juurde ristlõige kuulub (joon. 141, b; 142, a). Kui ristlõige on seejuures lõikepinna jäljega paralleelse telje suhtes sümmeetriline, siis joonestatakse lõikepinna jälg telgjoonena. Kui ristlõige on joonestatud lõikepinna jäljest kõrval,

siis tuleb lõikejoon märkida joonisel tähtedega ja ristlõige varustada pealkirjaga «Ristlõige AA» (joon. 142, b). Ristlõike paigutamiseks võib ka detaili katkestada (joon. 141, c).

Ristlõike tähistamiseks võib kasutada nii suuri kui ka väikesi vene tähestiku tähti. Mõnikord paigutatakse väljakantud ristlõige projektsiooni kohale ning see on nagu üheks vaateks (joon. 142, b). Ka sel juhul varustatakse ristlõige pealkirjaga.

Tavaliselt kasutatakse joonistel mitte pealejoonestatud, vaid väljakantud ristlõikeid. Pealekantud ristlõiked muudavad joonise segasemaks ega ole otstarbekad mõõdete pealekandmisel.

Ristlõige pööratakse joonise tasapinda ümber lõikepinna jälje või viimasega paralleelse telgjoone (joon. 143 «Ristlõige AA»).



Joon. 143. Lõiketangide käepideme joonis

Ristlõike viimiseks joonise tasapinda pööratakse seda vertikaalse lõikepinna puhul 90 võrra vasakult paremale (joon. 140, c; 142, a, b), horisontaalse lõikepinna puhul aga 90° võrra enda

poole (joon. 142, c). Kui ristlõige ei ole lõikepinna jälje suhtes sümmeetriline, siis näidatakse nii väljakantud kui ka pealekantud ristlõigete puhul pööramise suund nooltega (vt. joonised 140, c; 142). Vaatleme näidet ristlõike kasutamisel joonisel. Joonisel 143 on kujutatud lõiketangide käepide. Eestvaate ja pealtvaate põhjal pole võimalik määrata käepideme profiili erinevates kohtades. Selle selgitamiseks kasutame ristlõikeid. Tänu ristlõikeile teeme kindlaks, et käepideme väliskülje ümardusraadius on kogu pikkuse ulatuses erinev. Eestvaatel kujutatud kahekordne joon käepideme ülemisel poolel tähistab väikest mahalõiget (faasi), mille kõrgus on 1,5 mm. Nimetatud faasid vähenevad pidevalt ja kaovad lõikejoone AA juures.

Käepideme joonisel näeme, et kaks ristlõiget on paigutatud lõikejoone pikendusele, tänu millele selguvad pikemata kohad, kus käepidemel on ristlõikele vastav kuju, ning ümardusraadiuste väärtused.

Kolmas ristlõige on varustatud pealkirjaga «Ristlõige AA». See on tehtud sellepärast, et ristlõige pole paigutatud lõikejoone pikendusele, vaid sellest kõrvale. Et näidata, millise detaili koha juurde antud ristlõige kuulub, on eestvaatele tähtedega märgitud lõikejoon. Selline tähistamine võimaldab leida detaili projektsioonidel kohta, millele ristlõige kuulub.

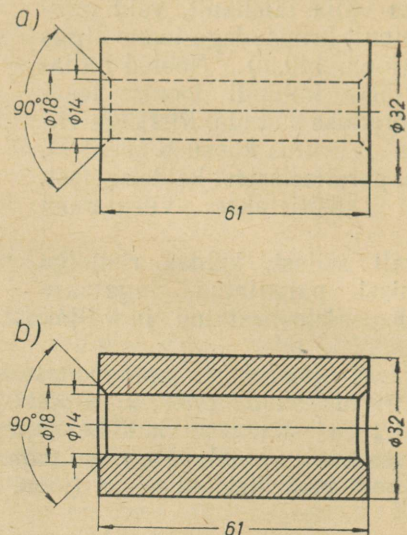
§ 41. LIHTSAD LÕIKED

Kujutised joonistel peavad andma selge ja arusaadava pildi mitte ainult eseme väliskujust, vaid ka selle sisemisest ehitusest. Nagu me teame, kasutatakse joonistel varjatud kontuuri näitamiseks kriipsjooni. Kuid sel viisil saadud kujutised on ainult siis selged ja arusaadavad, kui kriipsjooni on joonisel vähe (joon. 144, a).

Keeruka sisemusega detailide kujutamisel tuleb projektsioonidel tõmmata suur hulk kriipsjooni. Kattes ja lõigates üksteist muudavad nad kujutise segaseks ning joonise raskesti mõisteta- vaks. Joonisel 145 on toodud detaili kaks projektsiooni, mille põhjal on juba raske saada ettekujutust detaili sisekujust.

Selleks et saada joonistel näitlikumaid ja arusaadavamaid kujutisi, kasutatakse leppelist kujutamiseviisi, mida nimetatakse lõikeks.

Võrreldes lõikega ja lõiketa kujutist (joon. 144 ja 145) näeme, et varjatud kontuurid, mis lõiketa kujutisel pole nähtavad, osutuvad lõike puhul nähtavaks, ning tänu viirutusele eraldub sise-

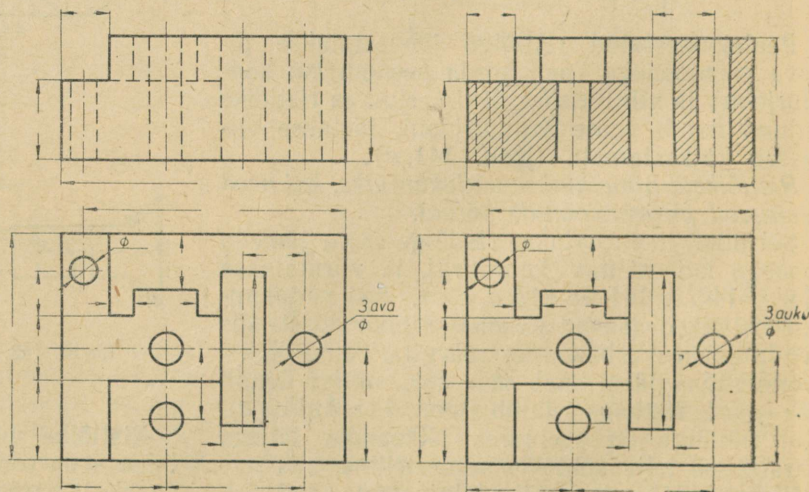


Joon. 144. Puksi joonis: a) lõiketa, b) lõikega

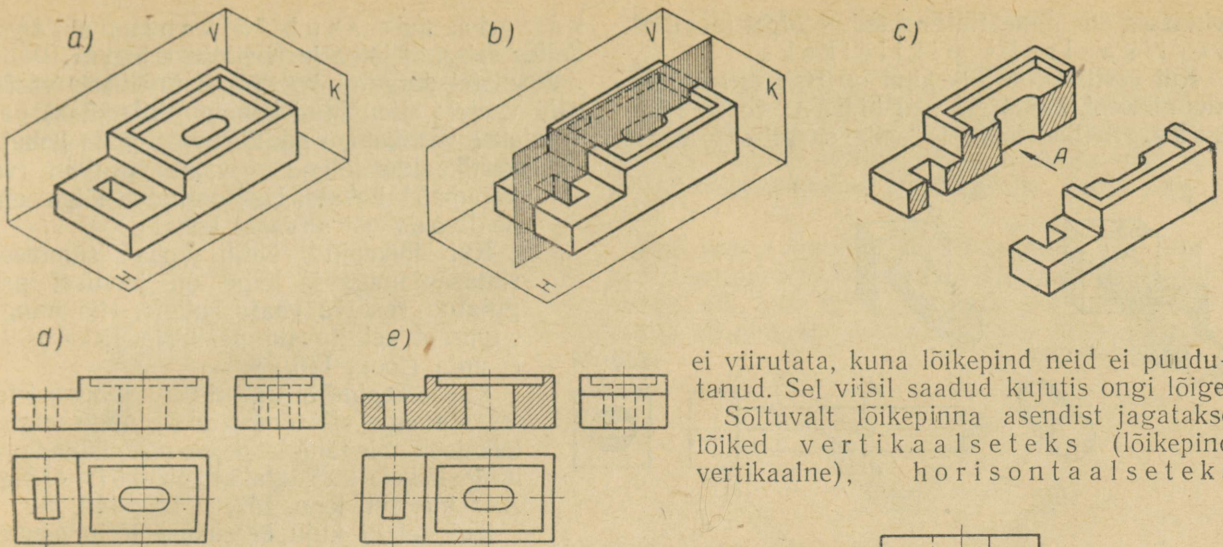
mine ehitus selgemini. Selle võrdluse põhjal võib teha järelduse, et kui nõutakse kujutatava detaili sisekontuuride selgitamist, siis lõikemeetod on eelistatavam, võrreldes lõiketa kujutisega.

Mida kujutavad endast lõiked? Kuidas neid valmistatakse ja millistest reeglitest tuleb seejuures kinni pidada?

Lõikeks nimetatakse sellist detaili leppelist kujutist, kus vaalteja ja lõikepinna vahel asuv



Joon. 145. Plaadi joonis: a) lõiketa, b) lõikega

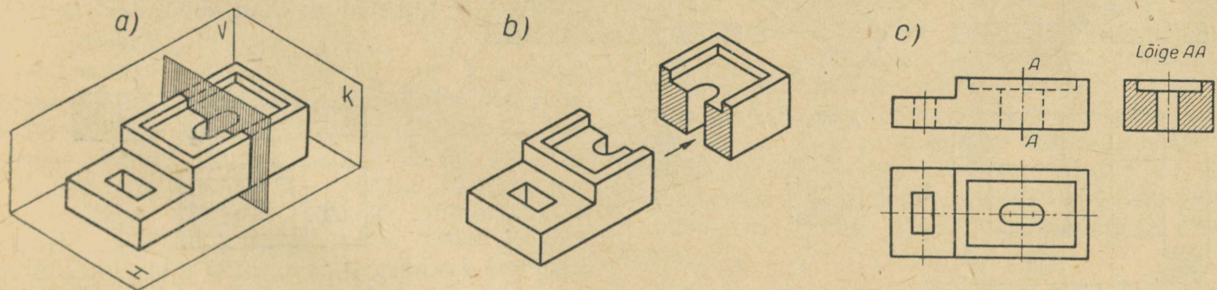


Joon. 146. Vertikaalse pikilõike saamine

detaili osa on mõttes eemaldatud ning välja on joonestatud kõik see, mis asub lõikepinnas kui ka lõikepinna taga.

Joonisel 146 on antud detaili näitlik kujutis ja näidatud lõike saamise protsess. Allpool on toodud sama detaili joonis kolmes vaates, ning sellega paralleelselt joonis, kus eestvaade on kujutatud lõigatuna. Lõike valmistamine toimub järgmiselt. Oletame, et lõikepind on paralleelne esijoonisega. Lõikepind nagu lõikaks sel juhul detaili piki sümmeetriapinda kaheks osaks (joon. 146, b).

Nüüd eemaldame mõttes detaili eespoolse osa



Joon. 147. Vertikaalse lõike saamine

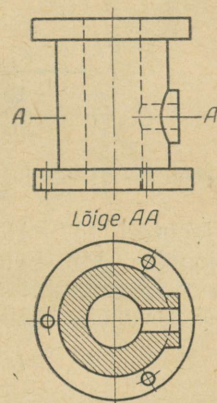
koos lõikepinnaga (joon. 146, c), ülejäänud osa detailist kujutame aga nii, nagu me seda näeme vaadates noole A suunas. Mõlemad avad ja detailis oleva süvendi tagasein on nüüd nähtavad ja need tuleb joonestada nähtava kontuuri joonega. Lõikepinna eraldame viirutuse abil (joon. 146, e). Süvendi ja mõlema ava tagaseina

(lõikepind horisontaalne) ja kaldlõigeteks (lõikepind kaldu põhijoonisele).

Suund, milles lõikepind detaili lõikab, märgitakse lõikejoonega; viimane on lõikepinna jälg. Meie joonisel (joon. 146, b) ühtub lõikejoon sümmeetriateljega detaili põhijoonisel.

Kui vertikaalne lõikepind on paralleelne esi-

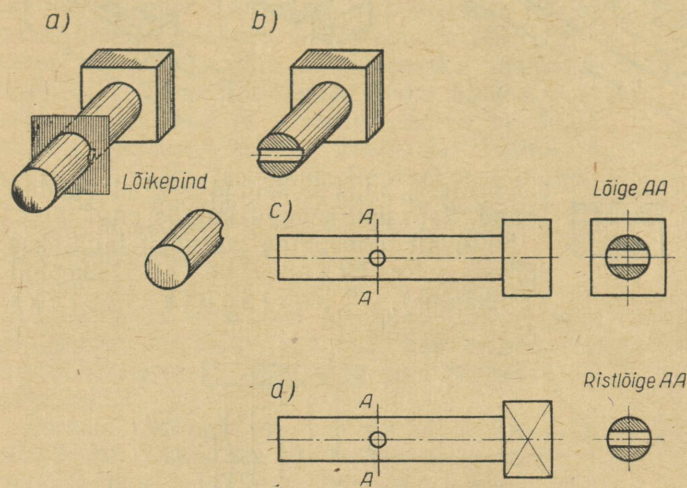
ei viirutata, kuna lõikepind neid ei puudutanud. Sel viisil saadud kujutis ongi lõige. Sõltuvalt lõikepinna asendist jagatakse lõiked vertikaalseteks (lõikepind vertikaalne), horisontaalseteks



Joon. 148. Joonis horisontaalse lõikega

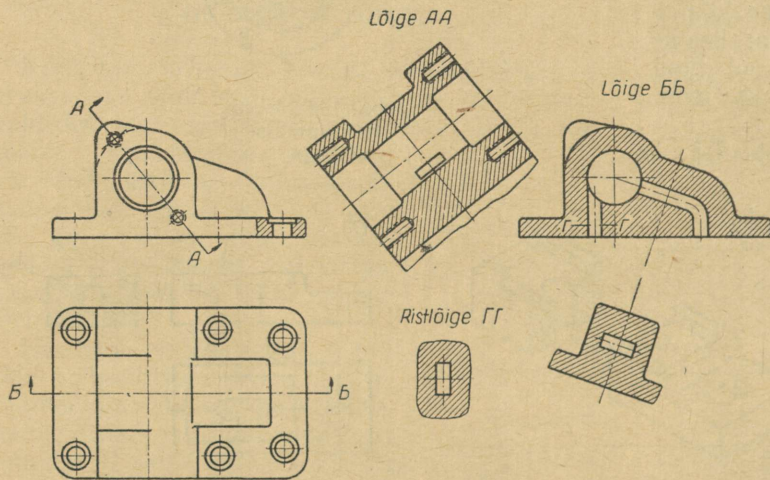
pinnaga, siis nimetatakse saadud lõiget tavaliselt vertikaalseks pikilõikeks.

Kui vertikaalne lõikepind on risti esipinnaga, siis nimetatakse lõiget vertikaalseks lõikeks. Selline lõige ja selle saamise protsess



Joon. 149. Lõige ja ristlõige võrdlus

on näidatud joonisel 147. Horisontaalne lõige on näidatud joonisel 148. Lõige oma olemuselt erineb ristlõikest. Et paremini selgitada erinevust lõike ja ristlõike vahel, võrdleme joonisel 149



Joon. 150. Tähistega varustatud vertikaalne pikilõige ja kaldlõige

toodud kujutisi. Lõikepind lõikab detaili suunas AA. Joonisel 149, c on antud lõige AA, joonisel 149, d aga ristlõige AA. Võrreldes lõiget AA ristlõikega AA näeme, et ristlõige on ainult selle kujutis, mis asub lõikepinnas, lõige aga kujutab lisaks sellele, mis asub lõikepinnas, veel

ka seda, mis asub lõikepinna taga. Selles seisabki lõike ja ristlõike erinevus.

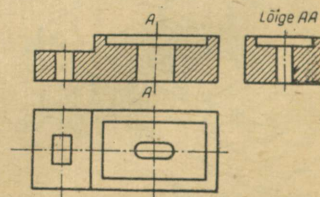
Joonistel paigutatakse lõiked tavaliselt vastavale vaatele ettenähtud kohale. Nii näiteks paigutatakse vertikaalne pikilõige eestvaate kohale, vertikaalne lõige — vaate vasakult (või paremalt) kohale, horisontaalne lõige aga pealtvaate või altvaate kohale.

Kui lõikepind ühtib keha sümmeetriasapinnaga ja lõige on joonisel paigutatud vastava vaate kohale, siis mingiguseid selgitavaid pealkirju lõike jaoks ei anta (joon. 146, e).

Kui lõikepind ei ühti detaili sümmeetriasapinnaga, siis tõmmatakse, nagu selgus, lõikejoon, mis tähistatakse suurte tähtedega, ning lõikele kirjutatakse pealkiri: «Lõige AA» jne. (vt. joon. 147, c; 148; 149, c).

Kui detaili kuju keerukuse tõttu osutub vajalikuks nii vaate kui ka lõike andmine, siis paigutatakse lõige vaate kõrvale või joonise muule vabale pinnale. Sel juhul tuleb lõikepind tingimata märkida tähtedega ka siis, kui lõikepinna suund ühtib sümmeetriateljega, ning lõikele kirjutada vastav pealkiri, nagu joonisel 150: «Lõige BB». Peale selle tuleb lõikejoonel näidata nooltega projekteerimise suund.

On tarvis meeles pidada, et nii lõiked kui ka ristlõiked on leppelised. Detaili tegelikult ei lõigata ja lõike kasutamine ühel projektsioonil ei kutsu esile mingeid muudatusi teistel projektsioonidel. Lõigete arvu määramisel juhendatakse järgmisest põhimõttest. Lõikeid anda võimalikult vähe, kuid nii, et



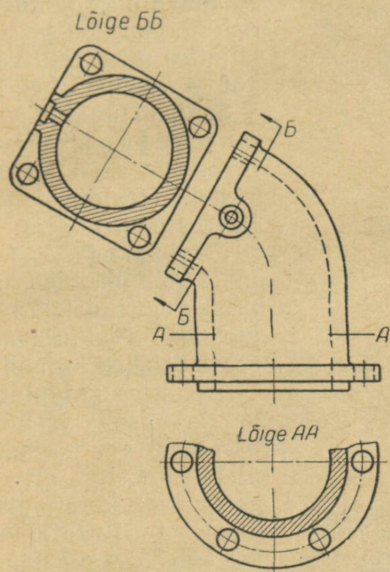
Joon. 151. Detaili joonis kahe vertikaalse lõikega

selle all ei kannataks joonise üldine selgus. Nii näiteks ei saa joonisel 146, e piirduda ainult vertikaalse pikilõikega. Selguse saamiseks tuleb anda kaks lõiget: vertikaalne pikilõige ja vertikaalne ristlõige, nagu seda on tehtud joonisel 151.

Nagu öeldud esineb peale vaadeldud lõigete joonistel veel kaldlõikeid, kus projektsioonipind

on põhipinna suhtes kaldu (vt. *Lõige AA* joonisel 150). Lõike paigutus joonisel peab sel juhul vastama nooltega näidatud projekteerimissuunale (*Lõige AA* joonisel 150).

Joonisel 152 on kujutatud kahe äärikuga torupõlv. Joonisel on kaks lõiget: üks — kaldlõige *BB*, teine — horisontaallõige *AA*.



Joon. 152. Kald- ja horisontaallõige

Et saada ülemise ääriku kujutist selle tõelises kujus, on lõige projekteeritud täiendavale, lõike-tasapinnaga paralleelsele projektsioonipinnale, mis seejärel on pööratud joonise tasapinda. Nooled tähistavad, nagu juba öeldud, projekteerimise suunda.

Teist, horisontaalset lõiget on kasutatud selleks, et selgitada alumise ääriku kuju ja näidata selles asuvate avade paigutust. Sel joonisel tehtud horisontaalsel lõikel on üks iseärasus, millele tuleb pöörata tähelepanu: kuna lõige kujutab endast sümmeetrilist kujundit, siis on joonisel terve lõike asemel joonestatud välja ainult natuke rohkem kui pool sellest.

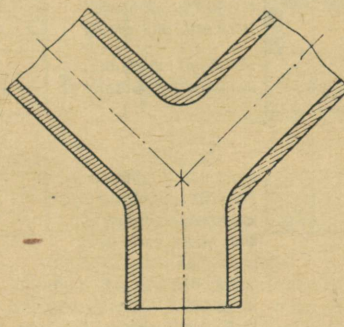
Iga vaadeldud lõige saadi lõikamisel ühe lõikepinnaga; selliseid lõikeid nimetatakse lihtlõigeteks.

Kui kujutatav ese kujuneb üleni lõigatuks, siis sellist lõiget nimetatakse täislõikeks. Eeltoodud lõigete nimetusi, näiteks vertikaalne, horisontaalne, täislõige jne. joonisele ei kirjutata. Lõiked ainult tähistatakse vastava pealkirjaga, nagu «*Lõige AA*» jne.

§ 42. LÕIGETE JA RISTLÕIGETE VIIRUTAMINE

Lõiked ja ristlõiked joonistel viirutatakse. Viirutamiseks kasutatakse pidevaid peenjooni, mis on tõmmatud 45° nurga all telgjoonega või aluseks võetud kontuurjoonega, nagu seda on tehtud eelpool toodud kujundeil (vt. joon. 139—152).

Kui antud joonisel detaili telgjoon (või kontuurjoon) on aluseks võetud telgjoone suhtes 45° nurga all, siis tuleb viirutada kas 30° või 60° nurga all aluseks võetud telgjoone suhtes (joon. 153).

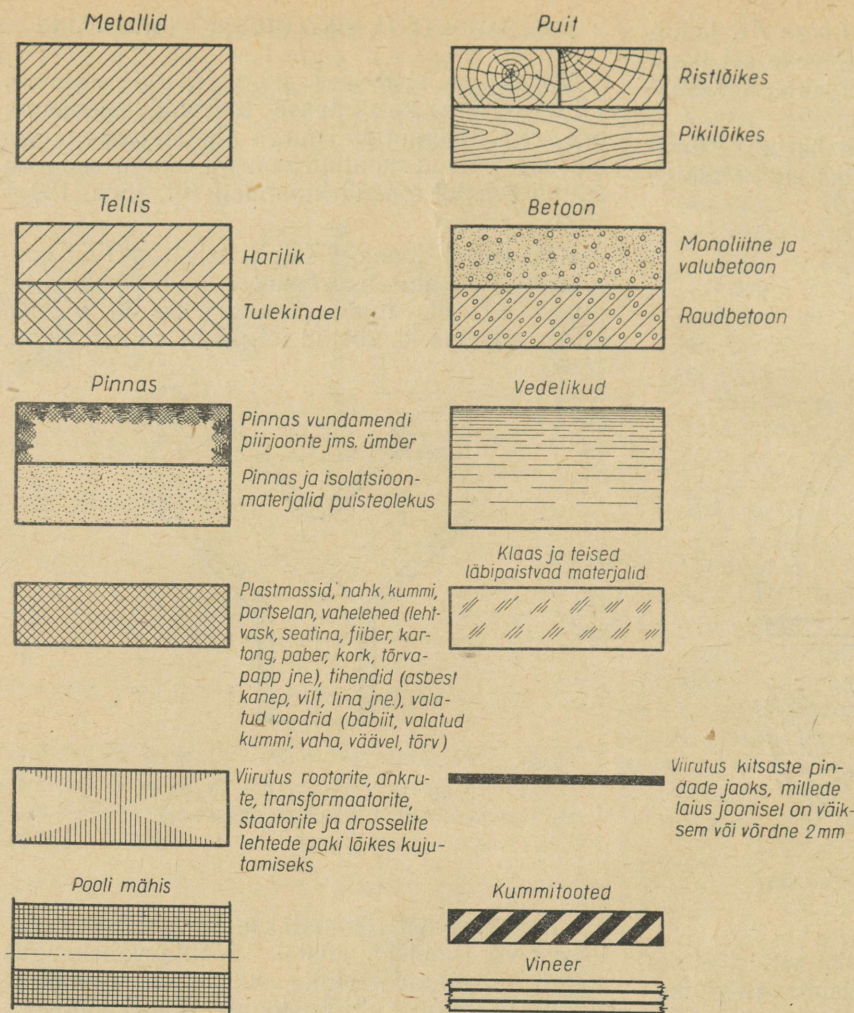


Joon. 153. 30° või 60° nurga all tõmmatud viirutuse kasutamine

Viirutusjooned tõmmatakse paralleelselt, üksteisest võrdsetel kaugustel. Joonte vahekaugus sõltub viirutatava pinna suurusel. Metallide puhul võetakse viirutusjoonte vahekauguseks 1 kuni 4 mm. Viirutatakse joonlauri (või rööpjoonlauri) ja kolmnurga (nurgad 45°) abil nii, nagu tavaliselt toimub paralleeljoonte tõmbamine. Kalle võetakse kas vasakule või paremale. Ühe ja sama detaili juurde kuuluvate lõigete ja ristlõigete viirutusjooned peavad olema ühesuunalise kaldega ning nende vahekaugus peab ühe detaili kõigil lõigetel olema võrdne. Kokkupuutuvate pindadega detailid viirutatakse kumbki eri suunas (näited on toodud IX peatükis).

Pealejoonestatud ristlõiked viirutatakse aluseks võetud telgjoone suhtes tavalise nurga all, väljakantud ristlõiked aga 45° nurga all lõikejoonega (joon. 141, b).

Joonisel 154 on toodud mitmesuguste materjalide graafiline tähistamine, vastavalt standardile. See tuleb meele pidada, kuna nende tähistega kohtume nii tööstuslikel joonistel, tehnilistes ajakirjades, erialalises kirjanduses kui ka õpikuis.



Joon. 154. Mitmesuguste materjalide graafiline tähistamine lõigetel ja ristlõigetel

§ 43. POOLVAATE JA VASTAVA POOLLÕIKE ÜHENDAMINE

Neil juhtudel, kui lõike järgi on raske määrata detaili väliskuju, tuleb lõike kõrval anda veel lõiketa kujutis (mis muudugi muudab joonise keerulisemaks). Seepärast, kui nii vaade kui ka vastav lõige kujutavad endast sümmeetrilisi kujundeid, võib joonist lihtsustada ja kahe iseseisva kujutise (vaate ja lõike) asemel anda ühe, ühendades poolvaate vastava poollõikega. Selline ühendamine säästab aega joonise valmistamisel ning võimaldab otstarbekamalt ära kasutada joonise pinda, ilma et joonise selgus kannataks.

Joonisel 155 on kujutatud puks kolmel viisil:

joonisel 155, *a* on antud eestvaade ja vaade vasakult, joonisel 155, *b* on antud vertikaalne pikilõige ja vaade vasakult, joonisel 155, *c* on aga näidatud poole eestvaate ja vastava poole vertikaallõike ühendamine. Poolvaate ja poollõike ühendamine võimaldab ühe kujutisega anda ettekujutise nii detaili väliskujust kui ka sisemisest ehitusest.

Sellise kujutamise viisi puhul on poolvaate ja poollõike vaheliseks piirjooneks (eraldusjooneks) telgjoon. (joon. 155, *c*).

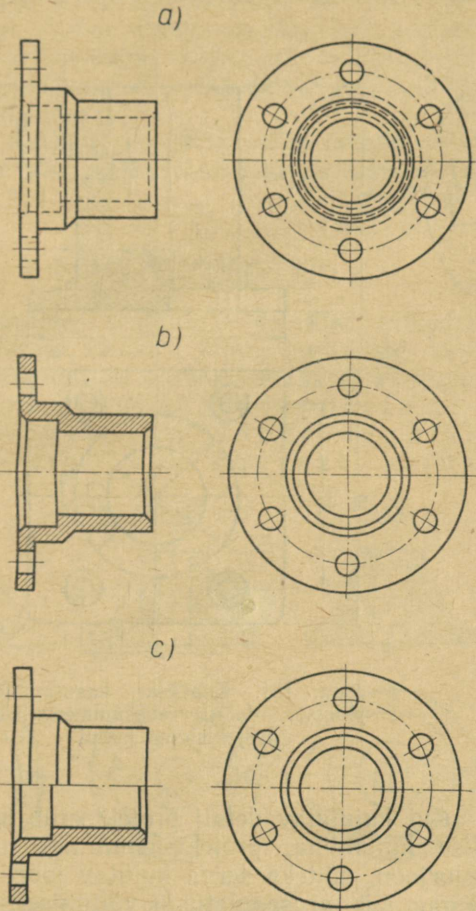
Poolvaate ja vastava poollõike võib ühendada ka teistel projektsioonidel, kui need projektsioonid kujutavad endast sümmeetrilisi kujundeid.

Seejuures paigutatakse lõige tavaliselt vertikaalteljest paremale või horisontaaltelje alla (joon. 155, *c*). Varjatud kontuuride kujutamine kriipsjoontega nii vaatel kui ka lõikel vajalik ei ole, kuna alumine pool (lõige) näitab küllalt selgelt sisemist ehitust, ülemine pool (vaade) aga detaili väliseid kontuure (joon. 155, *c*).

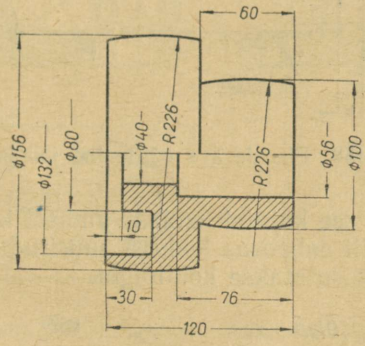
Möödete asetamisel poollõikele ei tõmmata mõõtjoont välja terves ulatuses, vaid ainult natuke üle telgjoone, kusjuures nool joonestatakse ainult mõõtjoone ühte otsa (joon. 156 Ø 40, Ø 132, Ø 80 ja Ø 56).

§ 44. KOHTLÕIKED

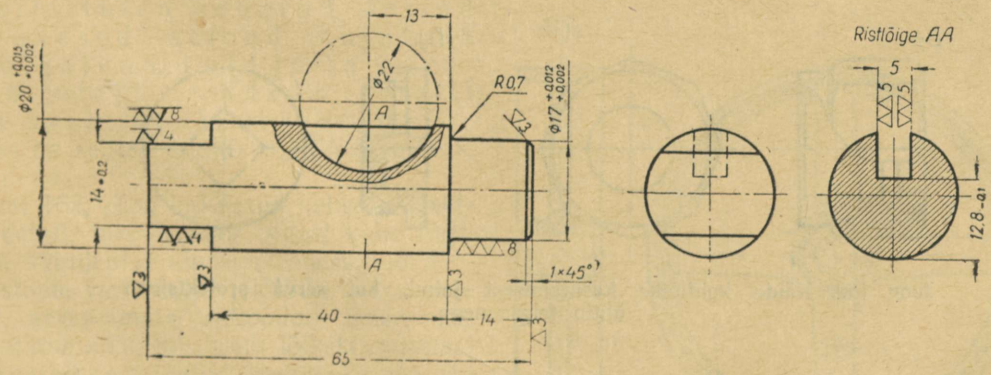
Detaile, mis kujutavad endast õõnsusteta umbseid kehi, lõikes ei kujutata, kuna selliste detailide kuju ja ehitus on täielikult mõistetav välisvaate kaudu ja nende lõiked, mis midagi uut ei näita, oleksid vaid liigsed. Kui aga sellises detailis on mingi kohalik süvend või ava, siis kasutatakse selle esiletoomiseks kohtlõiget, s. t. näidatakse lõikes ainult osa detailist. Lõikes kujutatud osa piiratakse peene vabakäejoonega (kaks korda peenemaga nähtava kontuuri joonest), mis tõmmatakse käsitsi. Kohtlõiget nimetatakse ka murdeks. Joonisel 157 on kujutatud kiilusoonega võll. Kuna viimane kujutab endast umbset keha, siis on kiilusoon kujut



Joon. 155. Kolm meetodit puksi kujutamiseks



Joon. 156. Astmelise rihmaratta löige. Näide moodsate paigutamise poolvaate ja poolloike ühendamisel



Joon. 157. Kiilusone kuju selgitamine joonisel kohtlõikega

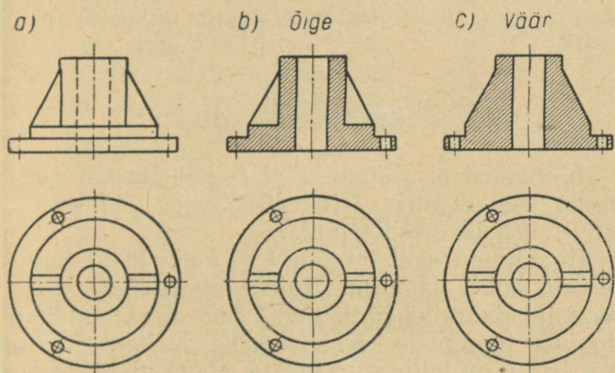
Detaili ebasümmeetrilistel projektsioonidel ei lubata poolvaate ja poollõike ühendamist.

Neil juhtudel tuleb tingimata tarvitada kas täislõiget või kohtlõiget. Joonisel 161 on kujutatud detail, mille eestvaade kujutab endast ebasümmeetrilist keha; seepärast on kasutatud siin kohtlõiget, mis on antud detaili puhul ilmekam kui täislõige.

Vastake küsimusele: Kas sellel detailil võib anda vaate vasakult koosnevana poolvaatest ja poollõikest?

§ 45. LÕIGETE ERIJUHUD

Rea detailide, sealhulgas detailide, millel esineb kodaraid, õhukesi seinu, tugiribisid, ket-taid jne., lõigetel on oluline iseärasus. Viimane seisab järgmises: kui lõike joonestami-sel lõikepind on suunatud piki kodara, ribi või õhukese seina



Joon. 162. Tugiribidega detaili õigesti ja väärtalt val-mistatud lõige

telgjoont või sellega paralleel-selt, siis tuleb kodarad, kettad ja õhukesed seinad kujutada küll lõigatuna, kuid jätta viiru-tamata ning eraldada detaili muust osast kontuurjoonega.

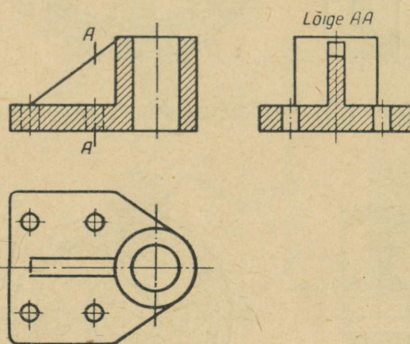
Milleks on selline erand vajalik. Selgitame seda näitega.

Joonisel 162, a on kujutatud kahes projekt-sioonis detail, mis kujutab endast kahe tugi-ribiga ja silindrilise alusega õõnessilindrit.

Joonestame vertikaalse pikilõike üldreeglike kohaselt, arvestamata eeltoodud iseärasusi, s. t. viirutame kõik, mis asub lõiketapasinnas, kaasa arvatud ka lõigatud õhukesed ribad. Me saame kujutise nagu läbiulatava avaga mas-siivsest detailist. Lõikes ei eraldu üldisest massist ei ribad, silinder ega silindriline alus (joon. 162, c pealkirjaga «väär»).

Kui me aga jätame pikilõikel ribad viirutamata ja eraldame need detaili muust osast nähtava kontuuri joonega, siis detaili konstruktsioon on täiesti selge ja arusaadav (joon. 162, b pealkir-jaga «õige»).

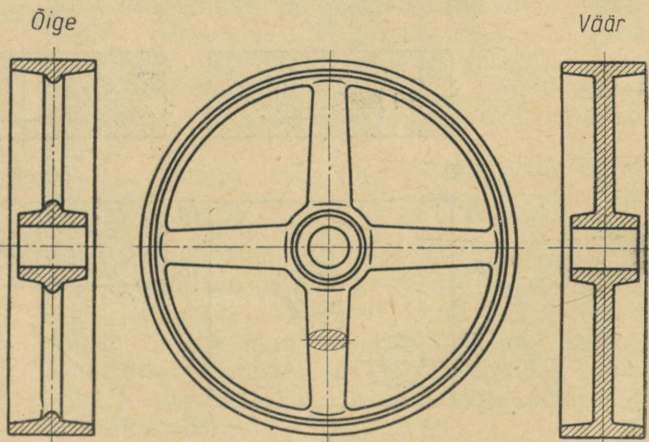
Kui aga lõikepind läbib ribad, õhukesi seinu jne. ristsuunas, siis need kujutatakse lõigetel vastavalt üldreeglikele, s. t. viirutatakse.



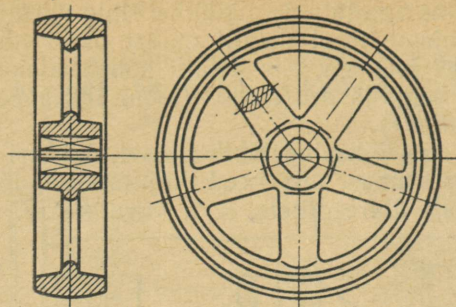
Joon. 163. Lõigatud õhukeseseseinalise detaili joonis

Joonisel 163 on antud toe joonis, mis sisaldab vertikaalse pikilõike, pealtvaate ja vertikaalse lõike. Esipinnaga paralleelne lõikepind läbib ribi pikisuunas, mistõttu ribi on vertikaalsel piki-lõikel jäetud viirutamata ning on teistest detaili osadest eraldatud nähtava kontuuri joontega. Kuid teisel vertikaallõikel «Lõige AA» on ribi viirutatud, sest külgpinnaga paralleelne lõike-pind lõikab ribi ristsuunas.

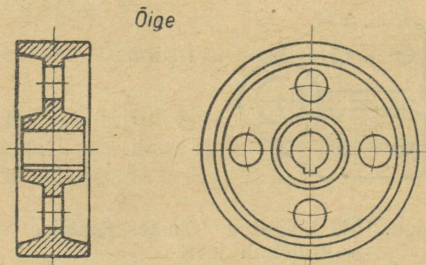
Mitmesuguste rataste (rihmarataste, käsi-rataste jne.) kodarad jäetakse samuti lõikamata juhul, kui lõiketaspind on suunatud piki nende peatelge. Vastasel korral ei annaks lõige koda-rast õiget ettekujutust, vaid näitab nagu oleks



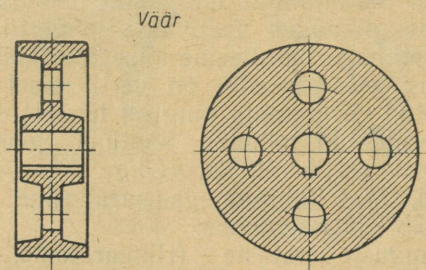
Joon. 164. Rihmaratta joonis. Lõike õige ja väär kujutamine



Joon. 165. Kodaratega rihmaratta joonis



Õige



Väär

Joon. 166. Rihmaratta õige ja väär kujutamise lõikes

rattal kodarate asemel umbne ketas. Joonisel 164 annab vasakpoolne kuiutis pealkirjaga «õige» selge ettekujutuse kodaraist, rummust ja põlast, parempoolne kujutis pealkirjaga «väär» jätab aga kodarad rummust ja põlast eraldamata. Peale selle nõutakse ratas'e lõikes kujutamisel, et lõikepind läbiks kodara geomeetrilist telge ka juhul, kui kodar asetseb lõikejoone suhtes kaldu.

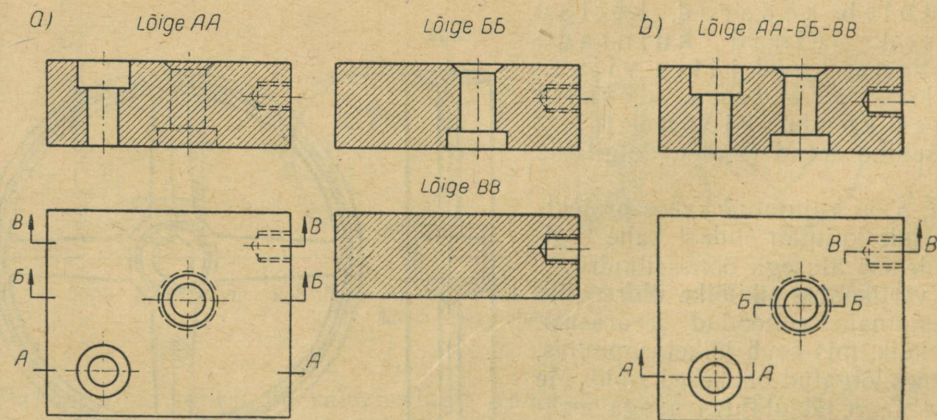
Näiteks joonisel 165 rihmaratta ülemises osas lõikepind kodarat ei läbi, kuid joonisel on kodar kujutatud samuti, nagu projektsiooni alumises osas, kus lõiketaspind läbib kodarat.

Rihmarataste, käsirataste, rullide, plokkide ja teiste rataste lõikes kujutamisel võib neid lõigata ainult selliste tasapindadega, mis on suunatud piki ava või võlli telge (joon. 166 pealkirjaga «õige»). Ei ole mõtet lõigata tasapinnaga, mis on risti võlli ava teljega, sest selline lõige ei selgita midagi, vaid muudab ainult joonise segasemaks, muudab kujutise täiesti arusaamatuks (joon. 166 pealkirjaga «väär»).

§ 46. KEERULISED LÕIKED

Lihtlõiked ei võimalda alati kõikide või suurema osa detailis leiduvate avade, tühimike, süvendite jne. esiletoomist.

Et näidata sellistel juhtudel kõiki meid huvitavaid kohti lõigatuna, tuleks ühe detaili jaoks valmistada mitu lihtlõiget. See aga muudaks joonise tunduvalt keerulisemaks. Näiteks joonisel 167, α on kujutatud kolme avaga plaat (kaks ava on läbiulatuvad, kolmas — otsmine — on aga «pime»). Avad asetsevad nii, et üks lõikepind neid kõiki korruga läbida ei saa, ja selleks et näidata iga ava lõigatuna, tuleks valmistada



Joon. 167. Näide astmelise keerulise lõike valmistamisest. Keeruline lõige asendab kolme lihtlõiget

kaks või kolm lihtlõiget. Sellistel juhtudel kasutatakse joonestustöö vähendamiseks, ilma et joonise selgus kannataks, kahe-kolme lihtlõike asemel lõiget, mis on valmistatud kahe või rohkema lõikepinna järgi, mis on hiljem viidud joonise tasapinda.

Lõikeid, mis on kujundatud kahe või rohkema lõikepinna-ga, nimetatakse keerulisteks lõigeteks.

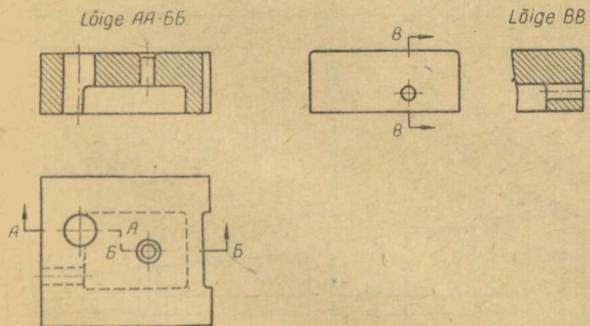
Kui keeruline lõige on moodustatud paralleelsete tasapindade abil, siis sellist lõiget nimetatakse astmeliseks lõikeks.

Joonisel 167, *b* on näidatud keeruline astmeline lõige. Üks lõikepind lõikab plaati suunas *AA*, teine — suunas *BB*, kolmas — suunas *BB*.

Sellise lõikamise resultaadina me nagu viisime kolm paralleelset lõikepinda joonise tasapinda, ja sellega kolme lihtlõike asemele saime ühe keerulise lõike *AA—BB—BB*, milles on näidatud kõik kolm ava.

Keeruliste lõigete valmistamisel tuleb ka sel juhul, kui lõikejoon ühtib pea- või kohalike telgedega¹, need tingimata tähistada tähtedega ja valmistatud lõige varustada pealkirjaga: «Lõige *AA—BB—BB*» jne. (joon. 167, *b*).

Keeruliste lõigete valmistamisel tekkivad lõikejoone murdekohtades nagu astmed, näiteks *AB* ja *BB* joonisel 167, *b*. Neile astmetele vastavat joont joonisel ei näidata.



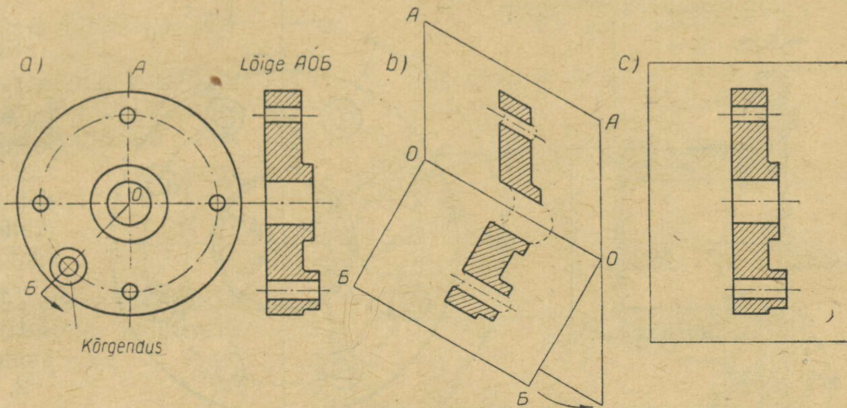
Joon. 168. Keerulise lõikega joonis

Alati aga astmeline lõige ei võimalda selgitada kõiki meid huvitavaid detaili kohti. Sel juhul valitakse lõikepindade suund keerulise

¹ Kohalikuks telgjooneks nimetatakse telgjoont, mis läbib mingit detaili osa, kuid ei ühti detaili sümmeetriateljega.

lõike valmistamisel läbi detaili kõige iseloomulikimate kohtade.

Näiteks joonisel 168 on antud rakise kere joonis. Selles on süvend ja kolm ava, mis asetsevad nii, et ühe astmelise lõikega ei saa selgitada korraka kõiki avasid ja



Joon. 169. Keerulise pööratud lõike valmistamine

süvendeid. Joonisel on näidatud keerulisel lõikel («Lõige *AA—BB*») kaks ava, mis tulevad antud juhul tingimata näidata. Kolmanda, horisontaalse ava näitamiseks tuli teha veel lihtlõige («Lõige *BB*»).

Lõigetelt selgub ka süvendi kuju.

Vaadeldud näiteis saadi keerulised lõiked üksteise suhtes paralleelsete lõikepindade abil. Keerulisi lõikeid saab kujundada ka lõikepindadega, mis on küll risti projektsioonipindadega, kuid üksteise suhtes nurga all. Selliseid lõikeid nimetatakse keerulisteks pööratud lõigeteks.

Joonisel 169, *a* on kujutatud äärik. Kõrgendusega auk paikneb äärikul nii, et vertikaalse lõike kasutamisel jääb auk kui ka selle juurde kuuluv kõrgendus lõikepinna poolt riivamata. Lõikepind läbib ainult poltide aukusid. Selleks, et üheaegselt näidata lõikes nii kõrgendusega auku kui ka poldi auku, on kasutatud kahte lõikepinda.

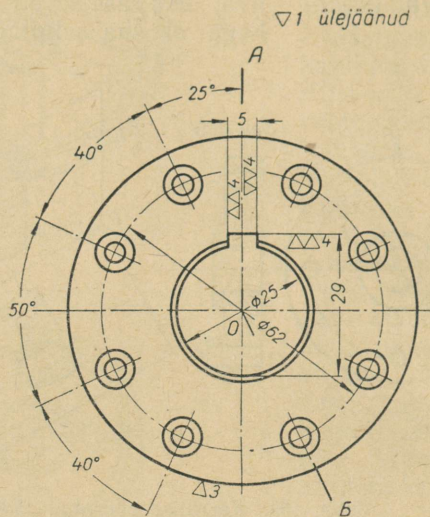
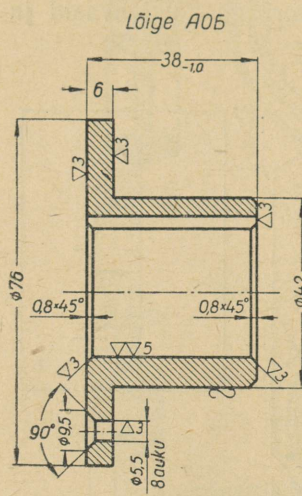
Üks tasapind, mille jälg on tähistatud tähtedega *AO*, on paralleelne külgpinnaga, teine aga, mille jälg on tähistatud tähtedega *OB*, on esimese suhtes kaldu. Et lõige *OB* projekteeruks külgpinnale moonutusteta (lühennemata), pööratakse kaldpinda noolega näidatud suunas (joon. 169, *a*; 169, *b*), kuni mõlema lõikepinna jõudmiseni ühte tasapinda (joonise tasapinda) (joon. 169, *c*). Joonisel 169, *a* toodud lõige *AOB* ongi keeruline pööratud lõige.

Joonisel 170 on kujutatud rooliratta rumm keerulises pööratud lõikes. Vertikaalse pikilõike

abil ei ole võimalik korruga näidata kiilusoont ja ava rummu laiendatud osas.

Seepärast on kasutatud keerulist lõiget kahe lõiketasapinnaga, mille jäljed on tähistatud vas-

16. Milliseid lõikeid nimetatakse keerulisteks?
17. Milliseid lõikeid nimetatakse astmelisteks?
18. Milliseid lõikeid nimetatakse keerulisteks pööratud lõigeteks?



Joon. 170. Rooliratta rummu joonis kaldlõike kasutamise

tavalt AO ja OB . Seejärel tasapind, mille jälg oli märgitud tähtedega OB , viidi üle esipinnaga paralleelsesse asendisse. Sellisel viisil saadud lõige AOB annab korruga edasi nii ava kui ka kiilusoone nende tõelises kujus (vähenduseta).

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Mida nimetatakse ristlõikeks?
2. Millise eesmärgiga kasutatakse jooniseil ristlõikeid?
3. Millistel juhtudel tuleb lõikejoone (lõiketasapinna jälg) tingimata märkida tähtedega?
4. Milliseid ristlõikeid nimetatakse pealejoonestatuiks, milliseid väljakantuiks ja kuidas need joonisel paigutatakse?
5. Mida nimetatakse lõikeks?
6. Millise eesmärgiga kasutatakse jooniseil lõikeid?
7. Milliseid lõikeid nimetatakse vertikaalseteks, milliseid horisontaalseteks?
8. Mille poolest erineb lõige ristlõikest?
9. Milliseid lõikeid nimetatakse lihtlõigeteks?
10. Millise vaate kohal asub esipinnaga paralleelse lõikepinnaga saadud vertikaallõige?
11. Millistel juhtudel võib kasutada poolvaate ja vastava poollõike ühendamist? Milline joon eraldab neid üksteisest?
12. Milliseid lõikeid nimetatakse kohtlõigeteks (murdeiks) ja millistel juhtudel neid kasutatakse?
13. Kuidas tuleb valmistada sümmeetrilise kujundina projekteerunud detaili lõige, kui detaili mingi serva projektsioon ühtib sümmeetriateljega?
14. Milles seisneb tugiribidega detailide lõikes kujutamise iseärasus juhul, kui lõikepind läheb piki tugiribisid?
15. Milles seisneb mitmesuguste kodaratega rataste lõikes kujutamise iseärasus?

Harjutusi jooniste lugemiseks

§ 40 juurde

Töö 1. Vastata küsimustele:

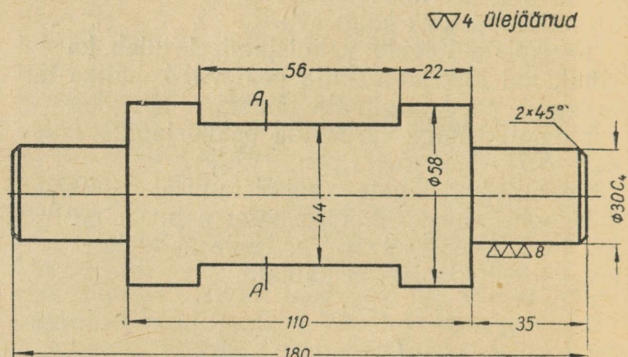
1. Kas tuleb tõmmata ja tähistega varustada lõikepinna jälg pealejoonestatud ristlõike valmistamisel?
2. Kas on vajalik anda pealtvaadet ja vaadet vasakult, kui täiendame eestvaadet pealejoonestatud ristlõigetega?

Täita ülesanne:

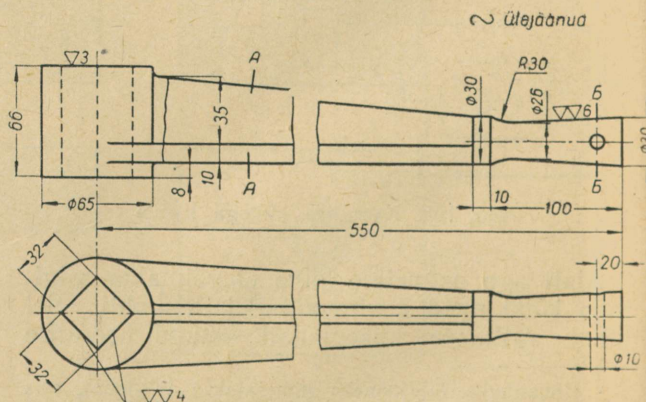
1. Täiendada joonis ristlõikega joonega AA märgitud tasapinnas.
2. Ehitada pealtvaade.

Töö 2. Vastata küsimustele:

1. Millal tuleb väljakantud ristlõike puhul tingimata märkida joonega lõikepinna jälg ja näidata



Töö 1 juurde



Töö 2 juurde

nooltega ristlõike joonise tasapinda pööramise suund?

2. Millisel juhul tuleb ristlõige tingimata varustada järgmist tüüpi pealkirjaga «Ristlõige B—B»?

Täita ülesanne:

1. Anda ristlõiked eestvaatel tähtedega AA ja BB märgitud tasapindades.

2. Eestvaate vasakpoolses osas anda kohtlõige (piirjoon on joonisel näidatud). Kohtlõikel märkida leppeliste joontega neljakandilise ava tasased pinnad.

§ 41 juurde

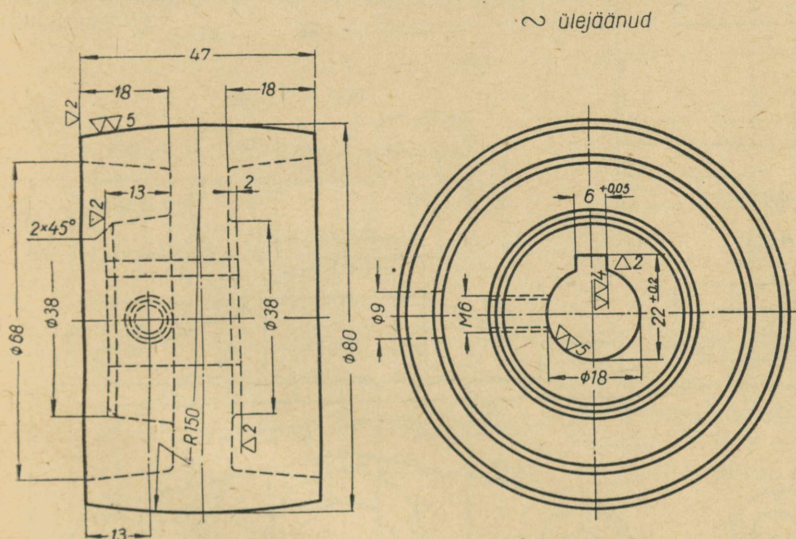
Töö 3. Täita ülesanne:

Joonestada (käsitsi) vertikaalne pikilõige ja paigutada see joonisel eestvaatele kuuluvale kohale.

Vastata küsimustele:

1. Milline joonis on ilmekam, — kas see, mis on valmistatud vastavalt ülesandele, või antud töö juurde kuuluv?

2. Milleks on tehtud auk Ø 9?



Töö 3 juurde

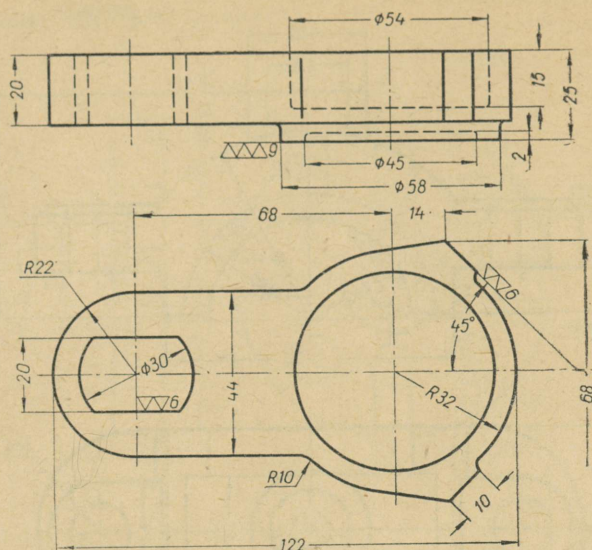
Töö 4. Täita ülesanne:

1. Joonistada (käsitsi) vertikaalne pikilõige.
2. Joonestada eestvaate ja anda sellel kohtlõiked, võrrelda nende näitlikkust.

Töö 5. Täita ülesanne:

1. Joonestada pool eestvaatest ja ühendada see poolega vastavast vertikaallõikest.
2. Valmistada vertikaalne lõige.

▽3 ülejäänud



Töö 4 juurde

Töö 6. Täita ülesanne:

1. Antud täis-vertikaallõike ja pealtvaate abil ehitada kujutis, mis koosneb poolest eestvaatest ja sellega ühendatud poolest vertikaallõikest. Võrrelda saadud kujutist joonisel esitatuga.

2. Ehitada vaade vasakult poollõikes-poolvaates.

Töö 7. Täita ülesanne:

1. Eestvaatele ja pealtvaatele lisada vajalikud kohtlõiked (murded).

2. Lisada vajalik ristlõige (kas pealejoonestatud või väljakantud).

§ 45 juurde

Töö 8. Täita ülesanne:

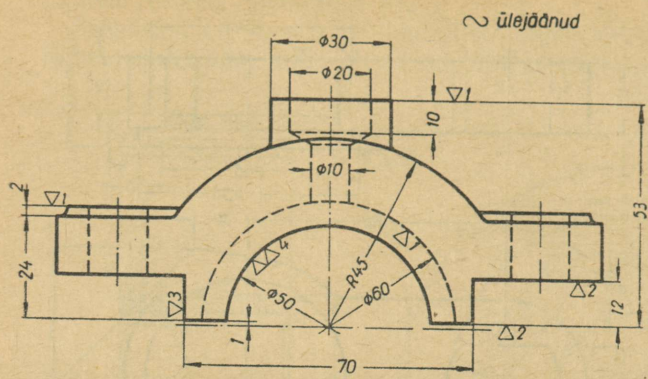
1. Ehitada kujutis, mis koosneb poolest eestvaatest ja sellega ühendatud poolest vastavast vertikaallõikest.

2. Ehitada ristlõige AA.

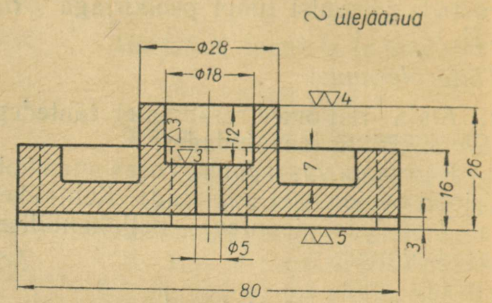
Töö 9. Täita ülesanne:

1. Joonestada vaate vasakult asemele vertikaallõige.

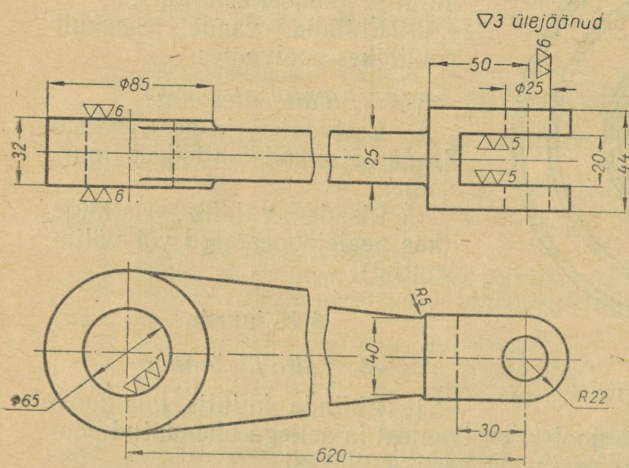
2. Lisada pealtvaate (neljakandilise alusplaadi esiküljel on kumerdused raadiusega 15 mm).



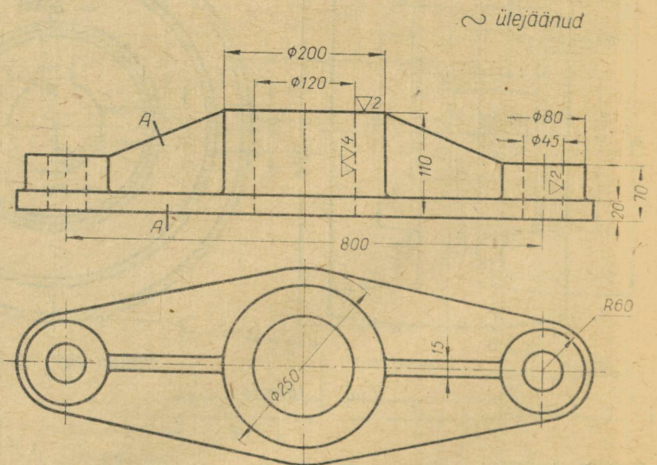
Töö 5 juurde



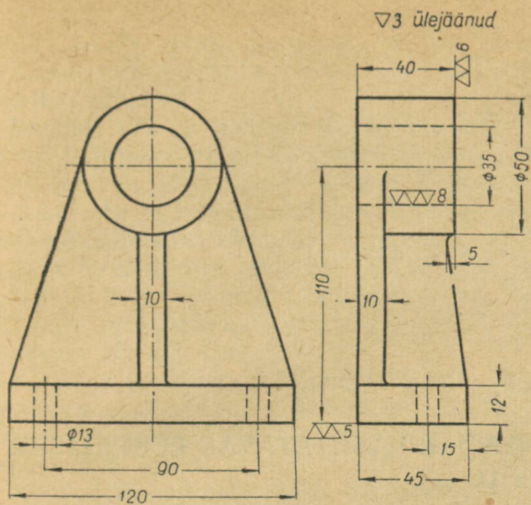
Töö 6 juurde



Töö 7 juurde



Töö 8 juurde

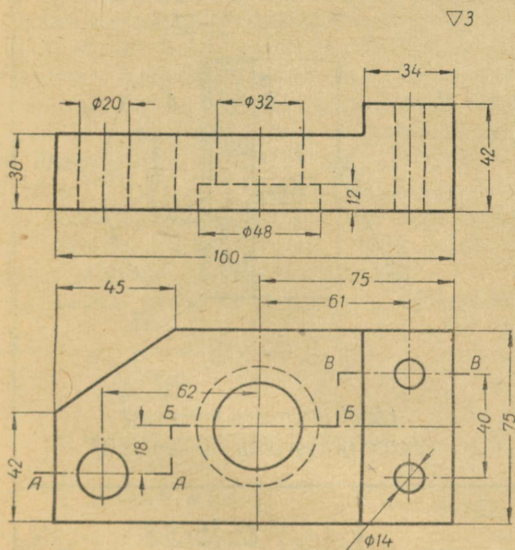


Töö 9 juurde

§ 46 juurde

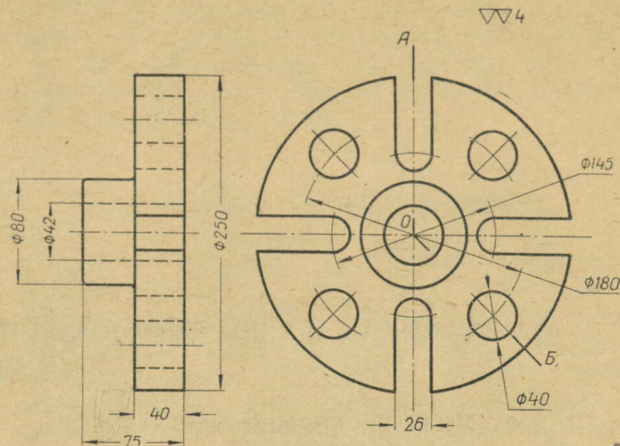
Töö 10. Täita ülesanne:

1. Valmistada lõige $AA-BB-BB$ joonisel esitatud eestvaate asemel. (Kuidas nimetatakse sellist lõiget?)

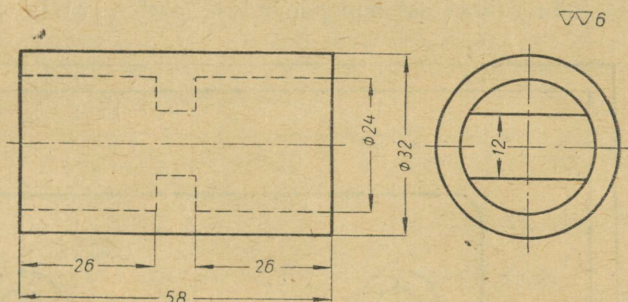


Töö 10 juurde

2. Lisada vaade vasakult.
Töö 11. Valmistada lõige AOB joonisel esitatud eestvaate asemel.



Töö 11 juurde



Töö 12 juurde

Töö 12. Täita ülesanne:

Joonestada (käsitsi) horisontaalne lõige ja sellega projektsioonilises seoses (nagu eestvaatega) anda vaade vasakult. (Võrrelge saadud joonist antud töös esitatuga.)

VI peatükk

MASINAEHITUSALASED TÖÖJONISED JA NENDEL KASUTATAVAD LEPPELISED MÄRKIMISVIISID

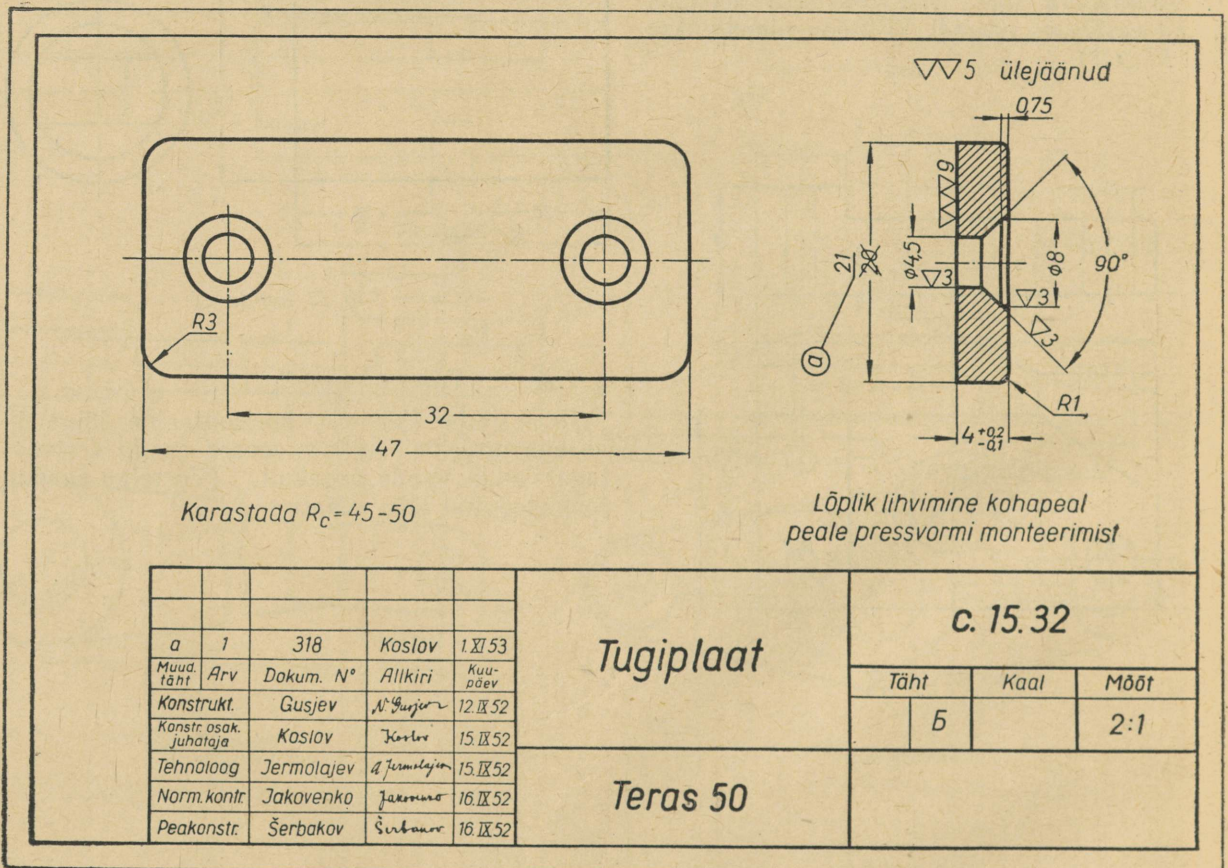
§ 47. MILLISED ANDMED NÄIDATAKSE TÖÖJONISTEL

Esimeses peatükis antud algteadmised detailide tööjoonistest olid küllaldased selleks, et juba esimestest õppepäevadest alates val-

mistada tootmises jooniste järgi lihtsaid detaile.

Käesoleva kuuenda peatüki eesmärgiks on neid teadmisi laiendada ja süvendada.

Selleks et tööjoonise põhjal saaks detaili valmistada, peab joonis õigesti ja täpselt andma



Joon. 171. Tugiplaadi tööjoonis

edasi detaili kuju, sisaldama kõiki vajalikke mõõteid kui ka valmisdetaili kohta kehtivaid tehnilisi nõudeid.

Joonisel 171 on esitatud tööjoonise näide, millel on kujutatud detail «Tugiplaad». Koos detaili kujutisega on tööjoonisel antud kõik detaili valmistamiseks ja kontrollimiseks vajalikud mõõted ning pindade siledusklassid. Peale selle on kirjurgas toodud rida andmeid ja nõudeid, nagu: detaili nimetus, joonise tähis (number), materjali nimetus ja mark, mõõt, milles joonis on valmistatud, detaili kaal jt.

Nõuded termilise töötlemise kohta antakse iseseisva pealkirjana, mis paigutatakse kujutise kõrvale, tavaliselt joonise alumisse vasakpoolsesse nurka (joon. 171).

Nõuded metalli kõvaduse, viimistluse ja spetsiaalsete tehniliste tingimuste kohta antakse samuti pealkirjana, näiteks: «Puurida koos det. . .», «Pressida detailisse . . .», «Teravad servad mahatöödeldada» jne. Kõik pealkirjad tuleb joonisele kanda horisontaalselt.

Tööjoonis on tootmise dokument, seepärast see sisaldab joonise kui ka kõigi sellele leiduvate andmete õigsuse eest vastutavate isikute allkirjad.

Kõik valmisdetailile esitatavad tehnilised nõuded, kuid samuti ka muud märkused peavad tööjoonistel olema väljendatud nii, et ei tekiks mingeid arusaamatusi ega lahkavamusi nende tõlgitsemisel. Seepärast tuleb nii tööjooniste valmistamisel kui ka lugemisel juhendada kindlaks määratud eeskirjadest, mis on kehtestatud Riiklike üleliiduliste standarditega (ГОСТ).

Üldiselt määrab standard kindlaks tootenäidise. Jooniste juures annab aga standard üksikud kohustuslikud reeglid, mida tuleb silmas pidada jooniste valmistamisel.

Käesoleva peatüki põhiliseks ülesandeks on

masinaehitusalastel tööjoonistel kasutatavate reeglite ja leppeliste kujutusviiside esitamine.

Mõningad neist, nagu lõigete ja ristlõigete valmistamise reeglid, lõigete ja ristlõigete viirutamise reegel, joonisel kasutatavad jooned, mõõdete kandmine joonistele ja nende lugemine on antud juba eespool. Ka neid teadmisi täiendatakse käesolevas peatükis.

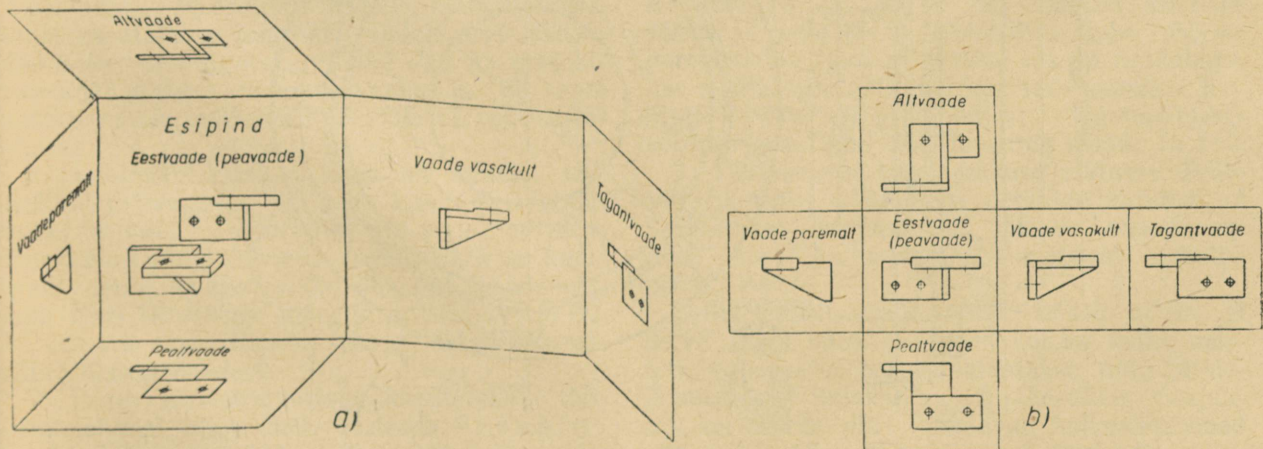
§ 48. VAADETE PAIGUTUS JOONISTEL

Vaadet paigutatakse jooniseil vastavalt ГОСТ'is esitatud reeglitele. Nagu selgus, asetseb ese nende reeglite kohaselt projektsioone valmistades vaatele ja vastava projektsioonipinna vahel. Kuna aga eseme ümber saab paigutada mitte kolm, nagu me varem käsitlesime, vaid kuus omavahel risti olevat tasapinda (joon. 172, a), siis on ka võimalikke vaateid kuus, mis pööratuna projektsioonipinda annavadki ГОСТ'iga määratud vaadete paigutamise järjestuse (joon. 172, b).

Kuna põhivaateks on joonisel eestvaade, siis peavad teised vaated joonisel asuma vastavalt eestvaatele ning sellega projektsioonilises seoses ja järgmises korras:

- pealtvaade asub täpselt eestvaate all;
- vaade vasakult — eestvaatest paremal sellega ühel kõrgusel;
- vaade paremalt — eestvaatest vasakul ja samuti sellega ühel kõrgusel;
- altvaade — täpselt eestvaate peal;
- tagantvaade — paremal vaatest vasakult.

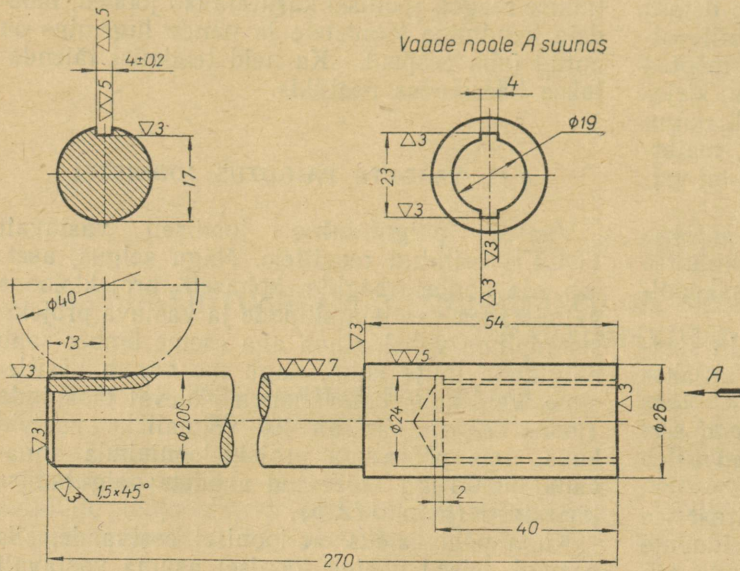
Vaadete sellise paigutuse puhul nende nimetus joonisele ei kirjutata. Erandi moodustab tagantvaade, mis alati, sõltumata sellest,



Joon. 172. Eseme projekteerimise ning vaadete joonisele paigutamise reegel. Vaadete nimetused

kus ta asub, varustatakse pealkirjaga «Tagantvaade».

Kui mingi vaate paigutus joonisel ei ole vastavuses eespooltoodud reeglitega, s. t. ei ole pro-



Joon. 173. Spindli joonis

jektsoonilises seoses eestvaatega, siis on tingimata vajalik kas juurde kirjutada selle projektsiooni nimetus, näiteks: *Vaade paremalt*, *Pealtvaade* jne., või anda vastav märkus noole näol pealkirjaga, näiteks: «*Vaade noole A suunas*».

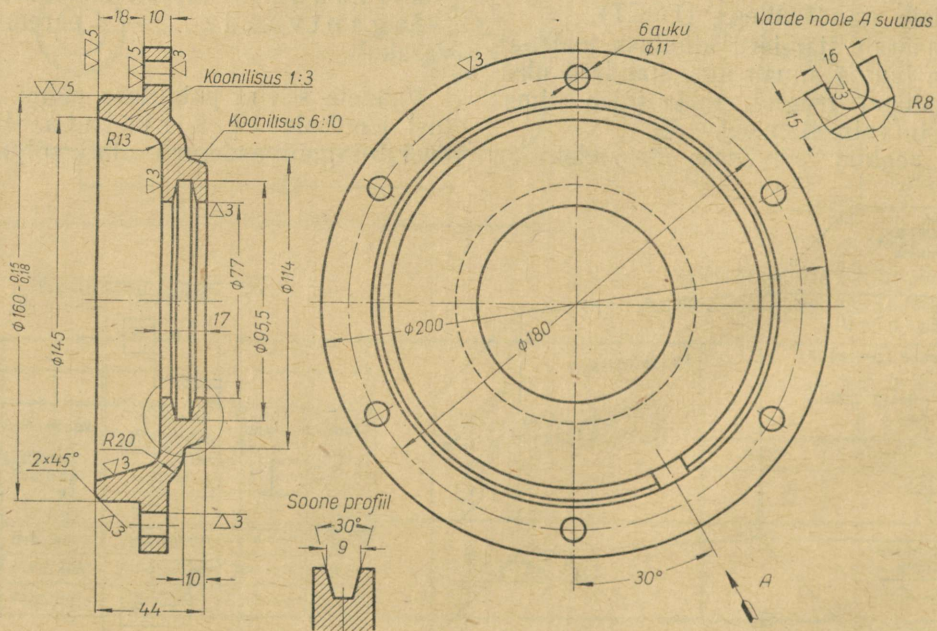
Spindli joonisel (joon. 173) ei asetse vaade paremalt projektsioonilises seoses eestvaatega. Et seda vaadet õigesti mõista, on joonisele kantud tähega *A* märgitud nool, mis näitab projekteerimise suunda, ning vaade paremalt on varustatud pealkirjaga «*Vaade noole A suunas*».

Peale täisvaadete kohtume tööjoonistel kohtvaadete ga. Kohtvaateks nimetatakse mitte kogu eseme, vaid selle mingi osa projektsiooni. Seda võtet kasutatakse detaili mingi üksikosa kuju selgitamiseks, kui puudub vajadus kogu projektsiooni andmiseks.

Kohtvaated paigutatakse joonisel kas täisprojektsioonide kõrvale viimastega projektsioonilises seoses või neist teiste kujutistega eraldatult (joon. 174). Viimasel juhul tehakse kohtvaate kõrvale märkus noole ja pealkirja näol: «*Vaade noole A suunas*», «*Vaade noole B suunas*» jne. Kui kohtvaade on põhivaate suhtes paigutatud vahetus projektsioonilises seoses, siis märkus pole tarvilik.

Joonisel 174 on kujutatud laagri kaas. Lõike ja vaate vasakult järgi ei saa otsustada, millise kujuga on kaanes esinev väljalõige. Selle selgitamiseks tuleks valmistada täisprojektsioon uuele projektsioonipinnale.

Selle asemel on joonisel näidatud osa projektsioonist — kohtvaade, mis selgitab ainult



Joon. 174 Laagri kaas

antud väljalõike kuju ja mõõte. Kaane ülejäänud osade kuju on selge lõike ja vaate vasakult põhjal. Kohtvaade on varustatud pealkirjaga «Vaade noole A suunas», kusjuures vaate projekteerimise suund on vaatel vasakult näidatud sama tähega varustatud noolega.

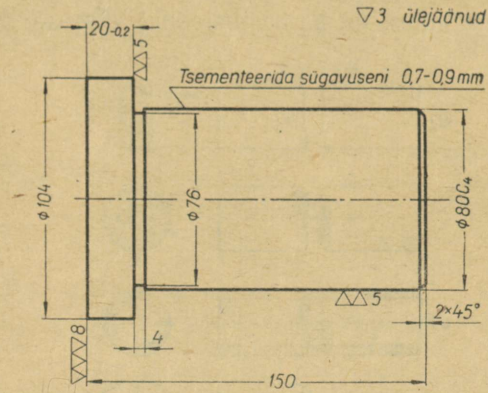
Detaili üksikosas, mis nõuavad joonisel täiendavat graafilist selgitust kas kuju, mõõdete või muude andmete osas, kantakse välja joonise vabale kohale üksikute väljakantud selgitavate elementide näol.

Väljakantud elemendis kujutatakse vastav detaili osa tavaliselt suuremas mõõdus, kusjuures antakse ka kõik mõõdet, mida ei saanud näidata joonise põhiprojektsioonidel. ГОСТ'ile vastavalt eraldatakse see osa põhiprojektsioonil pideva joonega (ringjoonega, ovaaliga jne.), mis on ligikaudu neli korda peenem nähtava kontuuri joonest.

Laagri kaane joonisel (joon. 174) on nende reeglite kohaselt eraldi näidatud tihendi soone profiil.

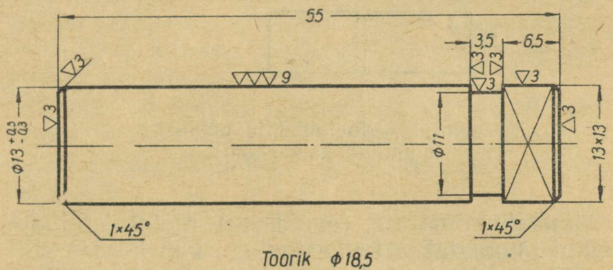
Kui joonisel esineb kaks või rohkem väljakantud elementi, siis igaüks neist varustatakse elemendi järjekorda näitava rooma numbriga ja mõõtsuhtega, näiteks $M 1:2$. Põhiprojektsioonil tõmmatakse igalt elemendilt välja peen joon, mis lõpetatakse horisontaalse riuliga, mille kohal näidatakse vastava väljakantud elemendi järjekorra tähis.

otsade puhul. Need lõikuvad sirged joonestatakse välja pidevate peenjoontena (neli korda peenemad kui nähtava kontuuri jooned). Tänu



Joon. 175. Sarniirpolt ühes projektsioonis

sellele graafilisele märkimisviisile võib kujutada ühes projektsioonis mitte ainult silindrilisi ja koonilisi kehi, vaid ka ruudukujulise ristlõikega



Joon. 176. Pumba kolvi prismaatilise otsaga sõrme joonis

kehi. Joonisel 176 on kujutatud ühes projektsioonis pumba kolvi sõrm. Lähimõõdumärk mõõdete $13 \begin{smallmatrix} +0,5 \\ -0,3 \end{smallmatrix}$ ja 11 ees määrab kindlaks sõrme ja selle kaela silindrilise kuju. Sõrme parempoolne (joonise suhtes) ots on ruudukujulise ristlõikega. Selle märkimiseks kantakse joonisele lõikuvatest peenjoontest (diagonaalidest) koosnev graafiline tähis ja antud mõõde 13×13 .

3. Ühtlase või kogu pikkuse ulatuses ühtlaselt muutuva ristlõikega detailide kujutamisel kasutatakse projektsiooni pikkuse vähendamiseks katkestuseks nimetatud leppelist märkimisviisi.

Selle leppelise võtte sisu seisab selles, et detail nagu murtaks kahest kohast katki, murrete vahepealne osa eemaldatakse, ning järelejäänud osad tuuakse uuesti lähestikku. Seejuures on murde piiri tähistavad katkestusjooned erinevad, sõltuvalt kujutatava elemendi ristlõikest ning materjalist.

§ 49. JOONISTEL KASUTATAVAD LEPPELISED MÄRKIMISVIISID

Me juba tutvusime mõningate joonistel kasutatavate leppeliste märkimisviisidega, millede otstarve on muuta detaili kujutis lihtsamaks, arusaadavamaks ja samal ajal täpsemaks.

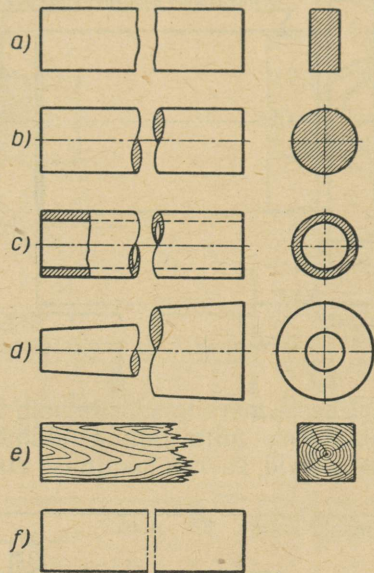
Järgnevalt on esitatud leppelisi märkimisviise, mida kasutatakse jooniseil vaadete arvu vähendamiseks, mõningatel juhtudel aga ka projektsioonide pikkuse vähendamiseks ja täisvaate asemel natuke rohkema kui poole väljajoonestamiseks.

1. Lähimõõdumärk σ , nagu me teame, võimaldab mõningatel juhtudel kujutada detaili, millel on näiteks silindriline või kooniline kuju, ainult ühes projektsioonis. Joonisel 175 on kujutatud detail «Sarniirpolt» ühes projektsioonis, kuid tänu leppelisele märgile σ mõõtarmude 80, 76, 104 ees, võib kindlaks teha, et detail koosneb silindrilistest osadest.

2. Peale lähimõõdumärgi kasutatakse tööjoonistel veel, nagu meile on teada, t a s a p i n d a d e tähistamist kahe lõikuva sirge abil, näiteks: kruvide, spindlite ruudukujulise ristlõikega

Nelinurkse ristlõikega metalldetailide puhul on katkestusjooneks käsitsi tõmmatud kergelt laineline joon (joon. 177, a).

Ümara (ovaalse) ristlõikega umbsete metall-detailide puhul on katkestusjoonel silmuse kuju (joon. 177, b).



Joon. 177. Metallist ja puidust detailide katkestamisi

Õõnsate ümarate (ovaalsete) metalldetailide puhul tõmmatakse katkestusjoon kahekordse silmusega, mille keskel on tühimik. Joonisel 177, c on näidatud toru murre. Toru vasakpoolne ots on kujutatud lõikes. Lõikes kujutatud õõnsa keha puhul on katkestusjoon samasugune, mis nelinurkse ristlõikega kehadelgi.

Ühtlaselt muutuva ristlõikega umbse keha katkestusjoon on näidatud joonisel 177, d.

Puitdetailide puhul on katkestusjoon siksakujuline (joon. 177, e).

Katkestusjoon tõmmatakse kõigil juhtudel käsitsi, kusjuures joone jämeduseks võetakse pool nähtava kontuuri joone jämedusest.

Mitmesuguste detailide puhul võib katkestusjoonteks kasutada ka sirgeid peeni kriips-punktjooni, mis ulatuvad natuke üle detaili kontuuri (joon. 177, f).

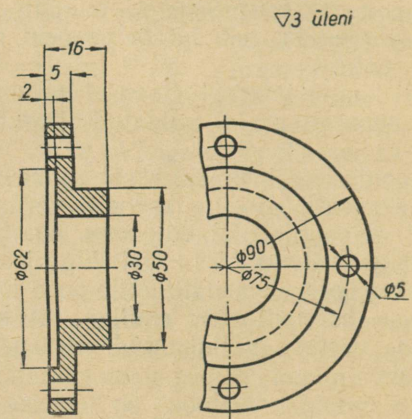
Katkestuste abil on võimalik joonisel vähendada detaili projektsioonide pikkust, kasutamata selleks vähendusemõõtkava, s. t. vähendamata kõiki detaili mõõte. Näiteks joonisel 173 kujutatud spindel on 270 mm pikk, kusjuures selle suurim läbimõõt on 26 mm. Kui joonestada see detail välja kaks korda vähendatuna, s. t. mõõdus 1:2, siis kujuneb kujutis nii väikeseks, et raske

on näidata kiilusoone kuju ja kanda joonisele selle mõõteid. Sellepärast on eestvaade antud katkestusega.

Katkestuse kasutamisel vähendatakse ainult projektsiooni pikkust, kahjustamata joonise selgust. Pikkust näitavad mõõtjooned kantakse katkestuste puhul joonisele nagu harilikultki; ka mõõted antakse tegelikena (loomulikena).

4. Osalise projektsiooni kasutamist käsitleti juba eespool (kohtvaade joonisel 174 ja osaliselt välja joonestatud lõige joonisel 152).

Selliseid leppelisi kujutamisi, mida on kasutatud joonisel 152, tarvitatakse ainult juhul, kui kujutatav ese projekteerub sümmeetrilise kujundina. Seejuures antakse täis-



Joon. 178. Näide osalise projektsiooni kasutamisest joonisel

vaate asemele natuke rohkem kui pool. Näitena on joonisel 178 vaade vasakult kujutatud osaliselt, kuna see projektsioon kujutab endast sümmeetrilist kujundit.

Sümmeetriatelg ja katkestusjoon näitavad, et telje ja katkestusjoone taga olev projektsiooni osa on väljajoonestatud osa suhtes sümmeetriline. Olgugi et projektsioon on osaline, saame selle põhjal kindlaks määrata, et ümmarguses äärikus on neli silindrilist läbivat auku, kuigi vaatel vasakult on neid näidatud ainult kolm.

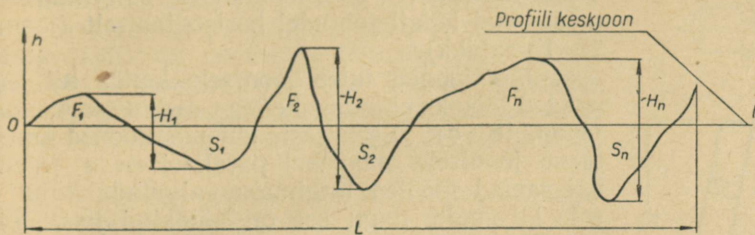
§ 50. PINNASILEDUSE MÄRKIMINE JOONISTEL

Seoses väljalastava tootmisprotsessi kvaliteedi kohta esitatavate nõuete pideva kasvuga kui ka seadmete ja masinaosade puhastõõtlemissüsteemide täiustamisega on tingimata tarvilik anda täpsed andmed nõutava pinnasileduse kohta.

Seejärel ei käsitle pinnasileduse standard mitte pinnasileduse silmamõõtelist hindamist,

vaid väga täpselt, mille aluseks on konaruste kindlaksmääratud suurus, väljendatuna mikronites (mikron = üks tuhandik millimeetrit).

Joonisel 179 on näidatud tugevasti suurendatult pinnakonaruste profiil, millel esinevad harjad ja süvendid.



Joon. 179. Pinnakonaruste ebataasuste profiil

Kujutiselt selgub, et ebataasus võib ulatuda nii ühele kui ka teisele poole profiili keskjoonest. Viimane on tõmmatud nii, et pinnad mõlemal pool keskjoont oleksid omavahel võrdsed.

Mikrokonaruste suurust mõõdetakse spetsiaalriistaga. Mõõtmine viiakse läbi mitmes vabalt valitud kohas, kusjuures osa pikkus, kus toimub mikrokonaruste keskmise kõrguse mõõtmine, peab olema:

- 1—4 siledusklassi puhul mitte väiksem kui 3 mm
- 5—7 " " " " " 2 "
- 8—12 " " " " " 1 "

Tabel 1

Klassid	Tähis	H_{cp} (mikroonides)	Märkusi
1	▽1	125 kuni 200	5-12 klassis pinna hinne ei ole antud vastavalt H_{ck} , vaid H_{cp} järgi, nagu on lubatud GOCT 2789-51
2	▽2	63 " 125	
3	▽3	40 " 63	
4	▽▽4	20 " 40	
5	▽▽5	10 " 20	
6	▽▽6	6,3 " 10	
7	▽▽▽7	3,2 " 6,3	
8	▽▽▽8	1,6 " 3,2	
9	▽▽▽9	0,8 " 1,6	
10	▽▽▽▽10	0,5 " 0,8	
11	▽▽▽▽11	0,25 " 0,5	
12	▽▽▽▽12	0,12 " 0,25	
13	▽▽▽▽13	0,06 " 0,12	
14	▽▽▽▽14	" 0,06	

Tabelis 1 on antud pinnasileduste klassifikatsioon vastavalt konaruste keskmisele kõrgusele (H_{cp}).

Nagu tabelist selgub, on kehtestatud 14 pinnasileduse klassi, kusjuures iga klassi jaoks on antud konaruste keskmise kõrguse piirväärtused (väljendatuna mikronites) ja leppemärgid pinnasileduste graafiliseks näitamiseks jooniseil.

Pinnasiledusmärkide kandmist joonistele käsitleti esimeses peatükis. Siin märgime ainult seda, et vajaduse korral lubatakse pinnasileduse märgi juures tuua andmed viimistluse kohta (lakeeritud, galvaaniliselt kaetud jne.). Näide on toodud joonisel 158. Siledusmärk iseloomustab neil juhtudel pinda peale viimistlemist või termilist töötlemist. Juhul kui viimistlemisele või termilisele töötlemisele kuuluvad detaili kõik pinnad, näidatakse see joonisel pealkirjaga, tavaliselt joonise alumises vasakus nurgas (joon. 171). Joonisele kantud siledusmärgid iseloomustavad sel korral pinda enne viimistlemist. Detaili üksikosade viimistlemine või termiline töötlemine (näiteks kohalik karastamine) näidatakse joonisel vastava koha juures pealkirjaga, nagu see on näidatud joonisel 175.

Tootmises toimub pinnasileduse kontroll spetsiaalriistadega või eriinstruktsiooni järgi valmistatud siledusnäidistega (etaloonidega) võrdlemise teel.

Vajaduse korral liigitada siledusastmeid eriti täpselt, lubatakse 6.—14. siledusklass jagada järkudeks, kusjuures iga mainitud klass jaotatakse kolmeks järguks (vt. GOCT 2789-51).

§ 51. MÕÖDETE KANDMINE JOONISTELE

Mõõdetel on joonisel väga oluline osa. Mõõdete olemasolu on üheks peamiseks näitajaks joonise praktilise kõlblikkuse hindamisel. Mõõdete õige kandmine joonisele hõlbustab selle lugemist ja võimaldab töölisel vähima ajakuluga saada kõik detaili valmistamiseks vajalikud mõõted.

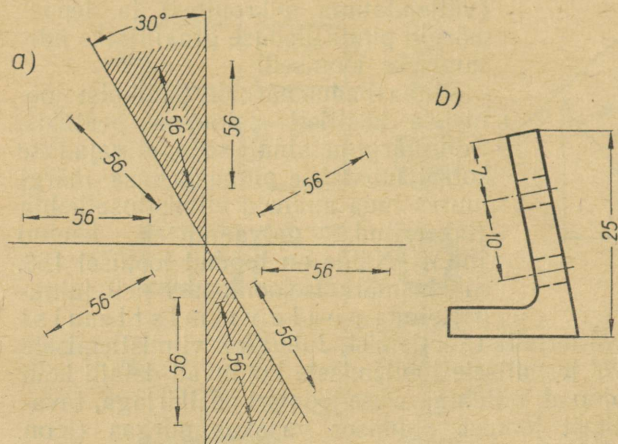
Mõõted kantakse jooniseile järgmiste reeglite kohaselt.

1. Joonisele kantakse tegelikud mõõted (s. t. need, mis peavad tegelikult detailil olema), sõltumata joonise mõõdust, kuna eseme mõõdetest saab ettekujutuse ainult arvvärtuste kaudu, mitte aga mõõtmise teel joonisel.

2. Mõõtarvud tuleb joonisele tingimata kirjutada selgelt ja loetavalt, et lugemisel ei tekiks mingeid raskusi ja selle tagajärjena vigu.

3. Eelistada tuleb mõõdete kandmist projektsiooni kontuuridest väljapoole, mis tagab joonise suurema selguse.

4. Kaldu asetsevate mõõtjoonte puhul kantakse arvud mõõtjoontele vastavalt joonisel 180, a



Joon. 180. Arvude paigutus kaldu asetsevatel mõõtjoontel

toodud skeemile (joon. 180, a). Püütakse vältida mõõtjoonte tõmbamist vertikaaljoone suhtes väiksema kui 30° nurga all (vaata viirutatud osa), sest mida väiksem on nurk vertikaaljoone ja mõõtjoone vahel, seda raskem on otsustada, kuidas tuleb mõõtjarv kirjutada mõõtjoonele. Nii selgub joonisel 180, b, et vaatamata mõõdete 7 ja

10 õigele asetusele, võib siiski tekkida lahk-arvamusi, eriti kui neid võrrelda vertikaalsele mõõtjoonele kantud mõõtjarvuga 25, mis on samuti õigesti paigutatud, kuid asetseb eelmiste suhtes vastupidi.

Nurgamõõdete pealekandmisel paigutatakse mõõtjarvud kõigil juhtudel horisontaalselt (joon. 28, I peatükk).

5. Mõõtjooned tuleb joonisele kanda nii, et need ei lõikuks ei omavahel ega distant'sjoontega (joon. 181, a). Seepärast, kui mõõtjooned kantakse joonisele omavahel paralleelsetena, tuleb väiksemad mõõted tingimata paigutada kujutisele lähemale, nagu see on näidatud joonistel 181, b ja 174 (eesivaatel).

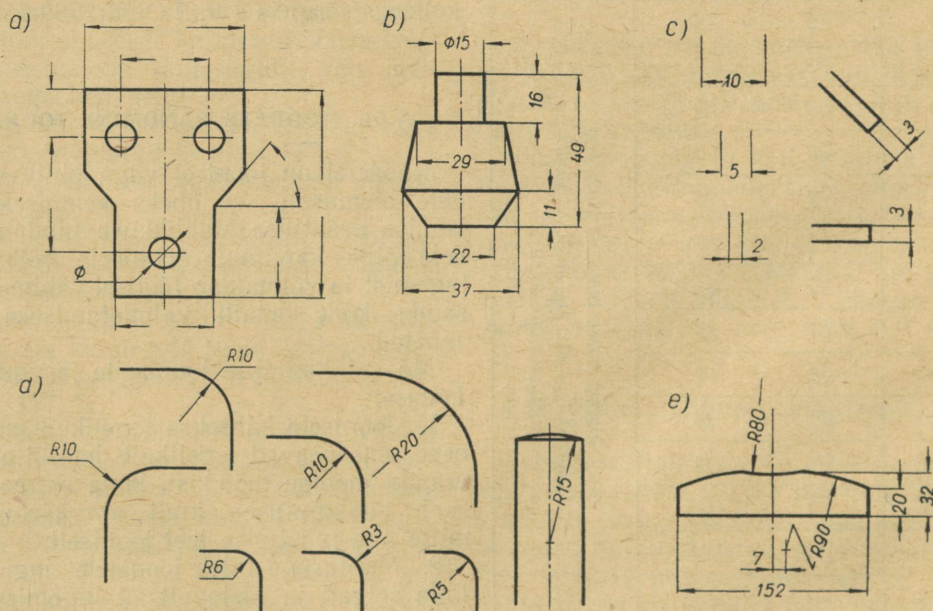
6. Kui mõõtjarvu kandmiseks mõõtjoonele ei jää piisavalt ruumi, siis paigutatakse mõõtnoored distant'sjoontest väljapoole teravikkudega vastastikku ja mõõtjarvud kantakse peale nii, nagu on näidatud joonisel 181, c ja joonisel 173 (mõõted 4, 2).

7. Kontuurjooni ja telgjooni ei tohi kasutada mõõtjoontena.

Kui mõõtjoon lõikab telgjoont, siis tuleb viimane mõõtjarvu pealekandmiseks katkestada, nagu on näidatud joonistel 181, b (mõõde 29), 173 (mõõde $\varnothing 20 C$), 175 (mõõde $\varnothing 76$) ja 176 (mõõde $\varnothing 11$).

8. Raadiuse mõõtjarvu ette märgitakse alati ladina tähestiku täht *R* (raadius).

Kaarte (ümarduste) raadiuste mõõtjarvude pealekandmisel paigutatakse need nii, nagu on



Joon. 181. Mõõdete joonisele kandmise reegleid

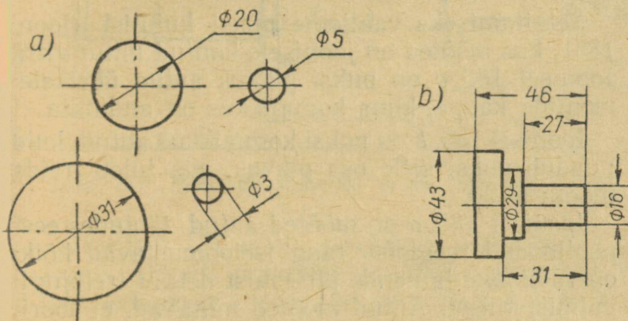
näidatud joonistel 181, *d* ja 174 (mõõted *R* 8, *R* 13, *R* 20).

Kui raadiuse mõõde (joonisel) on väiksem kui 6 mm, tuleb nool paigutada kaarest väljapoole (vt. mõõde *R* 3 joonisel 181, *d* ja mõõde *R* 8 joonisel 174).

Juhul kui kaare tsentrit ei saa ruumipuuduse või raadiuse suure pikkuse tõttu joonisel piires ilma mõõtkava muutmata näidata, kuid tsentri asukoha näitamine on selle koordineerimiseks vajalik, siis tõmmatakse raadius murtud joonena, nagu see on näidatud joonisel 181, *e* (mõõde *R* 90).

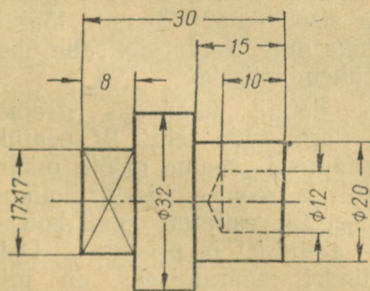
9. Diameetri mõõtarvu ette kirjutatakse igal juhul läbimõõdumärk.

Läbimõõdu võib anda nii ringi sees kui ka väljaspool ringjoont, ning ka sellel projektsioonil, kus ringjoon projekteerub sirgjoonena (joon. 182, *b*, mõõted $\varnothing 43$, $\varnothing 29$ ja $\varnothing 16$).



Joon. 182. Läbimõõdu märkimine joonisel

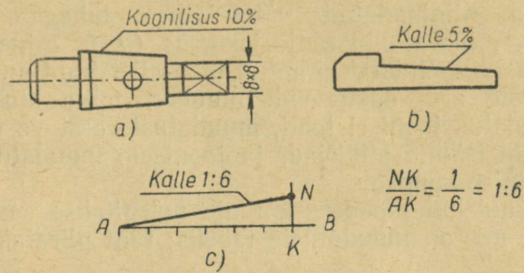
10. Kui puudub ruudu konfiguratsiooni määrav projektsioon, siis antakse ruudu mõõted järgmist tüüpi juurdekirjutisena: «17×17» (joon. 183) või «8×8» (joon. 184), kus mõõt-
arvud 17 ja 8 näitavad ruudu külje pikkust.



Joon. 183. Näide mõõdete kandmisest joonisele

11. Juhul, kui kahe teineteise suhtes kaldu asetseva sirgjoone (tasapinna) vaheline nurk on väike, antakse nurga suurus mõnikord

(näiteks kiillidete, valtsprofiilide jne. puhul) kaldena, s.t. ühe sirgjoone (tasapinna) kalde näol teise suhtes. Kalde arvvärtus väljendatakse kas murruna või protsentides.



Joon. 184. Kalde ja koonilisuse märkimine joonisel

Kalde, näiteks 1:6 (loetakse «üks kuuete»), ehitamine toimub järgmiselt (joon. 184, *c*): sirgele *AB* kantakse punktist *A* alates kuuetevaldse aga võrdse pikkusega ühikut. Saadud lõigu otspunktist (punktist *K*) tõmmatakse sirgele ristjoon ja sellele kantakse üks ühik. Saadud punkt *N* ühendatakse punktiga *A*. Sirge *AN* moodustabki sirge *AB* suhtes kalde 1:6. Sirgeid *AB* ja *AN* võib vaadelda kui tasapindade projektsioone.

Konstruksioonist selgub, et kalde suurus kujutab endast läisnurkses kolmnurgas väiksema kaateti suhet suuremasse.

Kalde suurus antakse joonisel pealkirjana, näiteks: «Kalle 1:6»; «Kalle 5%». Pealkiri paigutatakse horisontaalselt «riiulile» ja ühendatakse kaldjoonega peene joone abil (joon. 184, *b*).

12. Ka koonilisuse suurus antakse joonisel vastava pealkirjaga (joon. 184, *a*). Koonilisuseks nimetatakse tüvikoonuse põhjade läbimõõtude vahe suhet tüvikoonuse pikkusesse (kõrgusesse). Näiteks, kui koonuse ühe põhja läbimõõt on 15 mm, teise põhja läbimõõt 12 mm ja pikkus (tüvikoonuse kõrgus) 30 mm, siis koonilisuse väljendub põhjade läbimõõtude vahe ja koonuse pikkuse suhtena, s. t. $\frac{15-12}{30} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10}$. Järelikult, koonilisus on 1:10. Pealkiri asetatakse piki koonuse telge või koonuse teljega paralleelsele «riiulile» (nagu on näidatud joonisel 184, *a*). Kui koonilisuse väljendatakse protsentides, näiteks 10%, siis see tähendab sama, mis 10:100 või pärast taandamist 1:10.

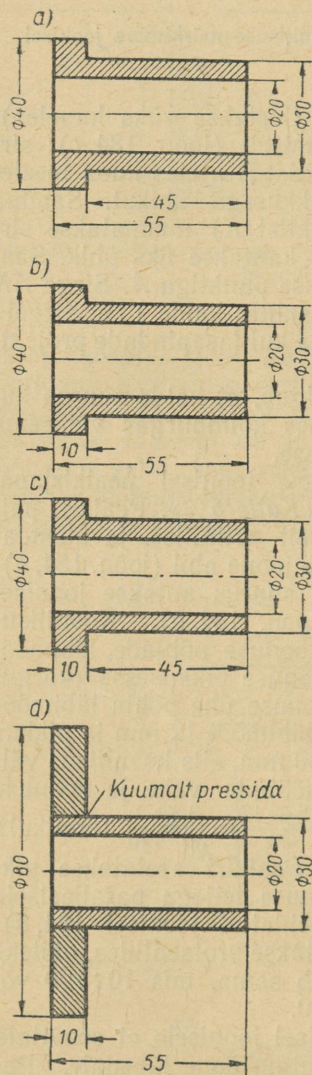
13. Mõõdete kandmisel joonisele ei soovitata mõõtjoont tõmmata kontuurjoone lähedale. Paralleelsete mõõtjoonte, kuid samuti ka mõõtjoone ja kontuurjoone vahekaugus ei tohi olla väiksem kui 5 mm (soovitav 7–10 mm).

14. Igasugune mõõdete muutmise joonisel kantakse kirjanurgas asuvasse muudatuste tabe-

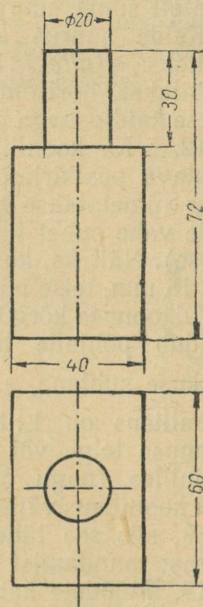
lisse, kusjuures muutmine toimub rangelt määratud korras: muudetav mõõt arv kriipsutatakse läbi nii, et mahatõmmatut oleks kerge lugeda, ja kirjutatakse asemele uus mõõde. Muudatuste tabelis märgitakse kõik üheaegselt tehtud muudatused niinimetatud «Muudatuse tähega» — tähega tähestikulises järjekorras (*a*, *b*, *c* jne.).

Tabelis näidatakse antud tähe all tehtud muudatuste arv, dokumendi number, mille alusel muudatus joonisel tehti, muudatuste eest vastutavate isikute allkirjad, ja joonisele muudatuse tegemise kuupäev.

Muudetud mõõdete kõrvale märgitakse sama täht, mis on muudatuste tabelis; täht piiratakse



Joon. 185. Näiteid mõõdete kandmisest joonisele vastavalt detaili valmistamise tehnoloogilisele protsessile



Joon. 186. Näide kahest geomeetrisest kehast koosneva detaili mõõdete andmisest joonisel

ringjoonega, mis ühendatakse parandatud mõõt- arvudega peene pideva joonega (vt. mõõte 20 muutmist joonisel 171).

Sellised on mõõdete joonisele kandmise reeglid. Milliseid mõõte sisaldab detaili tööjoonis? Lühidalt võib sellele vastata nii: detaili tööjoonis sisaldab kõiki mõõteid, mis on vajalikud detaili valmistamiseks ja kontrollimiseks.

Kuna detailide kuju, konstruktsioon ja valmis detailidele esitatavad nõuded, kuid samuti ka detailide valmistamisviisid on väga mitmesugused, siis ei ole võimalik vaadelda mõõdete joonisele kandmise kõiki juhte. Saab ainult märkida ja näidetega selgitada ühte põhilistest reeglitest: mõõdete kandmine tööjoonisele tuleb siduda detaili töötlemise (valmistamise) protsessiga, s. t. joonisel näidata (joonisele kanda) ainult need mõõted, mida vajatakse detaili valmistamise protsessis.

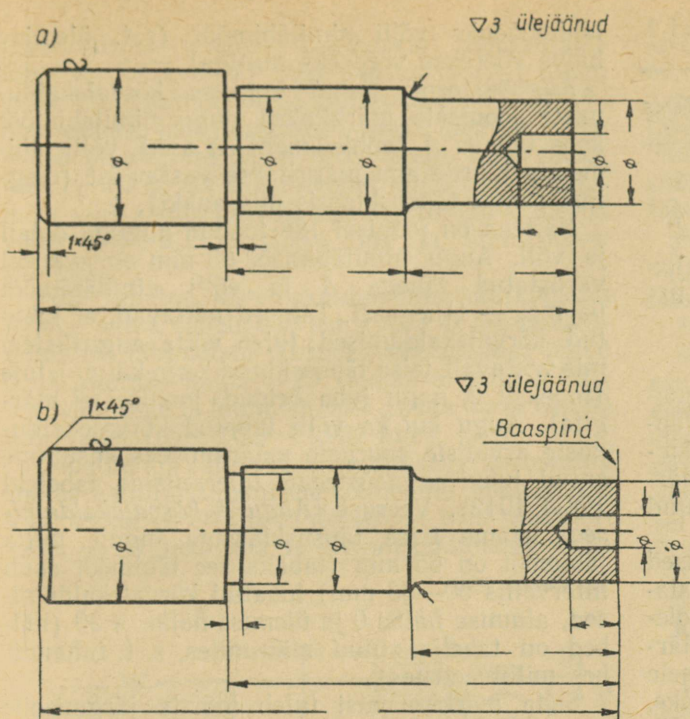
Selgitamiseks vaatleme puksi kujutist (joon. 185), kus mõõted on joonisele kantud mitut viisi. Joonisel 185, *c* on puksi pikkus antud üksikelementide kaupa, kuna kogupikkus on andmata.

Joonisel 185, *b* on puksi kogupikkus antud, kuid puudub puksi selle osa pikkus, mis tuleb treida mõõtu $\varnothing 30$.

Joonisel 185, *a* on mõõted antud lähtudes eespooltoodud reeglist ning iseloomustavad kõiki operatsioone ja nende järjestust detaili treipingil valmistamisel. Antud mõõted näitavad, et toorikuse pikkusega 55 mm ja läbimõõduga 40 mm tuleb puurida 20 mm läbimõõduga ava. Siis tuleb detail ühest otsast treida läbimõõduni 30 mm 45 mm pikkuselt. Joonisel 185, *a* antud mõõted on tingimata vajalikud.

Kui puks oleks teistsuguse konstruktsiooniga, näiteks sellisega, mis on toodud joonisel 185, *d*, siis tuleks kasutada teistsugust tehnoloogiat, s. t. paksuseinalisest torust, mille välisläbimõõt on 30 mm ja siseläbimõõt 20 mm, lõigata 55 mm pikkune tükk ning treida siis selle üks ots pressimisega ühendamiseks.

Jagades detaili üksikuiks geomeetrisest kehadeks, nagu seda tehti IV peatükis detaili kuju selgitamisel, saame mõõte määrata enam põhjendatult ja geomeetriselt täielikumalt. Näiteks joonisel 186 esitatud detail koosneb kahest kehast — silindrist ja prismast. Detaili osaks oleva silindri määramiseks on piisav kahe mõõte — silindri läbimõõdu ja kõrguse, prisma jaoks kolme mõõte — põhja laiuse ja pikkuse ning prisma kõrguse — andmine. Kuna tooriku valmistamiseks peab teadma selle pikkust, siis prisma kõrgust ei ole antud, vaid see selgub mõõdete 72 ja 30 vahest. Seega joonisel nii liigseid kui ka vahelejäetud mõõte ei esine.



Joon. 187. Mõõdte andmine ahela näol ja baasist lähtudes

Joonisel 187, a on näidatud astmelise võlli joonis. Detaili jagamine üksikuiks geomeetris- teks kehadeks annab rea silindreid ja ühe koonuse (koonilise faasi). Iga silindri määrab kaks mõõdet, millele lisaks antakse veel detaili üld- mõõde tooriku pikkuse määramiseks.

Mõõdet on joonisele asetatud niinimetatud ahelsüsteemis, kusjuures üks pikkusemõõde on ära jäetud. Otstarbekas on jätta andmata just kolmas pikkus (joonisel vasakul) võlli mõõteahelas, kuna seda töötlemisel ei vajata ning võllil on selles osas suurim lubatud kõrvalekaldumine nimimõõdetest.

Seega on joonisel antud võlli kõikide lülide läbimõõdud ja pikkused, välja arvatud üks. Kolmanda lüli pikkuse saab määrata tooriku kogupikkuse ja teiste silindrite pikkuste summa vahe näol. Vaadeldud näites (joon. 187, a) on võlli mõõdet antud geometria seisukohast täielikult, s. t. mõõdete hulk on piisav. Nende mõõdete järgi saab võlli valmistada, kuid otstarbekam on siiski anda mõõteid, lähtudes tehnoloogilisest baasist.

Baasiks nimetatakse pinda, millest lähtudes antakse detaili mõõ- teid. Baasiks võivad olla tasapinnad (otsad, abi- pinnad) ja jooned (teljed, tsentrit tähistavad telgjooned). Joonisel 187, b on baasiks võetud võlli parempoolne otsapind ning sellest lähtudes on antud mõõdet.

Tänapäeva masinaehitus esitab toot- misele nõudmise — kindlustada masina sõl- mes mingi detaili asendamine teise sama- nimelise (sama joonise järgi valmistatud) detailiga ilma täiendava sobitamiseta. Joo- nisel antud mõõdet peavad arvestama val- mistamise ebatäpsust ja näitama tegelike, faktiliselt saadavate mõõdete võimalikku kõrvalekaldumist nimimõõdetest.

Seepärast, nagu selgus juba 1. peatü- kis, antakse jooniseil peale nimimõõdete veel piirmõõdet. Piirmõõdeteks nimetatakse mõõteid, mille vahel võib kõikuda tegelik mõõde. Näiteks mõõdet $13_{-0,3}^{+0,5}$ joonisel 176 tuleb mõista nii: 13 on nimimõõde; 13,5 ($13+0,5$) ja 12,7 ($13-0,3$) on vasta- valt ülempiir ja alumipiir; tege- lik mõõde võib olla 13,5 ja 12,7 vahel.

Suurused $+0,5$ ja $-0,3$ on lubatud kõrvalekaldumised nimimõõdetest. Mõõte suu- rima ja väikseima lubatud väärtuse vahet nimetatakse tolerantsiks. Jooniseil, nagu teame, antakse kõrvalekalded teine- teise all: ülemine hälve — kõrgemal,

alumine hälve — madalamal, näiteks $15_{-0,1}^{+0,1}$, kus $+0,1$ on ülemine hälve, $-0,1$ aga alumine hälve. Nullile võrduvat kõrvalekaldu- mist joonisel ei näidata, näiteks $100^{+0,02}$. Siin on antud ainult ülemine hälve, kuna alumine hälve võrdub nulliga ja seda joonisele ei kanta. Kui ülemine ja alumine hälve on oma absoluut- väärtuselt võrdsed, siis kantakse joonisele kõr- valekaldumise absoluutväärtus märgiga \pm , näi- teks $15 \pm 0,5$.

Lubatud kõrvalekaldumised antakse jooniseil kas arvudega või siis tähtedega, mis on kindlaks määratud riikliku üleliidulise standar- dige tolerantside ja istude kohta. Kõrvalekaldu- miste arvulised suurused märgitakse nimimõõte järele, nagu näiteks joonistel 171, 173, 175, 190 jt. Ka märkimisel tähtedega kirjutatakse vii- mane nimimõõte järele.

Istuks nimetatakse kahe teine- teise sisse asetatud detaili ühen- dust. Selline ühendus võib olla liikuv või liikumatu, s. t. püsiv.

Ühenduse liikuvuse või püsivuse aste kindlus- tatakse vastavate mõõdetega.

Liikuva ühenduse puhul peab augu läbimõõt olema suurem kui võlli läbimõõt, liikumatu ühen- duse puhul aga võlli läbimõõt suurem kui augu läbimõõt. Viimasel juhul on võlli paigutamisel auku tarvis kasutada teatavat jõudu.

Tabelis 2 on toodud istude tähised.

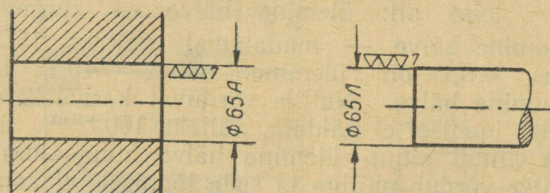
Tabel 2.

Istude tähistamine

Ist	Tähis	Ist	Tähis
Liikumatud		Liikuvad	
1. Press-ist	Пр	7. Liug-ist	С
2. Kuum-ist	Гр	8. Liike-ist	Л
3. Umb-ist	Г	9. Käigu-ist	Х
4. Kinnis-ist	Т	10. Kergekäigu-ist	Л
5. Ping-ist	Н	11. Lobe-ist	Ш
6. Tihe-ist	П		

Istud, sõltuvalt lubatud kõrvalekaldumise suuruselt, on mitme täpsusklassiga. Täpsusklassid näidatakse väikeste numbritega (indeksitega), mis on asetatud istu liiki märkiva tähe järele; koos nad iseloomustavad antud mõõte lubatud kõrvalekaldumist.

Lubatud kõrvalekaldumiste arvulised suurused saab vastavaist tabelleist (ГОСТ), kuid vastavate kaliibrите (spetsiaalsete mõõteriistade) olemasolul pole tabelite kasutamine tarvilik. Märkige siinjuures, et indeksit 2, mis vastab teisele täpsusklassile, joonisele ei kanta. Näiteks, «Ø 50 Л₃» tähistab võlli (või auku) nimiläbimõõ-



Joon. 188. Lubatud kõrvalekaldumiste märkimine joonisele augusüsteemi puhul

duga 50 mm, mis on valmistatud kolmandas täpsusklassis kergekäigu-istule, «Ø 50 Л» tähistab aga sama võlli (või auku), kuid valmistatult teises täpsusklassis.

Üht või teist liiki istu saamisel kasutatakse kaht süsteemi: üht nimetatakse augusüsteemiks, teist — võllisüsteemiks.

Augusüsteemi puhul võetakse aluseks auk, s. t. augu piirmõõted (või augu valmistamise tolerants), s. t. augu nimimõõte piirmõõted jäävad ühe ja sama täpsusklassi puhul kõikidel istudel püsivaks, muutuvad ainult võllide läbimõõded. Selles süsteemis on augu väiksemaiks piirmõõteks nimimõõt (s. t. alumine hälve võetakse võrdseks nulliga).

Võllisüsteemi puhul võetakse aluseks võll. Tolerants võlli valmistamisel jääb ühe ja sama täpsusklassi puhul kõikidel istudel püsivaks, muutuvad ainult augu mõõded. Võllisüsteemi puhul on võlli suurimaks lubatud

läbimõõduks võlli nimiläbimõõt (s. t. ülemine hälve võetakse võrdseks nulliga).

Augusüsteemi puhul antakse kõrvalekaldumiste joonisele märkimisel augu nimiläbimõõt koos tähega A (põhielement on auk), võlli läbimõõdu juurde aga märgitakse vastav ist (reeglina samas täpsusklassis mis aukki).

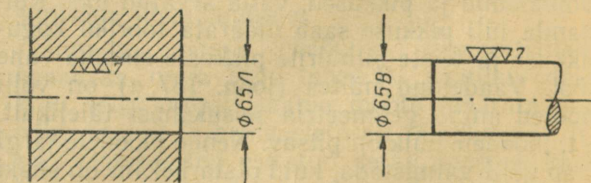
Näitena on joonisel 188 toodud auguga detail ja võll. Augu nimiläbimõõt 65 mm on joonisel varustatud tähega A ja võlli nimiläbimõõt 65 mm — tähega Л. Tähisted näitavad, et lubatud kõrvalekaldumised tuleb võtta augusüsteemis vastavalt teise täpsusklassi kergekäigu-istule (indeksit 2, nagu juba öeldud, joonisel ei märgita). Augu kui ka võlli lubatud kõrvalekaldumiste arvuliste suuruste määramiseks kasutame antud juhul augusüsteemi tolerantside tabelleid (ОСТ 1012). Veerust «Augu A kõrvalekaldumised» leiame teise täpsusklassiga augule, mille läbimõõt on 65 mm (tabelis see läbimõõt asub intervallis 50—80 mm) lubatud kõrvalekaldumised, alumise hälbe 0 ja ülemise hälbe +30 (hälbed on tabelis antud mikronites, s. t. tuhandikes millimeetrites).

Seda märkimisviisi tuleb mõista järgmiselt: augu tegelik läbimõõt peab asuma 65 ja 65,030 mm vahel.

Võlli lubatud kõrvalekaldumised leiame samast tabelist. Kergekäigu-istu puhul saame võlli Ø 65 mm (see arv asub intervallis 50—80 mm), ülemiseks hälbeks —65 (loetakse: miinus 65), alumiseks hälbeks aga —105 (miinus 105).

See tähendab, et võlli tegelik läbimõõt võib asuda piires 64,935 mm kuni 64,895 mm (mõõted on saadud järgmiselt: 65 - 0,065 = 64,935; 65 - 0,105 = 64,895).

Võllisüsteemis tähistamisel kirjutatakse võlli nimiläbimõõdu juurde täht B (põhielement on võll), augu läbimõõdu juures näidatakse aga vastav ist (reeglina samas täpsusklassis, mis võllgi).



Joon. 189. Lubatud kõrvalekaldumiste märkimine joonisele võllisüsteemi puhul

Näitena on joonisel 189 toodud auguga detail ja võll ning näidatud nende läbimõõtude lubatud kõrvalekaldumised võllisüsteemis.

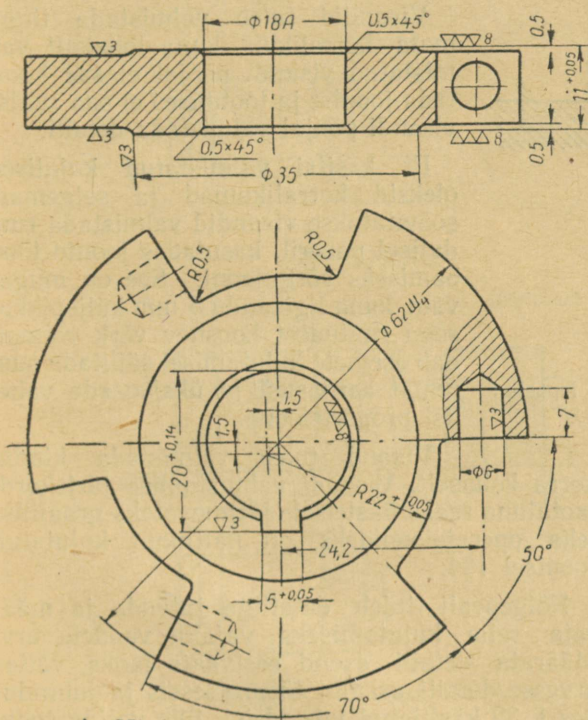
Augu läbimõõdu lubatud kõrvalekaldumiste

määramiseks leiame võllisüsteemi tolerantside tabelist (OCT 1022) teise täpsusklassiga augu, mille nimiläbimõõt on 65 mm (asub tabelis 50—80 mm vahel), kergekäigu-istu jaoks ülemise hälbe +115 ja alumise hälbe +65. Seega tuleb tähistusviisi «Ø 65 II» mõista nii, et augu tegelik läbimõõt võib asuda piirmõõdete 65,115 mm ja 65,065 mm vahel ($65+0,115=65,115$ mm ja $65+0,065=65,065$).

Võlli lubatud kõrvalekaldumiste määramiseks leiame sama tabeli veerust «Võlli B kõrvalekaldumine» läbimõõdu 65 mm jaoks ülemise hälbe 0, ja alumise hälbe -20 (loetakse: miinus 20), s. t. võlli tegelik läbimõõt võib asuda 65 ja 64,980 mm vahel ($65-0,02=64,980$ mm).

Lubatud kõrvalekaldumise tähisega varustatud mõõte kandmist joonisele kohtasime joonisel 175, kus mõõde «Ø 80 C₄» tähendab, et võlli nimiläbimõõt on 80 mm, lubatud kõrvalekaldumiste väär-

▽▽5 ülejäänud



Vabad mõõted
7. täpsusklassi järgi

Joon. 190. Ajamiketta joonis

tused tuleb aga võtta augusüsteemi tolerantside tabelist vastavalt neljanda täpsusklassi liigistule. Vaatleme veel üht näidet. Joonisel 190 on augu läbimõõt 18 A antud augusüsteemis teises täpsusklassis. Augusüsteemi lubatud kõrvalekaldumiste tabelist leiame vastavalt läbimõõdule

18 mm, et alumine hälve võrdub nulliga, ülemine hälve aga +0,023 mm.

Samal joonisel tähistab pealkiri «62 III₄» augu läbimõõtu neljanda täpsusklassi vabakäigu-istu jaoks augusüsteemis. Kõrvalekaldumiste arväärtused võib leida lubatud kõrvalekaldumiste tabelist.

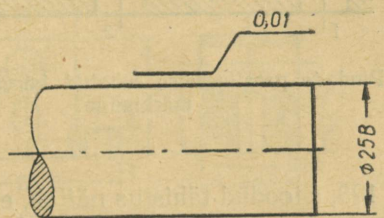
Mõnikord näidatakse joonisel tähttähise kõrval sulgudes ka kõrvalekaldumiste arväärtused, näiteks: Ø 15 X₃ ($\begin{matrix} -0,02 \\ 0,07 \end{matrix}$).

Selline märkimisviis on GOCT'iga lubatud.

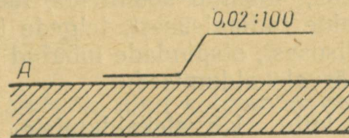
Mõõtardud, mis on joonisele kantud ilma tolerantside näitamiseta, kuuluvad tavaliselt detaili elementide juurde, milledega ei ühendata teisi elemente. Neid mõõte nimetatakse vabadeks mõõdeteks. Vabade mõõdete tolerantsid antakse jooniseil tavaliselt eripealkirjana. Näiteks joonisel 190 on all antud pealkiri: «Vabad mõõted 7. täpsusklassi järgi».

§ 53. KUJU JA PINDADE PAIGUTUSE LUBATUD KÕRVALEKALDUMISTE MÄRKIMINE JOONISTEL

Lisaks lubatud kõrvalekaldumistele nimimõõdetest märgitakse joonistel veel geomeetrilise kuju ja pindade vastastikuse paigutuse lubatud kõrvalekaldumised. Kuju ja pindade paigutuse lubatud kõrvalekaldumiste märkimiseks kasutatakse joonistel erilisi leppetähiseid. Nii märgitakse moodustaja kõrvalekaldumine sirgjoonest kergelt jämedama joonega, mis on paralleelne antud pinnaga, kandes «riiulile» lubatud kõrvale-



Joon. 191. Moodustaja sirgjoonelisusest lubatud kõrvalekaldumise leppeline märkimine

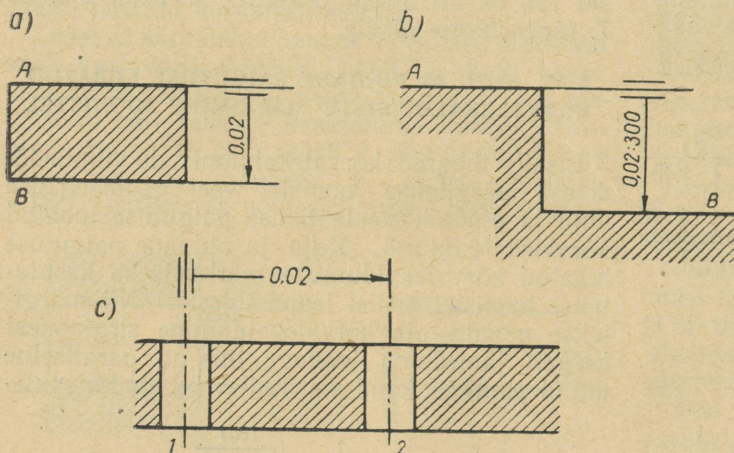


Joon. 192. Pinna sirgjoonelisusest (tasapindsusest) lubatud kõrvalekaldumise leppeline märkimine

kaldumise suuruse. Näiteks joonisel 191 toodud märkimisviis tähendab, et moodustajate kõrvalekaldumine sirgjoonelisusest ei tohi ületada

0,01 mm kogu pikkuse kohta. Märkimisviisi joonisel 192 tuleb mõista nii, et pinna A kõrvalekaldumine sirgjoonelisusest (tasapindsusest) meelvaldses suunas ei tohi ületada 0,02 mm 100 mm pikkuse kohta.

Tasapindade omavahelise paralleelsuse lubatud kõrvalekaldumise suurus kantakse mõõtjoonele, mis lõpeb antud pinna juures märgiga „—“ ja pinna juures, millega antud pind peab olema paralleelne, noolega. Näiteks joonisel 193, a antud tähistus näitab, et tasapinna A kõrvalekaldumine paralleelsusest tasapinna B suhtes ei tohi ületada 0,02 kogu pikkuse kohta. Joonisel 193, b toodud tähistus näitab, et tasapinna A kõrvalekaldumine paralleelsusest tasapinna B suhtes ei tohi ületada 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta.



Joon. 193. Pindade paralleelsuse lubatud kõrvalekaldumise leppeline märkimine

Joonisel 193, c toodud tähistus näitab, et avade 1 ja 2 telgede kõrvalekaldumine paralleelsusest ei tohi ületada 0,02 mm (antud juhul on ükskõik, kumma telje juurde nool pannakse). Samuti antakse joonistel leppeliste tähistega ka lubatud ovaalsus, lubatud koonilisus, lubatud kõrvalekaldumine radiaalsusest, telgede ühtivusest, sümmeetrilisusest, otspindade lubatud viskumine ja teised kõrvalekaldumised.

Kõrvuti kuju kõrvalekaldumiste leppelise tähistamisega joonisel lubatakse neid, juhul kui leppelise tähise kasutamine raskendaks joonise mõistmist, anda ka pealkirjana joonise väljal. Näiteks tasapindsusest kõrvalekaldumise tähistamine joonisel 192 võib olla asendatud pealkirjaga: «Pinna A kõrvalekaldumine tasapindsusest mitte rohkem kui 0,02 mm 100 mm pikkuse kohta».

Algteadmised visandite kohta anti esimeses peatükis, siin ainult süvendatakse ja laiendatakse eskiiside koostamiseks vajalikke teadmisi.

Nagu teame, tuleb mõnikord tootmises, remonditöökodades detail valmistada visandi põhjal (visand asendab joonist). Kui detail tuleb valmistada olemasoleva näidise põhjal, tehakse sellest samuti eelkõige visand. Oelduga aga ei ole veel visandi tähendus ammendatud. Visandi koostamise oskus on äärmiselt vajalik töölisele, sest visand on kõige arusaadavam ja kõige vähem tööd nõudev vahend töölise loova ratsionaliseeriva mõtte edasiandmiseks. Visand valmistatakse täielikus kooskõlas GOCT'iga tööjooniste kohta kehtestatud reeglitega ja leppeliste märkimisviisidega. Kõik üleliidulise standardi reeglid jooniste kohta on kohustuslikud ka visandite valmistamisel.

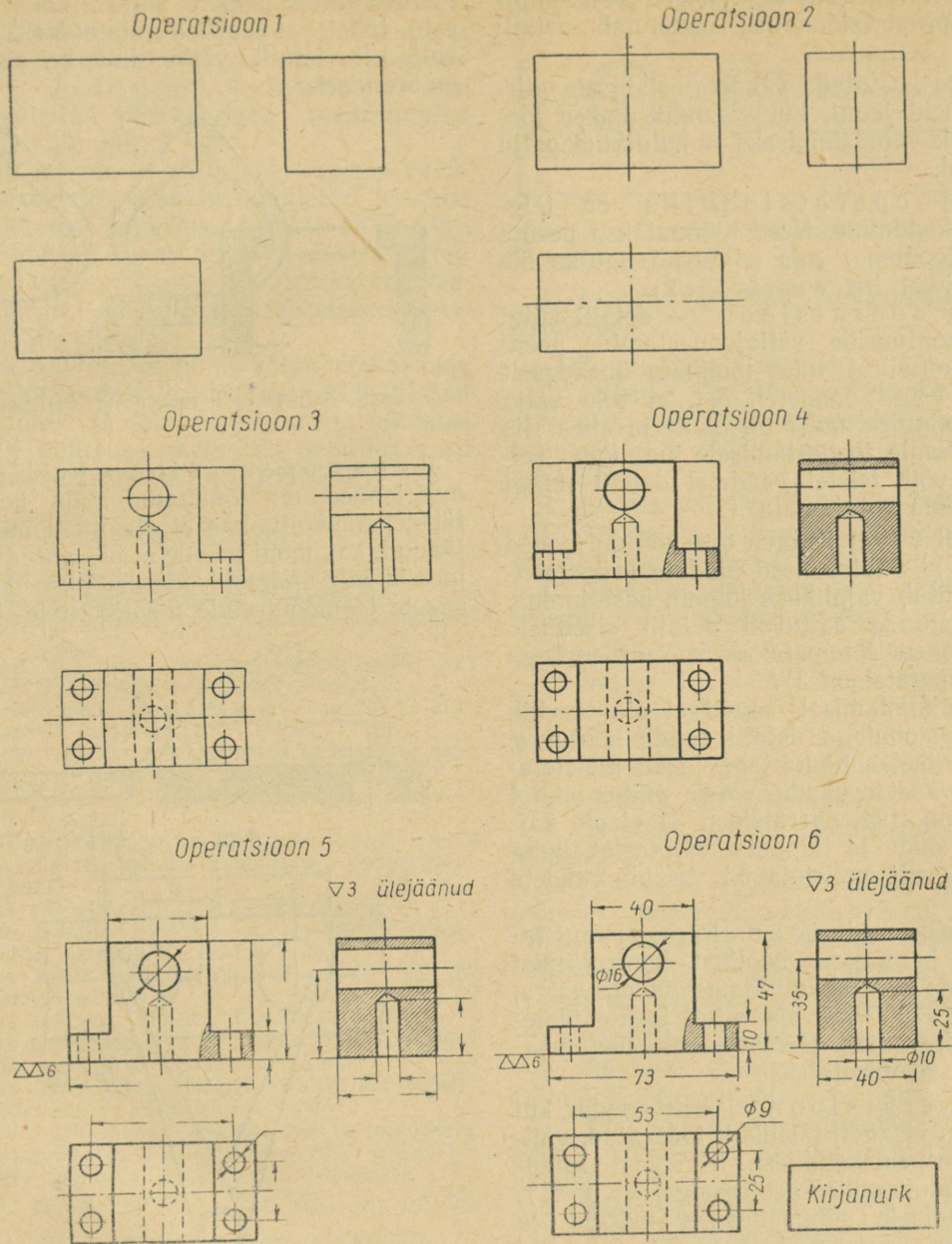
Visandid tuleb valmistada tingimata korralikult, kuna lohakalt valmistatud visandi põhjal ei saa koostada joonist ja tootmises ei saa sellise visandi põhjal valmistada detaili.

Et käsitsi valmistatud kujutised oleksid korralikumad ja selgemad, soovitatakse visandit valmistada ruudulisel paberil, kasutades joonte tõmbamiseks võrgujooni. See on mugavam, kuna ligikaudu 5 mm küljepikkusega ruutudest koosnev võrk võimaldab esemete kujutamisel säilitada suuremat sarnasust ja üksikosade vahelisi proportsioone.

Visand tuleb valmistada kindla korra kohaselt. Visandi valmistamise järjekord, jaotatuna reaks üksteisele järgnevateks graafilisteks operatsioonideks, on näitlikult kujutatud joonisel 194.

Kõigepealt tuleb detailiga tutvuda ja määrata selle kujutamiseks vajalik vaadete arv. Määrata detaili asend eestvaate jaoks, võttes arvesse detaili asendit tööprotsessis ja juhitudes § 32 käsitletud juhendeist. Siis valida sobiv paberi mõõt (formaat) ja joonestada raam, nagu tööjoonisegi puhul, varudes koha kirjainurga jaoks. Seejärel asutakse täitma esimest operatsiooni. Peenjoontega kantakse paberile kõigi vaadete piirid nelinurkade näol, säilitades ligikaudu gabariitmöödede vahekorra (joon. 194, operatsioon 1).

Vaadete paigutamisel tuleb tingimata meele pida, et kõik vaated peavad asetsema GOCT'i reeglite kohaselt ning enesestmõistetavalt lehe



Joon. 194. Visandi valmistamise järjekord

ühel küljel (vt. vaadete paigutust joonisel 172, b).

Vaadete vahele tuleb jätta piisavalt ruumi mөөdete pealekandmiseks.

Selline vaadete paigutuse eelplaneerimine võimaldab visandi valmistamisel vältida tavaliselt esinevaid vigu, mis oleks üldiselt järgmised:

a) ei piisa ruumi mingi vaate jaoks, sest tööga alustati näiteks eestvaatest, asuti siis teise

vaate kujutamisele, ning kolmanda vaate jaoks ei jätunud ruumi;

b) vaadete vahele ei jäetud piisavalt vaba pinda, mistõttu ei jätunud ruumi mөөdete asetamiseks;

c) liiga väikeses mөөdus valmistatud kujutiste puhul jääb paberi pind kasutamata, kujutised ei ole aga väikeste mөөdete tõttu küllaldaselt arusaadavad ja neile on raske mөөte kanda;

d) ei ole tähelepanu pööranud detaili peamöö-

de te vahekorrale ja selle tagajärjel saadud kujutis ei ole proportsionaalne, moonutab detaili kuju.

Kergem on kustutada vaadete esialgsete piirjoonte peeneid jooni, kui visandit ümber joonestada, mille valmistamiseks on kulutatud palju aega ja tööd.

Teiseks operatsiooniks on telgjoonte pealekandmine. Need tõmmatakse peente kriips-punktjoontena, mis ulatuvad natuke üle vaate piiri (joon. 194, operatsioon 2).

Kolmas operatsioon — detaili kõigi nähtavate kontuuride väljajoonestamine peenjoontega. Kontuurid tuleb tõmmata üheaegselt ja võrdselt kõigil vaadetel, s.t. ei tule välja joonestada mingit vaadet täielikult ja alles siis asuda teise vaate joonestamisele jne., kuna sellisel korral võib teistel vaadetel detaili mingi väike osa jääda kujutamata.

Kui mingil vaatel teatava osa kontuurjooned on varjatud, siis tuleb need näidata kriipsjoontega. Kui osutub vajalikuks lõigete kasutamine, siis lõiketasapinda sattuvad detaili sisemiste osade piirjooned tõmmatakse kontuurjoontega (joon. 194, operatsioon 3).

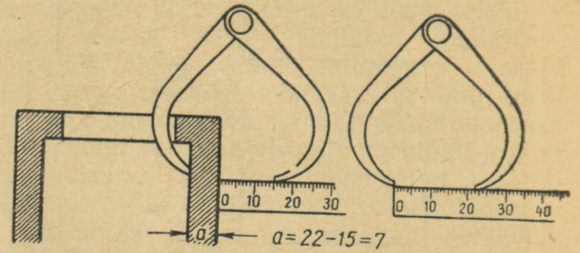
Lõigete valmistamisel sageli ei ole tarvilik näidata kriipsjoontega detaili osade kontuure, mis asuvad lõiketasapinna taga ja on mõistetavad teistegi vaadete kaudu. Meie näites vaatel vasakult (joon. 194, operatsioon 3) ei ole näidatud kaht auku ja tagumist väljaastet, kuna need on piisavalt mõistetavad teiste vaadete kaudu.

Neljas operatsioon. Pärast valmistatud vaadete ja lõigete hoolikat kontrollimist asutakse joonte ületõmbamisele pehme pliiaatsiga, pidades kinni ГОСТ'iga määratud joonte jämedusest ja iseloomust. Pärast joonte ületõmbamist lõikepinnad viirutatakse.

Viies operatsioon. Pärast seda, kui detaili kuju on visandil täielikult määratud, valitakse mõõdete pealekandmise baasid (sidudes need tehnoloogilise protsessiga, vt. § 51), kantakse joonisele pinnasileduse märgid ja tõmmatakse mõõtjooned (mingeid mõõtmisi seejuures ei teostata). Mõõtjoonte tõmbamisel kasutatakse paberi võrgujooni. Mõõdete joonisele kandmisele tuleb suhtuda väga tähelepanelikult, sest et mingi mõõde vahelejätmise visandil võib pidurdada detaili valmistamist või visandi põhjal joonise valmistamist. Peale detaili üksikosi iseloomustavate mõõdete antakse jooniseil reeglina ka gabariitmõõded.

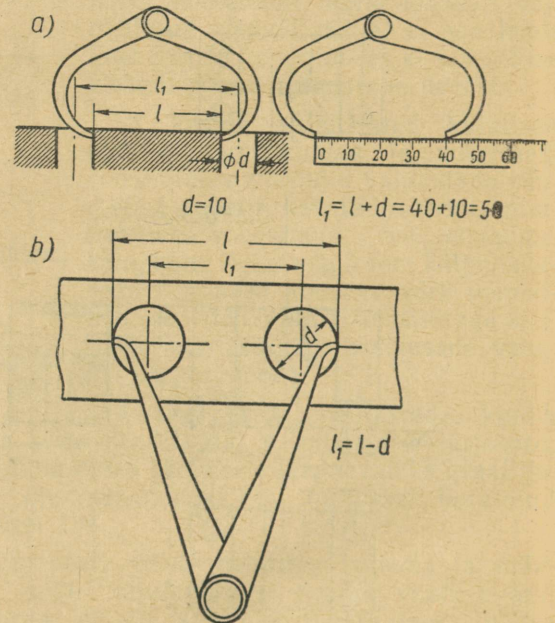
Detailis leiduvate aukude puhul tuleb näidata nende telgede vahelised mõõded, kuid samuti ka avade tsentrite asukohti määravad mõõded.

Pealekantud mõõdete kontrollimisel tuleb pöörata tähelepanu sellele, et mõõteid oleks piisavalt nii detaili välis- kui ka sisekontuuride määramiseks.



Joon. 195. Detaili mõõtmine välistastri abil

Kuues operatsioon. Kui kõik vajalikud mõõtjooned on tõmmatud, siis kontrollitakse tähelepanelikult, kas ei ole mõni mõõde vahele jäänud, kas mõni mõõde ei ole antud kaks korda jne. ja alles pärast seda asutakse detaili mõõtmisele ja mõõtarvude mõõtjoontele kandmi-



Joon. 196. Aukude tsentrite vahekauguse mõõtmine

sele. Näidatakse faaside mõõded, kalde ja koonilisuse suurused, keirme tähised jne. Eelnevalt visandile kantud mõõtjooned näitavad, kus kohast on tarvis detaili mõõta.

Mõõtmiseks kasutatakse samu mõõtevahendeid, millega mõõdetakse detaile nende valmistamisel tootmises.

Vaatleme mõningaid näiteid detaili mõõtmisest lihtsate mõõtevahendite abil. Joonisel 195

on näidatud võte detaili seina paksuse mõõtmiseks ligipääsmatus kohas välistastri ja joonlaua abil (teiste, selleks ettenähtud mõõtevahendite puudumisel). Joonisel 196, a on näidatud võte aukude tsentrite vahekauguse määramiseks samade vahendite abil.

Teine võte aukude tsentrite vahekauguse määramiseks sisetastri abil on näidatud joonisel 195, b. Väikeste ümardusraadiuste (0,5 kuni 15 mm) mõõtmisel kasutatakse raadiusemõõtjat. Suurte raadiuste väärtuste kui ka kõverjooneliste kontuuride mõõtmisel kasutatakse spetsiaalseid mõõtevahendeid.

Pärast detaili mõõtmist ja kõigi mõõtarvude kandmist mõõtjoontele kustutatakse kõik liigsed jooned; seejärel täidetakse kirjanurk, näidates selles detaili nimetuse, materjali, detailide arvu ja teised andmed, millest oli juttu § 47.

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Milliseid jooniseid nimetatakse tööjooniseiks?
2. Millised andmed näidatakse tööjooniseil?
3. Kuidas paigutatakse vaated joonisel juhul, kui neid on üle kolme?
4. Millised märkused tehakse joonisele juhul, kui vaated ei ole paigutatud projektsioonilises seoses?
5. Milliseid vaateid nimetatakse kohtvaateiks ja kuidas need jooniseil paigutatakse?
6. Milliseid leppelisi märkimisviise kasutatakse jooniseil kujutiste (projektsioonide) arvu vähendamiseks?
7. Millisel eesmärgil kasutatakse joonisel kujutist murdega (katkestusega)?
8. Kuidas joonestatakse katkestusjoon metallesemil järgmiste ristlõigete puhul: nelinurkne, ümmargune (õõnes ja umbne)?
9. Kuidas näidatakse joonisel pinnasiledust?
10. Milline põhiline moodsate pealekandmise reegel kehtib mõõtsuhtes valmistatud joonise puhul?
11. Kuidas kantakse mõõtjooned joonisele väikeste mõõtevahemikkude puhul?
12. Kuidas kantakse joonisele faaside mõõted?
13. Kuidas muudetakse, parandatakse joonisel mõõte?
14. Kuidas märgitakse jooniseil tolerantse?
15. Kuidas tähistatakse joonisel lubatud kõrvalekaldumisi augusüsteemi ja võllisüsteemi puhul?
16. Kuidas tuleb mõista järgmisi kõrvalekaldumiste leppelisi tähistusviise: $\varnothing 17 B$, $\varnothing 24 C$, $\varnothing 20 T$ ja $\varnothing 40 L_1$?
17. Milliseid jooniseid nimetatakse visandeiks?
18. Milles seisab erinevus tööjoonise ja visandi vahel?
19. Millises järjekorras tuleb visand valmistada?

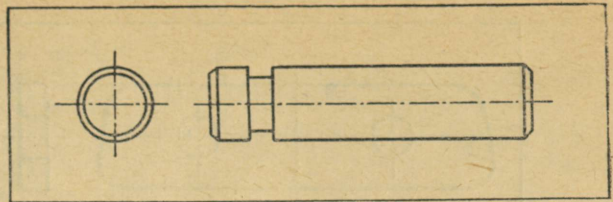
Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Täita ülesanne:

1. Ehitada detaili kujutis ühes projektsioonis, kasutades leppelist märkimisviisi.
2. Anda mõõted, kandes joonisele ainult vajalikud mõõtjooned. Mõõtarve ei ole vaja anda.

Töö 2. Täita ülesanne:

1. 1., 2., 3. ja 4. näites lisada kolmas vaade ja kanda joonisele kõik vajalikud mõõtjooned. Mõõtarve ei ole vaja anda.



Töö 1 juurde

2. Lisada vajalikud ja kasulikud lõiked ja ristlõiked.

Töö 3. Täita ülesanne:

1. Näitlike kujutiste põhjal koostada detailide visandid (projektsioonide arv olgu minimaalne, kuid küllaldane detaili kuju määramiseks).
2. Lisada vajalikud täis- ja kohtlõiked.
3. Kanda joonisele mõõtjooned kõigi vajalike mõõdete jaoks. Mõõtarve ei ole vaja anda.
4. Näidata pinnasiledused (ligikaudu, võttes baaspinnad 6. siledusklassiga).

Töö 4. Vastata küsimustele:

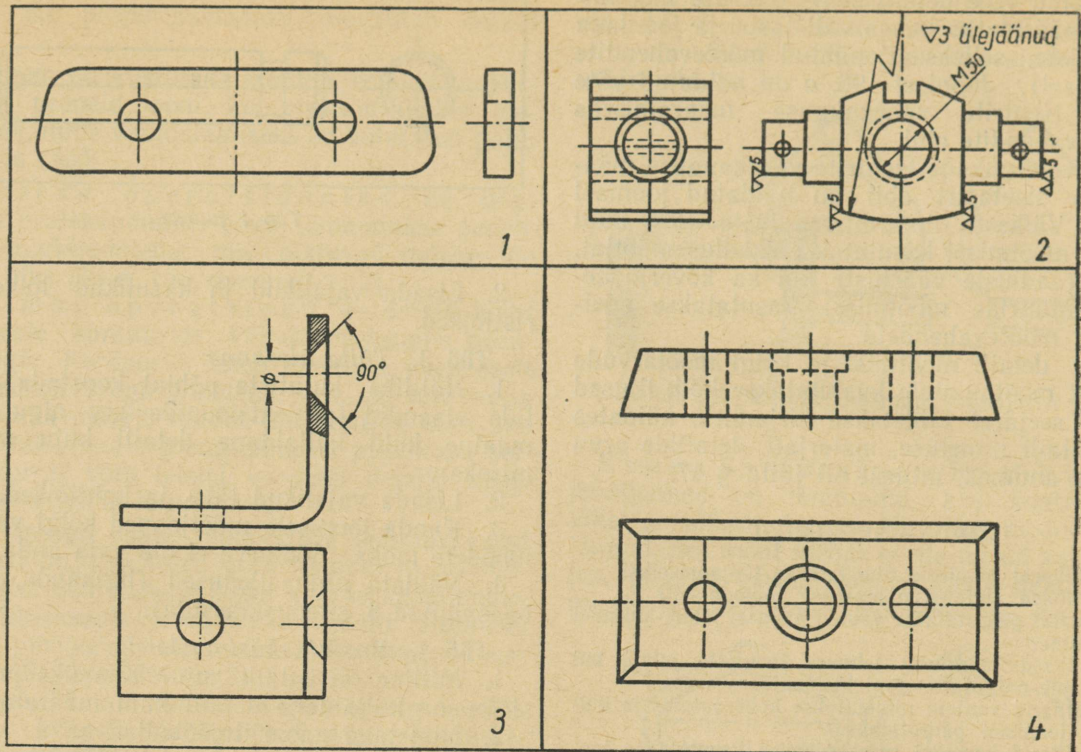
1. Milline on detaili kuju? Kas üks projektsioon on küllaldane detaili kuju määramiseks?
2. Nimetage gabariitmõõted!
3. Seletage lubatud kõrvalekaldumiste tähendus mõõte $\varnothing 130 \begin{matrix} +0,030 \\ -0,004 \end{matrix}$ puhul.
4. Seletage, kuidas mõista pealkirja: « ∞ ülejäanud».
5. Seletage leppelise tähise mõte, mis on joonisel märgitud väljakandega ning tähega «A». (Väljakanne ja täht on näidatud leppeliselt; tööjooniseile neid ei kanta.)

Töö 5. Vastata küsimustele (vt. joon. 190):

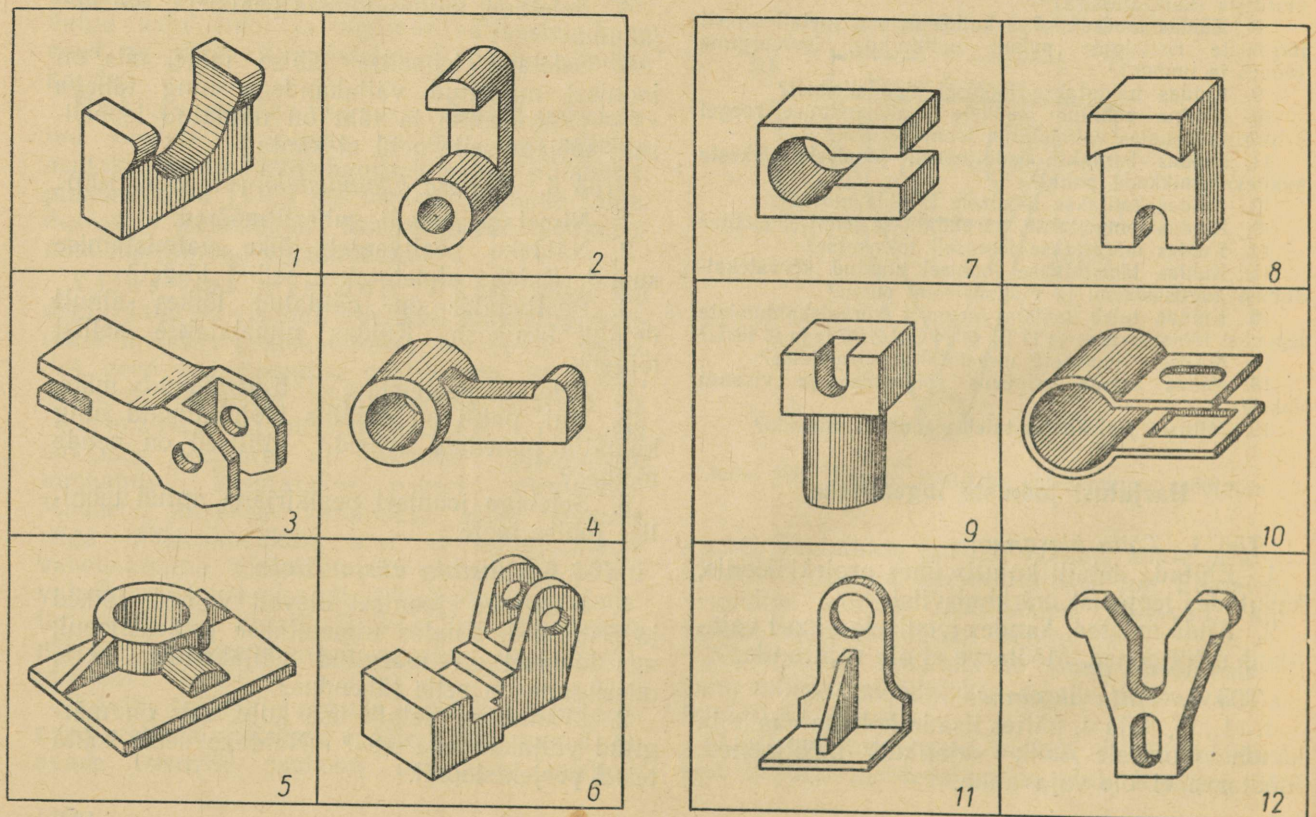
1. Nimetage detaili gabariitmõõted.
2. Näidake pealtvaatel lõike valmistamise suund. Kuidas nimetatakse sellist lõiget?
3. Pealtvaatel on näidatud lõikes ainult detaili üksikosa. Kuidas nimetatakse sellist lõiget?
4. Seletage pealkirja « $\nabla \nabla 5$ ülejäanud» mõte.
5. Kui palju on detailis läbiulatuvaid ning kuipalju pimedaid avasid? Millised on nende mõõted?
6. Seletage joonisel pealkirjana antud tehnilise juhise mõte.

Töö 6. Vastata küsimustele:

1. Nimetage joonisel olevad vaated, lõiked ja ristlõiked. Kuidas nimelatakse projektsiooni, mis joonisel on märgitud väljakandega «1», missugune on selle tähendus?
2. Milline on detaili osa kuju, mis on märgitud väljakandega «8»? Näidake seda kohta teisel projektsioonil.

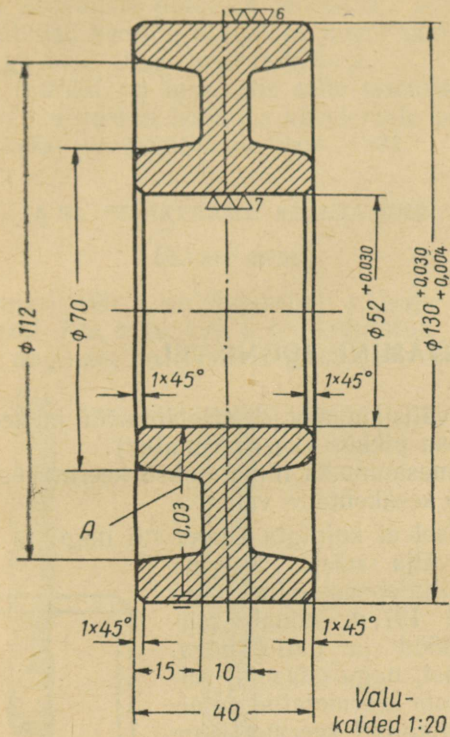


Töö 2 juurde



Töö 3 juurde

~ ülejäanud



3. Milline on detaili osa kuju, mis on märgitud väljakandega «2»?

4. Milline on detaili paksus neis kohtades, kus on tehtud väljakanded «3» ja «4»?

5. Mida kujutavad endast need detaili kohad, kust on tehtud väljakanded «5» ja «6» (süvendid või väljaasted)?

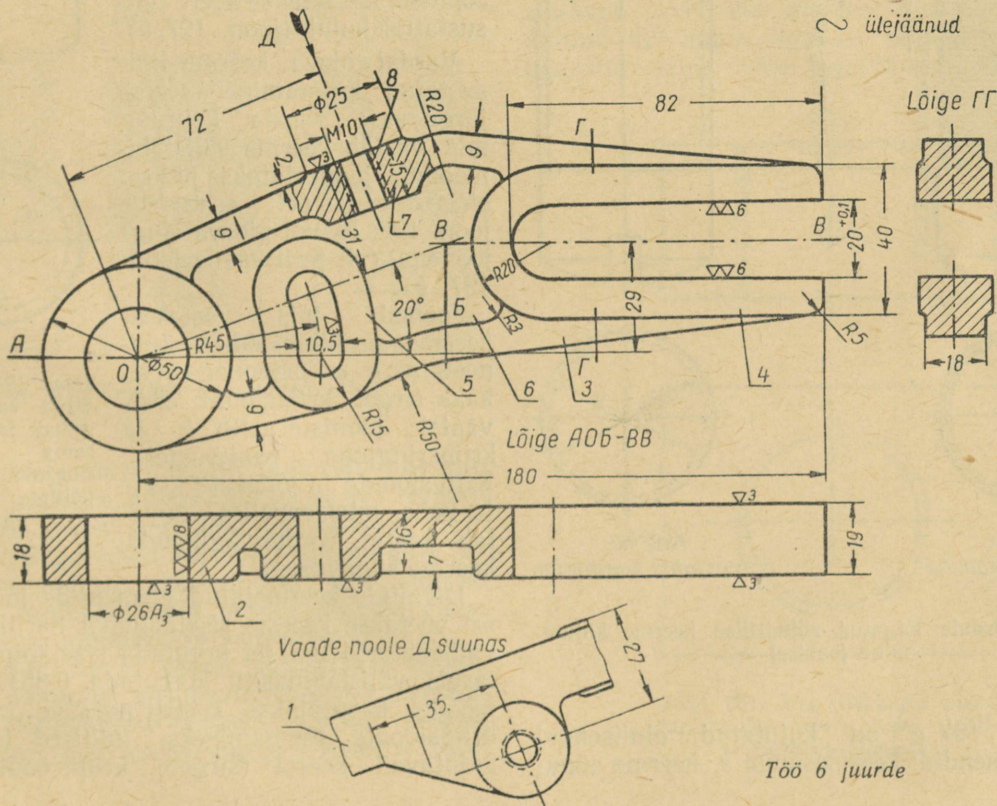
6. Näidake projektsioonidel kerme leppelist kujutamist. Nimetage selle mõõted ja tüüp.

7. Nimetage tolerantsidega mõõted ja seletage lubatud kõrvalekaldumise tähendus.

8. Näidake horisontaallõikel pindu, mille sileus peab vastama kuuendale klassile.

Töö 4 juurde

~ ülejäanud



Töö 6 juurde

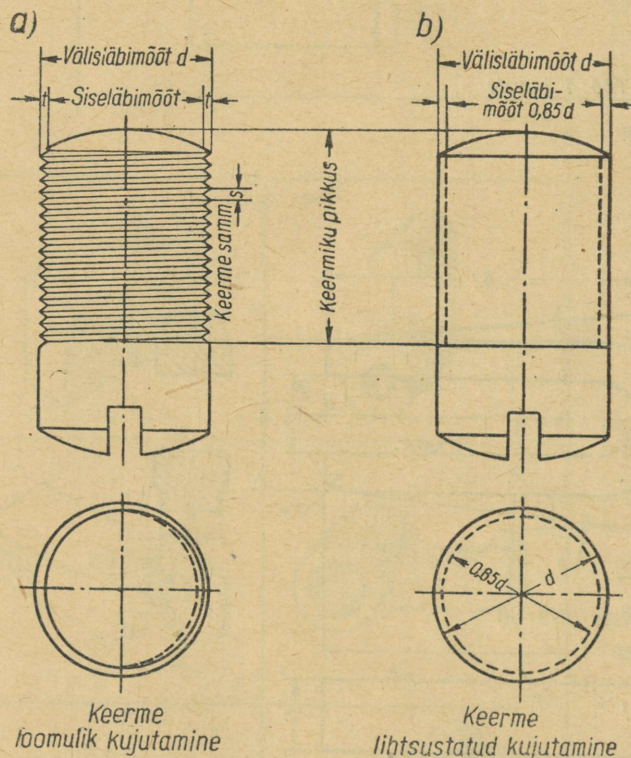
VII peatükk

KEERME KUJUTAMINE JA TÄHISTAMINE JOONISTEL

§ 55. VÄLISKEERME KUJUTAMINE

(Keere vardal)

Masinaehituses kasutatakse sageli detailide ühendamiseks keeret, mistõttu seda tuleb joonisel tihti kujutada ja tähistada.



Joon. 197. Vardale lõigatud silindrilise keermekujutamine joonisel

Joonisel 197, a on kujutatud olulisemad keermeelemendid: keermesamm s , keermee süga-

vus t , välislabimõõt d , siselabimõõt ja keermetatud osa pikkus (keermee ulatus).

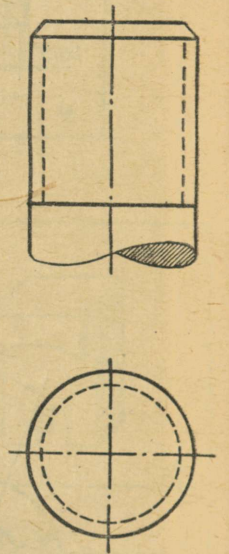
Keermesammuks nimetatakse keermee naaberharjade keskkoha vahet.

Joonisel ei kujutata keeret nii nagu ta tegelikult välja näeb. Keermee täpne väljajoonestamine, nagu joonisel 197, a, nõuab rohkesti tööd ja palju aega. Seepärast, nagu edaspidi selgub, ei ole keermetatud detailide näitamisel keermee täpne kujutamine joonisel nõutav. Joonisel näidatakse keermee lihtsustatud kujul (joon. 197, b).

Vardal oleva keermee lihtsustatud kujutamine seisab järgnevas: varda kontuur, mis vastab keermee välislabimõõdule, joonestatakse pideva sirgjoonega (vt. eestvaade joon. 197, b) või pideva ringjoonega (vt. pealtvaade joon. 197, b).

Jooned, mis vastavad keermee siselabimõõdule, joonestatakse kriipsjoonega (vt. kaks sirget kriipsjoont eestvaatel joonisel 197, b ja kriipsringjoon pealtvaatel). Kriipsjoonte ja pidevate joonte vahe, mis leppeliselt kujutab keeret, võrdub ligikaudu keermee sügavusega t .

Detailide keermetatud elementide joonestamisel võetakse keermee siselabimõõt harilikult 0,85 välislabimõõdust (et arvutada siselabimõõtu, on tarvis välislabimõõdu korrutada 0,85). Saadud mõõdet kasutatakse kriipsringjoone ja sirgete kriipsjoonte tõmbamiseks, millised leppeliselt kujutavad keeret (sirgete kriipsjoonte vahe-



Joon. 198. Keermetatud vardale lõigatud faasi väiksema labimõõdu ringjoont joonisel ei näidata (vt. pealtvaade)

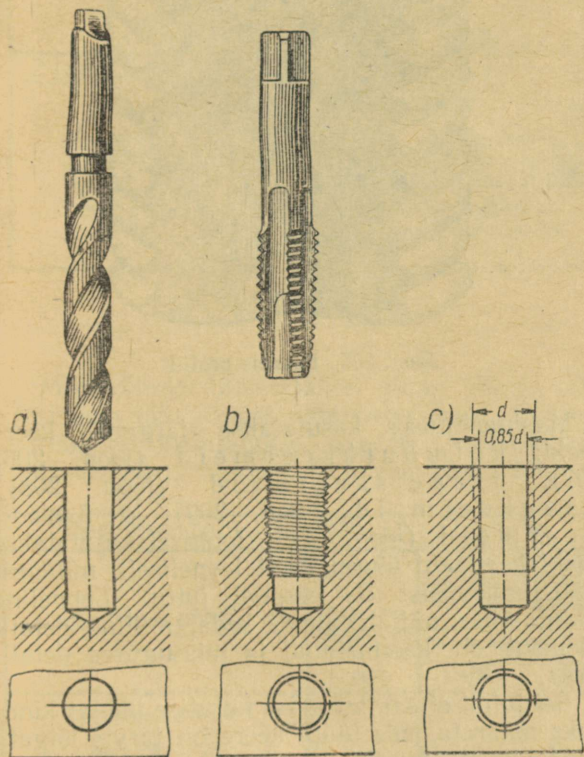
kaugus on 0,85 välisläbimõõdust). Keerme lõpp ja algus (keerme ulatus) kujutatakse kontuurjoonte jämeduste pidevate joontega. Kriipsjooned liituvad keerme algust ja lõppu tähistavate joontega otse, ilma ümardamisteta.

Kui vardal on faas, siis selle sisemist ringjoont (mis vastab koonuse väiksemale põhjale) ei näidata (vt. pealtvaade joon. 198).

§ 56. SISEKEERME KUJUTAMINE

(Keere avas)

Joonisel 199, *a* on kujutatud auguga detail. Joonistel 199, *b* ja 199, *c* on kujutatud tegelik keere, nagu see on lõigatud auku, ja keerme lep-



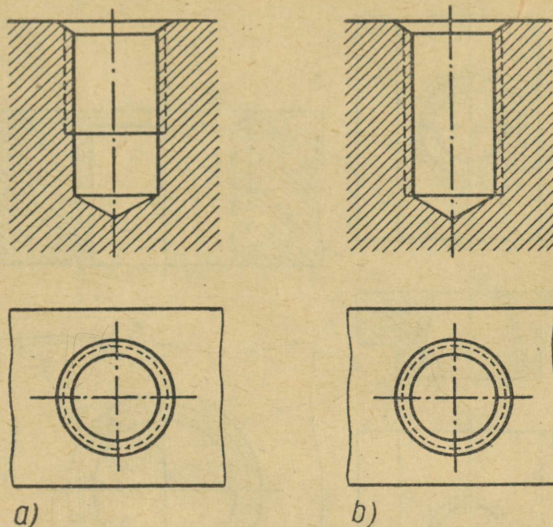
Joon. 199. Keerme kujutamine augus

pinele tähistamine. Nagu nähtub jooniselt 199, *c*, kujutatakse augus olevat keeret samuti pidevate ja kriipsjoonte abil. Et väiksem ringjoon kujutab tegelikku auku, siis tõmmatakse see pealtvaates pideva ringjoonega, aga suurem ringjoon, mille läbimõõt võrdub keerme välisläbimõõduga, tõmmatakse kriipsjoonega.

Kui augus olevat keeret kujutatakse lõikes, siis augu kontuur, mis vastab keerme siseläbimõõdule, tõmmatakse pideva joonega, keerme välisläbimõõtu aga kriipsjoonega. Keerme kju-

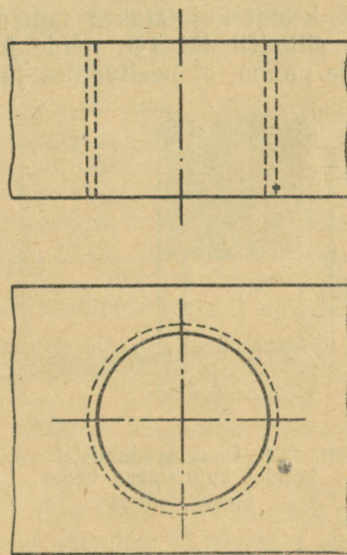
tamisel lõikes tõmmatakse viirutusjooned augu kontuurjoonele.

Keermetatud augu (pesa) kujutamisel, juhul kui keere ei ulatu augu põhjani, tõmmatakse



Joon. 200. Keerme kujutamine põhjaga augus (pesas)

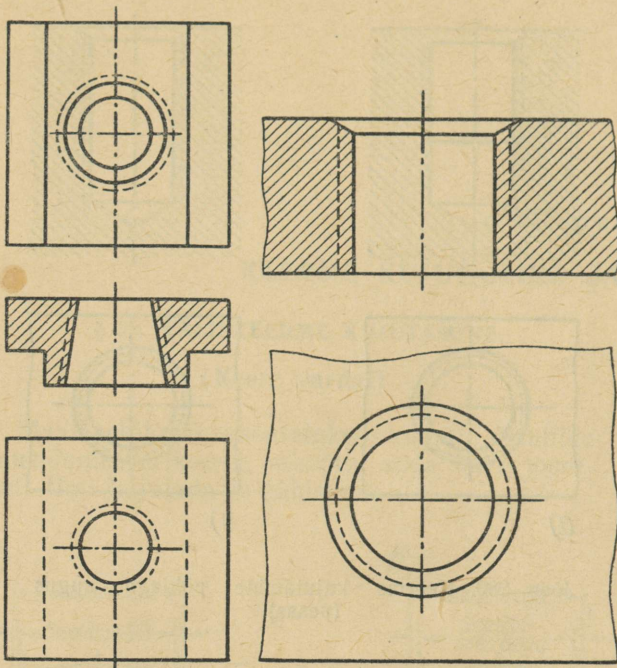
kriipsjooned lühema ulatusega kui puurimis-sügavus (joon. 200, *a*). Kui aga keerme täpset ulatust või augu sügavuse ja keermetatud osa pikkuste vahet pole vaja täpselt näidata, siis



Joon. 201. Varjatud augu puhul kujutatakse keere kahe paralleelse kriipsjoonega

võib keeme märkida augu põhjani ulatuvate kiiptsjoontega (joon. 200, b).

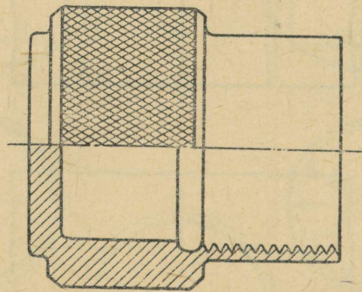
Juhul, kui keermetatud auk osutub varjatuks (pole lõikes), kujutatakse keere paralleelsete ja ühtlase jämedusega kriipsjoontega (joon. 201).



Joon. 202. Koonilise keeme kujutamise

Joon. 203. Kooniline faas kujutatakse keermetatud auguga detailide puhul joonisel täielikult

Koonilist keeret kujutatakse samade reeglite järgi mis silindrilistki (vt. näide joon. 202). Tuleb tähele panna, et pealtvaates ja altvaates



Joon. 204. Ohukeseseinalistel detailidel kujutatakse keere siksakjoonega

(joon. 202) nähtamatuid keeme jooni ei kujutata.

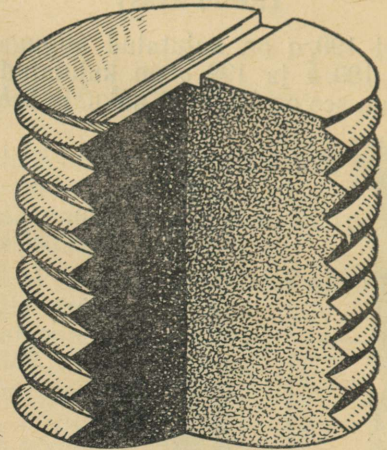
Joonisel 203 on näidatud koonilise faasiga

(süvisega) keermetatud auk. Siin kuulub pealtvaates suurem pidev ringjoon faasile.

Ohukeseseinaliste detailide keere näidatakse lõikes siksakjoonega, nagu seda on tehtud joonisel 204.

§ 57. KEERME TÄHISTAMINE

Keeme tüüp määratakse kindlaks profiili abil, s. t. keermenüüdi ristlõike kujuga, mis tekib keeme lõikamisest piki telge (joon. 205).



Joon. 205. Keeme profiil

Masinaehituses kasutatakse järgmisi keemeid: kolmnurkkeemeid (joon. 206, 207), trapetskeemeid (joon. 208), saagkeemeid (joon. 209) ja ümarkeemeid (joon. 211). Joonisel kujutatakse kõiki keemeid ühesuguselt leppeliselt, millisest tähistamisviisist oli eespool juttu. Leppeline kujutamine näitab ainult seda, milline detaili element on keermetatud ja missuguses detaili osas.

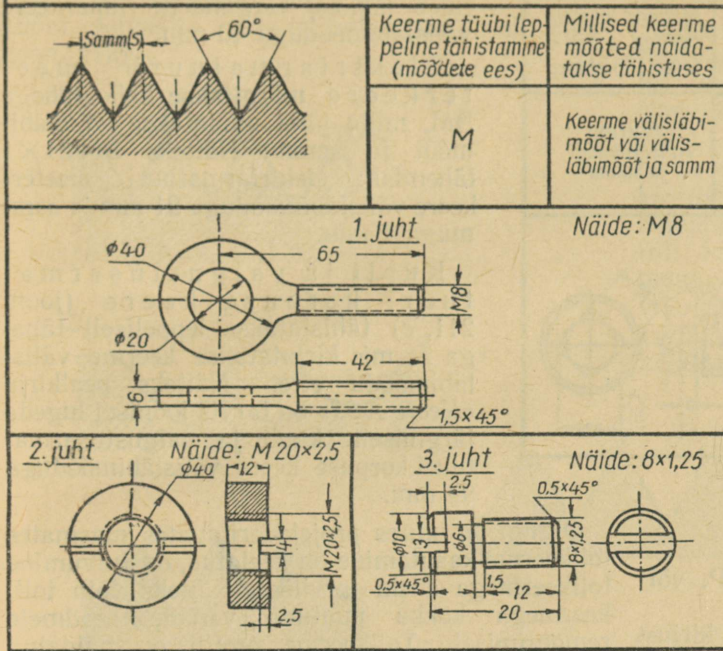
Sel juhul ei saa leppelise kujutise põhjal kindlaks määrata, mis tüüpi keere on tarvis lõigata töödeldavale detailile.

Keeme tüüp ja tema olulised mõõted (läbimõõt, keermesamm jt.) näidatakse joonisel eri pealkirjaga, mida nimetatakse keermetähiseks. Keermetähis kirjutatakse keeme kujutise juurde tõmmatud mõõtjoone katkestuskohale või mõõtjoone peale. Keeme tähistamiseks tõmmatud mõõtjooned kuuluvad keeme välisläbimõõdu juurde (joon. 206).

Keermetähis lubatakse märkida keeme kontuuri juurde (joon. 208, 210).

Standarditud keermete tähistamine toimub vastavate riiklike standardite kohaselt. Meeterkeere on Nõukogude Liidus enamkasutatav ning see on kinnituskeeme põhitüübiks.

Hariliku meeterkeerme tähistamine



Joon. 206.

Meeterkeere tähistatakse suure tähega «M» (esimene täht sõnast «Метрическая»). Tähisest paremale kirjutatakse keermee välisläbimõõt millimeetrites, näiteks M 8 (vt. joon. 206, esi-

mene juhus ainult harilikule meeterkeermele). Täielikumalt võime tähistada harilikku meeterkeeret, kui välisläbimõõdu juures anname veel keermesammu millimeetrites. Esimene mõõtaru eraldatakse teisest ristikesega, näiteks M 20 × 2,5 (vt. joon. 206 teine juhuse). Riikliku standardi põhjal on samuti lubatud harilikku meeterkeeret näidata täheta «M», näiteks 8 × 1,25 (vt. joon. 206 kolmas juhuse).

Peenmeeterkeermete märkimisel antakse tähisest keermee järjekorranumber, mis kirjutatakse tähisest M vasakule poole, näiteks esimene peenmeeterkeere tähistatakse 1M, teine peenmeeterkeere — 2M, kolmas peenmeeterkeere — 3M jne. Tähisest paremale kirjutatakse keermee välisläbimõõt ja keermesamm millimeetrites, näiteks 1M 64 × 4 (joon. 207). Keermesammu näitamata jätmine pole peenmeeterkeermete puhul lubatud.

Peenmeeterkeermid lubatakse tähistada keermee numbrita ja täht-tähiseta, kirjutades lihtsalt välisläbimõõdu ja keermesammu, näiteks: 1M 64 × 4 asemel 64 × 4; 3M 64 × 2 asemel 64 × 2 jne. Antud juhul selgub tähisest antud keermesammust iseenesestki, kas on tegemist harilikku või peenmeeterkeermega.

Трапезскеерmete tähistamiseks on kehtestatud tähis, mis sisaldab sõna «Трапецидальная» neli esimest tähte ТРАП. Tähisest paremale kirjutatakse millimeetrites keermee välisläbimõõt ja keermesamm, näiteks ТРАП 20 × 4 (joon. 208).

Saagkeere tähistatakse tähtedega «УП», millele järgnevad välisläbimõõt ja keermesamm millimeetrites, näiteks УП 24 × 5 (joon. 209).

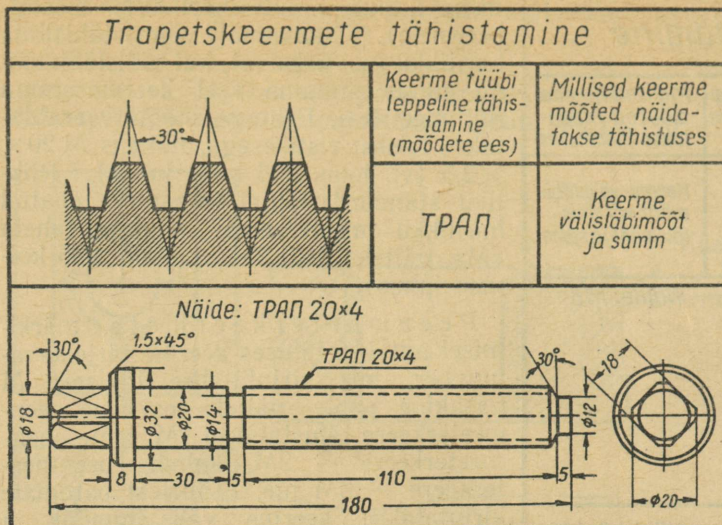
Silindrilisel torukeermeil on kaks tähist: ümardamata harjade ja põhjadega keermes (joon. 210, ülemine joonis) märgitakse ТРУБ. ПР.; ümardatud profiiliga keermes (joon. 210, keskmine joonis) aga ТРУБ. КР.

Torukeermee tähistes näidatakse keermesatut toru siseläbimõõtu, mitte aga välisläbimõõtu, nagu varem käsitletud juhtudel. Toru siseläbimõõtu antakse tollides, kusjuures mõõtaru murdosa avaldatakse lihtmurruna (joon. 210). Näiteks torukeermee 1" ТРУБ. КР. leppelise mõõt- arvuga 1" (üks toll) välisläbimõõtu on 33,25 mm (mõõtavad võetakse torukeermee standarditest).

Silindriliste torukeermete tähistamisel kirjutatakse joonisele kõigepealt leppeline mõõtaru ning seejärel keermee tüüpi

Keermee profiil	Keermee tüüpi leppeline tähistamine (mõõtude ees)	Millised keermee mõõted näidatakse tähistuses	
		Keermee välisläbimõõt ja samm	
		1. juht	2. juht
1. peenmeeterkeere	1M	1M64×4	64×4
2. peenmeeterkeere	2M	2M64×3	64×3
3. peenmeeterkeere	3M	3M64×2	64×2
4. peenmeeterkeere	4M	4M64×1,5	64×1,5
5. peenmeeterkeere	5M	5M64×1	64×1

Joon. 207.



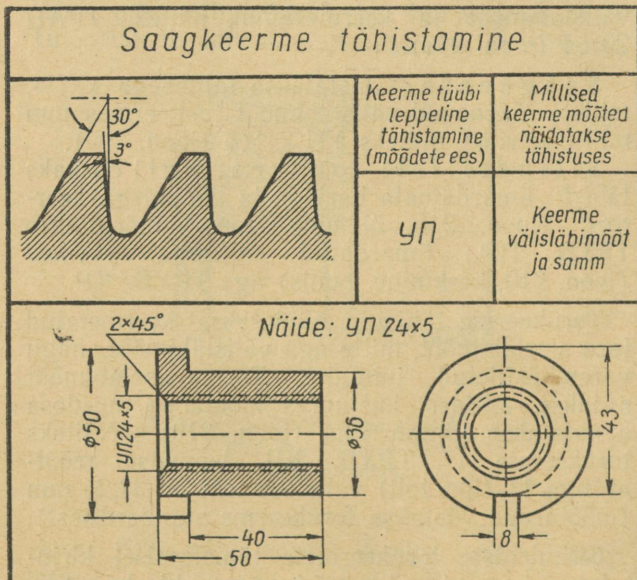
Joon. 208.

tähistavad tähed, näiteks: 7/8" ТРУБ. ПР. või 1" ТРУБ. КР. (joon. 210).

Koonilise torukeermee puhul kirjutatakse tähisest vasakule täht «K», näiteks: K 3/4" ТРУБ. (joon. 210, alumine joonis).

Tollkeere, kooniline, profiilnurgaga 60° (ГОСТ 6111—52) märgitakse joonisel tähega «K», mis kirjutatakse tähise ette. Näiteks K 3/4" tähendab: «kooniline keere leppelise läbimõõduga kolm neljandikku tolli» (joon. 211, a).

Ümarkeere (joon. 211, b) märgitakse joonisel tähega Ц (ГОСТ 6042—51), mille järele



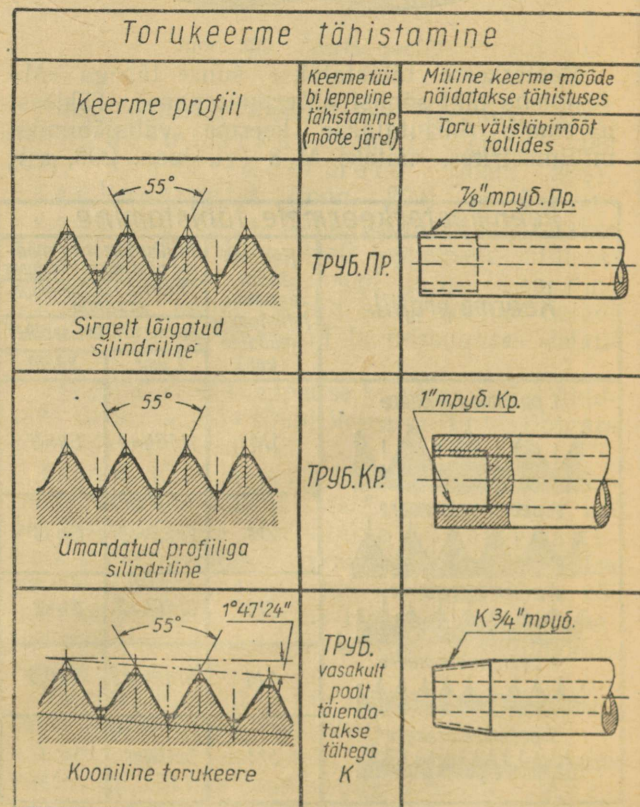
Joon. 209.

kirjutatakse keermee välisläbimõõd millimeetrites. Näiteks tähist Ц 40 tuleb mõista järgmiselt: ümarkeere välisläbimõõduga 40 mm.

Elektriarmatuuri meeterkeere märgitakse kahe tähega ЭМ, mille järel näidatakse välisläbimõõd ja samm. Näiteks ЭМ 21×1 tähendab: elektriarmatuuri meeterkeere välisläbimõõduga 21 mm ja sam-muga 1 mm.

Kupli ja valgustusarmatuuri korpuse keere (joon. 211, c) tähistatakse leppeliselt tähega А, mis kirjutatakse keermee välisläbimõõdu ette. Näiteks pealkirja «Keere А 99» on tarvis joonisel lugeda järgmiselt: kupli ja valgustusarmatuuri korpuse keere välisläbimõõduga 99 mm.

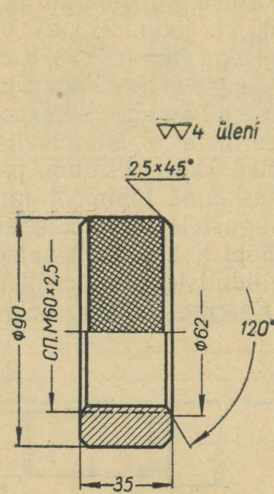
Olgugi, et uutes projekteeritavates masinates tollkeermee kasutamine on keelatud, on tutvumine tollkeermega siiski tarvilik. Näiteks võib tollkeermega kokku puutada vanade seadmete remontimisel. Tollkeermee profiil on näidatud



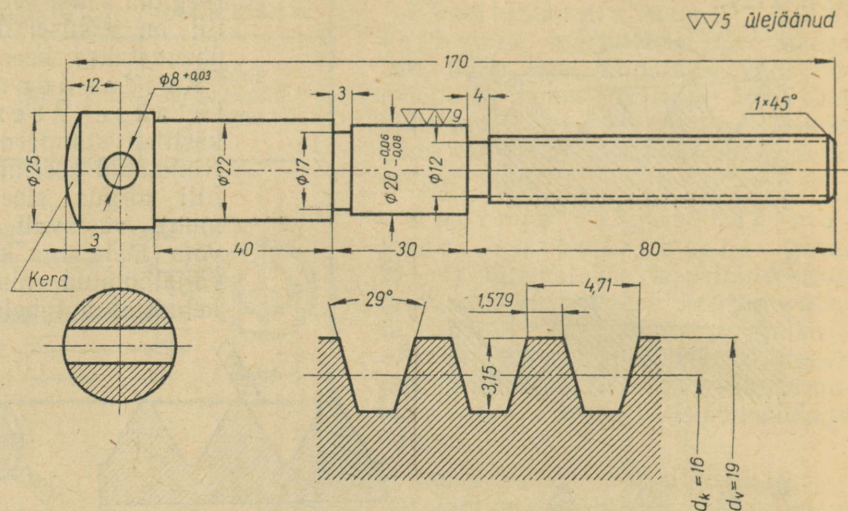
Joon. 210.

mille profiil vastab standardile, kuid läbimõõt või samm erinevad standardiga kehtestatuist. Sel juhul kirjutatakse keermehäise ette lühend

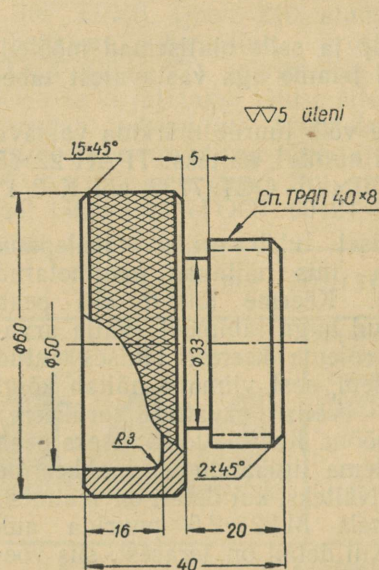
on asetatud sammuga 2,5 mm. Niisugust keeret nimetatakse spetsiaalseks ja tähistatakse $\overline{\text{CП. M 60} \times 2,5}$.



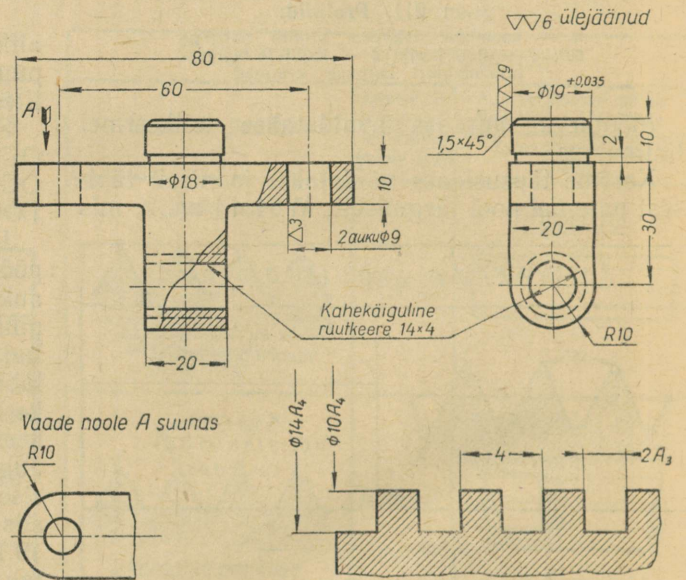
Joon. 214. Spetsiaalse meeterkeermehäise tähistamine



Joon. 216. Spetsiaalkeermehäise suurendatud kujutis, paigutatuna joonise vabale kohale



Joon. 215. Spetsiaalse trapetskeermehäise näide



Joon. 217. Näide mitmekäigulise keermehäise tähistamisest

«CП», mis tähendab «специальная» (eesti keeles spetsiaalne). Häise «CП» järel kirjutatakse keermehäise («M» — meeterkeere, «ТРАП» — trapetskeere jne.) ning seejärel välisläbimõõt ja samm.

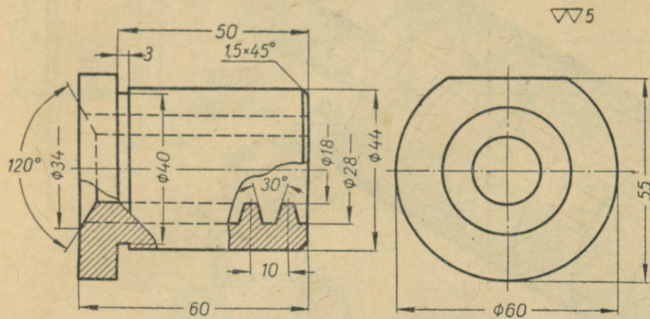
Näiteks standardi kohaselt on teise peenmeeterkeermehäise välisläbimõõt 60 mm ning samm 3 mm, lõigatud on aga keere, mille läbimõõt on sama (60 mm), kuid samm 3 mm

Joonistel 214, 215 on toodud standardse profiiliga spetsiaalkeermehäise tähistamisviisi.

Spetsiaalkeermehäise teiseks liigiks on keere, mille ka profiil ei vasta standardile. Kirjeldatud keermehäise detailide puhul joonestatakse nõutav profiil suuremas mõõtsuhtes kui detail eraldi välja. Spetsiaalkeermehäise profiilile kirjutatakse kõik keermehäise mõõtted ja vajaduse

korral tarvilikud keeret iseloomustavad pealkirjad (joon. 216, 217).

Spetsiaalkeerme profiili võib koos mõõdetega anda ka kohtlõike abil detaili projektsioonil (joon. 218).



Joon. 218. Spetsiaalkeerme profiili kujutamine kohtlõikes

Juhised, mis käsitlevad mitmekäigulisi- ja vasakkeermeid

Kõik keermee eespoolkirjeldatud tähistamisviisid on kehtivad ühekäiguliste paremkeermete puhul. Seetõttu tuleb pealkirja M20 mõista järgmiselt: harilik meeterkeere välisläbimõõduga 20 mm ühekäiguline, parem.

Keermekäiguks nimetatakse kruvi teljesuunalist nihkumist ühel pöördel. Nutrit kinni keerates nihkub see ühe pöörde kestel edasi suuruse võrra, mida nimetatakse keermekäiguks. Ühekäigulistel keermetel on samm ja käik võrdsed. Mitmekäigulistel keermetel saame keermekäigu, kui korrutame keermesammu s (naaberkeerdude vahe) käikude arvuga. Käikude arvu võime kindlaks määrata, vaadates keermetatud polti (või nutrit) otsast, kust nähtub selgesti sealt algavate keermeniitide arv (vt. joon. 219, c).

Joonisel 219 on võrdluseks piltlikult kujutatud kaks varrast, millel kruvijoonte sammud on võrdsed; esimesel vardal (joon. 219, a) on ühekäiguline, teisel (joon. 219, b) — kolmekäiguline kruvijoon.

Mitmekäiguliste (kahe- ja enamkäiguliste) keermete tähistamisel rakendatakse järgmist reeglit. Algul kirjutatakse keermee tüüpi näitav tähis ja keermee välisläbimõõt, siis sulgudesse kaks arvu, esimene neist näitab keermekäikude arvu, teine — keermesammu, s.t. naaberkeerdude vahet.

Näiteks: ТРАП 90×(3×12) tähistab kolmekäigulist trapskeermet välisläbimõõduga 90 mm, millel keermesamm on 12 mm ja keermekäik (s.t. kruvi telje suunaline nihkumine ühel pöördel) $3 \times 12 = 36$ mm.

Mitmekäigulisi keermeid võib tähistada pealkirjaga keermee või siis selle väljajoonestatud profiili juures (joon. 217).

Vasakkeere märgitakse joonisel pealkirjaga «левая» ehk lühendatult «лев», mis paigutatakse keermee tähistuse järele. Näiteks: «СП.ТРАП. 18×3 левая».

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Miks kujutatakse keeret joonisel lihtsustatult?
2. Kuidas kujutatakse vardale lõigatud keeret?
3. Kuidas kujutatakse keeret augus?
4. Mida nimetatakse keermee profiiliks?
5. Kuidas mõista tähist M36×4?
6. Mis tähendab tähistus «ТРАП 100×20 ЛЕВ»?
7. Kuidas lugeda tähistust «VIII 40×16»?
8. Kuidas tähistada joonisel esimest peenmeeterkeeret välisläbimõõduga 52 mm ja sammuga 3 mm?
9. Mis tähendab lühend «ПР» tähistuses «1 1/4" ТРУБ. ПР»?
10. Missugusel juhusel kujutatakse joonisel keermee profiil suurendatud moods?
11. Mis tähendab keermee tähistuses lühend «СП»?
12. Kuidas tähistatakse mitmekäigulist keeret?
13. Kuidas tähistatakse koonilist keeret profiilnurgaga 60°?
14. Kust võib leida keermee andmed, mis ei esine keermee tähistuses?
15. Mis tähendab tähistus «VII 80×(3×16) ЛЕВ»?

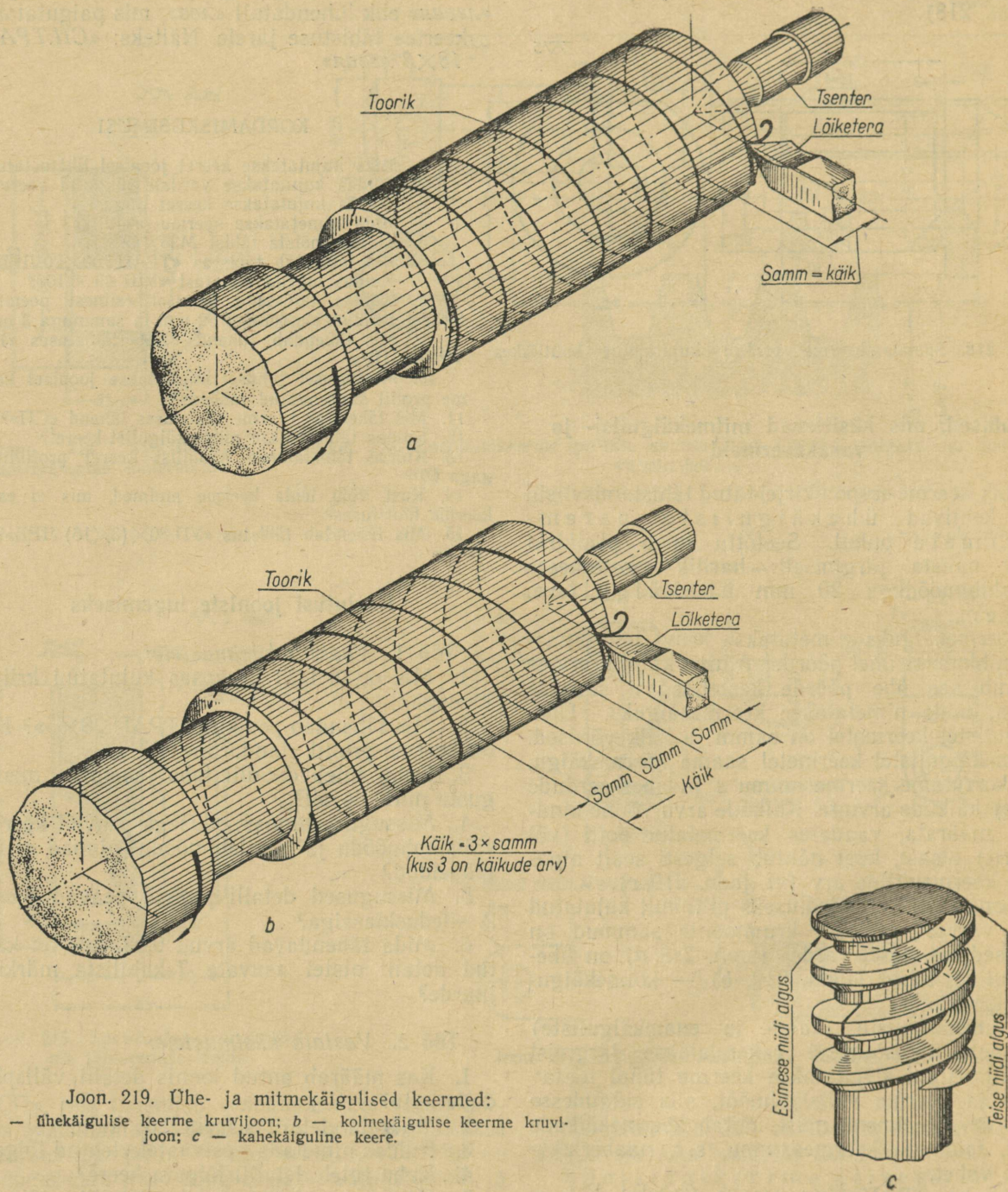
Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Vastata küsimustele:

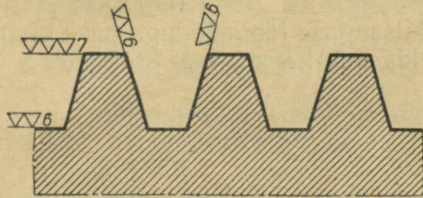
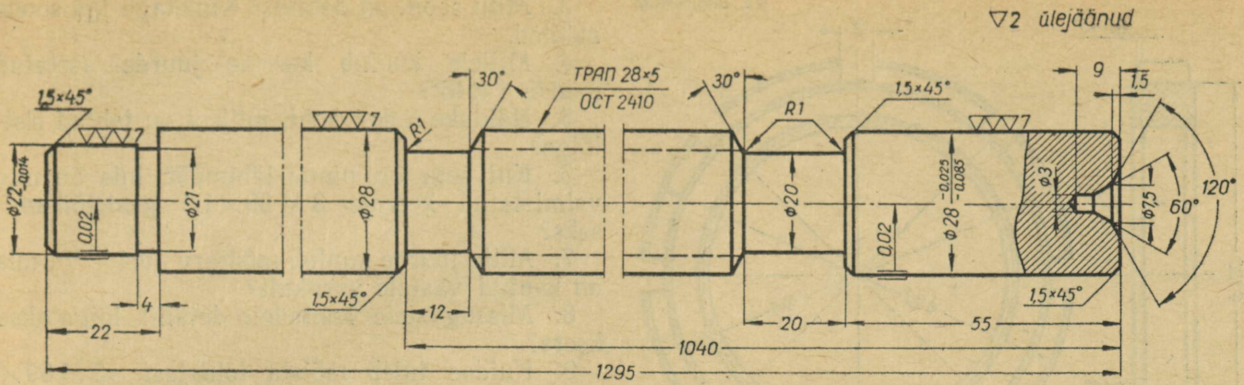
1. Mis on detaili keskosas kujutatud kriipsjoonega?
2. Mis tähendab pealkiri «ТРАП 28×5»? Kas on keermee profiil standardne?
3. Kuhu tuleb detailil teha faasid ja missuguste nurkade all?
4. Missuguse pinnasiledusega peavad keermee välisläbimõõdu ja siseläbimõõdu pinnad olema töödeldud?
5. Missugused detaili pinnad peavad olema 2. siledusklassiga?
6. Mida tähendavad arvud 0,02, mis on kantud detaili otstel asuvate T-kujuliste märkide juurde?

Töö 2. Vastata küsimustele:

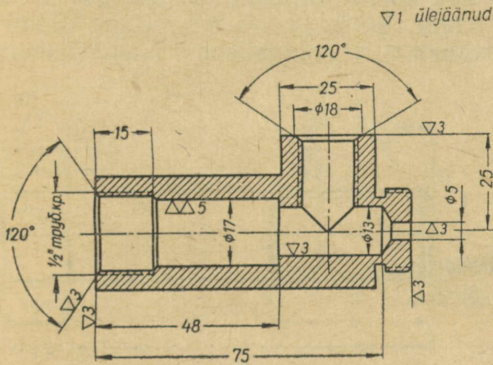
1. Kas määrab antud joonis detaili välispindade kuju?
2. Määrata detaili sisepindade kuju.
3. Kuidas nimetada eestvaatele tehtud lõiget?
4. Kuhu tuleb detailil lõigata keere?
5. Missugune keere tuleb detailile lõigata (mis tüüpi ja milliste mõõdetega)?
6. Määrake käsiraamatu järgi kindlaks: augu läbimõõt detaili vasakpoolses otsas ning detaili parempoolse otsa läbimõõt enne keermetamist.



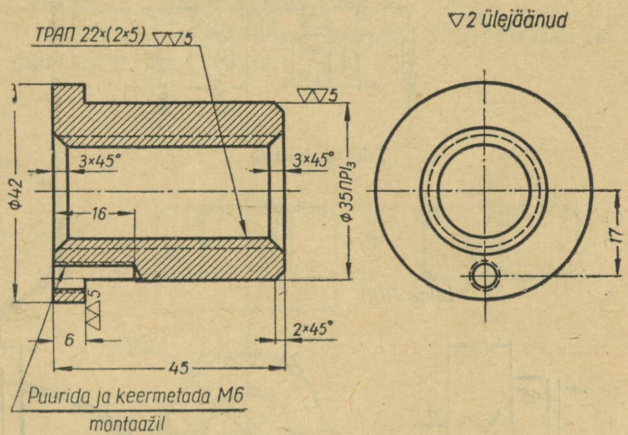
Joon. 219. Ühe- ja mitmekäigulised keermed:
 a — ühekäigulise keerme kruijjoon; b — kolmekäigulise keerme kruijjoon; c — kahekäiguline keere.



Töö 1 juurde



Töö 2 juurde



Töö 3 juurde

Töö 3. Vastata küsimustele:

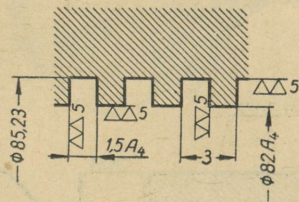
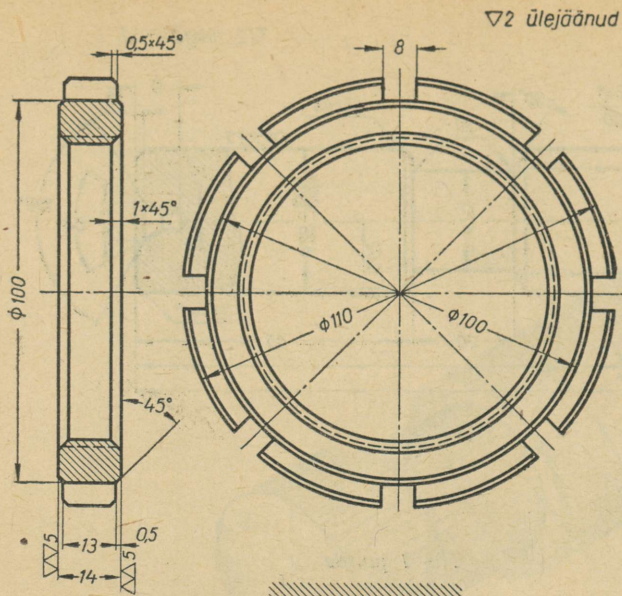
1. Kuidas tuleb mõista tähistust «TPAN 22x(2x5)»?
2. Milline on augu läbimõõt enne trapets-keeme lõikamist?
3. Kas on detaili töötlemisel tarvis puurida ja keermetada auk M 6?
4. Mida näitab tähistus mõõtaru Ø 35 juures?
5. Missuguse siledusega peavad olema detaili pinnad?

Töö 4. Vastata küsimustele:

1. Missuguse kujuga on detail?
2. Kuhu tuleb detailil lõigata keere?
3. Kui suur on keermetatud augu läbimõõt?
4. Missuguse täpsusklassi järgi tuleb töödelda keermetatav auk?
5. Missuguse siledusklassi järgi peab töötlemise keeme pealispinna?
6. Kuhu tuleb detailil treida faasid?
7. Millistele detaili pindadele kuulub pealkiri «▽2 ülejäänud»?

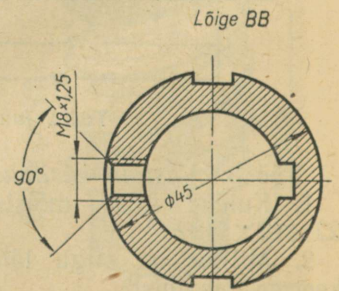
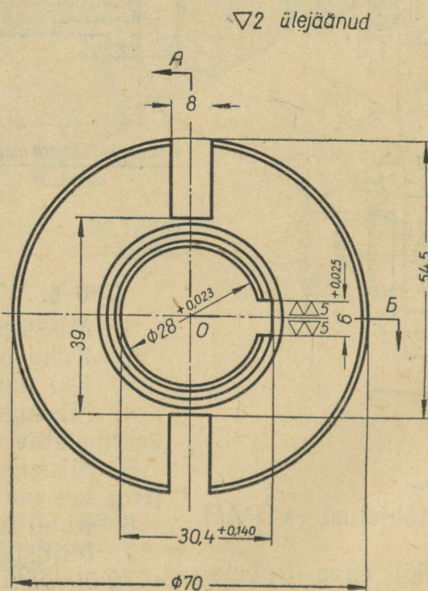
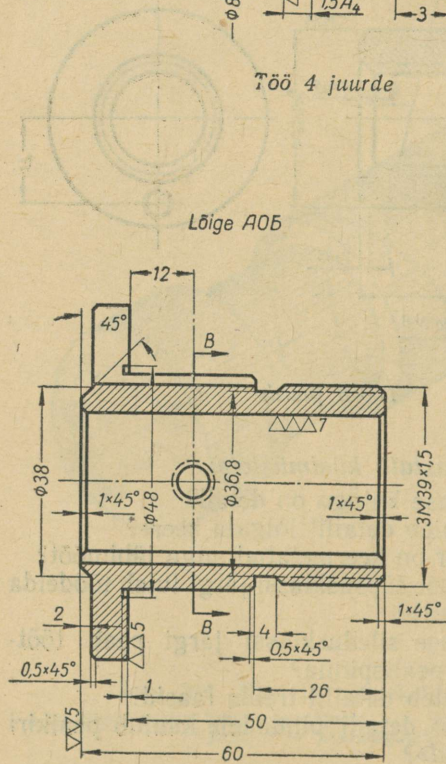
Töö 5. Vastata küsimustele:

1. Kuidas nimetatakse eestvaates kujutatud lõiget?
2. Näidata vaatel vasakult lõikepinna jälg, mida mööda on lõige tehtud?



Töö 4 juurde

3. Mitu soont on detailil? Nimetage iga soone mōõted.
4. Millele kuulub kerme juurde asetatud mōõde $1 \times 45^\circ$?
5. Näidake lõikel koht, millest on tehtud rist-lõige?
6. Kui suur on pinna läbimōõt, mis on ette valmistatud kerme 3 M 39 \times 1,5 pealelõikamiseks?
7. Mille juurde kuulub mōõtarv $30,4^{+0,140}$, mis on kantud vaatele vasakult?
8. Missugustele kohtadele detailil lõigatakse keere?
9. Kuidas tuleb mōõista tähistust «3 M 39 \times 1,5»?
10. Missuguse läbimōõduga peab olema puur, et puurida auk kermele M 8 \times 1,25?



Töö 5 juurde

VIII peatükk

POLTIDE, TIKKPOLTIDE, HAMMASRATASTE JA VEDRUDE KUJUTAMINE JOONISTEL

§ 59. POLT, MUTTER JA SEIB

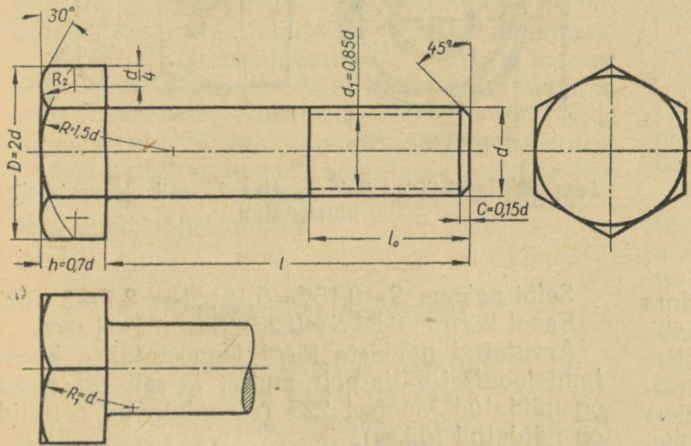
Masinate ja mehhanismide lahtivõetavate liidete juures on enamlevinenumateks detailideks polt, mutter ja seib.

Polt koosneb silindrilisest vardast, millel on keere ja pea. Keerme otsa keeratakse kokkumonteerimisel mutter. Selleks, et vältida mutri kinnikeeramisel detaili pealispinna vigastamist, ase-

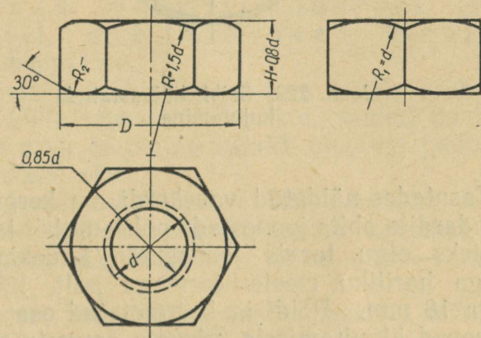
kujutada poldi komplekti, on küllaldane kui teame kolme mõõdet: poldi läbimõõtu d , poldi pikkust ilma peata l ja keermetatud osa pikkust l_0 .

Kõik teised joonestamiseks tarvisminevad mõõted määratakse kindlaks suhetega, mis olenevad kruvipoldi läbimõõdust d (joon. 220).

Poldi pea suurimaks laiuseks D võetakse $2d$, pea kõrguseks h aga $0,7d$.



Joon. 220. Kuuekanalilise peaga poldi lihtsustatud kujutamine



Joon. 221. Kuuekanalilise mutri lihtsustatud kujutamine

tatakse tavaliselt mutri alla stantsitud või treitud rõngas — seib.

Poltide pead on ümmargused, neljakandilised või kuuekanalilised. Kõige enam kasutatakse kuuekanalilise peaga polte ja kuuekanalilisi mutreid.

Poldid ja mutrid joonestatakse välja andmete järgi, mis saadakse vastavast tabelist (vt. lk. 145), või olemasolevate poltide ja mutrite ülemõõtmisel.

Masinaehituslikel koostamisjooniseil kujutatakse harilikult poldid, mutrid ja seibid lihtsustatult.

Selleks, et koostamisjoonisel lihtsustatult

Poldi mutrile ja peale lõigatakse faas 30° all. Poldi peale lõigatakse faas ainult ühelt poolt, mutritele aga ühelt või mõlemalt poolt.

Poldi peal ja mutril tekivad faasi lõikamisel kõverjooned, (koonilise faasi lõikumisest poldipea või mutri kuuekanalilise prismaga). Need kõverad joonestatakse samuti välja lihtsustatult; asendades neid ringi kaarega.

Eestvaatel võetakse keskmise tahu kaare raadiuseks $1,5d$, äärmiste tahkude kaarte raadiused R_2 leitakse aga abikonstruktsiooni abil, nagu see on näidatud joonistel 220 ja 223. Pealtvaates kujuneva ringi raadius R_1 on d .

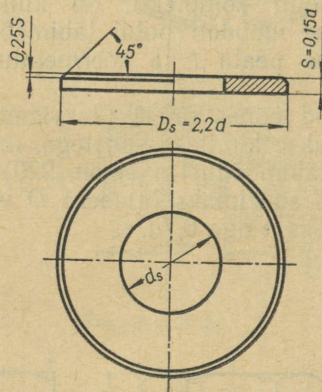
Poldi ots lõpeb faasiga, mille nurk on 45° ja faasi kõrgus $C=0,15d$.

Mõnikord kruvipoldi ots lõpeb sfääriliselt. Sel juhul võetakse joonestamisel kaare raadiuseks d kuni $1,5d$.

Keerme siseläbimõõduks d_1 võetakse joonisel $0,85d$ (kriipsjooned ei tohi ulatuda poldi otsas olevale faasile ja sfäärile).

Mutri (joon. 221) joonestamiseks võetakse mõõted samas vahekorras, mis poldipea joonestamiselgi, välja arvatud ainult kõrgus H , mis võrdub $0,8d$.

Seibi mõõted võetakse järgmised: välisläbimõõt $D_s=2,2d$, kus d on poldi läbimõõt; seibi paksus $s=0,15d$; faas lõigatakse 45° nurga all, kusjuures selle kõrgus on $0,25s$ (joon. 222).



Joon. 222. Seibi lihtsustatud kujutamine

Kasutades näidatud vahekordi, on kerge ilma standardite abita joonestada polti, mutrit ja seibi. Näiteks olgu tarvis joonestada kuuekandilise peaga harilikku meeterkeermega polt, läbimõõduga 18 mm. Poldi ja keermetatud osa pikkus olenevad kinnitamisele tulevate esemete mõõdetest ja valitakse standardites toodud tabelitest. Mõnikord võetakse keermetatud osa l , pikkuseks $1,5d$ kuni $2d$. Oletame, et antud juhul on poldi pikkus 70 mm.

Keermetatud osa pikkuseks võtame $1,5d$. Siis $l_0=1,5 \times 18=27$, või ümardatult 30 mm.

Kasutades eespool näidatud vahekordi, määrame kindlaks ka teised mõõted.

Keerme siseläbimõõt $d_1=0,85d=0,85 \times 18=15,3 \approx 15$ mm.

Pea suurim laius $D=2d=2 \times 18=36$ mm.

Pea kõrgus $h=0,7d=0,7 \times 18=12,6 \approx 13$ mm.

Kaare raadius $R=1,5d=1,5 \times 18=27$ mm.

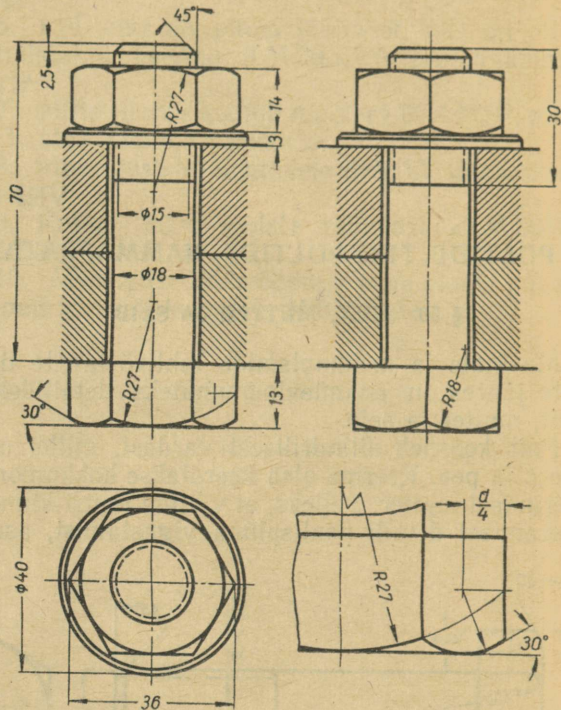
Kaare raadius $R_1=d=18$ mm.

Faasi kõrgus $C \approx 0,15d \approx 0,15 \times 18=2,7 \approx 2,5$ mm.

Mutri mõõted on samad, mis poldi pealgi, välja arvatud kõrgus.

Mutri kõrgus $H=0,8d=0,8 \times 18=14,4 \approx 14$ mm.

Seibi välisläbimõõt $D=2,2d=2,2 \times 18=39,6 \approx 40$ mm.



Joon. 223. Poltliide. Polt, mutter ja seib joonestatakse lihtsustatult

Seibi paksus $S=0,15d=0,15 \times 18=2,7 \approx 3$ mm.

Faasi kõrgus $0,25S=0,25 \times 3=0,75 \approx 1$ mm.

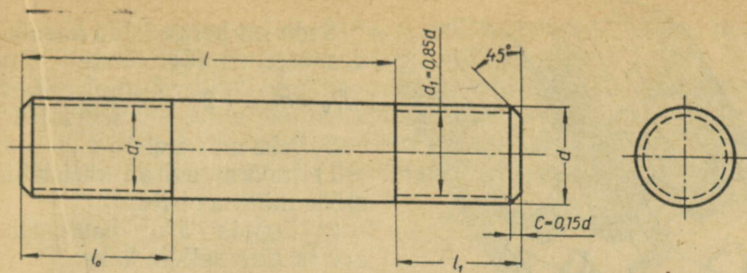
Arvutatud mõõdete järgi joonestatakse koostamisioonisel välja polt, mutter ja seib nii, nagu on näidatud joonisel 223 (ühendatavad detailid on näidatud lõikes).

§ 60. TIKKPOLT

Tikkpolt (joon. 224) kujutab endast silindrilist varrast, mille mõlemad otsad on keermetatud. Tikkpoldi üks ots keeratakse detailis olevasse keermetatud auku, asetatakse seejärel kohale ühendatav detail ja keeratakse mutriga kinni. Mutri alla asetatakse tavaliselt seib.

Polt asendatakse tikkpoldiga juhul, kui mõningail kaalutusil poltide kasutamine pole soovitatav, peamiselt mitmesuguste kaante kohalekinnitamiseks.

Tikkpoltide kohta kehtib OCT 20001—38, mille järgi neid ka joonestatakse ja valmistatakse.



Joon. 224. Tikkpoldi joonis

§ 61. SILINDRILISED HAMMASRATTAD

Peaaegu kõigis mehhanismes tekib tarvidus anda pöörlevat liikumist edasi ühelt völli teisele.

Kõige lihtsamalt on see saavutatav, kui asetada völli otsa silindrid nii, et nad üksteist tihedalt puudutaksid (joon. 225, a). Niisuguseid ajameid on olemas ja neid nimetatakse hõõrdajameiks. Kuid hõõrdajameis võib üks silinder teise suhtes libiseda. Selle vältimiseks tehakse silindritele lohud ja harjad — hambad, mis pöörlemisel haakuvad üksteise taha (joon. 225, b). Selliseid detaile nimetatakse hammasrattasteks. Et õigesti joonestada ja hiljem joonise järgi hammasrattast valmistada, peab tundma selle elemente. Nimetatud elemente ja nende vahelisi seoseid vaatleme silindriliste hammasrattaste näitel, milliseid kasutatakse paralleelsete völli puhul pöörleva liikumise edasiandmiseks ühelt völli teisele.

Hammasratta elemendid

1. Kui võrrelda kujutisi joonisel 225, a ja joonisel 225, b, pole raske märgata mõningat sarnasust silindrilise hammasajami ja hõõrdajami vahel. Ja nimelt: kriips-punktjoonega ringjoonte läbimõõdud silindrilisel hammasrattail vastavad hõõrdajami silindrite läbimõõdule. Neid ringjooni nimetatakse algringjoonteks ja nende läbimõõte tähistatakse tähega d .

2. Kõrvuti asetsevate hammaste keskkoha vahekaugust algringjoonel, mõõdetuna millimeetrites, nimetatakse hambumissammuks. Samm märgitakse tähega t (vt. joon. 225, c). On hõlbus näha, et samm on võrdne algringjoone pikkuse ja hammaste arvu jagatisega. Hammaste arv tähistatakse joonisel tähega z .

3. Samuti on kergesti näha, et algringjoone pikkus võrdub hammaste arvu ja sammu korru-

tisega, s. t. algringjoone pikkus on $t \cdot z$.

Kuid geometriast on teada, et ringjoone pikkus võrdub $2 \cdot \pi \cdot R$ ehk $\pi \cdot d$ (kus $\pi = 3,14$ ja d on ringjoone läbimõõt). Järelikult algringjoone pikkus võrdub ühelt poolt $\pi \cdot d$, teiselt poolt aga $t \cdot z$, s. t.

$$\pi \cdot d = t \cdot z.$$

Siit määrame algringjoone läbimõõdu: $d = \frac{t}{\pi} z$.

Suurus $\frac{t}{\pi}$ märgitakse leppeliselt tähega m ja seda nimetatakse hammasajami mooduliks.

Järelikult võime algringjoone läbimõõdu väljendada ka järgmiselt:

$$d = m \cdot z. \quad (1)$$

Siis:

$$m = \frac{d}{z}. \quad (2)$$

Valemist (2) järeldub, et mooduliks nimetame arvu, mis näitab, mitu millimeetrit algringjoone läbimõõdust langeb hammasratta igale hambale.

Moodul m ja hammaste arv z kujutavad põhilisi suurusi (elemente), mis määravad kindlaks hambumise.

Moodulit ja hammaste arvu teades saab tööline valida vastava lõikeriista; samuti on hammaste arvu teadmine vajalik tööpingi jaotuspea häälestamiseks.

4. Joonistest 225, b ja 225, c nähtub, et üks osa hambast asub algringjoonest kõrgemal (s. t. väljaspool algringjoont), teine osa — madalamal.

Esimest nimetatakse hamba peaks ja selle kõrgust tähistatakse tähega h_1 , teist — hamba jalaks ning tähistatakse tähega h_2 .

Hamba pea kõrgus võetakse harilikult võrdne mooduliga

$$h_1 = m. \quad (3)$$

Hamba jala kõrgus võetakse harilikult 1,2 moodulit, s. t.

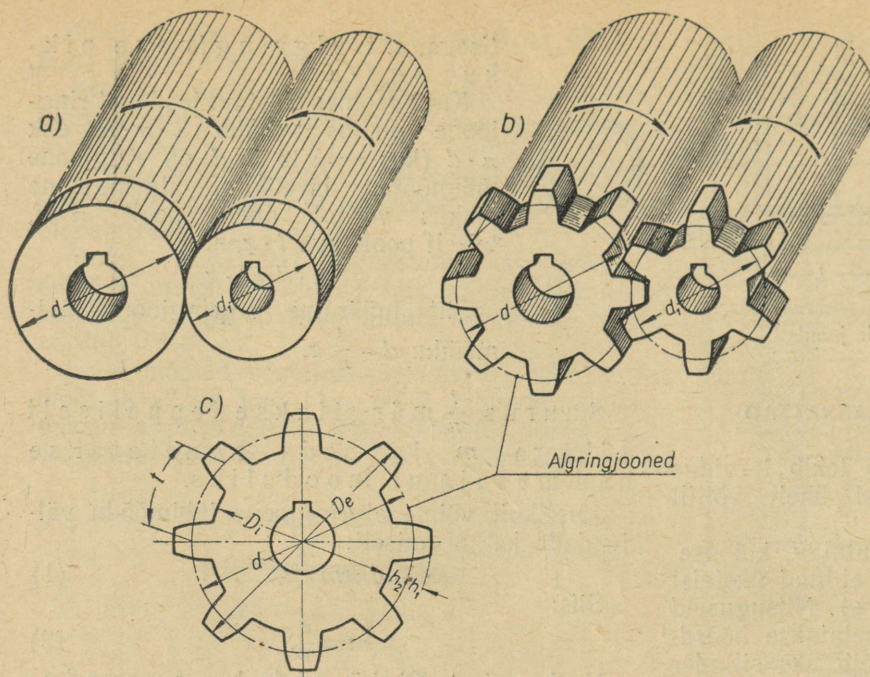
$$h_2 = 1,2 m. \quad (4)$$

Hamba kogukõrgus võrdub hamba pea ja hamba jala kõrguste summaga, s. t.

$$h = h_1 + h_2 = m + 1,2 m = 2,2 m.$$

Hamba kogukõrgus võrdub hamba freesimise sügavusega.

5. Hammaste peasid piiravat ringjoont nimetame peaderingjooneks (läbimõõt tähistatakse tähega D_e , vt. joon. 225, b), hammaste



Joon. 225. Hammas- ja hõõrdajam liikumise üleandmiseks paralleelsete völli-
 puhul ühelt völli teisele. (Ajamite võrdluseks on kriips-punktjoontega näidatud
 algsilindrid, millede alusteks on algringjooned).

jalgasid piiravat ringjoont aga jalgade-
 ringjooneks (läbimõõt tähistatakse tä-
 hega D_i).

Kuna hamba pea kõrgus $h_1 = m$, siis peadering-
 joone läbimõõt D_e on hamba pea kahe kõrguse,
 s. o. $2m$ võrra jaotusringjoone läbimõödust d
 suurem, s. t.

$$D_e = d + 2m,$$

Kuna aga

$$d = m \cdot z,$$

siis

$$D_e = m \cdot z + 2m = m(z + 2).$$

Järelikult

$$D_e = m(z + 2). \quad (5)$$

Jalgaderingjoon määratakse analoogiliselt:

$$D_i = d - 2h_2 = m \cdot z - 2 \cdot 1,2m = m(z - 2,4).$$

Järelikult

$$D_i = m(z - 2,4). \quad (6)$$

Saadud teadmisi võib kohe rakendada prak-
 tikas.

Näiteks olgu tarvis valmistada lihtne ham-
 masratta olemasoleva eeskuju järgi. Hammas-
 ratta toorik, mis kinnitatakse freespink, kujutab
 endast auguga ketast.

Hammaste freesimiseks tuleb esimeses järje-
 korras määrata moodul.

Seda on kerge leida kasuta-
 des valemit (5):

$$D_e = m(z + 2) \text{ ehk } m = \frac{D_e}{z + 2}.$$

Selleks on tarvis:

- 1) mõõta ratta välisläbi-
 mõõt millimeetrites;
- 2) lugeda ära hammaste
 arv ja liita sellele kaks;
- 3) jagada hammasratta
 välisläbimõõt saadud summa-
 ga, s. o.

$$\frac{D_e}{z + 2} = m.$$

Olgu hammasratta välis-
 läbimõõt $D_e = 115,5$ mm, ham-
 maste arv $z = 75$.

Valemi $m = \frac{D_e}{z + 2}$ põhjal leia-
 me: $\frac{115,5}{77} = 1,5$ mm.

Siit järeldub, et hammas-
 ratta moodul on 1,5 mm.

Teades m ja z võib freesija
 valida sobiva lõikeriista ja
 häälestada tööpingi jagamis-
 pea.

N ä i d e. Määrata hammas-
 ratta läbimõödud D_e , d ja D_i ,
 kui $z = 30$ ja $m = 2,5$ mm.

- Arvutus. 1) $D_e = m(z + 2) = 2,5(30 + 2) =$
 $= 80$ mm;
- 2) $d = m \cdot z = 2,5 \cdot 30 = 75$ mm;
- 3) $D_i = m(z - 2,4) = 2,5(30 - 2,4) = 69$ mm.

Hammasrattaste lihtsustatud kujutamise

Lihtsustamiseks kujutatakse hammasratta
 hambad joonisel leppeliselt vastavalt GOCT
 3460-52. Leppeline kujutamine seisab järgnevas.

P e a d e r i n g j o o n tõmmatakse pideva, näh-
 tava kontuuri joone jämedusega.

Jalgaderingjoon tõmmatakse kriips-
 joonega, sama jämedusega kui varjatud kon-
 tuuri joon.

Algringjoon tõmmatakse sama tüüpi kriips-
 punktjoonega kui telgjooned, kusjuures kriipsu
 pikkus võetakse mõnevõrra väiksem kui telg-
 joontel.

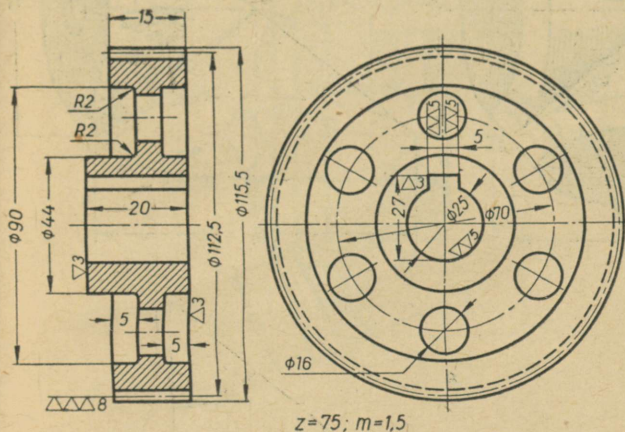
Hammasrattad kujutatakse peaaegu alati lõi-
 kes (joon. 226, eestvaade). Juhul kui lõikepind
 läbibki hambaid, näidatakse need viirutamata.
 Ühtlasi tõmmatakse läbi hamba, paralleelselt
 ratta teljega, kriips-punktjoon, vastavalt algring-
 joone läbimõõdule.

Joonisel 226 on näitena kujutatud silindrilise
 hammasratta ja selle hammastatud osa lihtsus-
 tatud kujutis.

Saadud teadmised on küllaldased hammasratta visandi valmistamiseks. Olgu näiteks tarvis koostada harilikku hammasratta visand.

Detailide visandite valmistamise üldist korda käsitati § 54 ptk. VI; siin vaatleme ainult seda, mis puudutab hammasratta hammastatud osa.

~ ülejäanud



Joon. 226. Silindrilise hammasratta joonis

1. Teinud varem kindlaks hammaste arvu z ja mõõtnud hammasratta välisläbimõõdu D_e , määrame mooduli tuntud valemi järgi:

$$m = \frac{D_e}{z + 2}$$

m ja z väärtused peavad visandil olema tingimata märgitud.

2. Hammasratta hammastatud osa leppeliseks kujutamiseks on tarvis määrata järgmised mõõted:

a) peaderingjoone läbimõõt (hammasratta välisläbimõõt) D_e . Viimase leidsime juba mõõtmisega;

b) algringjoone läbimõõt. Seda on lihtne arvutada valemiga:

$$d = D_e - 2m, \text{ s. t.}$$

algringjoone läbimõõt on peaderingjoone läbimõõdust hamba pea kahe kõrguse võrra väiksem (nagu teada, on hamba pea kõrgus võrdne mooduliga). Tähenab, selleks et sirkliga tõmmata algringjoont, on tarvis peaderingjoone raadiust vähendada mooduli võrra.

Need kaks mõõtaru d ja D_e peavad tingimata olema visandile märgitud.

Jalgaderingjoone D_i (mille läbimõõtu tavaliselt joonisel ei anta, vt. joon. 226) tõmbamiseks tuleb algringjoone raadiust vähendada suuruse

võrra, mis võrdub jala kõrgusega, s. t. 1,2 mooduliga.

Hammasratta hammastatud osa kujutatakse visandil samuti nagu jooniselgi tuntud reeglite järgi (joon. 226).

Edasine visandi valmistamise käik ei erine millegagi varemkirjeldatust (§ 54, ptk. VI).

Hammasrataste telgede vahe

Nagu jooniselt 225, b nähtub, puudutavad omavahel hambumises olevate hammasrataste algringjooned teineteist; järelikult puutuvad mööda moodustajaid ka algsilindrid.

Hammasrataste (mis on omavahelises hambumises) telgede vahe võrdub ilmselt algringjoonte raadiuste ehk poolläbimõõtude summaga, s. t.

$$\frac{d_1 + d_2}{2} \text{ ehk } \frac{(z_1 + z_2) m}{2},$$

kus d_1 ja d_2 on algringjoonte läbimõõdud;

z_1 ja z_2 — vastavad hammaste arvud.

Olgu ühel hammasrattal hammaste arv $z_1 = 40$ ja välisläbimõõt $D_{e1} = 126$ ning teisel, esimesega hambuval hammasrattal $z_2 = 30$ ja $D_{e2} = 96$.

$$\text{Valemi } m_1 = \frac{D_c}{z_1 + 2} \text{ järgi leiame: } \frac{126}{40 + 2} = 3.$$

Seega on esimese hammasratta moodul 3 mm. Kuna teine hammasrattas hambub esimesega, siis selle moodul on sama, s. t. 3 mm.

Nüüd määrame hammasrataste telgede vahe:

$$\frac{(z_1 + z_2) m}{2} = \frac{(40 + 30) 3}{2} = 105 \text{ mm.}$$

§ 62. KOONILISED HAMMASRATTAD

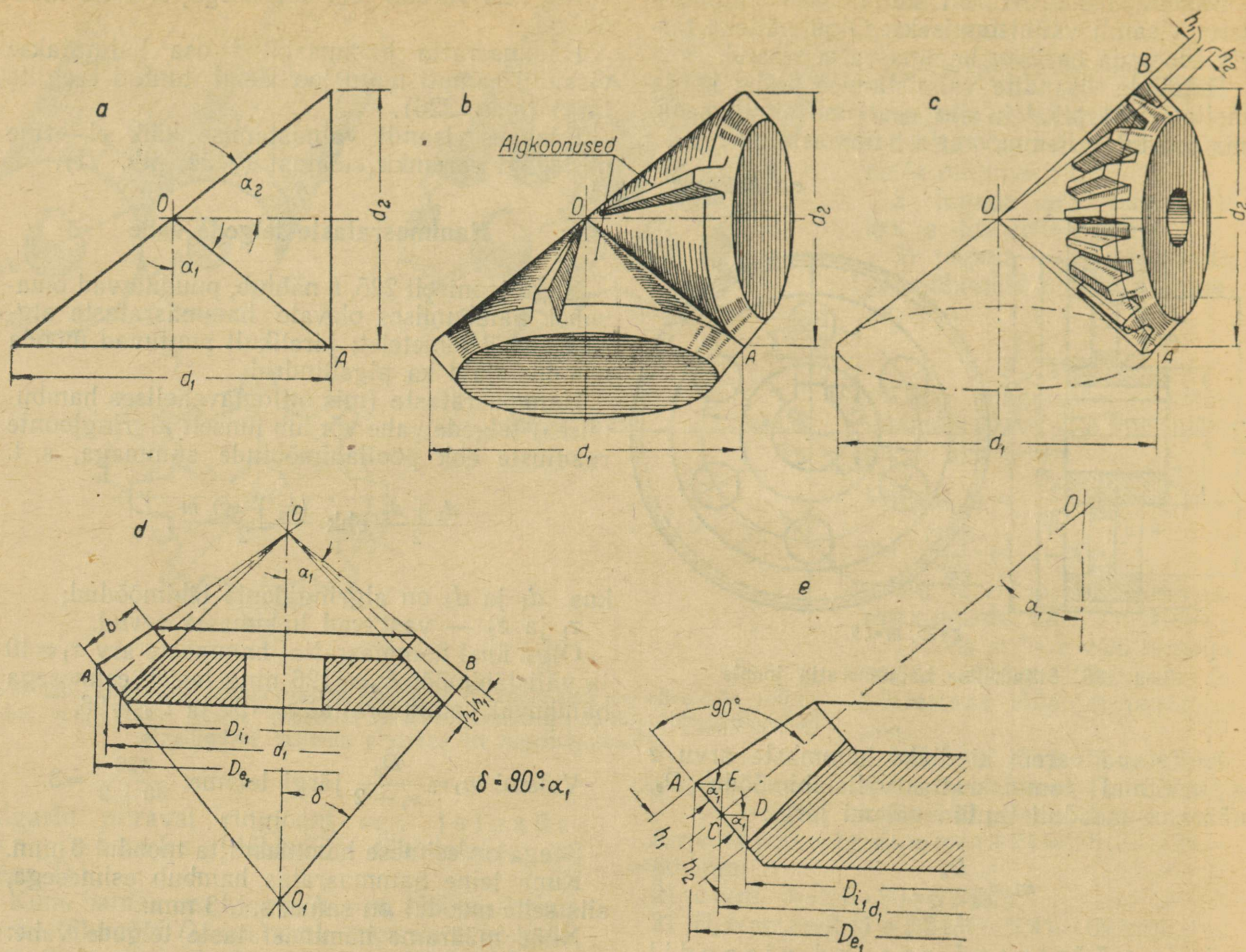
Eelmisest paragrahvist selgus, et silindrilisi hammasrattaid kasutatakse pöörlemise ülekandmiseks ühelt võllilt teisele, juhul kui võllide teljed on paralleelsed.

Kui võllide teljed asuvad ühes pinnas ja lõikuvad mingisuguse nurga all, kantakse pöörlemine ühelt võllilt teisele kooniliste hammasrataste abil.

Kõige sagedamini kasutatakse koonilisi hammasrattaid ristuvate (täisnurga all lõikuvate) võllide puhul.

Koonilised hammasrattad moodustatakse tüvikoonustest (joon. 227, a, b, c), millel on ühine tipp O ja ühine moodustaja AO .

Nendel koonustel on kooniliste hammasrataste juures sama tähendus, mis algsilindritel silindriliste hammasrataste juures. Seepärast nimeta-



Joon. 227. Koonushammasratate tekkimise skeem; koonushammasratta kujutamise lõikes; koonushammasratta olulised mõõted ja nurkadevahelised vastastikused suhted.

takse neid algkoonusteks. Algkoonuse külgpind jagab hammasratta iga hamba kaheks, s. o. hamba peaks ja hamba jalaks. Seega asetsevad hamba pead h_1 algkoonuse pinnast kõrgemal (joon. 227, b, c), jalad h_2 aga algkoonuse kehas.

Koonilise hammasratta elementide mõõdete arvutamiseks, välja arvatud peaderingi läbimõõt D_{e1} , rakendatakse samasid valemeid, mis silindrilistelgi hammasratatel. Kooniliste hammasratate elemendid tähistatakse samade tähtedega nagu silindrilistelgi; tähise kõrvale märkitakse ratta järjekorranumber (tähised ühe ja sama numbriga kuuluvad ühele ja samale hammasrattale).

Koonilise hammasrattapaari joonestamiseks on tarvis teada moodulit m (viimane võetakse algkoonuse suurema aluse järgi) ja kummagi

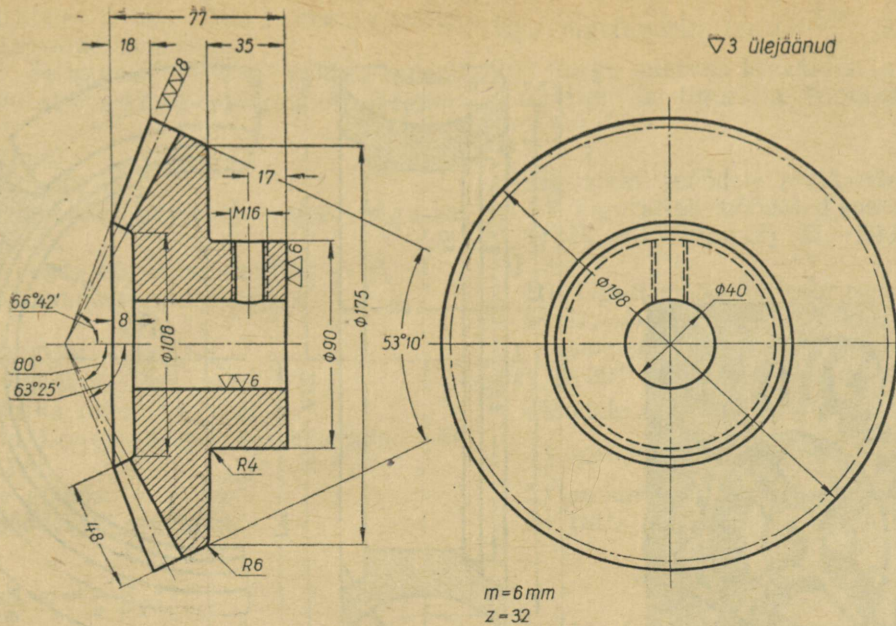
ratta hammaste arvu, s. t. z_1 ja z_2 . Siis algkoonuste aluste läbimõõdud on vastavalt:

$$d_1 = m \cdot z_1; \quad d_2 = m \cdot z_2.$$

Algkoonuse alused joonestatakse välja nii, nagu on näidatud joonisel 227, a. Joonisel sirg lõigud d_1 ja d_2 kujutavad algkoonuste aluste, millede tsentrid asuvad ühel tasapinnal, projektsioone.

Aluste tsentritest tuleb püstitada ristsirged, millede lõikepunkt annab punkti O (joon. 227, a). Punkt O on algkoonuste ühiseks tipuks, sirge AO aga nende ühiseks moodustajaks.

Teljed lõikuvad moodustajaga AO nurkade α_1 ja α_2 all, millede summa võrdub hammasratate võllide vahelise nurgaga. Nimetatud nurgad arvutatakse kuni minutilise täpsusega.



Joon. 228. Koonushammasratta joonis

Hammaste profiilid asuvad täiendava koonuse, mille tipp on O_1 ja moodustajad O_1B ning O_1A_1 , külgpinnal (joon. 227, *d*).

Täiendava koonuse moodustajad O_1A ja BO_1 on harilikult risti algkoonuse moodustajatega, s. t. O_1A on risti OA -ga ja O_1B on risti OB -ga.

Joonisel 227, *d* on näidatud, kuidas joonestatakse välja hamba pea ja hamba jalg, ning kuidas moodustatakse tooriku koonus peaderingjoone läbimõõduga D_{e1} . Tähega «*b*» tähistatakse hamba pikkust.

Teades koonushammasratta moodulit m ja hammaste arvu z , võime peaderingjoone läbimõõdu D_{e1} arvutada valemiga

$$D_{e1} = m(z_1 + 2 \cdot \cos \alpha_1). \quad (1)$$

Selle valemi tuletamine on lihtne. Jooniselt 227, *e* nähtub, et

$$D_{e1} = d_1 + 2 \cdot AE,$$

kus $d_1 = m \cdot z_1$; $AE = h_1 \cdot \cos \alpha_1$, kusjuures h_1 on võetud võrdne m .

Asendades need suurused, saame:

$$D_{e1} = m \cdot z_1 + 2 \cdot m \cdot \cos \alpha_1.$$

Toonud suuruse m sulgude ette, saame valemi (1):

$$D_{e1} = m(z_1 + 2 \cdot \cos \alpha_1).$$

Analoogiliselt leiame valemi jalgaderingjoone läbimõõdu D_{i1} määramiseks

$$D_{i1} = d_1 - 2CD,$$

kus $CD = h_2 \cdot \cos \alpha_1$, kusjuures h_2 on võetud võrdne $1,2m$. Seega

$$D_{i1} = m \cdot z_1 - 2 \cdot 1,2m \cos \alpha_1 = m(z_1 - 2,4 \cos \alpha_1).$$

$$\text{Järelikult } D_{i1} = m(z_1 - 2,4 \cos \alpha_1). \quad (2)$$

Koonushammasrattast visandi valmistamisel mõõdetakse peaderingjoone läbimõõt D_{e1} ja loetakse hammaste arv z_1 ; tooriku koonuse tipunurga võib mõõta nurgamõõtjaga ning siis arvutada nurga α_1 .

Valemist (1) leiame mooduli:

$$m = \frac{D_{e1}}{z_1 + 2 \cos \alpha_1}.$$

Joonis 228 kujutab koonushammasrattast, mille $z = 32$, $m = 6$ mm, $D_e = 198$ mm ja $\alpha_1 = 63^\circ 25'$.

§ 63. TIGUAJAM

Mittelõikuvate võllide puhul kantakse liikumine ühelt võllilt teisele tigu (kruvi) ja tiguratta abil. Sellist seadet nimetatakse tiguajajamiiks (joon. 229). Tiguajamit kasutatakse juhul, kui pöörete arvu on tarvis ulatuslikumalt suurendada või vähendada, kui seda võimaldab hammasratasülekanne. Nii näiteks võib tiguajamiga vähendada või suurendada pöörete arvu 40 ja rohkem korda, mida pole praktiline teha hammasajamiga.

Tiguajami arvutamine ja joonestamine ühtib

paljus silindriliste- ja kooniliste hammasajamite arvutamise ja joonestamisega.

Tiguajami detailidest visandi valmistamisel (selle hambuvast osast) on tarvis mõõta järgmised suurused:

- A) tigurattalt:
 1) välisläbimõõt — D_{vr} ;
 2) peaderingjoone läbimõõt ratta nõgusosas — D_e ;
 3) hamba peade nõgususe raadius — R ;
 4) lageda hammaste arv — z ;
 B) tigult:
 5) välisläbimõõt — D_{vt} ;
 6) siseläbimõõt — D_{e1} ;
 7) määrata käikude arv — k ;
 8) määrata keermes suund (parempoolne või vasakpoolne);
 9) keermes pikkus.
 Saadud mõõdetest arvutame:

- 1) mooduli $m = \frac{D_e}{z+2}$;
 2) hambumise sammu $t = m \cdot \pi$;
 3) algringjoone läbimõõdu $d = m \cdot z$;
 4) hamba- ja tigu keermes kõrguse (freesimisügavuse) $h = 2,2m$;
 5) tigu algringjoone läbimõõdu $d_t = D_{vt} - 2m$;
 6) nurga λ , krüvijoone tõusu, mõõdetud mõõda

tigu algsilindrit; $\tan \lambda = \frac{k m}{d_t}$ järgi leiame tabelist nurga suuruse kraadides ja minutites;

7) tigu ja tiguratta telgedevaheline kaugus $A = \frac{d + d_t}{2}$.

Tiguajami mõõdete arvutamise näide.

- A) Tigurattalt mõõdetud suurused (joon. 230);
 1) $D_{vr} = 310$ mm; 2) $D_e = 290$ mm; 3) $R = 30$;
 4) $z = 27$.
 B) Tigult mõõdetud suurused (joon. 231);
 5) $D_{vt} = 100$ mm; 6) käikude arv $k = 1$;
 7) vasakpoolne keere; nurga profiil ristlõikes — 20° ; 8) keermes pikkus — 125 mm.

Mõõdete arvutamine:

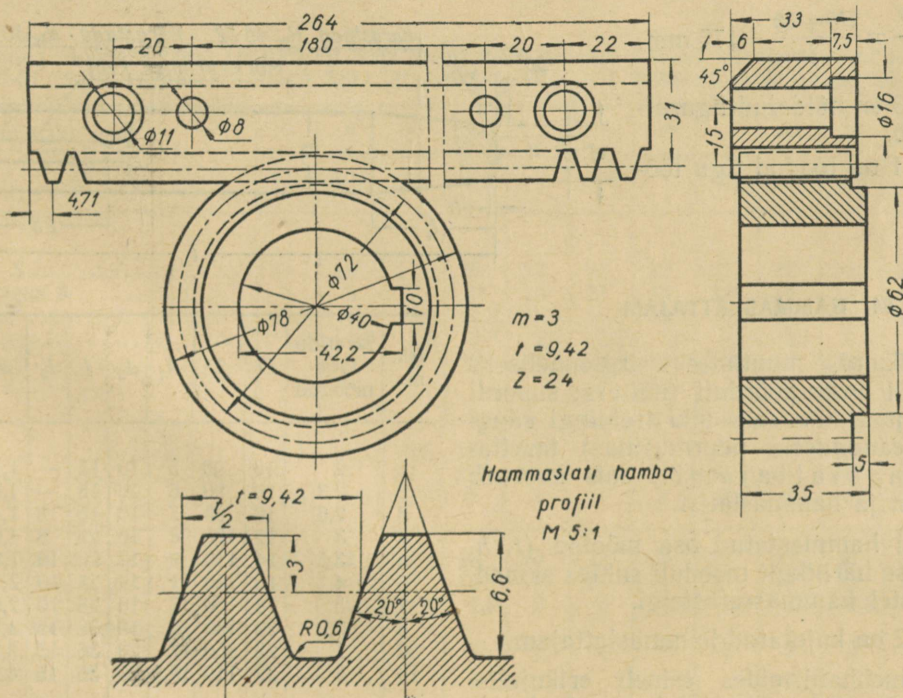
- 1) moodul $m = \frac{D_e}{z+2} = \frac{290}{27+2} = 10$ mm;
 2) samm $t = m \cdot \pi = 10 \cdot 3,14 = 31,4$ mm;
 3) ratta algringjoone läbimõõt

$$d = m \cdot z = 10 \cdot 27 = 270 \text{ mm};$$

- 4) hamba ja tigu keermes kõrgus ehk freesimise sügavus $h = 2,2 \cdot m = 2,2 \cdot 10 = 22$ mm;
 5) tigu algringjoone läbimõõt

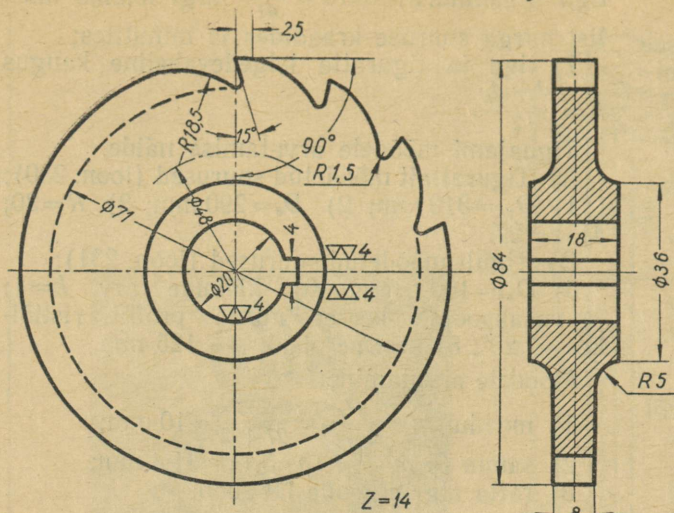
$$d_t = D_{vt} - 2m = 100 - 2 \cdot 10 = 80;$$

- 6) krüvijoone tõusunurk λ



Joon. 232. Hammasratta ja hammaslata joonis

▽3 ülejäänud



Joon. 233. Pörkratta joonis

$$\tan \lambda = \frac{k \cdot m}{d_t} = \frac{1 \cdot 10}{80} = 0,125.$$

Tangensi väärtuse järgi leiame tabelist nurga $\lambda = 7^{\circ}07'30''$;

7) ligu ja tiguratta vaheline kaugus

$$A = \frac{d + d^t}{2} = \frac{270 + 80}{2} = 175 \text{ mm.}$$

Joonisel 230 on näidatud tiguratta hammasvöö.

Joonisel 231 on toodud tigu tööjoonis.

§ 64. HAMMASLATAJAM

Pöörleva liikumise muutmiseks sirgjooneliseks liikumiseks või ümberpöördult (näiteks: supordi käsitsi ümberpaigutamiseks piki treipingi sängi või puuri etteandmiseks puurmasinas) tarvatakse hammaslatajamat, mis koosneb hammasrattast ja hammaslatist.

Hammaslati hammastatud osa mõõted (t , h , h_1 , h_2) võetakse harilikult mooduli suhtes samad, mis silindrilistel hammasrattastelgi.

Joonisel 232 on kujutatud hammaslatajamat.

Masinate mehhanismides esineb erikujulisi hammasrattaid, mida nimetatakse pörkrattasteks (joon. 233).

Pörkseadmed võimaldavad tavaliselt ainult ühesuunalist pöörliikumist. Kuid on olemas ka ümberlülitamisega pörkseadmed, mis võimaldavad mõlema suunalist pöörlemist.

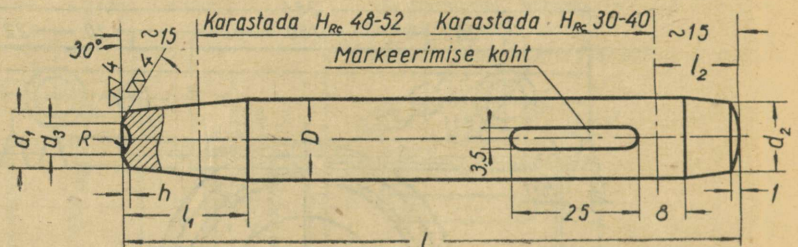
§ 65. TABEL-JOONISED

Standardiseeritud ja normaliseeritud detailide joonised

Masinaehituses esineb sageli tooteid, mis on kujult ühesugused, kuid mõõdetelt erinevad, nagu needid, poldid, mutrid, mutrivõtmed, montaažinstrumendid (spetsiaaltangid, näpistangid, neetimistornid, kruvikeerajad) jne. Sellised tooted valmistatakse nn. tabel-jooniste järgi. Detailid kujutatakse sel juhul vabas mõõtsuhtes, kusjuures muutumatud mõõted (üldised) märgitakse numbritega, mis väljendavad nende arvulisi suurusi, muutuvad mõõted aga tähtedega. Joonise alla mahutatakse tabel igale tähele vastavate mõõt arvudega. Lahtirisse «Jrk. nr.» märgitakse number või standardiga kehtestatud tähis iga nn. «tüüp-möödetes» detaili või toote kohta.

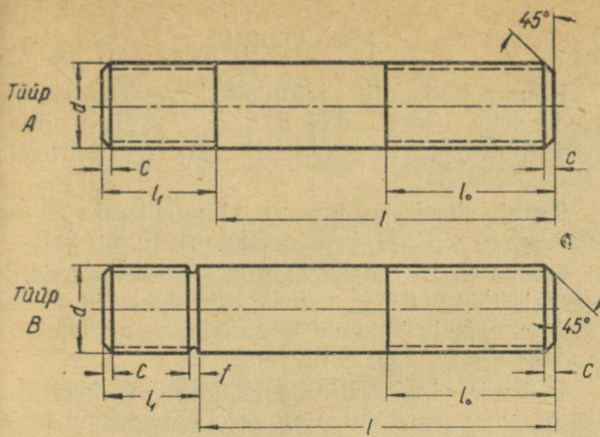
Joonis 234 kujutab neetimistornide tabel-joonis

∞ ülejäänud

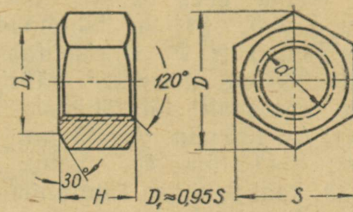


Jrk. nr.	Neetide läbi-möödud	D	L	d ₁	d ₂	l	l ₂	h	R	d ₃	Kaal kg
1	2	10	90	5	10	15	—	1,1	2,1	3,7	0,055
2	2,3	10	90	6	10	15	—	1,3	2,3	4,1	0,055
3	2,6	12	90	7	10	15	8	1,4	2,8	4,8	0,08
4	3	12	100	8	10	20	8	1,6	3,2	5,6	0,09
5	3,5	14	110	9	12	20	10	1,8	3,8	6,7	0,13
6	4	16	120	11	14	24	10	2,1	4,3	7,4	0,18
7	5	18	130	13	16	28	10	2,6	5,4	9,2	0,26
8	6	20	140	15	18	32	15	3,2	6,5	11,2	0,34
9	7	22	150	17	20	36	15	3,7	7,5	12,9	0,44
10	8	22	160	18,5	20	36	15	4,2	8,8	15	0,47

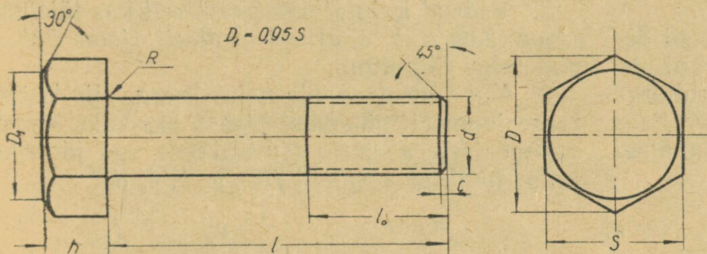
Joon. 234. Neetimistorni joonis. Tabel-joonise näide



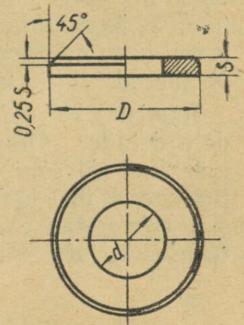
Joon. 235. Tikkpoltide joonis



Joon. 237. Kuuekanalilise mutri joonis



Joon. 236. Poldi joonis



Joon. 238. Seibi joonis

Poldi tüüp I mõõdete tabel OCT/HKTP 3522 järgi; kahe faasiga puhtad kuuekanalilised mutrid OCT 5927-51 järgi; seibid OCT/HKTP 3233 järgi; tikkpoldid OCT 20001-38 järgi (joon. 235–238).

	Keerme läbimõõt d mm tollid	6	8	10	12	14	16	18		20	22	24	27	
		1/4	5/16	3/8	1/2		5/8		3/4		7/8		1	
Poldile ja mutrile	Võtme mõõt S	11	14	17	22	22	27	32	32	32	36	36	41	41
	Poldi pea kõrgus h	5	6	7	9	10	11	13	14	14	16	16	18	18
	D	12,7	16,2	19,6	25,4	25,4	31,2	36,9	36,9	36,9	41,6	41,6	47,3	47,3
	C	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5
	Mutri kõrgus H	5	6	8	10	11	13	14	16	16	18	20	20	22
	$R = 0,25 \div 0,5$													
Seibile	d	6,5	8,5	10,5	13	14,5	16,5	19	20	21	23	25	27	28
	D	14	18	22	28	28	34	40	40	40	46	46	52	52
	s	1,5	1,5	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5
Tikkpoltidele	Tüüp A; $l_1 = 1,33 d$	10	12	15	18	20	22	25	28	28	30	35	35	38
	Tüüp B; $l_1 = d$	—	—	10	12	14	16	18	20	20	22	24	24	27
	C	1	1	1,5	1,8	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5
	f harilikule meeterkeermele ja tolli-keermele	2	2	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6
	$l_0 = 1,5$ kuni $2 d$													

nist. Allpool on näidatud, kuidas tabel-joonist kasutada.

Olgu tabel-joonise (joon. 234) järgi tarvis valmistada neetimistorn 5 mm läbimõõduga neetidele.

Joonise all oleva tabeli lahtrist «Neetide läbimõõdud» leiame arvu 5, mis tähendab needi läbimõõtu 5 mm. Sellele läbimõõdule lahtris «Jrk. nr.» vastab nr. 7. Horisontaalselt sellega on antud mõõdete arvulised väärtused millimeetrites, vastavalt tähttähistele ja nimelt: $D=18$ mm; $L=130$ mm; $d_1=13$ mm; $d_2=16$ mm; $l_1=28$ mm; $l_2=10$ mm; $h=2,6$ mm; $R=5,4$ mm; $d_3=9,2$ mm, kaal 0,26 kg. Tähttähiste neid arvulisi väärtusi kasutataksegi vastava neetimistorni valmistamiseks (antud juhul neetimistorn nr. 7). Tihti nende mõõtude arvuliste väärtustega täidetakse nn. «pimedad» joonised. Pimedateks nimetatakse jooniseid, millel on kujutatud vastav detail koos mõõtjoontega, kuid mõõtjarvude jaoks on jäetud tühjad kohad.

Joonistel 235—238 on toodud standardseid liidete detaile. Mõõtjarvude asemele on joonisele märgitud tähttähisted. Kujutuste alla on mahutatud koondtabel iga detaili tüüpimõõtude arvuliste suuruste andmiseks. Tabelisse on koondatud ühes tehases kasutatavad liitedetailid.

Konstruksioonilt jagunevad vedrud kruvi-vedruks (joon. 239, a, b, c, d, e, f), spiraalvedruks (joon. 239, g) ja lehtvedruks (joon. 239, h).

Kruvivedrud jagunevad silindrilisteks (joon. 239, a, b, c, d, f) ja koonilisteks (joon. 239, e).

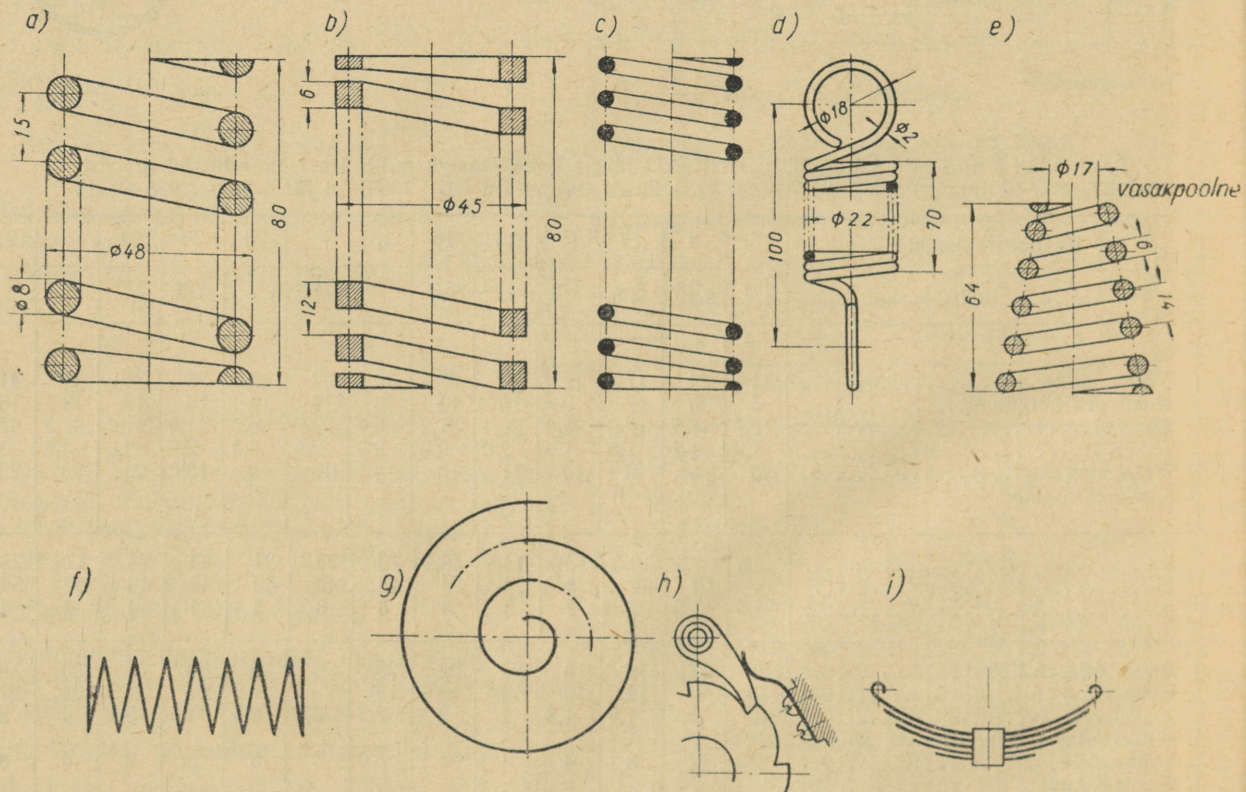
Olenevalt töötamise laadist jagunevad vedrud survele töötavateks — survevedruks (joon. 239, a, b, c, e, f) ja tõmbele töötavateks — tõmbevedruks (joon. 239, d) ja teised.

Vedruke täpne väljajoonestamine on keeruline ja nõuab palju tööd ning aega. Seepärast kujutatakse vedrud joonistel lihtsustatult (leppeliselt) vastavalt GOST 3461-52. Leppeline kujutamine seisab järgmises:

1. Kruvivedruke keerud kujutatakse ringjoonena, nagu on näidatud joonisel 239, a, b, c, d, e, f.

2. Vedrud kujutatakse peamiselt kas täielikult (joon. 239, a, b, c, e) või osaliselt (joon. 239, d) piki telge lõigatuna.

3. Kui vedrul on üle nelja keeru, siis kujutatakse joonisel mõlemast otsast üks-kaks keeru, vahepealsete asemele tõmmatakse aga jämedam kriips-punktjoon (joon. 239, a, b, c, d).



Joon. 239. Vedruke leppeline kujutamine

4. Kui keeru ristlõige on võrdne või väiksem kui 2 mm, siis võib ristlõike teha mustaks, nagu on näidatud joonisel 239, c.

5. Keeru väiksema kui 1 mm jämeduse puhul kujutatakse vedru joonisel skemaatiliselt (joon. 239, f).

6. Spiraalvedrudel joonestatakse välja keeru algus ja lõpp, näidates nende jätkumist kriips-punktjoonega (joon. 239, g).

7. Vasakpoolse keeruga vedru tähistatakse pealkirjaga «vasakpoolne» (joon. 239, e).

8. Millal tehakse vedru ristlõige mustaks?

9. Millisel juhul kujutatakse vedru skemaatiliselt?

10. Millist lihtsustamist kasutatakse suure keerdude arvuga vedru kujutamiseks?

Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Lahendada ülesanne:

Joonisel 235—238 näidatud eeskujude ja tabelist võetud mõõdete järgi joonestada tikkpolt, mutter ja seib.

Mõõdete tähttähsed	Hammasratas															
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
D_e	66	55	84	190	42,5	217	220	162,5	?	?	?	?	?	?	?	?
d	60	?	80	?	40	?	210	?	?	120	?	45	?	90	?	140
m	?	?	?	?	?	?	?	?	3	4	2,5	1,5	2	2,25	6	5
z	?	20	?	36	?	60	?	48	40	?	24	?	15	?	24	?

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Missugused mõõtardud tuleb tingimata kanda kuuekandilise peaga poldi, kuuekandilise mutri, seibi ja tikkpoldi joonisele?

2. Mida nimetatakse hammasajami sammuks?

3. Mida nimetatakse mooduliks?

4. Kuidas määrata olemasoleva hammasratta moodulit?

5. Nimetage ringjooned, millede abil kujutatakse hammasratta hammasstatud osa? Missuguste joontega need joonestatakse?

6. Kas on võimalik kasutada vahetatavaid koonilisi hammasrattaid, nagu treipingil silindrilisi?

7. Missugusel hammasrattal, kas silindrilisel või koonilisel, on peaderingjoone läbimõõt suurem, kui neil on ühesugune moodul ja hammaste arv?

Töö 2. Lahendada ülesanne:

Arvutada silindriliste hammasrattaste puuduvad mõõted, mis on ülaltoodud tabelis märgitud küsimärkidega.

Töö 3. Lahendada ülesanne:

Koostada olemasolevast silindrilisest hammasrattast visand.

Töö 4. Lahendada ülesanne:

Joonestada joonisel 233 toodud näite järgi pökratas hammaste arvuga 18, 16, 22, 20.

Töö 5. Lahendada ülesanne:

Joonestada kooniline hammasratas hammaste arvuga $z_1=36$, mis töötab paaris joonisel 228 näidatuga.

IX peatükk

KOOSTAMISJONISED

§ 67. KOOSTAMISJONISTE MÕISTE

Paljud tooted alajaotuvad mitmeks kokkupandavaks osaks, mis on komplekteeritud üksikutest detailidest. Niisugused tooteosad kujutavad detailide lahtivõetavaid ja lahtivõtmatuid ühendusi (montaažüksusi), mida nimetame sõlmedeks. Suurematesse (komplektsetesse) toodetesse võivad kuuluda suuremad osad kui sõlmed, mida nimetatakse gruppideks. Grupid ühendavad eneses harilikult mitut sõlme ja detaili, olles seega toote üheks põhiosaks.

Jooniseid, mis kujutavad kokkumonteeritud toodet, gruppi või sõlme, ühes tarvilike andmetega nende komplekteerimiseks, monteerimiseks, töötlemiseks ja kontrollimiseks, nimetatakse koostamisjooniseiks. Tööstuses kasutatakse neid jooniseid üksikute detailide ühendamisel sõlmedeks kui ka suuremate üksuste kokkumonteerimisel tooteks.

Koostamisjooniselt selgub töölistele:

a) kuidas on ehitatud toode, kuidas antud toode töötab, kuidas töötavad tema üksikud sõlmed, grupid või detailid;

b) missuguseid ja kui palju detaile on tarvis joonisel kujutatud sõlme, gruppi või tootesse;

c) kuidas on detailid omavahel ühendatud (näiteks keerme või mõne teise ühenduselemendiga, keevitamisega, jootmisega, pressimisega, valtsimisega, otsapanemisega, neetimisega jne.);

d) missugust töötlemist või viimistlemist on tarvis teostada, kuidas tuleb antud sõlme või gruppi monteerimisel ja pärast monteerimist töödelda või viimistleda (näiteks detailide töötlemine koos; puurimine, treimine jne., painutamine koos, kaabitsemine, plankimine, ligisobitamine, ligilihvimine ja viimistlustööd nagu ülevärvimine või katmine teiste korrosioonivastaste ja dekoratiivsete katetega jne.);

e) millistest mõõdetest tuleb kokkumonteerimisel kinni pidada;

f) missugustele tehnilistele tingimustele vastab monteeritav sõlm või grupp (kui tehnilised tingimused on koostamisjoonisele märgitud).

Eespool antud reeglid detaili tööjoonise valmistamiseks ja lugemiseks kehtivad suuremalt osalt ka koostamisjooniste puhul, kuid lisaks sellele on veel reegleid, mida rakendatakse ainult koostamisjooniste juures. Nende reeglitega tutvume alljärgnevate jooniste läbiarutamisel.

§ 68. LIHTSAIM KOOSTAMISJONIS. KOOSTAMISJONISE SPETSIFIKATSIOON

Joonisel 240, b on toodud lihtne koostamisjoonis, mis kujutab kokkumonteeritud treipingi-osa — plaanseibi koos kaasavedajaga.

Koostamisjoonis sisaldab kolme detaili: plaanseibi (spetsifikatsioonis järjekorra nr. 1), sõrme (järjekorra nr. 2) ja mutrit (järjekorra nr. 3) sõrme kinnitamiseks plaanseibiga.

Et antud joonisest paremini aru saada on joonisel 240, a vasakul kujutatud monteerimisele kuuluvad detailid, paremal aga detailide esimene ühendamisoperatsioon.

Jooniselt nähtub, et kokkumonteerimisel asetatakse keermetatud otsaga sõrm plaanseibi väiksemasse avasse, misjärel keermetatud sõrme väljaulatuvale otsale keeratakse mutter.

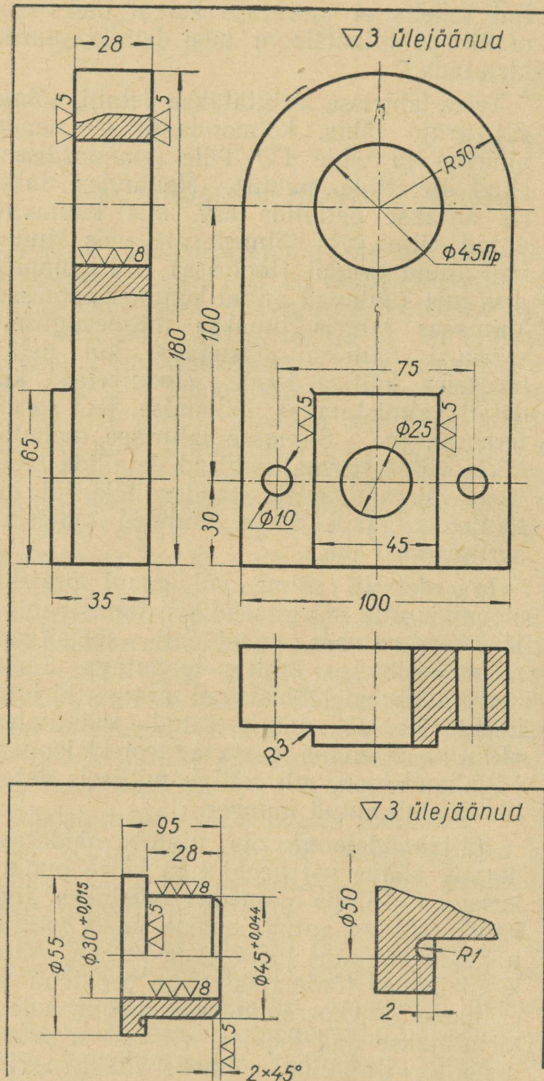
Edasi vaatleme koostamisjoonise alumist osa. Siin on kirjanurga kohal toodud andmed kõigist detailidest, mis kuuluvad joonisel kujutatud sõlme. Seda osa komplektjoonisest nimetatakse spetsifikatsiooniks.

Spetsifikatsioonis antakse loetelu kõigist detailidest või monteeritavatest üksustest, milledest koosneb antud sõlm, grupp või toode, kuid samuti tarvilikud andmed nende kokkumonteerimiseks.

Põhitoodangu jooniste spetsifikatsioon koostatakse riikliku üleliidulise standardiga

kujutatud kohtlõikes kahest detailist — kerest ja puksist — koosnev puurimiskonduktor.

Koostamisjoonise arusaadavamaks tegemiseks on selle kõrval (joon. 241, a) toodud ka konduktori detailide joonised. Puks (järjekorranumber 2) on äärisega õõnsa silindri kujuline. Puksi otsale on lõigatud kooniline faas, äärisesse aga ringikujuline soon.



a

duktori kere osa, millesse on pressitud puks, on näidatud kohtlõikes.

Koostamisjooniste valmistamiseks peame mees alljärgnevaid reegleid.

1. Üksteisega vahetult kokku puutuvate naaberdetailide kujutamisel eraldatakse need ainult ühe joonega (kokkupuutekohas teise detaili kontuuri ei kujutata, vaata puksi kokkupuutekohta kerega joonisel 241, b).

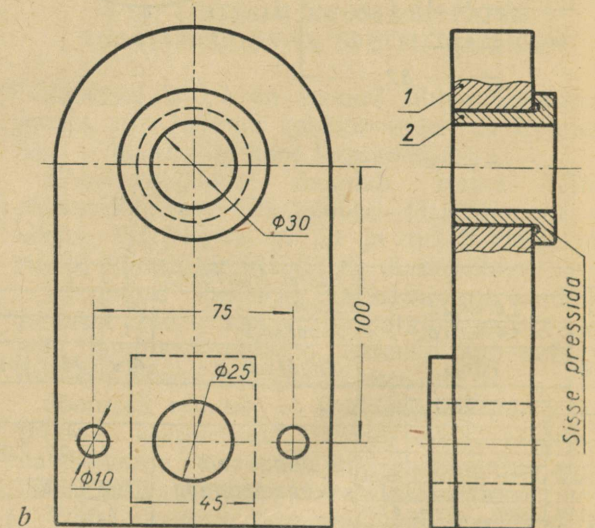
2. Selleks, et hõlpsamini eraldada mingit detaili naaberdetailist, viirutatakse nende lõikepinnad erisuunaliselt. Kui ühel detailil on viirutuse suund kaldega vasakule, siis teisel on see kaldega paremale.

§ 70. KEERMETATUD LIIDETE KUJUTAMINE KOOSTAMISJONISTEL LÕIKES

Peatükis VII kirjeldati keeme lihtsustatud (leppelist) kujutamist. Järgnevalt tutvume keeme või keermetatud osade abil ühendatud detailide kujutamise reeglitega.

Joonisel 242 on kujutatud näide sellisest liitest. Siin on muhv ja toru ühendatud keeme abil (toru keeratakse muhvisse).

Oiuline on lähele panna, kuidas kujutatakse joonisel keermetatud ühendusi pikilõikes. Pide-



b

Joon. 241. Puurimiskonduktori detailide joonised ja koostamisjoonis

Konduktori kere (järjekorranumber 1) kujutab endast prismaatilise väljaastmega ümara otsaga plaati. Kerel on neli auku: kolm — alusele kinnitamiseks ja üks (suur) — puksi jaoks.

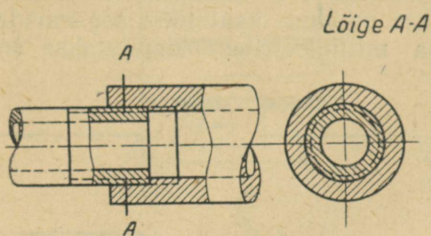
Koostamisjooniselt selgub, et puks pressitakse konduktori keres olevasse suurde auku. Kon-

vad jooned, mis vastavad varda välisläbimõõdule (meie näites sissekeeratavale torule), lähevad üle teise detaili (muhvi) ava keeme välisläbimõõdu kriipsjoonteks. Kriipsjooned, mis tähistavad sissekeeratava detaili (toru) keeme siseläbimõõtu, lähevad üle pidevateks joonteks,

vastavalt keeme siseläbimõõdule teise detaili avas (muhvis).

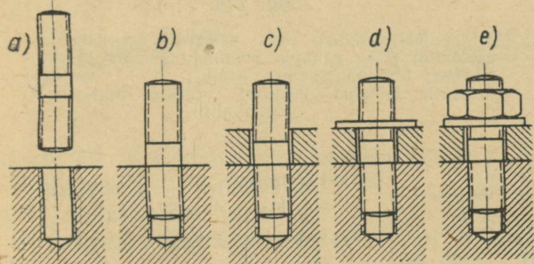
Kahe detaili ühendamine tikkpoldi abil on näidatud joonisel 243. Vasakul on näidatud keer-

umbne detail. Kirjeldatud juhul, kui lõikepind on suunatud piki peatelge või piki ribi, tuleb ГOCT 3453—52 kohaselt umbsed detailid (ilma õõnsusteta) näidata joonisel lõikamata. Nii-



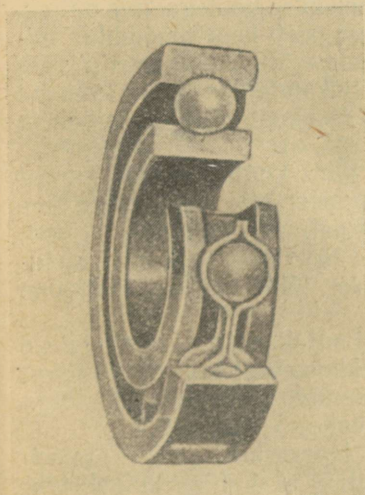
Joon. 242. Keeme abil ühendatavate torude kujutamine joonisel

metatud auk (pesa) tikkpoldi jaoks ja tikkpolt. Joonisel 243, b on näidatud tikkpolt, kruvituna pesasse. Nimetatud joonis on valmistatud sama

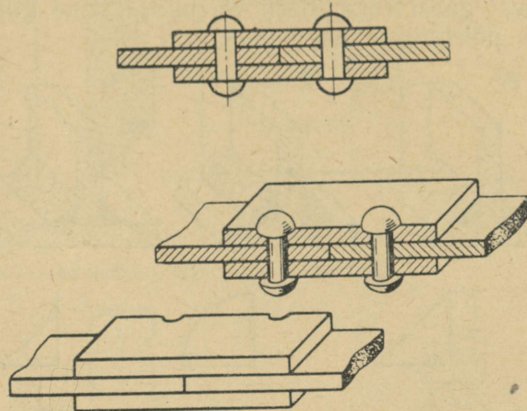
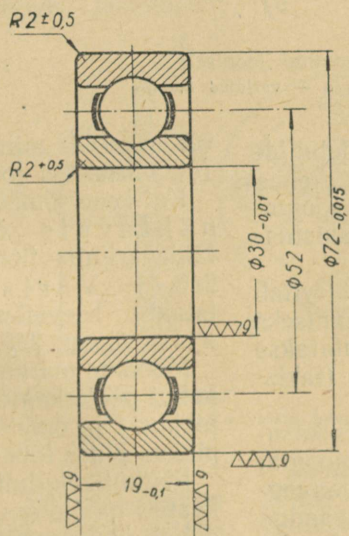


Joon. 243. Kahe detaili ühendamine tikkpoldi abil

reegli järgi, mis muhviga ühendatud toru jooniski. Tikkpolt joonestatakse vaates, sest see on



Joon. 244. Kuullaagri kujutis: foto ja joonis. Joonisel kuule lõikes ei kujutata



Joon. 245. Detailide ühendamine neetide abil. Joonisel neete lõikes ei kujutata

suguste detailide hulka kuuluvad: needid, kruvid, poldid, tikkpoldid, tihvtid, liistud, kiilud, kuulid, rullid, umbsed spindlid, võllid, sõrmed, käepidemed, hambad, ketid jne. Nii näiteks on joonisel 244 jäetud lõikamata kuullaagri kuulid, joonisel 245 aga needid.

Et keermepuuriga pole võimalik põhjaga auku (puuritud pesasse) lõigata keeret täie sügavuseni (vt. joon. 199 ja 200, ptk. VII), siis ei ole ka tikkpolti võimalik põhjani keerata. Seepärast on tikkpoltliidete juures joonisel põhjaga auku alumine osa kujutatud tikkpoldita, nagu on näidatud joonisel 243, b.

Tikkpoldi poolt täitmata jäävaks auku sügavuseks võetakse joonistel harilikult $0,5 d$. Joonisel 243, c on näidatud tikkpoldiga kinnitatud detail. Detail on asetatud tikkpoldile lõtkuga, mida näitab tikkpoldi ja auku kontuurjoonte vaheline pilu.

Järgmiselt jooniselt (joon. 243, d) näeme, et tikkpoldile asetatakse lisaks veel seib.

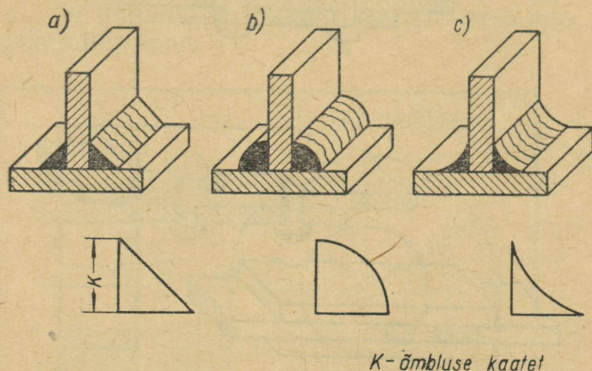
Viimane joonis (joon. 243, e) näitab kahe detaili lõplikku ühendust tikkpoldiga.

§ 71. KEEVITATUD SÖLME KOOSTAMISJONIS

Mittelahutatavate liidete puhul ühendatakse detailid keevitamise, jootmise, neetimise või mõnel muul teel.

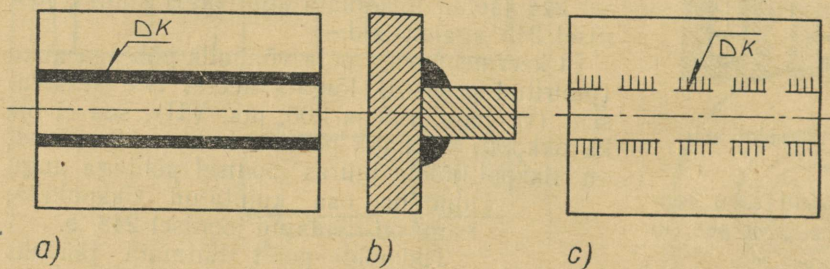
On olemas mitu keevitamisviisi.

Gaaskeevitamine — keevitamine sulatamisega; kontsentreeritud kuumendamiseks kasutatakse põlevat gaasi (atsetüleen või mingi teine gaas, mida põletatakse hapnikuga).



Joon. 246. Keevisõmbuste märkimine joonistel:
a — normaalne õmbus; b — tugevdatud õmbus; c — nõgus õmbus

Kaarleekkeevitus — keevitamine sulatamisega; kontsentreeritud kuumendamiseks kasutatakse elektrikaare soojusenergiat.



Joon. 247. Keevisõmbuse kujutamise joonisel;
a — nähtav õmbus; b — õmbus lõikes; c — varjatud õmbus

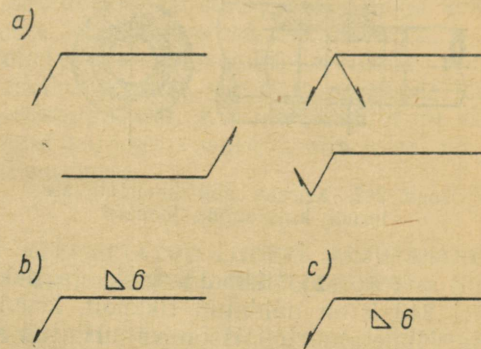
Punktkeevitamine — plastiline keevitus; detailide kokkusurumiseks rakendatakse keevituskohas välisjõudu. Kuumutamiseks kasutatakse soojusenergiaks muutunud elektrienergiat (takistuskeevitus).

Joonkeevitus — plastiline keevitus; tarvitab samuti välisjõudu detailide kokkusurumiseks keevituskohas; kuumutamiseks kasutatakse soojusenergiaks muutunud elektrienergiat (takistuskeevitus).

Erikursustel¹ käsitletakse keevitamiseks kasutatavaid aparatuure ja keevitustehnoloogiat põhjalikumalt. Käesolevas peatükis antakse reeglid esimese kahe keevitamisviisiga saadud ühenduste kujutamiseks ja tähistamiseks joonisel.

¹ D. L. Glizmanenko, Metallide keevitamine ja lõikamine, Tallinn, 1951.

tel. Keevituskohad märgitakse joonisel leppeliselt. Keevisliite lõikesse jäävad õmbused tehakse joonisel tušiga mustaks (joon. 246, a, b, c ja 247, b). Tähega «K» tähistatakse mõõde, mida nimetatakse õmbuse kaatetiks; see mõõde, väljendatuna millimeetrites, kirjutatakse õmbuse



Joon. 248.

a — väljakanded, mis näitavad keevisõmbuse asukohta; b — nähtava õmbuse tähistus (pealkiri tehakse horisontaaljoone peale); c — varjatud õmbuse tähistus (pealkiri tehakse horisontaaljoone alla)

tähisesse. Keevisõmbuste asukohad näidatakse järgmiselt: nähtav õmbus — jämedatud joonega (joon. 247, a), varjatud õmbus — kriipsjoonega (joon. 247, c).

Tähised märgitakse nn. «riiulitele», mis asetsevad paralleelselt joonise kirjanurgaga. Väljakandejoon lõpeb ühepoolse noolega, mis näitab, kust peab keevitusõmbus minema. Tarviduse korral võib väljakandejoon olla murtud

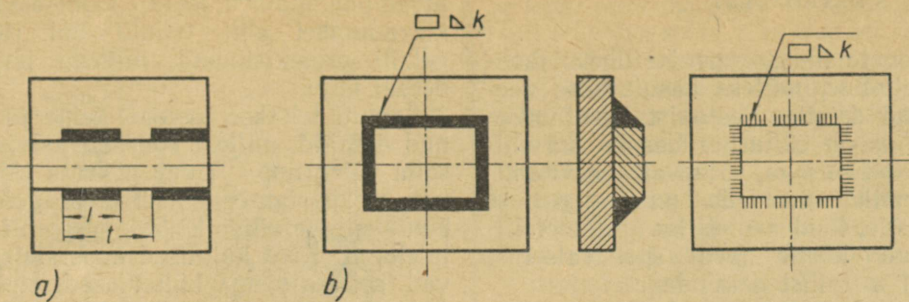
või koosneda mitmest üksikust väljakandejoonest (vt. variandid joon. 248, a).

Kui keevisõmbuse tähis kuulub antud joonisel nähtavale õmbusele, siis märgitakse see tähis «riiuli» horisontaaljoone peale (joon. 248, b). Varjatud õmbuse korral kirjutatakse keevisõmbuse tähis horisontaaljoone alla (joon. 248, c).

Mõõdete märkimisel antakse a h e l õ m b l u s e puhul peale kaateti pikkuse veel keevitatud lõigu pikkus l ja õmbuse samm t (keevitatud lõigu pikkus pluss lõikude vahe) (joon. 249, a).

Ristkülikukujuline leppemärk, mis asetseb kaateti mõõde ees, näitab, et õmbus kulgeb piki detaili ümbermõõtu (joon. 249, b), s. t. keevitada tuleb ühendatavate detailide kogu kokkupuutepinna ulatuses.

Tähis võib sisaldada tähti, mis näitavad

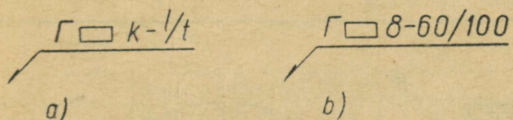


Joon. 249.

a — ahelõmbuse kujutamine; b — ümberringi külgeva keevisõmbuse kujutamine ja tähistamine

keevitamiskiisi: täht γ — keevitamine süsielektroodiga, täht A — automaatkeevitamine, täht Γ — gaaskeevitamine.

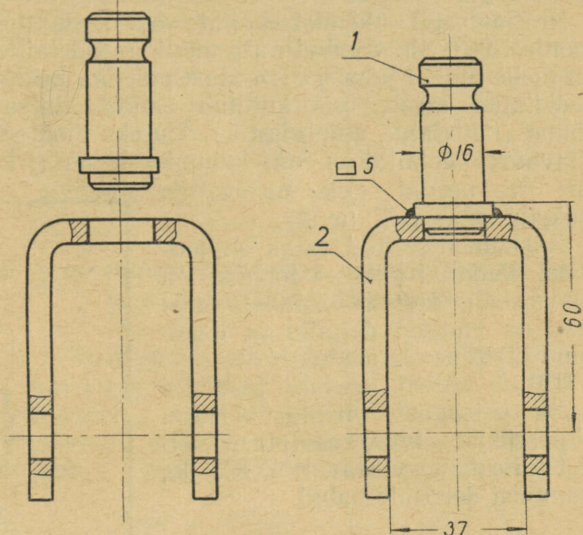
Märgid ja mõõted kirjutatakse tähisesse järgmises järjekorras: 1) keevituskiisi märk;



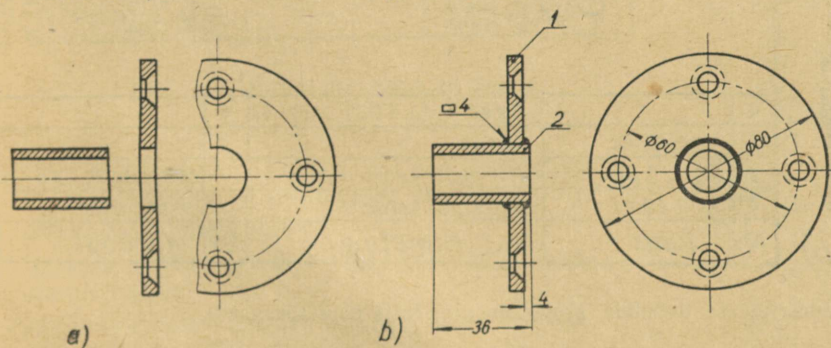
Joon. 250. Keevisõmbuste leppeliste tähiste pealekandmise järjekord

2) ümberringi keevitamise märk (kui seda kasutatakse); 3) õmbuse kaatet; 4) keevitatud lõigu pikkus ja ahelõmbuse samm (kui õmbus on katkeline).

Joonisel 250, a on näidatud keevisõmbuse tähistamise skeem. Sellel tuleb tähed k, l, t asendada vastavate arvuliste suurustega. Nii näiteks joonisel 250, b tuleb tähist lugeda järgmiselt:



Joon. 252. Kahe detaili ühendamise keevitamisega



Joon. 251. Keevitatud sõlme joonis:

a — keevitatavate detailide joonis; b — sõlme koostamisjoonis

gaaskeevitamine ümberringi, õmbuse kaatet 8 mm, ahelõmbus, keevitatud lõigu pikkus 60 mm, õmbuse samm 100 mm.

Joonisel 251, b on näidatud lihtsa sõlme koostamisjoonis, kus puks on ühendatud kettaga keevitamise teel.

Eestvaatel on keevisõmbused ristlõikes ja need näidatakse mustade kolmnurkadena, vaatel vasakult tähistab neid aga jämedam joon. Joonisest nähtub, et puks on ketta külge keevitatud kahest küljest, sellest küljest, kus puks kettast 4 mm võrra välja ulatub ja vastasküljest.

Tähis näitab, et puks on kettaga kokku keevitatud pideva õmbusega ümberringi, kusjuures õmbuse kaatet on 4 mm.

Joonisel 252 on näitena kujutatud keevitatud sõlme joonis. Siin on pideva ülemine detail keevitatud kokku kahvliga. Tuleb tähele panna, et detailide ühenduskoht on näidatud kohtlõikes, kuid pide, mis samuti jääb lõikepinda, pole joonisel lõigatud, kuna see on umbne detail.

§ 72. KOOSTAMISJONIS NEETIDEGA ÜHENDATUD DETAILIDEST

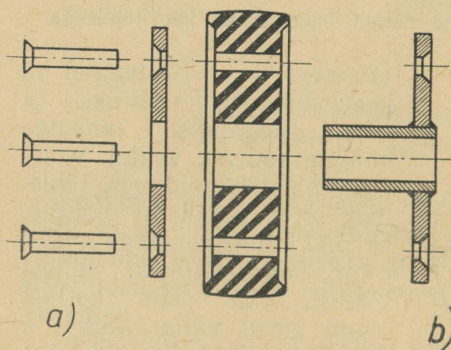
Mittelahutatavate liidete saamise üheks mooduseks on neetimine, milleks kasutatakse neetideks nimetatud detaile. Neetimist kasutatakse mitmesugustes masinaehitusharudes kui ka ehitustehnikas. Neetimisega, erinevalt keevitamisest, on võimalik ühendada mitmesugustest metallidest detaile, kuid samuti ka mittemetallidest valmistatud detaile (eriti spetsiaalsetest plastmassidest) metallist detailidega.

Neetimise viise, neetide standardtüüpe, tööriistu ja automaatmasinaid õpitakse tundma tehnoloogia erikursusel.

Neetide abil ühendatud liide on kujutatud joonisel 253. Siin toodud ratta mõningad detailid on meile tuntud juba § 71: see on puksiga kokku keevitatud ketas, mis kujutab endast lihtsat sõlme (tähistatud numbriga 1). Uuteks monteeritavateks detailideks on: kummist ketas (jrk. nr. 3), needid (jrk. nr. 4) ja puksita ketas (jrk. nr. 2).

Kokkumonteeritud ratas on joonisel näidatud lõikes. Joonisel on aga needid jäetud lõikamata, sest nad on umbsed detailid ja lõikepind läbib nende peate'gi.

Tähele tuleb panna kummist ketta erisugust viirutust. Nagu V peatükist selgus, kasutatakse sellist viirutust, vastavalt ГОСТ-ile, kummist detailide puhul.

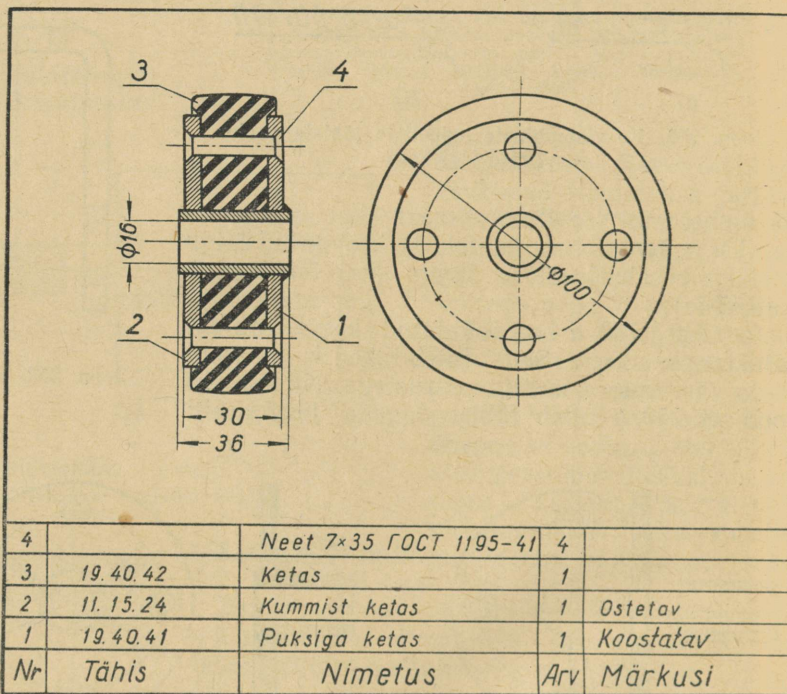


mese detaili nimetuse ja teised selle juurde kuuluvad põhiandmed, leiame joonisele kantud järjekorranumbri abil (riiulil või ringis) antud detaili projektsioonid, millede järgi määrame detaili kuju.

Samuti leitakse joonisel teine ja kõik ülejäänud detailid, millest koosneb joonisel kujutatud sõlm või grupp. Tuleb pöörata tähelepanu sellele, et koostamisjoonisel ei peegeldu komplekti kuuluvate detailide kõikide elementide kuju alati täielikult. Kuid kujutised koostamisjoonisel peavad selleks olema küllaldased, et koostamiseks antakse just need detailid, mis on vajalikud.

Spetsiifikatsioonis näidatud detailide nimetused aitavad väga sageli kiiresti selgusele jõuda detaili otstarbes ja kujus. Näiteks: polt, mutter, seib, puks, võll, kruvi, äärik, käepide, rõngas, käsiratas jne. Saanud detailist ettekujutuse (selle nimetuse järgi), võime kiiresti leida jooniselt selle kõik projektsioonid.

Arutanud läbi spetsifikatsiooni ja projekt-



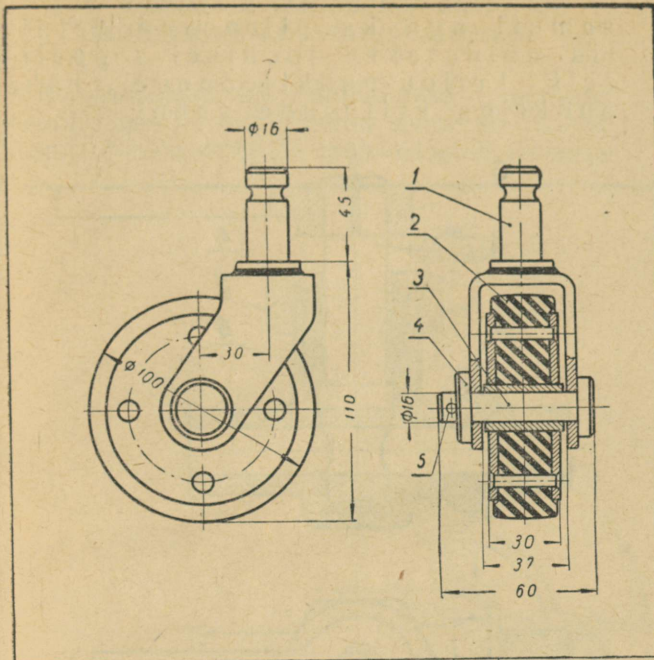
Joon. 253. Kokkumonteeritavate detailide projektsioonid; ratta koostamisjoonis

§ 73. KUIDAS LUGEDA KOOSTAMISJONISEID

Koostamisjoonise lugemist alustatakse kirjurgast, millest selgub toote, grupi või sõlme nimetus, mida joonis kujutab.

Edasi tutvume üheaegselt spetsifikatsiooni kui ka detailide üksikute vaadetega, tehes seda järgmises korras. Lugedes spetsifikatsioonist esi-

soonid, tuleb joonise järgi kindlaks määrata detailide asend üksteise suhtes, nende ühendamise viis ning milliseid mõõte on tarvis silmas pidada. Selleks, et sõlme, gruppi või toodet õigesti kokku monteerida, tuleb selgitada endale iga detaili ülesanne ja kujutleda, kuidas paigutuvad töötamise ajal ümber liikuvad osad. Tööjoonise ja tehnoloogilise kaardi abil selgub, kui-



5		Splint 27x253 ГОСТ 391-41	1	
4		Selb 16 OCT HKП 3233	1	
3	18.55.00	Telg	1	
2	18.51.20	Ratas	1	Koostatud
1	19.40.40	Kahvel	1	Koostatud
Nr.	Tähis	Nimetus	Arv	Märkusi
		18 34 72		
		Pöörd-ratas		
		Täht	Kaal	Mõõt
				B
				1:2
		Leht 1 Lenti allase 4		
		Kalinini nim. tehnikosaak		
Arv	Dokum. №	Allkiri	Kuup	
Konstr.	Int	Int	5V50	
Gr. juht	Kuusik	Belova	5V50	
Tehmol.	Belova	Belova	6V50	
Normija	Orav	Orav	6V50	
P.konstr.	Bõkov	Bõkov	10V50	
Amet	Nimi	Allkiri	Kuup	

Joon. 254. Pöörd-ratta koostamisjoonis

das ja missuguses järjekorras peab detailid kokku monteerima ja missugune töötlemine on vajalik kokkumonteerimisel.

Vaatleme joonisel 254 näitena kujutatud koostamisjoonist.

Kõigepealt teeme enesele selgeks, mida on joonisel kujutatud. Kirjanurgast loeme: «Pöörd-ratas».

Spetsifikatsiooni esimesest reast selgub, et numbriga «üks» on joonisel märgitud sõlm, mille tähis on 19. 40. 40 (et tegemist on sõlmega, selgub märkuste lahtrisse kantud viitest «koostatud»). Sõlmi, nimetusega «Kahvel» on komplektis ainult üks. Leiame joonisel riiulil asuva järjekorranumbri abil «Kahveli» projektsioonid.

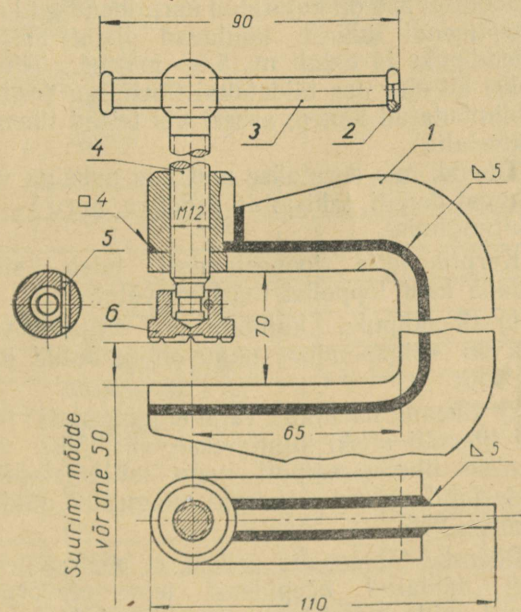
Samas järjekorras tutvume kõikide spetsifikatsioonis märgitud detailidega.

Püüame mõista, kuidas on detailid ühendatud. Keevisliite leppetähis näitab meile, et pide ühendatakse kahvliga keevitamise teel, mille tulemusena moodustub sõlm. Samal viisil ühendatakse ketas muhviga, mille tulemusena saadakse teine keevitatud sõlm. Joonisel toodud lõikest näeme, et kummist pöid on asetatud puksile, mis on kokku keevitatud kettaga. Puksi vabale otsale on asetatud teine ketas. Pöia ja ketaste aukudesse (mõlemas neli auku) pannakse needid, millede otsad needitakse. Niisugune ratas kujutab endast keerulist sõlme, mis koosneb lihtsatest sõlmedest ja detailidest.

Kirjeldatud viisil kokkumonteeritud ratas on mahutatud kahvliharude vahele ja ühendatud sellega telje (jrk. nr. 3) abil. Telje vabale otsale on asetatud seib (jrk. nr. 4), misjärel telg on kinnitatud spindliga (jrk. nr. 5).

§ 74. PROJEKTSIOONIDE KATKESTAMINE JA MURDMINE KOOSTAMISJOONISEL

Koostamisjoonise formaadi vähendamiseks rakendatakse mõnikord meile tuntud reegleid, mis lubavad üksikuid projektsioone vähendada katkestuse või murde abil. Joonis 255 kujutab niisugust näidet.



Joon. 255. Kruviriisa koostamisjoonis, kasutatud katkestust ja murret

Kruviriisa eestvaatel on korpus kujutatud mur-
tuna, alumine osa korpusest aga katkesta-
tuna.

Samal joonisel tutvume veel ühe koostamis-
joonise valmistamise reeglga. Pealtvaates kruvi
käepidet pole kujutatud, kruvi ise on aga näi-
datud lõikes.

Niisugust võtet kasutatakse juhul, kui mingi-
sugust detaili, mille kuju ja asend on koostamis-
joonise ühe või kahe vaate abil kergelt määra-
tavad, ei näidata teistel vaadetel, et hoiduda
varjamast selle taga asuvaid detaile.

Tähelepanu tuleb pöörata pealtvaatele, kus
lõikesse sattunud kruvi on kujutatud viirutatult,
vaatamata sellele et kruvi on umbne. See aga
ei satu vastuollu reeglga, mis keelab viiruta-
mast umbseid lõikesse sattunud detaile, kuna
antud juhul lõikepind on suunatud mitte piki
kruvi telge, vaid risti sellega. Umbsete detailide
ristlõiked viirutatakse.

§ 75. KARPTIHENDI KUJUTAMISE ISEÄRASUSI KOOSTAMISJONISTEL

Seadmete ja torujuhtmete armatuurides, siib-
rites, ventiilides, kraanides, samuti ka pumpa-
des, aurumasiina silindrites ja teistes mehhanis-
mides, kus vedelik, aur või õhk võib läbi liikuva
detaili ja korpuse vaheliste pilude välja imbuda,
kasutatakse erilisi seadiseid, mida nimetatakse
karptihenditeks.

Joonisel 256 on kujutatud karptihendiga kraan.
Karptihendi juurde kuuluvad detail nr. 4 —
tihendipuks ja detail nr. 5 — mutter. Tihendi-
puksi all olev osa täidetakse tihendiga (rasvaga
läbiimbutatud kanep, asbest või teised tihendus-
materjalid).

Tihend, mis surutakse mutri ja puksiga vastu
liikuvat detaili, takistabki vedeliku, auru või õhu
läbitungimist.

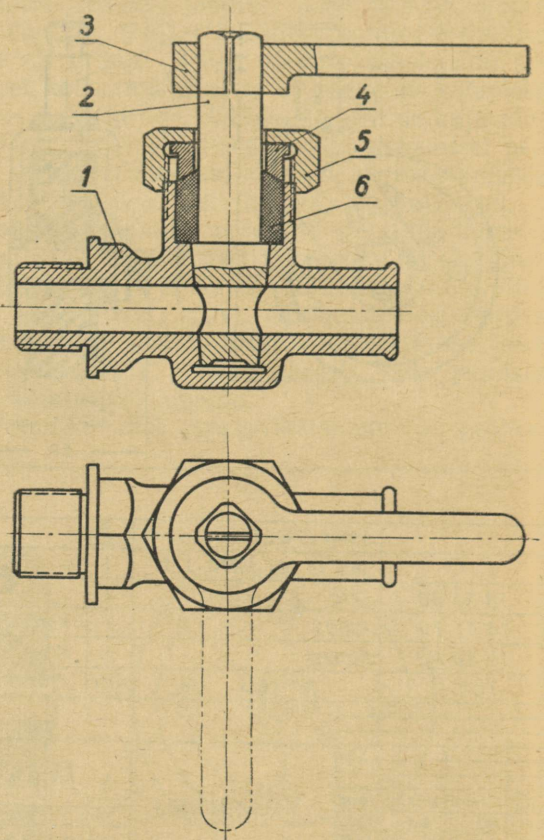
Karptihendite joonestamisel tuleb silmas
pidada kaht leppelist märkimisvõtet.

1) tihendipuks kujutatakse väljanihutatult
ehk nn. «algasendis», nagu on näidatud jooni-
sel 256;

2) tihendit harilikult välja ei joonestata; juhul,
kui tihendit siiski kujutatakse, siis lõikes viiru-
tatakse tihend samuti nagu mittemetallilised
materjalid (ristviirutusega), nagu on näidatud
joonisel 256.

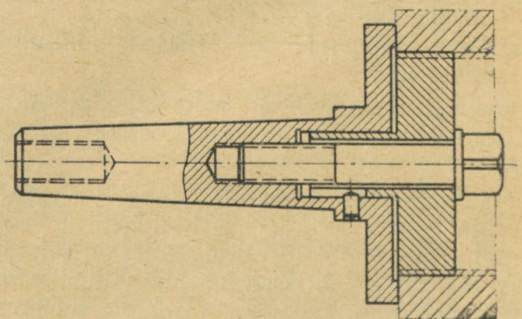
Pöörake tähelepanu sellele, et pealtvaates on
veel näidatud käepideme teine (pööratud)
asend, mille puhul kraan on suletud. Nagu näht-
ub jooniselt, on käepide pööratud asendis joo-
nestatud erilise joonega. Detailide äär-
mised ehk pööratud asendid,

samuti aga ka piirnevad detai-
lid näidatakse joonisel leppeli-
selt kriips-punktjoonega kahe
punktiga kriipsude vahel.



Joon. 256. Karptihendiga toote kujutamine
koostamisjoonisel

Et äravõetud käepideme puhul oleks võima-
lik määrata, kas kraan on lahti või kinni, tõm-
matakse korgi otspinnale joon, mille suund ühtib
ava pikiteljega.



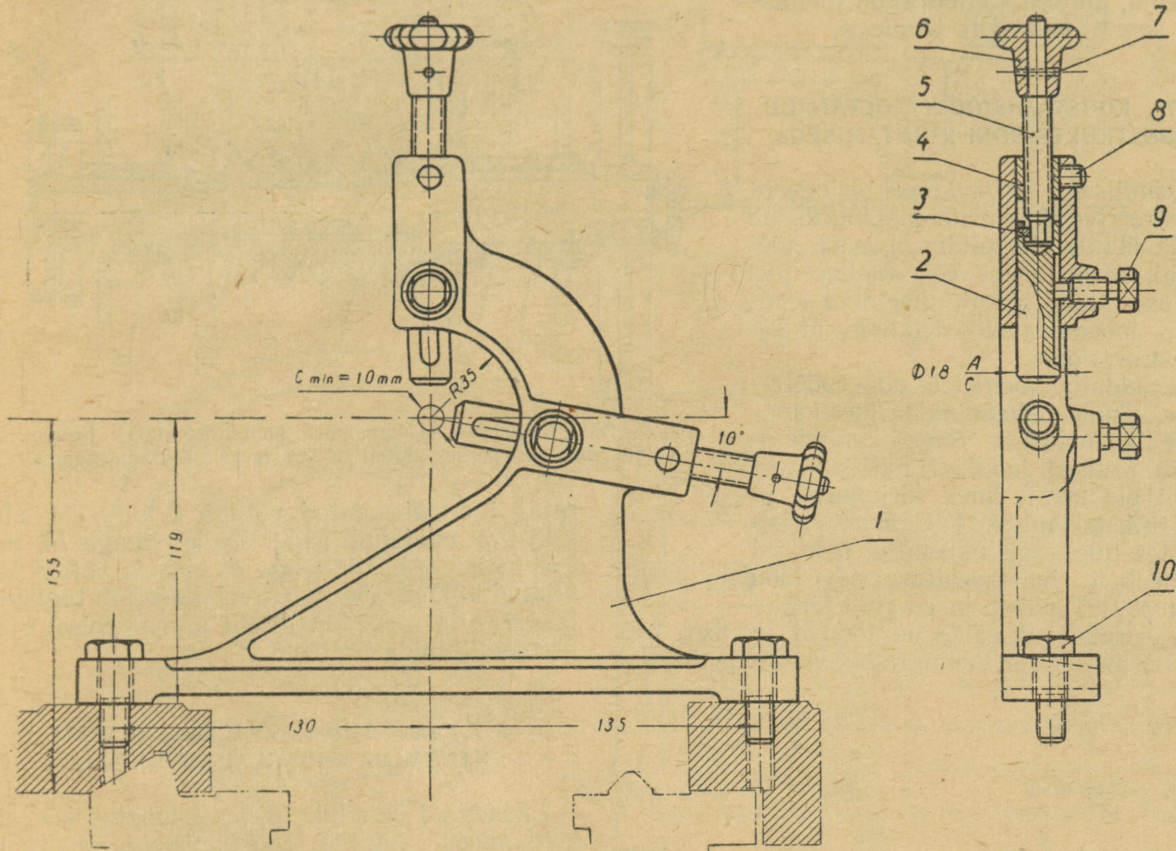
Joon. 257. Kõrvalise tähtsusega detailide kuju-
tamine koostamisjoonisel

§ 76. KÕRVALISE TÄHTSUSEGA DETAILIDE
KUJUTAMINE KOOSTAMISJONISTEL

Koostamisjoonistel kujutatakse mõnikord detaile, mis ei kuulu antud sõlme või mehhanismi. Nende detailide projektsioonid joonesta-

takse ainult selleks, et näidata joonisel kujutatud seadme sidet teiste detailide või mehhanismidega.

Selleks, et eraldada kõrvalise tähtsusega detaile antud sõlme kuuluvatest detailidest, joonestatakse esimesed kahe punktiga kriips-punkt-



13				
12				
11				
10		Polt M 12 × 35 ГОСТ 1750-42	2	
9	1.91.21	Kruvi	2	
8		Seadekruvi M 6 × 10 ГОСТ B 1476-42	2	
7		Kooniline tihvt 3 × 22 ГОСТ 3129-46	2	
6	1.91.15	Käepide	2	
5	1.91.20	Kruvi	2	
4	1.91.24	Puks	2	
3	1.91.26	Kiil	2	
2	1.91.25	Sõrm	2	
1	1.92.11	Kere	1	
Nr.	Tähis	Nimetus	Arv	Märkusl

Joone 258. Treipingi lüneti koostamisjoonis. Näide piirnevate detailide kujutamisel koostamisjoonisel

joonega (samuti, nagu detailid pööratud või äärmises asendis).

Näide niisugusest kujutamisest on toodud joonisel 257, kus kahe punktiga kriips-punkti-joon märgib rakisesse kinnitatud detaili kontuuri. Joonisel 258 on toodud treipingi lüneti joonis. Kõrvalise tähtsusega on siin piirnevad detailid, millede kontuurid on tõmmatud samuti leppeliste joontega.

§ 77. KOOSTAMISJONIS DETAILIDE KONSTRUKTSIOONI KUJUTAMISEGA

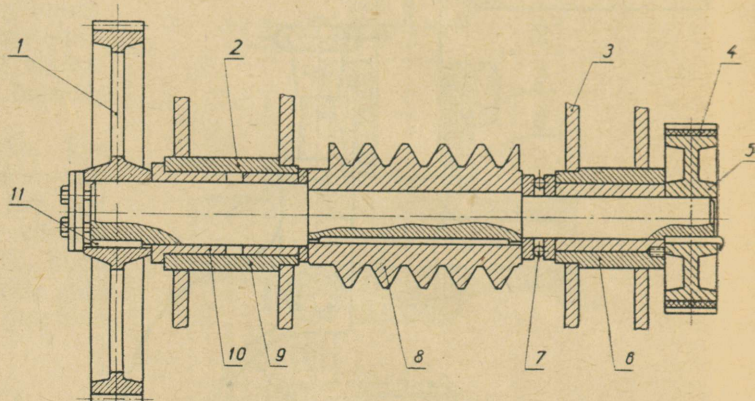
Tehnilises kirjanduses esinevate illustreerivate jooniste ülesandeks on anda üldine ettekujutus masina, tööpingi, mehhanismi või seadme jne. ehitusest, kuid samuti nimetatud seadmeid moodustavate detailide üldine konstruktsioon.

Kirjeldatud joonistele pole mõõtardude, pinnasiledusmärkide jne. kandmine kohustuslik. Sageli valmistatakse sellised joonised mõõtsuhetest kinni pidamata, ilma kirjanurga ja spetsifikatsioonita. Ülejäänud küsimustes tuleb aga nimetatud joonised vormistada masinaehituslaste jooniste kohta kehtestatud juhiste ja reeglite järgi.

Illustratsiooni näide on toodud joonisel 259, kus on kujutatud Leningradi Sverdlovi nimelise

poolt esitatud rakiseid ja uue lihvimisketta profiili, mis võimaldab töödelda üheaegselt soone seinu ja põhja.

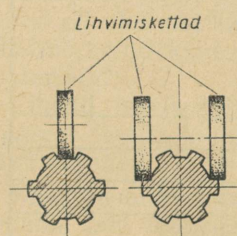
Joonisel 260 on kujutatud sammuva ekskavaatori ЭШ-1 sõlm. Joonise eesmärgiks on näidata poomitõstevintsi tiguvõlli konstruktsiooni. Joonise vasakpoolses osas kujutatud hammas-



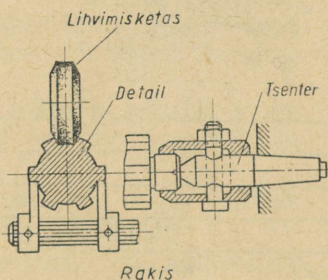
Joon. 260. Sammuva ekskavaatori poomitõstevintsi tiguvõlli. Näide komplekse sõlme detailide konstruktiivsest kujutamisest

ratas 1 on ühendatud võlliga 2 kiilu 11 abil. Edasi on näidatud laager 9 koos liuga 10, millele toetub võll, ning tigu 8, mis on võllile kinnitatud kiiluga. Tigust paremal asetseb tugikuul-laager 7 ja laager 6. Võlli parempoolsel otsal asetseb lintpiduri ratas 5.

Vana lihvimise viis



Uus lihvimise viis



Joon. 259. Konstruktiivne detailide kujutamine komplektoonis

tehase tootmisesrindlase, lihviija sm. Ljuzini poolt esitatud rakise konstruktsioon. Tutvume selle joonisega. Vasakpoolses osas pealkirja all «Vana lihvimise viis» on välja joonestatud kaks kujutist võllist, mille sooni tuleb lihvida. Esimesel kujutisel näidatakse, kuidas lihvitakse soone põhja, teisel aga — scontse külgeinu.

Joonise parempoolne osa pealkirjaga «Uus lihvimise viis» kujutab konstruktor sm. Ljuzini

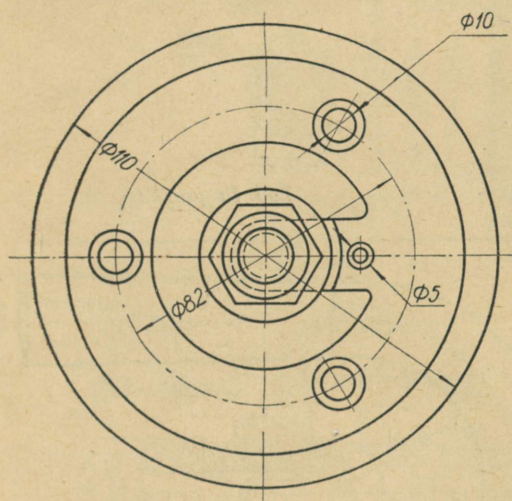
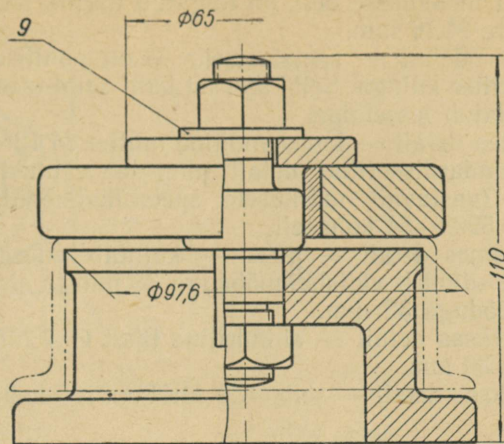
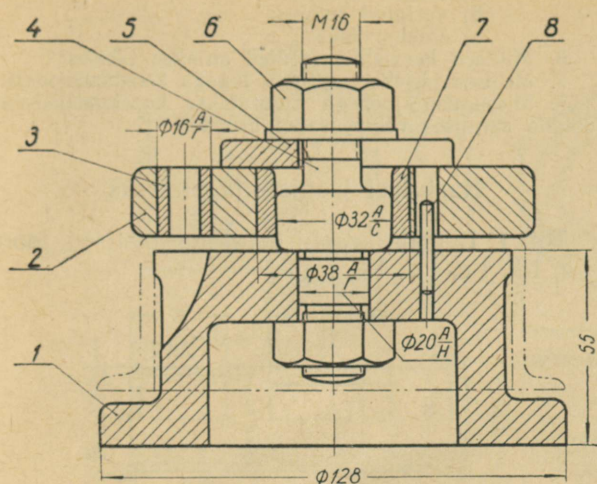
§ 78. LUBATUD KÕRVALEKALDUMISTE KANDMINE KOOSTAMISJONISTELE

Ühendatud detailide mõõdete lubatud kõrvalekaldumised antakse koostamisjoonisel murru kujul. Murru lugejasse märgitakse ava (haarava detaili) tähis või arvulised kõrvalekaldumised, nimetajasse aga võlli (haaratava detaili) tähis või arvulised kõrvalekaldumised.

Näiteks tähistust $\varnothing 32 \frac{A}{C}$ joonisel 261 tuleb mõista järgmiselt. Sõrme 4 ja puksi 7 ava nimiläbimõõt on 32 mm. Täht A lugejas näitab, et puksi 7 lubatud kõrvalekaldumine tuleb võtta augusüsteemi teise täpsusklassi järgi. Täht C kuulub sõrmele 4 ja tähendab, et selle detaili elemendi, mille läbimõõt on 32 mm, lubatud kõrvalekaldumine tuleb võtta augusüsteemi teise täpsusklassi järgi, vastavalt libisemis-istule.

§ 79. KOOSTAMISJONISTE LUGEMINE

Eespooltoodud paragrahvides käsitleti koostamisjooniste valmistamise ja lugemise põhilisi



9		Seib M16 OCT НКП 3100	1	
8	1221	Tihvt φ4×30	1	
7	1221	Puks	1	Karastada
6		Mutter M16 ГОСТ 5909-51	2	
5	1220	Seib, spetsiaalne	1	
4	1219	Sõrm	1	
3	1218	Puks	3	Karastada
2	1217	Plaat	1	
1	1216	Korpuse	1	
Nr.	Tähis	Nimetus	Arv	Märkusi

Joon. 261. Puurimiskondukti koostamisjoonis

reeglid, millele teadmine on küllaldane masinaehitusala koostamisjooniste lugemiseks. Näiteks loeme läbi joonise, mis on antud joonisel 261. Joonisel on kujutatud konduktor kolme augu puurimiseks detaili «Vedrukübar».

Jälgime üheaegselt joonise spetsifikatsiooni kui ka projektsioone. Spetsifikatsiooni esimesest alumisest reast nähtub, et detaili järjekorranumbriga 1 nimetatakse korpuseks. Selle tähis on 1216 ning antud tootes esineb seda ainult üks. Edasi leiame jooniselt korpuse projektsioonid, juhindudes detaili järjekorranumbrist, mis on kantud joonisele. Väljakandemoon on tõmmatud arvu ühe juurest joonise eestvaatele ja näitab korpuse projektsiooni. Vaadeldes detaili kuju kõigil kolmel projektsioonil, teeme kindlaks, et see on põhiliselt silindriline. Korpuse tsentris

on silindriline ava, läbimõõduga 20 mm, mille all asetseb silindriline õõs; tsentrist paremal on puuritud auk neljamillimeetrilisele tihvtile. Korpuse külgpinda on freesitud soon.

Järjekorras teine detail — plaat — on tähistatud 1217 ning antud tootesse läheb seda üks. Vaadeldes plaadi projektsioone, näeme, et see on silindrilise kujuga. Plaadi tsentris on silindriline läbiulatav ava läbimõõduga 38 mm; ringjoonel läbimõõduga 82 mm asetseb kolm auku Ø 16 mm, tsentrist paremale on puuritud auk Ø 5 mm.

Kolmandat detaili — puksi läbimõõduga Ø 16/10 mm läheb tootesse kolm tükki.

Neljas — sõrm, tähis 1219, toote kohta — üks. Detaili kuju määratakse joonise eestvaatega. Detail koosneb silindrilistest elementidest, millele

läbimõõdud on vastavalt 32, 20 ja 16 mm. Detaili mõlemasse otsa on lõigatud harilik meeterkeere M 16 mm.

Viies detail — spetsiaalseib — on põhiliselt silindrilise kujuga. Seibi servast kuni seibi tsentri ulatub sisselõige.

Kuues detail — kuuekandiline mutter M 12 — on standardiseeritud detail ning see valmistatakse (vastavalt märkusele spetsifikatsioonis) GOCT 5909—51 kohaselt.

Seitsmes detail — puks — kujutab enesest õõnsat silindrit välisläbimõõduga 38 mm ja siseläbimõõduga 32 mm.

Kaheksas detail — silindriline tihvt \varnothing 4 mm, pikkus 30 mm.

Üheksas detail — seib OCT HKTP 3100 kohaselt.

Nüüd määrame kindlaks, kuidas asuvad detailid kokkumonteeritud ja mil viisil nad on ühendatud. Algul selgitame, kuidas tuleb monteerida plaat. Joonise eestvaatelt selgub, et plaadi avasse \varnothing 38 läheb sisse puks 7. Tähistus Γ , mis on kantud mõõtest \varnothing 38 paremale alla, näitab, et need detailid on ühendatud umb-istuga. See ist näitab, et ühendamisel lüüakse puks plaati sisse vasara ja kaitsepleki abil. Eestvaade ja pealtvaade näitavad, et plaadi kolme auku \varnothing 16 mm lüüakse samuti sisse püksid 3.

Korpus (detail 1) ühendatakse sõrme 4 ping-istu abil (vaata eestvaade). Tihvt 8 lüüakse korpusesse tehtud vastavasse auku.

Sõrme alumisse, korpuse õõnde ulatuvasse otsa kruvitakse mutter 6.

Töötamiseks monteeritakse konduktor kokku järgmiselt. Korpusele asetatakse detail — vedrukübar, mis on joonisel kujutatud leppeliselt, kahe punktiga kriips-punktjoonega. Järgnevalt asetatakse peale kokkumonteeritud plaat, nii et selle tsentriavasse \varnothing 38 mm siseneks sõrm, auku \varnothing 5 mm aga tihvt. Sõrme keermetatud otsale, mis ulatub plaadist välja, keeratakse mutter.

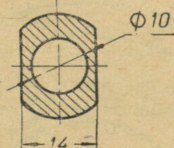
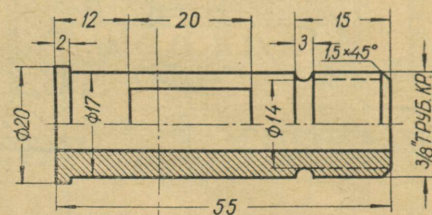
KORDAMISKÜSIMUSI

1. Milleks kasutatakse koostamisjooniseid?
2. Mis on koostamisjoonise spetsifikatsioon?
3. Milline reegel kehtib naaberdetailide viirutamise kohta nende kujutamisel lõikes?
4. Kuidas kujutatakse koostamisjoonisel umbseid detaile, kui lõikepind läbib neid piki peatolge või piki ribi?

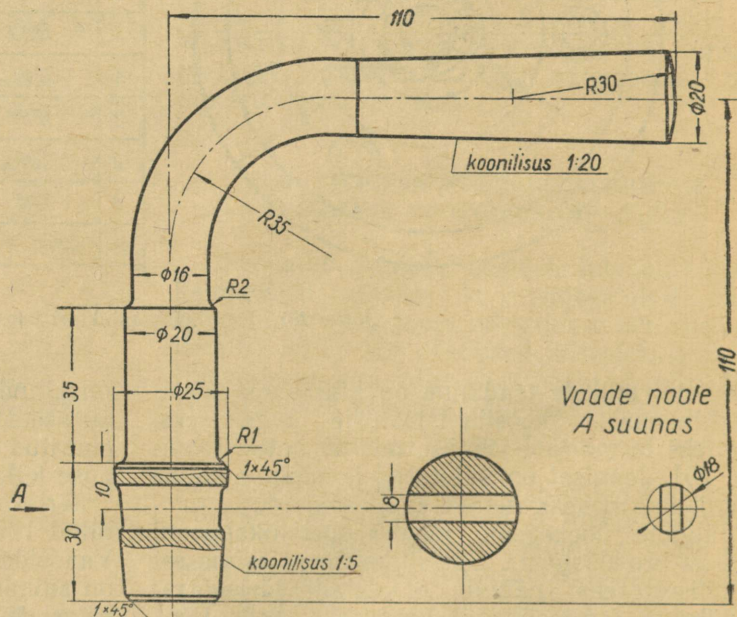
5. Kuidas kujutatakse joonisel keeviliiteid?
 - a) nähtav õmblus;
 - b) varjatud õmblus;
 - c) õmblus lõikes.
6. Millised keeviliite mõõted antakse tähises?
7. Millises järjekorras tuleb lugeda koostamisjoonist?
8. Missuguse joonega kujutatakse koostamisjoonisel detaile äärmises või pööratud asendis?

Harjutusi jooniste lugemiseks

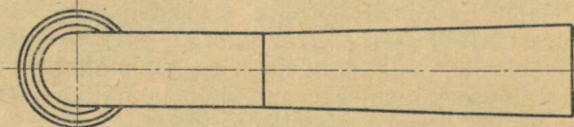
Töö 1. Lugeda kraani detailide joonised, joon. 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e, 1 f.



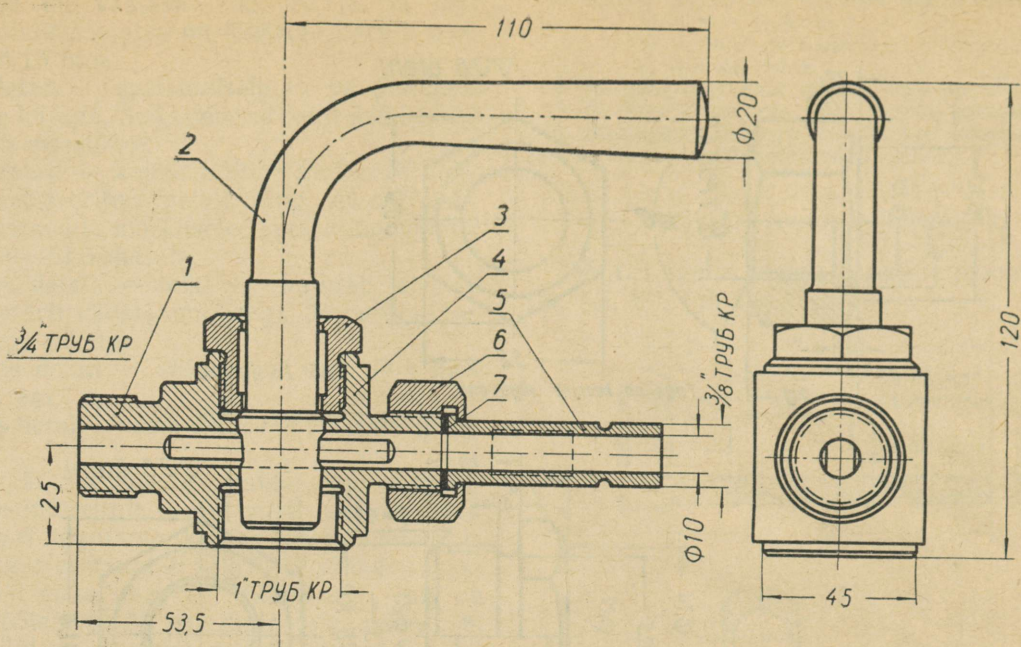
Töö 1a juurde



Vaade noole A suunas



Töö 1b juurde



Töö 1f juurde

Detailjooniste abil leida koostamisjoonisel kõikide sõlme kuuluvate detailide projektsioonid.

Vastake küsimustele:

1. Kuidas nimetatakse lõiget, mis on paigutatud koostamisjoonisel eesvaate kohale?
2. Miks pole kraani kork viirutatud?
3. Kuidas kinnitatakse detail 3 detailiga 1?
4. Missuguse detaili abil kinnitatakse kraani stutser (detail 5) kraanikere külge?
5. Missuguses järjekorras tuleb joonisel kujutatud kraan kokku monteerida?

Töö 2. *Vastake küsimustele:*

1. Mitmest detailist koosneb toode?
2. Leida joonisel kõikide detailide projektsioonid.
3. Missuguse kujuga on plaanseib — detail nr. 1?
4. Missuguse kujuga on seib — detail nr. 4?
5. Mis on joonisel kujutatud kahe punktiga kriips-punktjoonega?
6. Kuidas kinnitatakse töödeldav detail rakisesse?

Töö 3. *Vastake küsimustele:*

1. Missuguse kujuga on rakise plaat — detail nr. 1?
2. Milu tugipolti on rakisel? Kui suur on tugipoltide tsentritevaheline kaugus?

3. Kuidas kinnitatakse tugipolt — detail nr. 2 — plaadi külge?

4. Mis on kujutatud joonisel kahe punktiga kriips-punktjoonega?

5. Mil viisil ühendatakse käepide — detail nr. 5 — ekstsentriluga — detail nr. 4?

6. Kuidas toimub töödeldava detaili kinnitamine rakisesse?

Täita ülesanne. Valmistada plaadist (detail nr. 1) visand.

Töö 4 (vt. joon. 258). *Vastata küsimustele:*

1. Mitmest detailist koosneb joonisel kujutatud sõlm?

2. Mis on kujutatud joonisel kahe punktiga kriips-punktjoonega?

3. Millised detailid ühendatakse teistega kerme abil?

4. Millised detailid monteeritakse libisemisistuga?

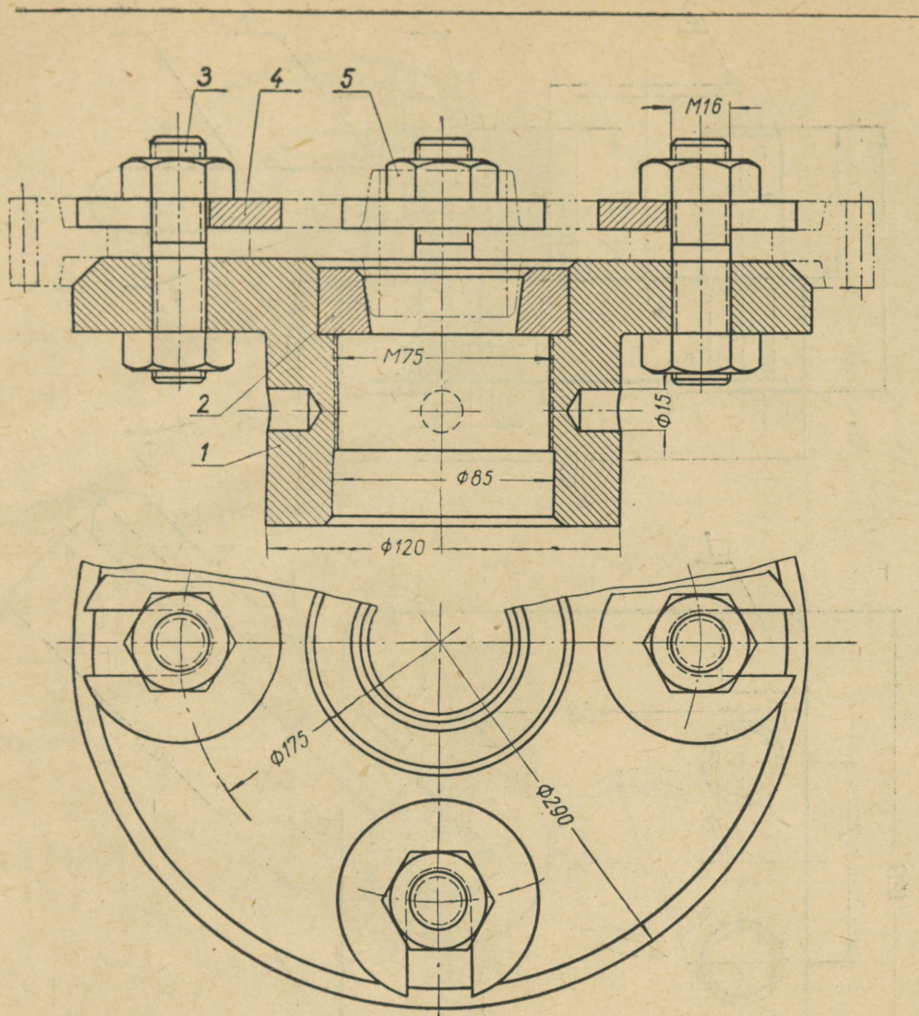
5. Mitu standardiseeritud detaili on antud sõlmes?

6. Millised detailid on liikuvad (võivad ümber paigutada)?

7. Mis otstarve on detailil 1. 91. 21?

8. Missuguses järjekorras monteeritakse kokku antud sõlm?

Töö 5. Valmistada treimistorni koostamisjoonisel kujutatud igast detailist visand.

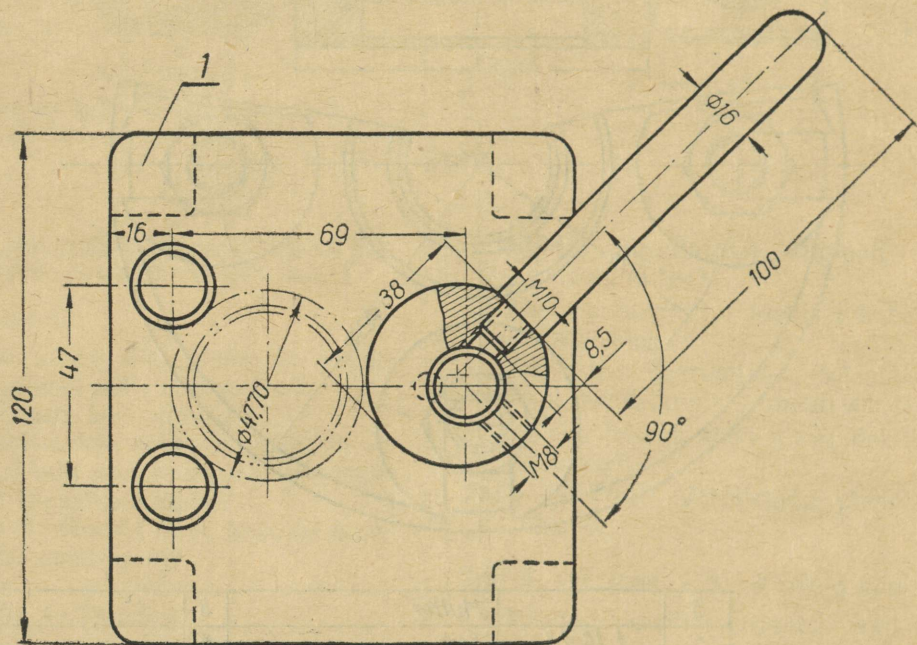
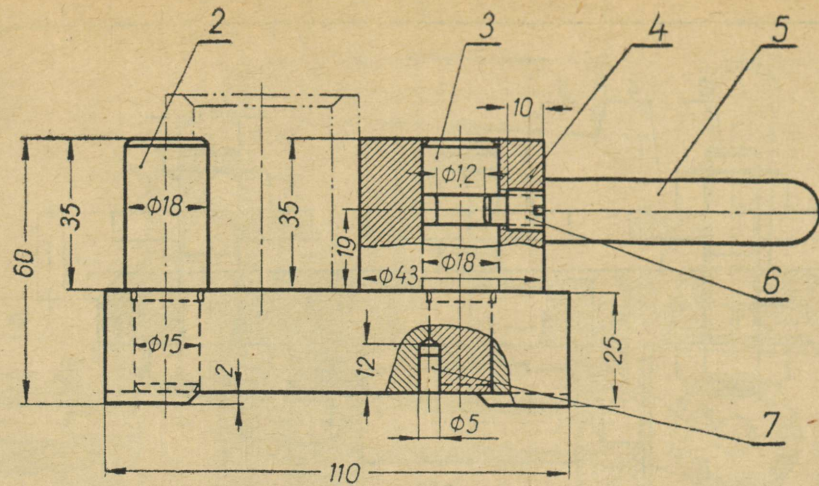


5		Mutter	8.	
4	1 16 27	Seib	4	
3	1 16 26	Tikkpolt	4	
2	1 16 25	Puks	1	
1	1 16 24	Plaanseib	1	
Nr	Tähis	Nimetus	Arv	Märkusi

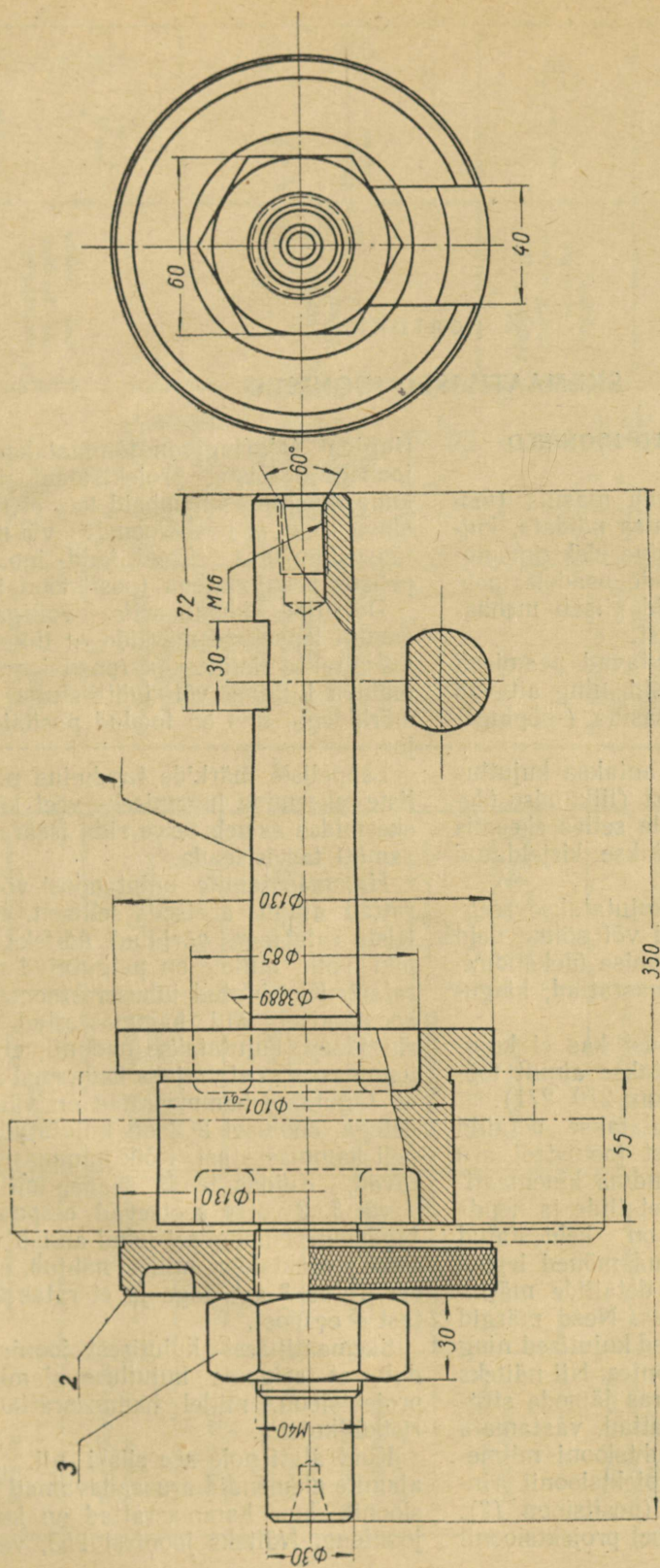
Töö 2 juurde

Juhised töödele 5 ja 6: Mõõteid pole tarvis visandil anda. Visandile kanda neis kohtades mõõtjooned, kuhu tuleks kirjutada mõõtarvud.

Töö 6. Valmistada visandid detailidest nr. 1, 2, 4 ja 5, mis on kujutatud konduktori koostamisjoonisel 261.



7		Tihvt 5x10 ГOCT 3128-46	1	
6		Kruvi M8x15 ГOCT 1474-42	1	
5	28. 19	Käepide	1	
4	28. 18	Ekstsentrik	1	Tsementeerida
3	28. 17	Võll	1	
2	28. 16	Tugipolt	2	
1	H4004	Plaat	1	
Nr.	Tähis	Nimetus	Arv	Märkusi



3	32.18	Mutter	1
2	32.17	Selb	1
1	32.16	Treimistorn	1
Nr.	Tähis	Nimetus	Arv
			Karastada
			Märkusi

Töö 5 juurde

SKEMAATILISED JOONISED

§ 80. MIS ON SKEMAATILISED JOONISED

Juhul, kui on tarvis selgitada masina (tööpingi) töötamisviisi ja üldjoontes näidata, kuidas toimub liikumise ülekandmine elektrimootorilt masina (tööpingi) üksikutele osadele, pole täpsed joonised tarvilikud, vaid piisab mehhanismi skemaatilise kujutamisest.

Skemaatilised joonised kujutavad peamiselt masina (mehhanismi) põhiosasid, ning aitavad kiiresti ja paremini mõista masina (tööpingi) töötamis põhimõtet ja ehitust.

Et skemaatiliste joonistega antakse kujutlus masina (tööpingi) kinemaatikast (liikumise ülekandmisest elektrimootorilt igale selles skeemis clevale sõlmele), siis nimetatakse kirjeldatud skeemi kinemaatiliseks.

Kinemaatilistes skeemides kujutatakse reeglina ainult antud mehhanismi või sõlme neid elemente, mis võtavad osa liikumise ülekandmisest (rihmarattad, völli, hammasrattad, käigukruvid, sidurid jne.).

Tööpinki ennast, tema korpust kas ei kujutata üldse (joon. 267), või antakse ainult tööpingi gabariidi kontuurjoon (joon. 270, 271).

Skemaatilistel joonistel kujutatakse detailid lihtsustatult. Et skemaatilistest joonistest aru saada ja neid lugeda, peab tundma kinemaatilistes skeemides kasutatavate detailide ja nende ühenduste leppemärke, mis on kehtestatud ГОСТ-idega. Tabelis 3 on toodud mõned leppemärgid sagedamini esinevate detailide märkimiseks kinemaatilistes skeemides. Need märgid on detailide lihtsustatud leppelised kujutised ning meenutavad detaili ainult üldjoontes. Nii näiteks märgitakse völli, keps, telg, varras jämeda sirgjoonena (positsioon 1). Rihmarattad, vaatamata erinevatele kujudele ja konstruktsiooni mitmekesisusele, kujutatakse ühel projektsioonil ringina ja teisel — ristkülikuna (positsioon 13).

Hammasrattad kujutatakse ühel projektsioonil

ringina (algringjoon tõmmatakse kriips-punktsjoonega), teistel projektsioonidel aga ristkülikuna, kusjuures hambaid kas ei näidata (positsioon 15, a, b; positsioon 16) või näidatakse liigi täpsustamiseks (sirged, kald- jne. hambad) leppeliselt peenjoontega (positsioon 15, b).

Detailide ühendusviisi völli näidatakse samuti leppeliste märkidega: liikumata ühendus märgitakse ristikesega (positsioon 8), väljatõmmatava kiiluga või juhtliistuga ühendus aga märkidega, mis on toodud positsioonidel 9—10, jne.

Leppeliste märkide tundmine pole kinemaatiliste skeemide lugemiseks veel küllaldane, sest skeemides esineb terve rida iseärasusi, mida on samuti tarvis teada.

Hammasajamite kujutamisel võivad hammasrattad ajamis asetseda selliselt, et osa neist on teiste ratastega varjatud, näiteks, kui vaadata piki völli, millele on paigutatud mitu hammasrattast. Kirjeldatud juhusel kinemaatilise skeemi koostamisel, kui hammasrattad joonestatakse ringidena, kujutatakse nad nii, et eespool asuv hammasrattas ei varjaks kaugemal asuvat, olgugi et tagumine hammasrattas on väiksemate mõõdetega. Joonisel 262 on kujutatud ringjoontega neli hammasrattast. Kõik hammasrattad on nähtavad. Kuidas teada saada, millised ratastest 1 või 3, 2 või 4 asetsevad eespool ja millised tagapool? Niisugusel juhul annab vastuse ainult teine projektsioon, millest nähtub, et rattas 1 asub ees, rattas 3 aga taga ja et rattas 2 asetseb rattast 4 eespool.

Skemaatilise kujutisest joonisel 262 järel dub, et selgema kujutluse ajamist annab see projektsioon, millel hammasrattad kujutatakse ristkülikutena.

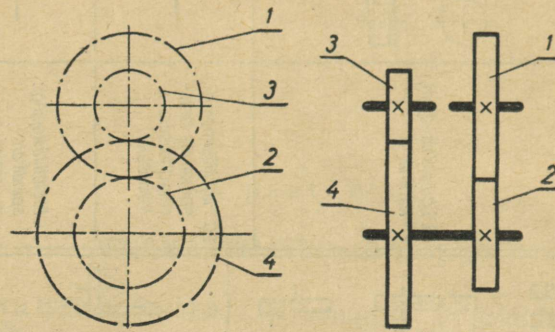
Kuid alati pole see siiski nii. Mõnikord on ajamite elemendid arusaadavamad sellel projektsioonil, kus hammasrattad on kujutatud ringjoontena. Näiteks joonisel 263, vaatel vasakult

Tabel 3

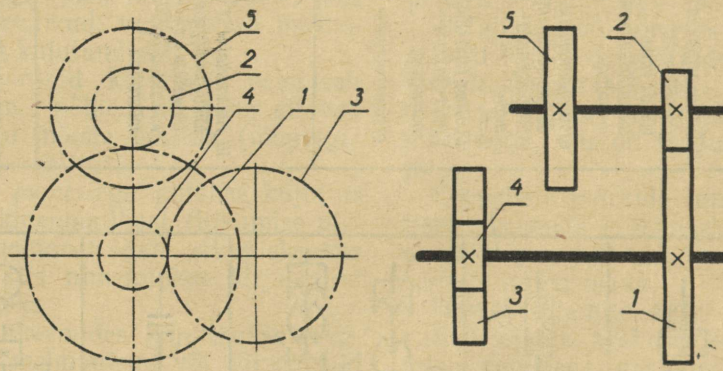
1. Väli, teig, varras, keps jne		8. Detaili liikumatu ühendus välliga kiilu abil	
2. Väntvälli ühendus kepsuga		9. Detaili ühendus välliga väljatõmmatava kiilu abil	
3. Liuge- ja veerlaagrid (välli)	a)	10. Detaili ühendus välliga liikuva juhtliistu abil	
a) üldine märkimine, laagri tüüpi täpsustamata	b)	11. Hammastid	a) ühepoolne
b) luugelaager	c)		b) kahepoolne
c) radiaalne kuul-laager		12. Lülitatav hõõrside - üldine märkimine, tüüpi täpsustamata	
4. Liikumist edasiandev kruvi		13. Rihmaratas vällil	a)
5. Mutter liikumist edasiandaval kruvil mitteühutatav		a) tööratas	b)
6. Mutter liikumist edasiandaval kruvil lahutatav		b) vabaratas	
7. Detaili vaba ühendus välliga			

Tabel 3 järg

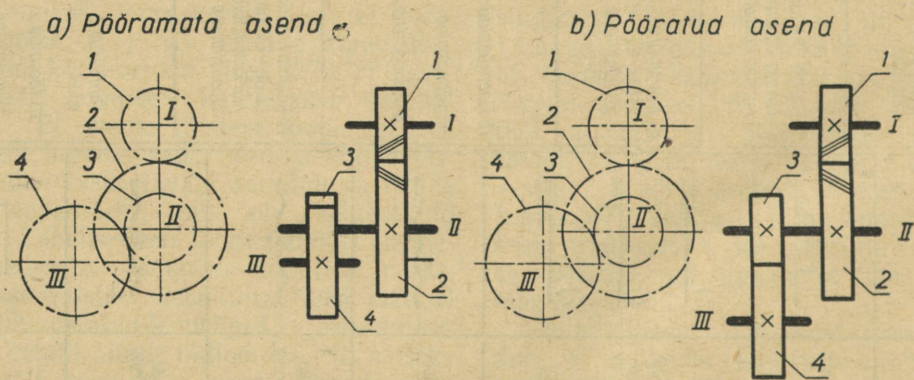
14. Välli kinnitatud astmeline rihmaratas		18. Hammastajamid ristuvate vällide vahel - figuurid	
15. Hammastajamid paralleelsete vällide vahel - silindrilised hammasraatad:	a)	19. Lamerihm-glam, lahline	
a) väljshambumine, üldine märkimine, tüüpi täpsustamata	b)	20. Metallilõikepingi spindli ots isentrievaheliseks freimiseks	
b) sama, kuid otsekaid- ja nurkhammastega	c)	21. Metallilõikepingi spindli ots puurimiseks	
c) sisehambumine		22. Elektrimootor jälgadel	
16. Hammastajamid lõikuvate telgedega vällide vahel - koonilised hammasraatad			
17. Hammastlõik-glam-üldine märkimine, tüüpi täpsustamata	a)		
a) eesvaade	b)		
b) pealtvaade			



Joon. 262. Kahe hammasrattapaari skemaatiline kujutamine



Joon. 263. Võllide asetus skemaatilistel joonistel



Joon. 264. Pööratud ja pööramata hammasajamite kujutis skemaatilisel joonisel

näivad rattad 1, 3 ja 4 asuvad ühel võllil, rattad 2 ja 5 aga teisel. Kuid eestvaatelt selgub, et rattad 1 ja 4 asuvad tegelikult ühel ja samal võllil, ratas 3 aga teisel võllil. Sellest nähtub, et on kolm, aga mitte kaks võlli, nagu võis aru saada vaatest, kus rattad olid kujutatud ristküliku-tena.

Joonisel 264, a on toodud hammasajam, mis koosneb kahest rattapaarist. Rattapaari 3—4 asetus on selline, et ratas 4 varjab osa rattast 3, mistõttu vaade vasakult jääb ebaselgeks. Nii-sugusel juhul tarvitatakse skeemides leppelist

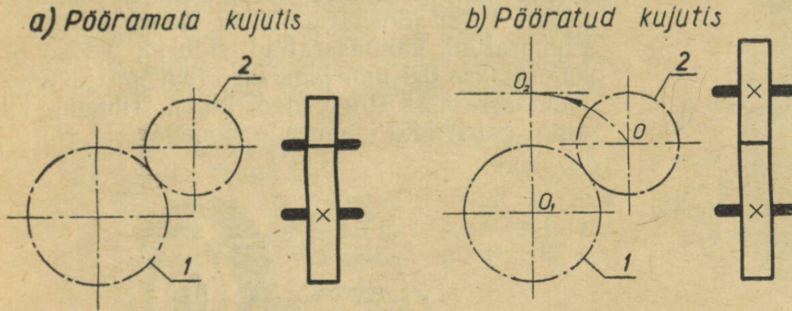
kaalsirgele, mis on paralleelne külgpinnaga. Pärast seda projekteeritakse ratas 2 külgpinnale. Saadud projektsioon on ülevaatlilikum, sest vaatel vasakult on nüüd täielikult nähtavad mõlemad rattad, ilma et kumbki teist varjaks.

Teine näide on kujutatud joonisel 266. Uhele võllile kinnitatud astmeline rihmaratas 5 ja hammasratas 4 on pööratud uude asendisse, mille puhul tsentrid O ja O_1 asuvad ühel ja samal sirgel. Tulemusena annab vaade paremalt nende hambumisest väga ülevaatliku pildi.

Võrreldes pööratud ja pööramata kujutisi joonistel 264 ja 266 järeldeb, et pööratud kujutise puhul vaadete vaheline projektsiooniline side puudub.

Et aga kinemaatilistes skeemides on oluline ülevaatlilikult näidata tööpingi hammasrataste hambumist ja liikumise ülekandmise järjekorda, siis on sellised kõrvalekaldumised rataste või teiste elementide tegelikust asendist mehhanismis lubatud.

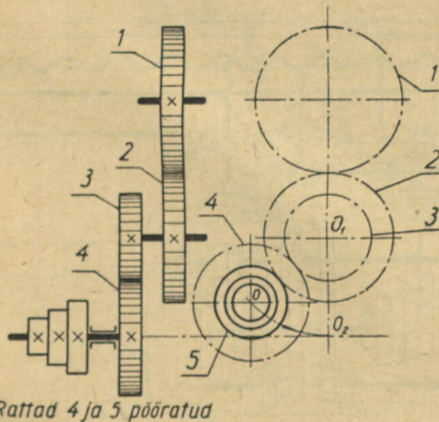
Tööpinkide kinemaatilistes skeemides, kõrvuti detailide leppelise kujutamise, antakse ka



Joon. 265. Pööratud kujutiste saamise viis skemaatilistel joonistel

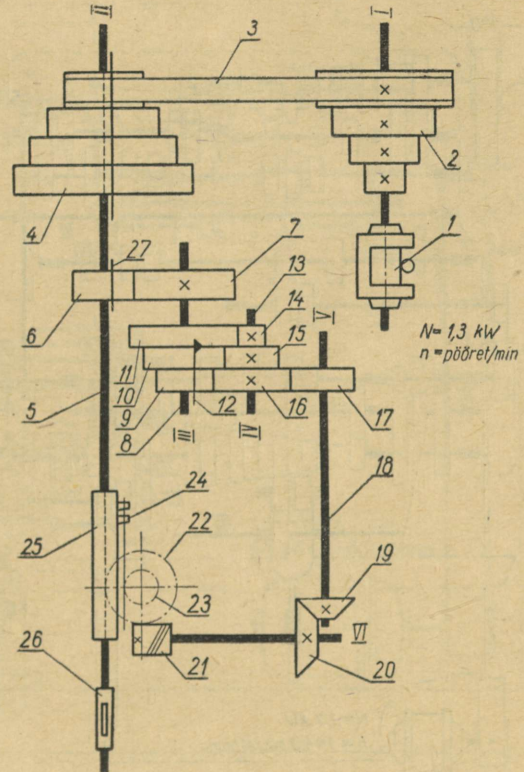
kujutamiseviisi, niinimetatud pööratud kujutamist. Joonisel 264, b on ratas 4 vaatel vasakult näidatud pööratud asendis, mistõttu joonis on ülevaatlilikum ja arusaadavam.

Kuidas siis toimub pööramine? Lihtne näide joonisel 265, b selgitab pööratud kujutise saamist. Ratta 2 tsester O asetub mööda kaart (mille tsester on O_1) noolega näidatud suunas ümber kuni asendini O_2 , s. t. kuni tsentrite O_1 ja O_2 asetumiseni ühele ja samale verti-



Rattad 4 ja 5 pööratud

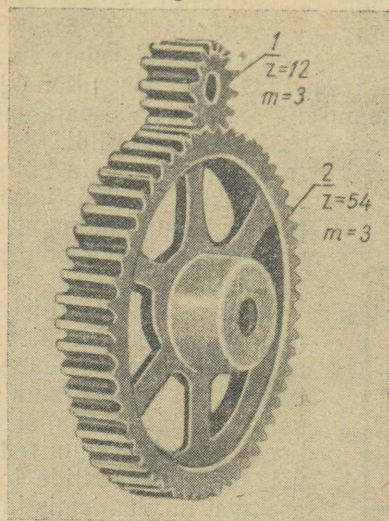
Joon. 266. Näide pööratud rataste asendist sõlme skeemis



Joon. 267. Puurpingi kinemaatiline skeem

mitmesuguseid juhiseid pealkirjade näol. Mõnikord nummerdatakse võllid liikumise ülekandmise järjekorras rooma numbritega, alustades ajamielektrimootorist (joon. 267, 270).

Rihmaratastel antakse rihmaratta läbimõõt ja

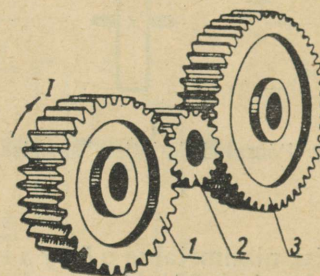


Joon. 268. Silindriliste hammasrataste paar

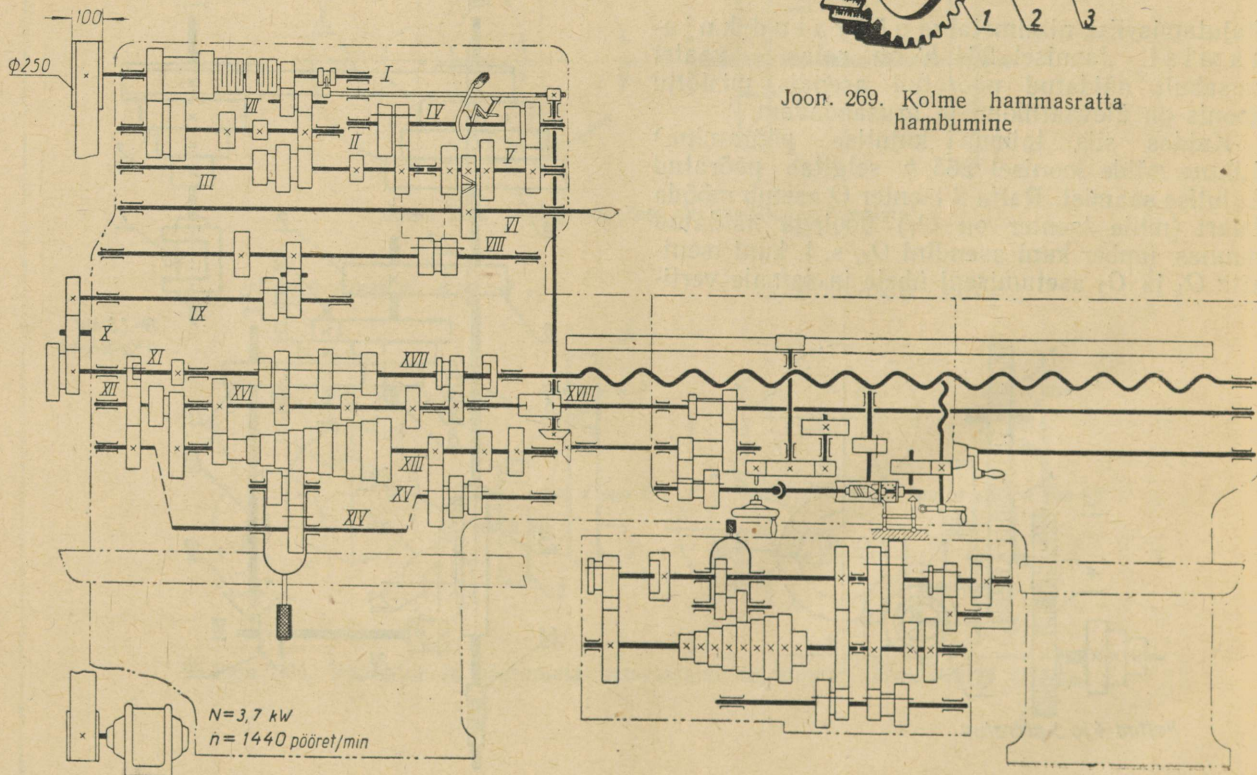
laius. Hammasrataste juures näidatakse iga ratta moodul ja hammaste arv. Kuid sellist märkimist kasutatakse ainult juhul, kui pealkirjad ei muuda skeemi ebaselgeks. Vastasel korral aga näidatakse ainult järjekorra- (positsiooni-) numbrid, skeemile aga lisatakse ajami hammasrataste spetsifikatsioon (loetelu).

Käigukruvidel näidatakse pealkirjaga käikude arv ja keerme suund (vasak- või parempoolne). Elektrimootoritel antakse võimsus ja pöörete arv minutis, näiteks $N=1,3 \text{ kW}$, $n=960 \text{ pöret/min}$ (joon. 267).

Sellised detailid nagu näiteks võllid, kepsud ja vardad, kujutatakse kinemaatilistes skeemides umbes 1 mm jämeduse pideva joonega. Laagrid, rihmarattad, hammasrattad, sidurid, puksid jne. kujutatakse 0,5 mm jämeduse joonega ja teljed, hammasrataste ringjooned, kiilud, rihmad, tööpingi gabariidid jne. peene joonega.



Joon. 269. Kolme hammasratta hambumine



Joon. 270. Universaaltreipingi ID-62 kinemaatiline skeem

§ 81. KINEMAATILISTE SKEEMIDE LUGEMINE

Lõpuks selgitame puurmasina kinemaatilist skeemi, mis on kujutatud joonisel 267.

Skeemilt selgub millises järjekorras ning kuidas antakse liikumine tööpingis ühelt elemendilt üle teisele. Elektrimootorilt 1 kandub liikumine detailide 2, 3, 4 kaudu spindlile 5 (nimetage neid detaile ja näidake detaili 2 ühendamise viisi võimaliga).

Spindel 5 läbib vabalt puksi 25 ja lõpeb allpool puurimispadruniga 26.

Puks 25 iseseisvalt ei pöörle, võib aga spindli pöörlemisel vabalt paigutada üles ja alla. Selleks on spindlil spetsiaalne seadis tugirõngaste näol, mis sunnib spindlit ühes puksiga ümber asetuma. Puksi 25 külge on kinnitatud hammaslatt 24, mis hambub hammasrattaga 23.

Olenevalt sellest, mis suunas see ratas pöörleb, spindel kas tõuseb või laskub alla. Rattale 23 antakse liikumine üle vedavalt rattalt 6, mis asub spindlil ja on sellega ühendatud juhtliistu 27 abil. Mainitud liist võimaldab spindlil liikuda

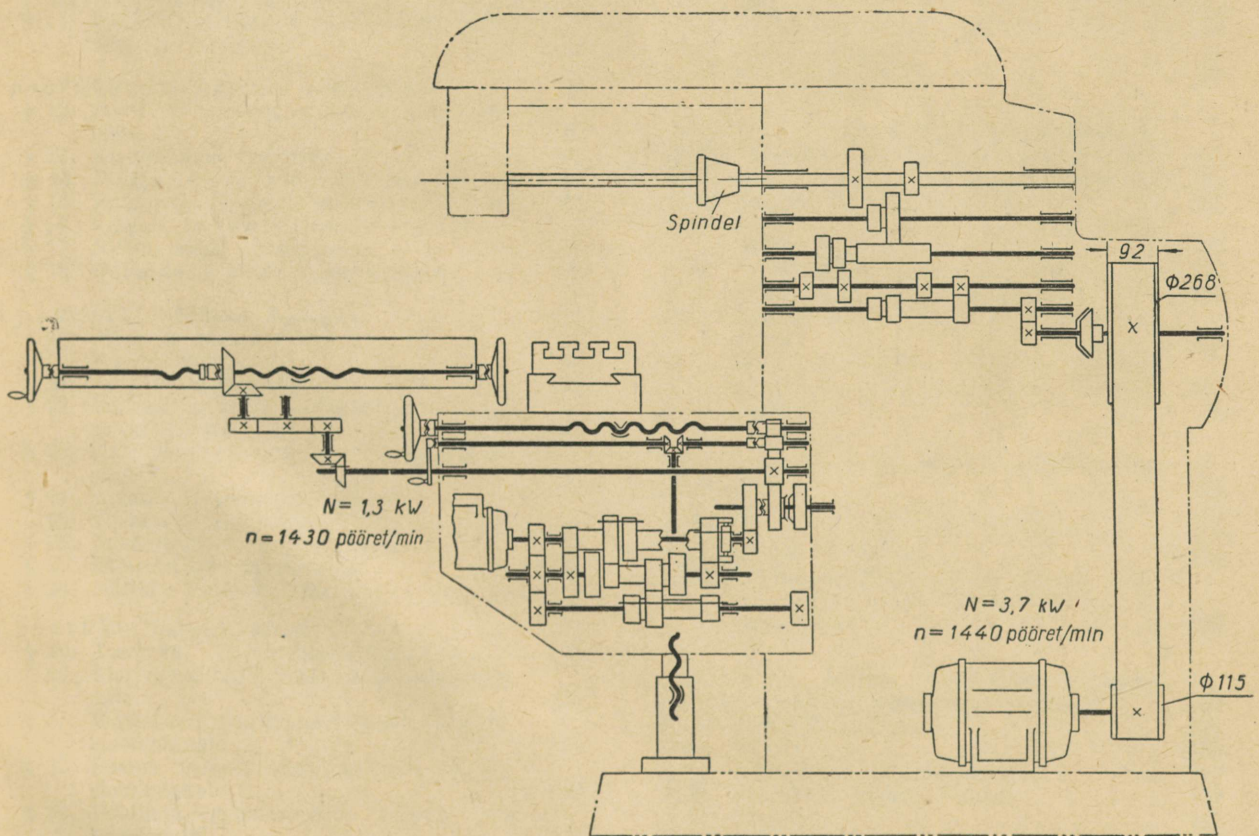
üles ja alla ilma et ratas 6 muudaks oma asendit. Samal ajal, tänu juhtliistule 27, paneb spindel pöörlema ratta 6. Nihutades kiilu 12 üles või alla, saab võlliga 8 ühendada järjekorras hammasrattaid 9, 10 või 11 ning anda seega võllile 13 kolm erinevat kiirust.

Ülekanne hammasrattalt 6 hammasrattale 23 toimub skeemil näidatud detailide 7–22 (viimane kaasa arvatud) kaudu (nimetage neid detaile).

Millise detailide (millised?) asendi puhul liigub puks 25 kõige suurema kiirusega ja millise asendi puhul kõige väiksema kiirusega?

KORDAMISKÜSIMUSI

1. Missuguseid jooniseid nimetatakse skeemaatilisteks?
2. Kuidas näidatakse kinemaatilistel skeemidel liikumatult ühendatud detaile?
3. Mispärast kasutatakse skeemides hammasrattaste pööratud asendeid?
4. Millised andmed tuuakse skeemidel pealkirjadena?



Joon. 271. Universaalfreespingi 6682 kinemaatiline skeem

Harjutusi jooniste lugemiseks

Töö 1. Täita ülesanne:

1. Koostage jooniste 229, 268 järgi hambumisskeemid. Näidake, et silindrilise hammasrattapaari (joon. 268) üks ratastest on võlliga liikumatult ühendatud kiilu abil, tiguratas (joon. 229) aga nihutatava (libiseva) kiilu abil. Joonestage kõigi näidatud ajamite skeemid kolmes projektsioonis.

2. Näidake joonisel 269 noolega hammasratta 3 pöörlemissuund, kui hammasratas 1 pöörleb noolega 1 näidatud suunas.

Töö 2. Täita ülesanne:

Arutlege (lugege) varem näidisenäidatud puurmasina kinemaatilise skeemi (joon. 267) kohaselt järgmisi kinemaatilisi skeeme:

- a) universaaltrepink IД-62 (joon. 270);
- b) universaalfreespink 6682 (joon. 271).

SISUKORD

Eessõna	3	§ 35. Mitmesuguste detailide ristprojektsioonide ehitamine	80
Sissejuhatus	5	§ 36. Punktide leidmine projektsioonidel	81
I peatükk. Algteadmisi tööjoonistest	11	§ 37. Kolmanda projektsiooni ehitamine kahe antud projektsiooni järgi	82
§ 1. Mõisteid joonistest ja jooniste lugemisest	11	§ 38. Kõverpindade lõikumine	86
§ 2. Meetooid esemete kuju segitamiseks	12	§ 39. Projekteerimine täiendavale projektsioonipinnale	87
§ 3. Mõisteid tööjoonistest	13	V peatükk. Ristlõiked ja lõiked	90
§ 4. kuidas kujutatakse detaile jooniseil	14	§ 40. Ristlõiked	90
§ 5. Joonistel kasutatavad jooned	16	§ 41. Lihtsad lõiked	92
§ 6. Mida peab teadma joonise lugemisel moodetest	19	§ 42. Lõigete ja ristlõigete viirutamine	95
§ 7. Mõõtsuhe	23	§ 43. Poolvaate ja vastava poolloike ühendamine	96
§ 8. Joonise kirjanurk	24	§ 44. Kohtlõiked	96
§ 9. Mõisteid visandeist	26	§ 45. Lõigete erijuhud	99
§ 10. Pinnasileduse märkimine joonistel	26	§ 46. Keerulised lõiked	100
§ 11. Millises järjekorras tuleb lugeda jooniseid ja visandeid	28	VI peatükk. Masinaehitusosalased tööjoonised ja nendel kasutatavad leppelised märkimisviisid	106
II peatükk. Geomeetiline joonestamine	34	§ 47. Millised andmed näidatakse tööjoonistel	106
§ 12. Joonte ja nurkade ehitamine ning jagamine	36	§ 48. Vaadete paigutus joonistel	107
§ 13. Kolmnurkade ehitamine	41	§ 49. Joonistel kasutatavad leppelised märkimisviisid	109
§ 14. Ringjoone jagamine võrdseteks osadeks	41	§ 50. Pinnasileduse märkimine joonistel	110
§ 15. Ringjoone jagamine kõõlude tabeli abil	45	§ 51. Mõõdete kandmine joonistele	111
§ 16. Ringide ja kaartse tsentrite leiamine	46	§ 52. Tolerantside ja istude tähistamine joonistel	115
§ 17. Joonte sujuv ühendamine	46	§ 53. Kuju ja pindade paigutuse lubatud kõrvalekaldumiste märkimine joonistel	117
§ 18. Ovaalide ja ellipsite joonestamine	50	§ 54. Visand	118
III peatükk. Näitlikud kujutised	56	VII peatükk. Keerme kujutamine ja tähistamine joonistel	124
§ 19. Mõisteid perspektiivist	56	§ 55. Väliskeerme kujutamine (Keere vardal)	124
§ 20. Frontaalprojektsioon	58	§ 56. Sisekeerme kujutamine (Keere avas)	125
§ 21. Risttahuka frontaalprojektsioon	59	§ 57. Keerme tähistamine	126
§ 22. Lihtsate detailide joonestamine frontaalprojektsioonis	60	§ 58. Spetsiaalkeermete tähistamine ja juhised, mis kuuluvad mitmekäigulistele ja vasakkeermeile	129
§ 23. Kuuetaahulise prisma frontaalprojektsioon	61	VIII peatükk. Põlvide, tikkpõlvide hammasrattaste ja vedrude kujutamine joonistel	135
§ 24. Silindri frontaalprojektsioon	62	§ 59. Põlt, mutter ja seib	135
§ 25. Püramiidi frontaalprojektsioon	64	§ 60. Tikkpõlt	136
§ 26. Isomeetrilised projektsioonid	64	§ 61. Silindrilised hammasrattad	137
§ 27. Dimeetriline projektsioon	65	§ 62. Koonilised hammasrattad	139
§ 28. Näitlike kujutiste praktiline kasutamine	67	§ 63. Tigujam	141
IV peatükk. Ristprojektsioon	71	§ 64. Hammaslatajam	144
§ 29. Tsentraal- ja paralleelprojektsioonid	71	§ 65. Tabel-joonised	144
§ 30. Ristprojektsioon ühele projektsioonipinnale	73	§ 66. Vedrud	146
§ 31. Risttahuka projektsioon kahele projektsioonipinnale	73		
§ 32. Eseme projektsioonid kolmele projektsioonipinnale	75		
§ 33. Põhiliste geomeetriliste kehade projektsioonid	77		
§ 34. Keeruka kujuga detaili jaotamine põhilisteks geomeetrilisteks kehadeks	79		

IX peatükk. Koostamisjoonised	148	§ 75. Karptihendi kujutamise iseärasusi koostamisjoonistel	156
§ 67. Koostamisjooniste mõiste	148	§ 76. Kõrvalise tähtsusega detailide kujutamine koostamisjoonistel	157
§ 68. Lihtsaim koostamisjoonis. Koostamisjoonise spetsifikatsioon	148	§ 77. Koostamisjoonis detailide konstruktsiooni kujutamisega	158
§ 69. Lõiked koostamisjoonisel	149	§ 78. Lubatud kõrvalekaldumiste kandmine koostamisjoonistele	158
§ 70. Keermetatud liidete kujutamine koostamisjoonistel lõikes	150	§ 79. Koostamisjooniste lugemine	158
§ 71. Keevitatud sõlme koostamisjoonis	151	X peatükk. Skemaatilised joonised	166
§ 72. Koostamisjoonis neetidega ühendatud detailidest	154	§ 80. Mis on skemaatilised joonised	166
§ 73. Kuidas lugeda koostamisjooniseid	154	§ 81. Kinemaatiliste skeemide lugemine	171
§ 74. Projektsioonide katkestamine ja murdmine koostamisjoonisel	155		

A. A. Серебряков, K. A. Янковский,
M. M. Плешкин

ЧЕРЧЕНИЕ

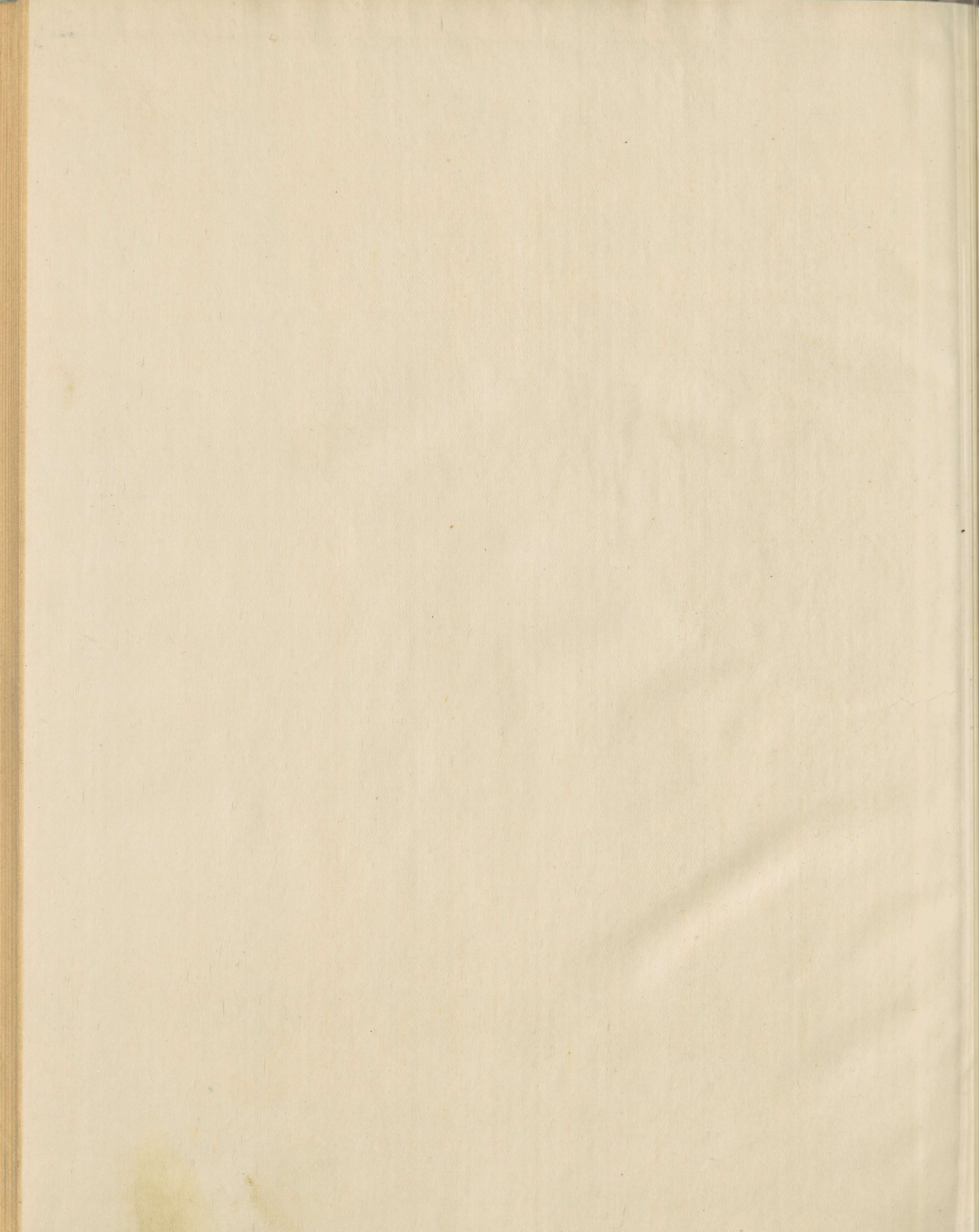
На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярну маantee 10

*

Toimetaja A. Korba.
Tehniline toimetaja I. Vahre.
Korrektor J. Ramm.

Ladumisele antud 15. XII 1955. Trükkimisele
antud 1. II 1956. Paber 54×84, 1/8. Trüki-
poognaid 22. Formaadile 60×92 kohaldatud
trükipoognaid 18,04. Arvutuspoognaid 17,12.
Trükiarv 5000. MB-01771. Tellimise nr. 3492.
Trükkikoda «Tartu Kommunist», Tartu,
Ülikooli 17/19.

Hind rbl. 5.80



Rbl. 5.80

B-1745 _{II}

TÜ RAAMATUKOGU

1 0300 00404814 8

Rbl. 5.80

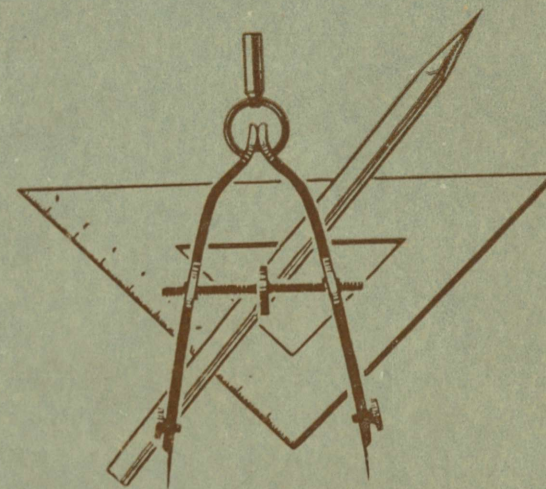
B-1745

11

A. SEREBRJAKOV · K. JANKOVSKI · M. PLEŠKIN · JOONESTAMINE

A. SEREBRJAKOV · K. JANKOVSKI · M. PLEŠKIN

JOONESTAMINE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
1 9 5 6



1 0300 00404814 8