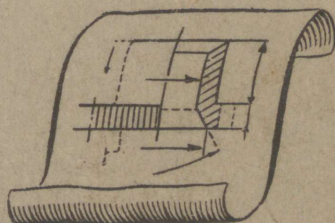


HANS TAAL

TEHNILINE
JONESTAMINE
MASINAEHITUSE ALAL



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS”



HANS TAAL

TEHNILINE JOONESTAMINE
MASINAEHITUSE ALAL



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1947



12474
A-16275

I. Üldist tehnilisest joonisest.

1. Tehnilise joonise mõiste ja tähtsus.

Joonise ülesanne on mõtete ja kujutluste edasiandmine joonte abil. Mõtete edasiandmine ainult tähtede, s. o. kirjasõna abil, on tihti tülikas ja aeganõudev, kuid mõnikord ka praktiliselt võimatu. Mida tähtede abil peaks selgitama poognate ulatuses, võib edasi anda vaid lihtsa joonisega.

Kirja kaudu mõtete edasiandmisel on kirja lugemiseks tarvis peale kirjamärkide ehk tähtede tunda veel keelt, milles kiri on kirjutatud. Joonise lugemiseks on tarvis tunda ainult joonise märkide ja joonte tähendust.

Joonise teeb tehniliseks jooniseks mitte ainult sisu, mis on määratud kindla tehnilise mõtte edasiandmiseks või selgitamiseks, vaid ka mõtte selgitamise viis, mis tehnilisel joonisel peab olema võimalikult lihtne ja siiski täiesti selge.

Mõtete edasiandmiseks joonisega võimalikult lihtsalt ja selgelt — tehniliseks joonestamiseks — on aja jooksul välja kujunenud erivõtted, mida peab tundma niihästi see, kes tehnilisi mõtteid edasi annab, kui ka see, kellele neid edasi antakse.

Vastavalt tehnika mitmekesisete alade mitmekesistele ülesannetele ja nõuetele on kujunenud ka eri aladel erinevad joonestusvõtted. Käesolevas raamatus on vaadeldud tehnilise joonestamise võtteid masinaehituse alal, mis oma printsiipiaalsetes küsimustes langevad tihti kokku paljude teiste tehnika alade joonestusvõtetega.

Et joonestaja saaks joonist valmistada, s. t. tööülesannet anda sellisena, et seda oskaksid lugeda ja täita kõik vastava ala töötajad, on tarvis joonestusvõtteid ühtlustada. Joonestusvõtete ühtlustamiseks on tehniliste jooniste kohta igas tööstusriigis välja töötatud omad riiklikud normid, millede kohaselt valmistatakse kõik vastava ala joonised. Need riiklikud normid enamikus ühtivad oma olulistest osades ja lahkuminekuid esineb tavaliselt vaid üksikuis märkimisviisides.

Nõukogude Liidus on kehtivad Üleliidulise Normimiskomitee (Всесоюзный Комитет Стандартизации — ВКС) ja Rasketööstuse Rahvako-

missariaadi (Народный Комиссариат Тяжелой Промышленности — НКТП) poolt 1934. a. väljatöötatud üleliidulised normid (Общесоюзный Стандарт — ОСТ), mis sisaldavad numbrite $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}} 7531-7543$ ja $\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}} \frac{7544}{645} - \frac{7549}{650}$ all norme tehnilise joonestamise kohta masinaehituse alal. Käesolevas raamatus vaadeldud joonestusvõtted on kooskõlastatud eespool mainitud ОСТ normidega, kusjuures kõrvalmärkustega on tähelepanu juhitud ka tähtsamaile erinevustele teiste riikide normidest.

Kaugemas minevikus, kui tarbeesemeid valmistas iga tarvitaja ise või kui neid tegid käsitöölised müümise otstarbeks, polnud joonise järele erilist vajadust. See vajadus tekkis üleminekul esemete käsitööstuslikult tootmiselt tööstuslikule tootmisele. Kaasaegsete toodete komplitseeritud iseloomu ja mehhaniseeritud tootmisviisi tõttu on iga tehnilise töö läbiviimise aluseks joonis. Ainult jooniste tarvitamise abil on võimalik rakendada suuremat arvu töotajaid samaaegselt ühe ja sama ulatusliku ja komplitseeritud töö teostamiseks. Töö läbiviimine jooniste alusel kindlustab üksikute detailide sobivuse omavahel ja kogu toote kujunemise selliseks, nagu see oli konstruktori või joonestaja poolt joonistega määratud.

2. Jooniste liigitelu.

Olenevalt otstarbest, mida joonis peab joonise kasutajale selgitama, on nõuded üksikute jooniste kohta väga erinevad. Järgnevalt on vaadeldud kõige sagedamini esinevaid ja tähtsamaid jooniste liike otstarbe järgi.

1. Tööjoonised valmistatakse masinaosade ehk -detailide tootmiseks. Tööjoonis määrab valmistatava detaili täpse kuju, täpsed suurused, materjali, töötlemisviisi ja vajaduse korral lisamärkuste kaudu ka töötlemisjärjekorra. Tööjoonise järgi peab olema võimalik soovitud detaili valmistada ilma suuliste lisaseletusteta või kirjaliku sõnalise tekstita.

2. Komplektjooniseid valmistatakse detailide koondamiseks komplektiks või tervikuks. Seadmed koosnevad tavaliselt väga paljudest detailidest, mida valmistavad paljud töölised mitmetes osakondades ja isegi mitmetes tehastes. Et tööline teaks, kuhu üks või teine rõngas panna, üks või teine kruvi keerata, selleks et saada soovitud seadet, seda näitab talle komplektjoonis.

3. Montaažjoonised valmistatakse seadmete ülesseadmiseks ehk monteerimiseks nendele määratud kohtadele. Montaažjoonis näitab tööli- sele täpselt, kuhu ja kuidas tuleb antud seade monteerida. Montaažjooni-

sel on peale seadme üldkuju ja gabariitmõõtmete näidatud seadme toetumispindade ja kinnitusosade kuju ja täpsed mõõtmed. Veel peab montaažjoonis määrama täpse kuju ja mõõtmed seadme osadel, mis kuuluvad ühendamisele teiste seadmete osadega, nagu võllide otste, toruäärikute jne. mõõtmed, poldiaukude asukohad ja mõõtmed jne.

4. Tükitabelid ehk spetsifikatsioonid on seadme detailide ja nende iseloomustavate andmete ülevaatlikud loetelud. Tükitabelis antakse kõigi seadme detailide ja päraldiste (juurdekuuluvate osade) materjal, iseloomustavad suurused, kaal, jooniste numbrid, kus detail kujutatud, jne. Tükitabelid tehakse sellekohase vormi (vt. „Tükitabel“) kohaselt tabeli kujul kas joonisele, kus asub seadme komplektjoonis, või ulatuslikuma detailide arvuga seadmetel erilehtedele.

5. Pakkumis-, tellimis- ja projektjoonised valmistatakse pakutavast, tellitavast või projektitavast seadmest või selle osast üldise kujutluse saamiseks. Need joonised on teataval määral skemaatilised ja peavad selgitama seadme otstarbe, asetuse, üldkuju, üldkonstruktsiooni ja gabariitmõõtmed. Üksikasjad sellisel joonisel pole tähtsad, nende järele puudub vajadus ja nad segaksid üldise kujutluse saamist joonestatud seadmest.

6. Abijoonised valmistatakse seadmete või seadme osade projektimisel või konstrueerimisel vajalike tehniliste arvestuste teostamiseks graafiliselt. Selle jooniste liigi alla kuuluvad kõik tabelid, skeemid, graafikud, diagrammid jne.

Peale nende üldiste ja tähtsamate jooniste liikide on masinaehituse alal kasutusel veel terve rida jooniste liike, mis on kohandatud eritööde läbiviimise tingimustega, nagu eeltoodete (pooltoodete), mudelite, sisustus-, ekspluateerimis-, remont-, leiutisjoonised jne., millede ligem loetelu koos üldiste nõuetega iga jooniseligi kohta on antud normides $\frac{OCT}{BKC} 7531$. Kõigi nende jooniste liikide puhul jääb kujutamiseviis ikka samaks, kusjuures erinevused seisavad tavaliselt ainult kuju, mõõtmete jne. määramise täielikkuses. Kõige täielikumad joonised on tööjoonised, milledele nõutakse detailide kuju, suuruse jne. täielikku ja täpset määramist. Töö- ja ka komplektjoonised moodustavad kõigest valmistatavaist jooniseist suurima osa. Et eri liiki jooniste valmistamine eeldab teadmisi vastavalt alalt ega paku midagi uut, on käesolevas raamatus piirdutud ainult töö- ja komplektjooniste vaatlemisega.

Jooniste valmistamise seisukohast lähtudes liigitatakse joonised originaaljoonisteks ja koopiateks. On loomulik, et originaaljoonist ei saa joonisel antud ülesannete täitmiseks töökohta saata. Töökohas joonis määratud, rebeneb ja võib mõnikord hoopis kaotsi minna. Et joonestaja ei

tarvitseks sellisel juhul kogu tööd otsast alata, peab ta originaaljoonise endale jätma. Ka eeskuju huvides järgmistele konstruktsioonidele peab originaaljoonis tingimata arhiivi jääma. Töökohta antakse originaaljoonise koopias, mille kadumisel saab originaaljoonisest uue koopia teha. Koopiaid tehakse mõnel erijuhul käsitsi läbipaistvale paberile, kuid üldiselt valguskopeerimisega valgustundliku kihiga kaetud paberile. Et valguskoopia võtmine jooniselt oleks võimalik, selleks tehakse originaaljoonis läbipaistvale paberile.

Olenevalt tähtsusest ja kasutamistingimustest tehakse originaaljoonised kas pliatsi- või tušijoonistena. Enamik tavalisi tööjooniseid, millede sagedat kasutamist ei ole ette näha, valmistatakse pliatsiga, kuna aga tähtsamad ja sageli kasutatavad originaaljoonised tehakse mõnikord tušiga, et saada selgemaid ja ilmekamaid koopiaid.

Omaette jooniste liigi moodustab visand ehk skits, mis tehakse harilikult vaba käega ja mis on vaheastmeks seadme või detaili ja selle joonise vahel. Visandi järgi tehakse seadmest või detailist joonis. Ka annab insener või konstruktor visandiga oma mõtte joonestajale joonise valmistamiseks (vt. ligemalt „Vabakäe-visand“).

II. Joonestustarbed.

A. Joonestusvahendid.

1. Joonestuslaud.

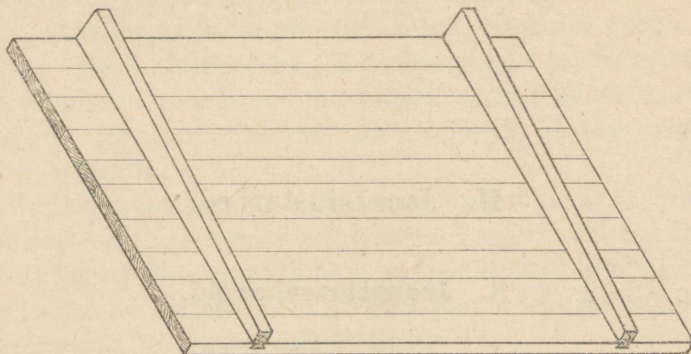
Joonestuslaud on alus, millele kinnitatakse rõhknaeltega joonestuspaber.

Joonestuslaua mõõtmed määrab suurim joonise formaat, millist tuleb joonestajal sellel joonestuslaual kasutada. Suurimad joonestusbüroode joonestuslauad on kuni 5 m pikad ja kuni 3 m laiad, et oleks võimalik jooniseid valmistada ka suuremaist masinaist ja masinadetailidest mõõdusuhtes 1 : 1. Suurele formaadile joonestamine, s. o. suure joonise valmistamine on tülikas ja aeganõudev, millest tavaliselt püütakse loobuda, kasutades joonestamisel vähendatud mõõdusuhteid. Harilikult püüab joonestaja piirduda joonise formaadiga a1 — pikkus 814 ja laius 576 mm —, mille aluseks on kohane joonestuslaud pikkusega 1 m ja laiusega 70 cm.

Joonestuslaud tehakse pehmest puidust, et rõhknaelte sissevajutamine ja väljatõmbamine oleks mugavam. Selles mõttes on joonestuslaua materjalina sobivaimad pappel, pärn ja lepp. Laud liimitakse kokku kitsamaist kuivadest laudadest, et ta juhuslikul niiskumisel või kuivamisel vähem kaarduks. Joonestuslaua alumisele pinnale tapitakse võimalike kaardumiste vähendamiseks liistud (joon. 1), mis harilikult annavad lauale ka väikese kalde joonestaja poole (joon. 2). Selle tapitud liistu liimimine on lubatud ainult ühest otsast, et võimaldada laua plaadile paisumist või kahanemist temperatuuri või niiskuse muutumisel. Võimalikud oksad joonestuslauas tuleb välja puurida ja puitkorgid asemele liimida.

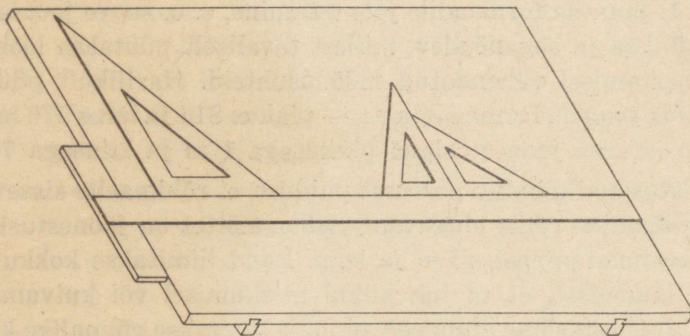
Joonestuslaua pealne pind joonise alusena peab olema võimalikult tasane. Ka minimaalsed praod joonise aluspinnal põhjustavad joonise kärimist joone tõmbamisel üle prao. Kuigi kõik laua servad on üldiselt sir-

ged ja täisnurksed, peab eriti sirge ja tasane olema joonestuslaua vasakpoolne serv, millele toetatakse rööpjoonlaua juhtklots (joon. 2).



Joon. 1. Joonestuslaud alt vaadatuna.

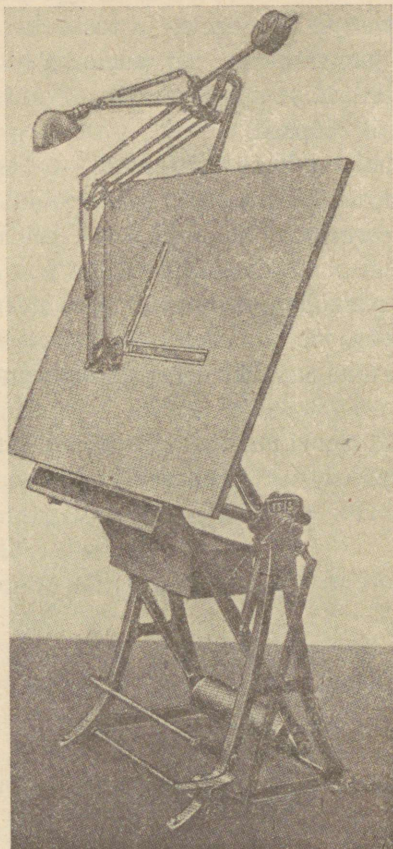
Selline joonestuslaud on lihtsaim ning odavaim ja valmistatav iga puusepa poolt, aga ta on töötamiseks ebamugav ega ole soodne joonestaja tervisele, sest joonestaja peab kogu joonestamise aja laua kohal küürutama.



Joon. 2. Joonestuslaud pealt vaadatuna rööpjoonlaua ja kolmnurkadega.

Pidevaks joonestamiseks joonestusbüroodes on tarvilik eri jalale toetuv püstjoonestuslaud (joon. 3), mille kõrgus ja kalle on reguleeritavad. Niisugune joonestuslaud on varustatud eritehaste poolt valmistatud joonlaua juhtmehhanismiga, sest harilikku rööpjoonlaua ja kolmnurkade kasu-

tamine püstlaual ei ole võimalik. Niisugune juhtmehhanismiga joonlaud on küll kallis, kuid töötamine sellega on palju mugavam ja kiirem.



Joon. 3. Püstjoonestuslaud.

2. Rööpjoonlaud.

Rööpjoonlauda ehk reissinit kasutatakse horisontaalsete rööpjoonte tõmbamiseks ja kolmnurkade toetamiseks (joon. 2).

Rööpjoonlaua pikkus peab olema võrdne joonestuslaua pikkusega või natuke suurem.

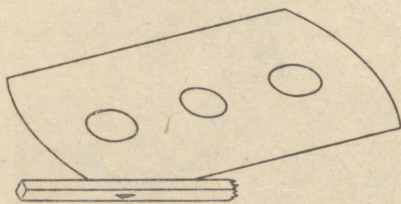
Rööpjoonlaud on tehtud ühtlasest ja kõvast puidust, mõnikord veel eriti kõvast mustast puidust servadega. Joonlaua servad olgu sirged ja tasased. Joonlaua ühe otsa külge on kas liimitud või kruvidega kinnitatud

juhtklots, mis joonlaua servade suhtes moodustab täisnurga. Ka minimaalne suhteline loksumine joonlaua ja juhtklotsi vahel on lubamatu.

Rööpjoonlaua juhtklotsi toetatakse ainult joonestuslaua vasakpoolsele servale, mis on seepärast eriti sirgeks ja tasaseks hõõveldatud. Toetada rööpjoonlauda teistele joonestuslaua servadele on lubamatu, sest laua servad ei ole kunagi täpselt täisnurksed ja sirged ning tõmmatavad jooned ei saaks täisnurksed või rööpsed.

Mõnel rööpjoonlaul on kaks juhtklotsi — üks ühel pool joonlauda ja joonlaua külge kinnitatud, teine teisel pool joonlauda, šarniiril pööratav ja tiibnutriga kinnikeeratav. Niisugune kahe juhtklotsiga rööpjoonlaud võimaldab joonlaua teist poolt kasutades, seega pööratavat juhtklotsi laua servale toetades tõmmata rööpjooni meelevaldse nurga all. Niisuguse pööratava juhtklotsiga rööpjoonlaua asetamisel joonestuslauale tuleb alati jälgida, et joonlaud toetuks soovitud (tavaliselt kinnise) juhtklotsiga laua servale.

Mõne rööpjoonlaua serv on varustatud millimeeterjaotusega, mille järele ei ole erilist vajadust, sest pikkused kantakse joonisele selleks ettenähtud mõõtpulgalt.



Joon. 4. Murtud tuletiku peata osa pistetuna žiletitera otsa kaitseb rööpjoonlaua serva joonise äärte lõikamisel.

Joonise äärte lõikamiseks võib rööpjoonlauda kasutada vaid siis, kui noa või žiletitera otsa on pistetud peata tuletiku osa rööpjoonlaua serva kaitseks (joon. 4).

3. Kolmnurgad.

Kolmnurki kasutatakse nii püstjoonte kui ka kolmnurga nurkadele vastavate kaldjoonte tõmbamiseks kolmnurga servi rööpjoonlaua servale toetades (joon. 2). Kolmnurki on joonestajal tarvis üks 45⁰-ste ja teine 30/60⁰-ste teravnurkadega. Nende kolmnurkadega saab joonestaja mõlemat kolmnurka samaaegselt kasutades nurkade vastava kombinatsiooniga tõmmata veel 75- ja 15⁰-seid kaldjooni. Kolmnurga külgi kasutatakse ka

hariliku joonlauana meelevaldsete punktide ühendusjoonte tõmbamiseks. Veel kasutatakse kahte kolmnurka meelevaldsetele sirgetele rööp- ja ristjoonte tõmbamiseks (rööplükke abil).

Kolmnurkade sobiv suurus oleneb joonise suurusest ja iseloomust. Väiksemate kolmnurkadega on üldiselt mugavam töötada, kui tõmmatavad jooned ei ole pikad. Tavaliselt on küllaldane kolmnurkade komplekt, mille 45°-se kolmnurga hüpotenuusi ja 30/60°-se kolmnurga pikema kaateti pikkus on 25 kuni 30 cm. On hea, kui joonestajal on veel kolmas suurem kolmnurk, harilikult 30/60°-ste teravnurkadega, mille abil on lihtsam tõmmata pikemaid püstjooni (joonise välja piirjooned, püsttelgjooned jne.).

Kolmnurgad, nagu rööpjoonlaudki, on tehtud ühtlasest ja kõvast puidust, mõnikord veel eriti kõvast mustast puidust servadega. On läbipaistvaist massidest (tselluloidist) kolmnurki, mis võimaldavad jooni näha ka kolmnurgaga kaetud joonise pinnal. Aja jooksul kattub niisuguse kolmnurga pind kriimustustega ja kaotab läbipaistvuse. Tavaliselt on läbipaistvad kolmnurgad õhukesed ja nendega tušijoonete tõmbamine nõuab suuri ettevaatust — tušš võib laiali minna. Ka on nad libedamad kui puitkolmnurgad. Kolmnurgad kõvakummist ja metallist on harilikult liiga õhukesed ja määrivad paberit.

Millimeeterjaotused kolmnurga kaatetil ei ole tarvilikud, kui joonestajal on mõõtpulk.

Tähtis on, et kolmnurga servad oleksid sirged ja nurgad täpsed. Kolmnurga täpsuse kontrollimiseks toetatakse kolmnurk kaatetiga rööpjoonlaur servale ja tõmmatakse teisele kaatetile pliitsit toetades püstjoon. Siis pööratakse kolmnurka 180° võrra püstjoone suhtes ja sama kaatetit jälle rööpjoonlaur servale toetades tõmmatakse eelmise püstjoone kohale uus joon. Kui püstjooned langevad kokku, siis on ka kolmnurga serv sirge ja kaatetitevaheline nurk 90°.

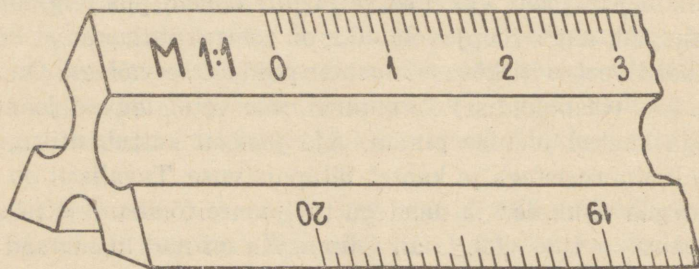
4. Kurvijoonlauad ehk lekaalid.

Kurvijoonlaudadega ehk lekaalidega tõmmatakse joonisel jooned, mis oma iseloomult ei võimalda nende tõmbamist ringi kaarte osadena (paraboolid, ellipsid, hüperboolid, evolvendid jne.). Olenevalt jooniste iseloomust peaks neid joonestajal olema palju, et ta võiks iga kõverjoone jaoks leida joonlaur, mille abil oleks võimalik kõverjoont võimalikult pikas osas tõmmata joonlauda ümber seadmata või vahetamata. Kurvijoonlauad on tehtud harilikult puidust, kuid ka kunstmassidest. Nad on 1 kuni 3 mm paksused ja müügil mitmesuguses kujus ja suuruses.

Õhemate kurvijoonlaudade abil tušijoonte tõmbamine nõuab ettevaa-
tust — tušš võib joonlaua serva külge hakata ja laiali valguda.

5. Mõõtpulk.

Mõõtpulka kasutatakse pikkuste kandmiseks joonisele ja pikkuste
mõõtmiseks jooniselt. Tavaline mõõtpulk on kolmnurkse põiklõikega pris-
makujuline varras (joon. 5), mille küljed on pisut õõnestatud, et võimal-



Joon. 5. Mõõtpulk.

dada servi kasutada käepidemena. Kõik mõõtpulga kuus serva on varusta-
tud pikkusjaotustega mitmesuguste mõõdusuuhete jaoks. Masinaehitaja
mõõtpulgal peavad olema jaotused mõõdusuuhetes 1 : 1, s. o. millimeeterjao-
tus, 1 : 2 ja 1 : 5. Ülejäänud servadel asetsevad jaotusi, tavaliselt mõõdu-
suuhetes 1 : 2,5, 1 : 3 ja 1 : 4 või 1 : 7,5, masinaehitaja ei kasuta.

Mõõtpulga pikkus kõigub tavaliselt 300 kuni 500 mm-ni.

Sobivaimad mõõtpulgad on tehtud puidust valgete luust servadega,
millele kantud mõõtjaotused on hästi nähtavad ja täpsed. On olemas ka
metallmõõtpulki, mis on küll odavamad, kuid nendelt on metalli tuhmi
pinna tõttu mõõtmiste lugemine raske. Pikkuste võtmine metallmõõtpulgalt
sirklile rikub sirkli nõelad.

Mõõtpulk, mille jaotused mõõdusuuhetes 1 : 1 on tehtud $\frac{1}{2}$ mm järel,
ei ole sobiv, sest liiga tihe jaotus raskendab kriipsude lugemist.

Mõõtpulga jaotustega servad peavad olema teravad, et nad saaksid
tihedalt joonise pinnale toetuda ja seega vähendada viga (parallaksi)
pikkuste kandmisel joonisele ja ka joonise lugemisel.

Pikkuste võtmist mõõtpulgalt mõõtsirkliga ei saa õigeks pidada, sest
see nõuab joonestajalt palju aega ja sirkli nõelad rikuvad mõõtpulga jao-
tusi, eriti algpunkti kohal.

6. Mall.

Malli kasutatakse antud nurkade all tõmmatavate sirgjoonte sihtide määramiseks ja ümberpöörduvalt — juba tõmmatud sirgjoonte vaheliste nurkade mõõtmiseks.

Mall on tavaliselt plekist või läbipaistvast massist (tselluloidist) poolringikujuline õhuke plaat, mille tšenter on märgitud ja mis on varustatud poolringi serval jaotustega kraadide tähistamiseks.

Täpsemaiks nurkade mõõtmisteks (graafilised tööd) on sobivad läbipaistvad mallid, mille ühele küljele on tehtud jaotused ja teisele küljele numbrid jaotuste lugemiseks. Selline mall asetatakse pinnaga, millel asetsevad jaotused, joonise peale ja loetakse teiselt poolt nurk. Viga silma vaatenurgast (parallaksi) seejuures ei esine.

7. Redissuled.

Redissulgedega kirjutatakse joonisele kõik tarvilikud kirjad — kirjanurk, tükitabel, selgitavad märkused vaadete ja lõigete juurde, märkused valmistamise ja monteerimise kohta jne.

Olenevalt vajalikust kirja suuruselt kasutab joonestaja redissulgi läbimõõduga (laiusega) alates $1/2$ mm-st kuni 3 mm-ni.

8. Kustutusplaat.

Kustutus- (ehk radeerimis-)plaat on papist, tselluloidist või mõnest muust massist õhuke väljalõigetega plaat. Seadnud plaadi vastava kuju ja suurusega väljalõike joonise selle osa kohale, mida on tarvis kustutada, hoiab joonestaja plaati paigal ja kustutab joonist plaadi väljalõike ulatuses. Plaadi all olev pind jääb puutumata.

Niisuguseid kustutusplaate teeb iga joonestaja vajaduse korral papist ise.

9. Sirklikarp.

Hea sirklikarp on joonestaja uhkus. Sirklikarp ei tarvitse olla suur ei oma mõõtmelt ega sisult, kuid ta peab sisaldama täpsed ja mugavad riistad joonestamiseks.

Joonestamiseks masinaehituse alal on küllaldane järgmine sirklikarbi sisu:

1. Mõõtesirkel on tarvilik täpsete pikkuste kandmiseks joonisele. Sirkli harude tavaline pikkus on 120 mm. Mõlema haru otsas on vahetatavad nõelad, et oleks võimalik juhuslikult murdunud või rikutud nõela asendada uuega.

2. Vahetusotstega sirkel on tarvilik ringjoonte ja ringikaarte tõmbamiseks nii pliitsi- kui ka tušijoontena. Ühe sirkliharu otsas on vahetatav ja šarniiril pööratav nõel ja teise haru otsas šarniiril pööratav vahetusosa. Šarniirid on tarvilikud selleks, et igale tõmbatava ringi raadiusele vastavalt saaks nõela või vahetusosa seada risti paberi pinnaga. Jämeda tuširingi tõmbamisel on eriti tähtis, et joonsule huulte mõlemad otsad puutuksid paberi pinda, mis on terava ja ühtlase jämedusega joone saamise tingimuseks. Sirkliharusid ühendava sirklipea šarniir on varustatud vastava kruviga, mis võimaldab sirkliharude käiku reguleerida — kergendada või raskendada. Sirklipea olgu varustatud käepidemega, mille telg erilise juhtseadme abil langeb automaatselt alati ühte harudevahelise nurgapoolitaja suunaga. Sirkliharude pikkus on tavaliselt 120 mm.

Sirkli headust iseloomustab üldiselt ühtlane käik sirkliharude laialti tõmbamisel ja kokkulükkamisel. Kokkulükatult peavad sirkli teravikud täpselt üksteisele vastu minema. Ka kõige väiksemad märgatavad loksumised sirkli šarniirides on lubamatud.

3. Vahetatavaid sirkliosi on sirklikarbis järgmiselt:

a) Miinihoidja*), mida kasutatakse pliitsijoonte tõmbamiseks. Võimaldab miini (grafiitotsa) pikkuse reguleerimist ja miini vahetamist.

b) Joonsulg, mida kasutatakse tušijoonte tõmbamiseks. Joone jämedus (laius) on reguleeritav vastava kruviga.

c) Nõelots, mis lükatuna vahetusosa hoidja avasse võimaldab vajaduse korral sirkli kasutamist teise mõõtesirklina.

d) Pikendusjätk, mis vahelülina sirkliharu ja vahetatava osa vahel võimaldab sirkliga suuremate ringide (raadiusega kuni 300 mm) tõmbamist.

Vahetatavad osad lükatakse sirkli ühe haru otsas olevasse avasse ja keeratakse kruviga kinni. Vahetatavate osade loksumised on lubamatud.

4. Nullsirkel on tarvilik väikese läbimõõduga (kuni 10 mm) ringide tõmbamiseks. Nullsirkli ühe haru moodustab pikk teravikuga paberisse surutav ja paigalseisev nõel. Teise sirkliharu moodustab külgsuunas

*) Miiniks nimetame pliitsi südamikku tükki või muud grafiiti või värvainet sisaldavat pulgakest, mida kasutatakse paberile joone tõmbamiseks.

nõela ümberpööratav ja üles-alla liikuv vahetatava osa hoidja. Tõmmatava ringi raadius on reguleeritav vastava kruviga. Vahetatava osana on nullsirkli miinihoidja ja joonsulg pliatsi- või vastavalt tuširingide tõmbamiseks.

5. Joon sulg on tarvilik tušijoonte tõmbamiseks. Joonsulg koosneb kahest vetruvast sulehuulest ja käepidemest. Sulehuulte omavaheline kaugus, s. o. tõmmatava joone jämedus on reguleeritav vastava kruviga. Joonestajale on tarvis kaks erineva suurusega joonsulge. Suurem joonsulg on harilikult laiade huultega ja laia laperguse käepidemega, nn. rootsi tüüp, mis võtab palju tušši huulte vahele ja võimaldab pikkade joonte tõmbamist ilma joont katkestamata sule täitmiseks tušiga. Ka teeb lai lapergune käepide niisuguse joonsule juhtimise joonestajale eriti käepäraseks. Teine, väiksem joonsulg on harilikult ümara käepidemega, mis mõnikord on joonsulest eraldatav ja vajaduse korral kasutatav koos mõne teise joonsulega (näit. sirkli joonsulega).

On soodne, kui joonsule jämeduse (laiuse) reguleerimise kruvi on varustatud skaalaga, mis hõlbustab üleminekut teistele tarvitatavaile joone jämedustele, ilma et oleks vaja igal üleminekul mõõtmiseega joone jämedust kontrollida.

Joonsule puhastamise ja kuivatamise hõlbustamiseks on tavaliselt üks sulehuul šarniiril külgsuunas kõrvalepööratav.

Tähtis on, et joonsule huuled oleksid vetruvad ja mõlemad huulte otsad täpselt samasuguse kuju ja pikkusega.

Et tõmmatav joon saaks terav (teravate äärtega) ja ühtlase jämedusega, peavad mõlemad sulehuulte otsad paberi pinda puutama. Seepärast tuleb joone tõmbamisel hoida joonsulge kujutletavas pinnas, mis on risti joonise pinnaga ja läbib tõmmatava joone. Joone tõmbamise suunas olgu joonsulg kallutatud, nii et joonsule ja tõmmatava joone vaheline nurk oleks ca 60°.

Joonsule täitmine sööbivate vedelikega (tint) kutsub esile sulehuulte roostetamise ja rikub sule.

Sulehuulte otsad kuluvad aja jooksul ja neid tuleb uuesti lihvida-teritada, mis olgu asjatundja töö.

6. Reservnõelad on juhuslikult murdunud sirklinõela asendamiseks.

7. Kruvikeeraja ehk kruvits on sirkliharude sobiva käigu reguleerimiseks ja sirkli nõelotste kinnituskruvide keeramiseks.

8. Miinitoos — mitmesuguses kõvaduses tagavaramiinide hoidmiseks.

See on sirklikarbi tavaline ja küllaldane sisu. Suuremais sirklikarpi-des leidub veel:

a) Teine sirklite komplekt, mis tavaliselt on normaalsirklitest väik-semad.

b) Joonsulg, mis võimaldab tõmmata rööpjooni; see koosneb kahest joonsulest ühe käepideme otsas, kusjuures joonsulgede vahe, seega ka tõm-matavate rööpjoonte vahe on vastava kruviga reguleeritav.

c) Vedru- ehk jaotussirkel, mille nõelotste vahe on reguleeritav vas-tava kruviga; tarvitatakse täpsete seeriapikkuste kandmiseks joonisele (näit. trepiastmed) ja pikkuste jaotamiseks.

d) Punktimisrattad mitmesuguste punktiirjoonte hõlpsamaks tõm-bamiseks. Senise ebakindla konstruktsiooni tõttu on need töös ebapraktili-sed.

Kogu sirklikarbi sisu terasosad peavad olema kaetud roostevaba metalli(kroomi, nikli, hõbeda jne.) kihiga, et riistad sõrmedelt kleepunud higi mõjul ei roostetaks. Peale töö lõpetamist pühitagu tarvitatud riista-delt sõrmejäljed ja higi seemisnaha või villase riidega, sest ka roostevaba metall roostetab, kui ta jääb pikemaks ajaks higiseks.

B. Joonestusmaterjal.

1. Joonestuspaber.

Jooniseid, mida valmistab joonestaja büroos, ei saadeta kunagi töö-kohta. Töökohta saadetakse joonise valguskoopiad, mis saadakse joonise läbivalgustamisega valgustundliku kihiga kaetud paberile kopeerraami või kopeermasina abil. Varemmail aegadel kopeeriti joonised käsitsi läbipaist-vale paberile, mis on aeganõudev töö ja nüüd ainult erijuhtudel kasutatav.

Olenevalt kopeerimisviisist tehakse jooniseid nii valgele läbipaistma-tule paberile, nn. valgele joonestuspaberile, kui ka läbipaistvale paberile, nn. pauspaberile. Pauspaberile tehtud joonisest on lihtne võtta valguskoopi-aid kas käsitsi või masinas. Seepärast tehakse joonised masinaehituse alal peaaegu eranditult pauspaberile.

Joonestuspaber on müügil mitmesuguse laiusega rullides ja ka valmis lõigatud formaatides. Paberi paksusest ja tihedusest oleneb paberi kaal, mis antakse grammides ruutmeetri kohta (g/m^2). Paberiliike on olemas väga palju. Harilikult on paberiproovidest tehtud blokid, mille iga leht on erinevast paberiliigist ja varustatud oma nimetuse, kaalu ja numb-ri-ga. Niisuguse bloki järgi valib joonestaja endale sobiva paberi.

Hea joonestuspaber on tugev ja sitke, see ei tohi iga väiksema juhusliku jõu mõjul käriseda.

Paberi pind on paberi eri liikidel väga erinev. Siledale paberile ei hakka hästi pliats peale ega anna küllaldast musta joont, mis on eriti tähtis joonistel, milledest tuleb teha valguskoopiaid. Liiga kare paberi pind kulu- tab palju pliatsit, mille sagedane teritamine on tülikas. Libedale paberi pinnale ei hakka ka tušš peale ja joon ei saa täielik. Tihti hõõrutakse liiga libedale paberi pinnale talgipulbrit, mis suurel määral parandab tuši jooksu.

Joonestuspaber peab olema t u š i k i n d e l. Kuni 2 mm laiusega tušijooned servad peavad loomulikult kuivamisel teravaks jääma.

Kustutamiskindlus, mis on paberi tihedusest, on joonestuspaberi kohta väga oluline nõue. Terava noa või žiletiteraga kustutatud tušijooned kohale tõmmatud uus tušijoon ei tohi laiuli valguda. Halvema paberi tarvitamisel hõõrutakse kustutatud pind pliatsigrafiidiga tasaseks ja libedaks ning hiljem, kui tarvilikud jooned on kustutatud kohale tõmmatud ja kuivanud, kustutatakse pliatsigrafiit pehme kummiga. Ka kasutatakse kustutatud pinna tušikindluse saavutamiseks talki, millega hõõrutakse kustutatud pinda.

Niiskuse mõjul kortsus hea paber vähe.

Valget läbipaistmatut joonestuspaberit kasutatakse nii tähtsamaiks originaaljoonisteks kui ka joonisteks, milledele ei nõuta valguskoopiat, — diagrammide, skeemide jne. joonestamiseks.

Valge joonestuspaber on mehhaaniliselt tugev ja vastupidav niiskuse mõjule. Parem on tihedamad ja suurema kaaluga paberiliigid, mis on kustutamiskindlad, nii et kustutatud ja parandatud koht polegi märgatav. Päikesevalguse käes olles koltub valge joonestuspaber aja jooksul. Teda kasutatakse nii tuši- kui ka pliatsijooniste jaoks.

Pauspaber on enamasti helehalli või sinaka tooniga läbipaistev paber. See on kasutatavaim paber iga liiki tehniliste jooniste jaoks, sest pauspaberile tehtud joonistest on võimalik teha valguskoopiaid. Valguse läbilaskvus on paberi koostisest, paksusest ja pinna omadustest. Pauspaberi pinna karedus on paberi eri liikidel väga erinev. Karedamapinnaline paber nõuab loomulikult kõvemat pliatsit. Libedapinnalisele paberile ei hakka pliats hästi peale ega anna kopeerimiseks küllaldaselt musta ja selget joont. Pauspaber on eriti kustutamiskindel — ühte ja sama kohta on võimalik kustutada 2 kuni 3 korda. Pauspaber on rabe ja rebenev. Kord rebenenud joonise serv tuleb kohe kinni kleepida, vastasel korral pragu rebeneb kiiresti edasi. Sooja ja kuiva õhus seistes muutub see

paber aja jooksul veelgi rabedamaks, hapramaks ja murduvamaks. Niiskus teeb pauspaberi laineliseks. Märjaks saades muutub ta hoopis tarvitamiskõlbmatuks.

Õlipaus on sinaka, kollaka või valge värvitooniga eriti läbipaistev paber. See koosneb sitkest toorainest ja on taimeõliga immutatud. Paberi pind on mõlemalt poolt eriti sile ja libe, mispärast seda paberit kasutatakse ainult tušijoonisteks. Et tušš paberile paremini peale hakkaks ja joon saaks ühtlane, hõõrutakse lapiga kriidi- või talgipulbrit paberi pinnale. Tuši- ja kustutamiskindlus on õlipausi erilised omadused. Õhuniiskuse mõjul venib õlipaus väga vähe ja paber on seetõttu alati tasane ja laineteta.

Linapaus on sinaka, mõnikord ka valge värvitooniga paber, mis vaatamata temas leiduvale peenekoelisele riidele laseb hästi valgust läbi. Paberis leiduva riide tõttu on linapaus praktiliselt täiesti rebenemiskindel. Linapaus ei „mängi“ peaaegu üldse niiskuse mõjul, kuid märjaks saades muutub tarvitamiskõlbmatuks — märjaks saanud koht kaotab läbipaistvuse. Üks linapausi külg on tavaliselt matt, kuna teine on sile ja pisut läikiv. Linapausile joonestatakse peaaegu eranditult tušiga, sest pliiatsiga ei saa kopeerimiseks tarvilikku küllaldaselt musta joont. Enamasti joonestatakse linapausi läikivale küljele, kuid mõnikord ka matile küljele — joonestaja individuaalharjumuse kohaselt. Kustutada soovitakse linapausi kõva kummiga, sest terav tera võiks riide niite kergesti rikkuda. Lääkivalt küljelt ei tungi tušš sügavale paberi sisse ja kustutamine on hõlpsam kui matilt küljelt. Et linapaus on harilikust pauspaberist keskmiselt kuus korda kallim, kasutatakse seda masinaehituse alal suhteliselt vähe. Ainult tähtsad ja sageli kasutatavad joonised — maa-alade, hoonete, torustikkude jne. plaanid ja ka joonised tähtsamaist seadmeist — tehakse linapausile tema suure rebenemiskindluse ja väikese õhuniiskuse mõju tõttu. Riide kude segab otsest joonestamist linapausile ja tavaliselt tehaksegi originaaljoonis valgele joonestuspaberile, millelt hiljem tehakse koopia linapausile tušiga.

2. Joonestuspliiats.

Joonestuspliiats on ühtlase pehme puiduga ja eriti ühtlase grafiidi kõvadusega pliiats. Grafiidi, s. o. pliiatsi kõvadust märgitakse joonestuspliiatsitel numbritega või numbrite ja tähtedega pehmemast kõvemani. Eri tehaste poolt valmistatud pliiatsite kõvadused, vaatamata nende samadele kõvadusnumbritele, ei lange täiesti ühte.

Pliiatsi kõvadus valitakse valmistatava joonise iseloomu, paberiliigi ja ka joonestaja individuaalharjumuste („käe“) kohaselt. Kõvem pliiaats annab teravama ja täpsema joone, kuna aga pehmemat pliiaatsit kasutades saadakse hästi must, kuigi määravam joon. Seega sobib kõvem pliiaats esialgse joonise arendamiseks, kuna hiljem ilmekuse esiletõstmiseks jooned pehmemaga pliiaatsiga üle tõmmatakse, mis on eriti tähtis, kui joonisest tahtakse teha valguskoopiat. Head musta joont valguskoopia jaoks saab ka kõvema pliiaatsiga, kui joont paar korda üle tõmmata. Karedapinnaline paberiliik nõuab kõvemat pliiaatsit kui siledapinnaline, millele kõva pliiaats ei jäta tarviliselt musta joont. Tavaliselt kasutatakse joonestamiseks valgele joonestuspaberile pliiaatsit kõvadusnumbritega näit. H ja 2H ning pauspaberile 2H, 3H, 4H ja isegi 5H. Vabakäe-visandite valmistamiseks sobivad pehmemad pliiaatsid kõvadusnumbritega HB ja F.

Pliiatsi ots teritatakse terava noaga koonusekujuliseks. Grafiitots teritatakse kas koonuse- või kiilukujuliseks — joonestaja individuaalharjumuse kohaselt. Koonusekujuline grafiitots kulub kiiremini kui kiilukujuline ja vajab sagedamat teravaks lihvimist peenel liiva- või karedapinnalisel joonestuspaberil. Joone tõmbamisel hoitakse pliiaatsit analoogiliselt joonsulele, nii et tõmmatava joone ja pliiaatsi vaheline nurk oleks ca 60°. Et tõmmatav joon saaks kogu joone ulatuses ühtlase jämeduse ja tumedusega, tuleb pikema joone tõmbamisel koonilise grafiitotsaga pliiaatsit sõrmede vahel ühtlaselt ümber pliiaatsi telje pöörata ja kiilulise grafiitotsaga pliiaatsit tõmmatava joone suunas ühtlaselt õõtsutada, s. o. pliiaatsi ja tõmmatava joone vahelist nurka suurendada ja vähendada.

3. Tušš.

Joonestamiseks kasutatav tušš peab jooksma (voolama) kergelt, kuid siiski jätma täiesti musta joone ja kuivama kiiresti. Igal juhul ei tohi tušš kuivanult olla pühitav (pehme kummiga kustutatav) ega pestav. Tušš peab olema veekindel. Tülikas on töötada tuššiga, mille tahm aja jooksul põhja sadestub ja mida tuleb enne tarvitamist loksutada. Paksuks kuivanud tušši lahjendatakse destilleeritud või ka keedetud veega. Õlipaused joonestades või juhul, kui paber on higistest kätest rasvaseks muutunud, ei hakka tušš igakord paberile. Sel juhul raputatakse paberile kriidipulbrit või talki, mis paberi pinnal lapiga laiali hõõrutakse.

Tušš on müügil tuubides või pudelites, mille korgi küljes on sulgjoonsule või redissule täitmiseks.

4. Kustutuskummi.

Pliatsijoonte kustutamiseks tarvitatagu pehmet, tušijoonte jaoks kõva kummit. Üldine nõue kummi kohta on, et ta ei tohi paberit määrida (kleepuda) ega vigastada.

Tušijoonte kustutamiseks eriti pauspaberilt sobib väga hästi žileti-tera. Kustutamisel hoitakse tera risti paberi pinnaga ja kustutatava joonega ning kraabitakse edasi-tagasi joone suunas.

5. Rõhknaelad.

Rõhknaelu kasutab joonestaja joonestuspaberi kinnitamiseks joonestuslauale.

III. Ortogonaalprojektsioon.

1. Ortogonaalprojektsiooni mõiste.

Tehniliste jooniste valmistamisel tuleb tehniliselt kujutada ruumilisi (kolmemõõtmelisi) kehi paberil, mis omab vaid kaks mõõdet. Kujutada tehniliselt tähendab kujutada nii, et keha kuju oleks joonisel täielikult ja moonutamatult määratud, kusjuures joonise valmistamine oleks võimalikult lihtne ja joonis võimalikult selge lugeda ja aru saada.

Ruumilisi kehi saab paberil kujutada vaid projektsioonide kaudu. On olemas rida viise kehade projekteerimiseks mitmesuguste projektsiooni-kiirtega mitmesugustele pindadele, milledest joonestamiseks masinaehituse alal kasutatakse peaaegu eranditult täisnurkset paralleel- ehk ortogonaalprojektsiooni. Ortogonaalprojektsioonis kujutatud kehade projektsioonid on oma kujult moonutamatud ja lihtsaimad joonestada. Ainult üksikui erijuhtudel kasutatakse aksonomeetrilist projektsiooni.

Kuigi käesoleva raamatu koostamisel on eeldatud lugeja eelteadmisi ortogonaalprojektsioonist, on järgnevalt esitatud mõned read ortogonaalprojektsiooni mõiste meeldetuletamiseks.

Ortogonaalprojektsioon on esiteks paralleelprojektsioon, mis juba ütleb, et projekteerivad kiired on omavahel paralleelsed.

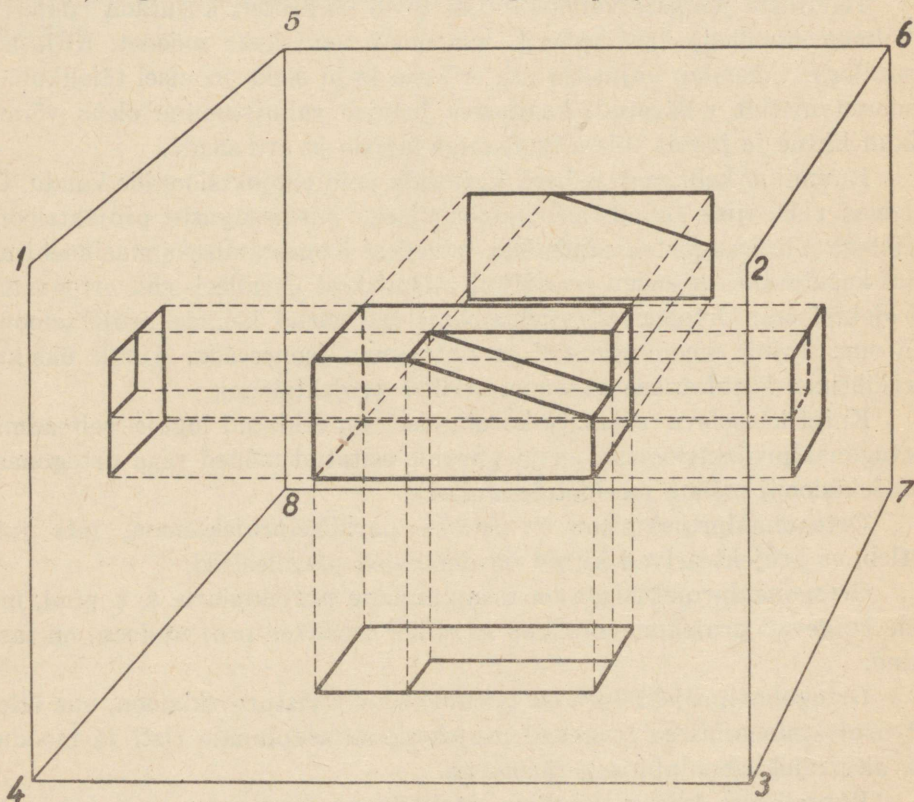
Ortogonaalprojektsioon on tasapinnaline projektsioon, s. t. pind, millele langevad projektsioonikiired ja millel saadakse projektsioon, on tasa-pind.

Ortogonaalprojektsioon on täisnurkne ehk ristprojektsioon, mis ütleb, et projektsioonikiired langevad projektsioonitasapinnale risti ja moodustavad projektsioonipinnaga täisnurga.

Ruumilisest kehast täieliku ettekujutuse saamiseks on tarvis mitu projektsiooni mitmel projektsioonipinnal. Projektsioonid mitmel projektsioonipinnal on ortogonaalprojektsioonid siis, kui projektsioonipinnad on omavahel täisnurksed ehk ortogonaalsed.

Joonisel 6 on näidatud ühe ruumilise keha (ärälõigatud nurgaga risttahuka) ortogonaalprojektsioonide saamise viis. Keha on kujutatud aset-

sevana kasti, mille kuuest tasasest ja omavahel täisnurksest seinast (projektsioonipindadest) selguse mõttes on joonisel näidatud ainult neli. Igale kasti seinale (projektsioonipinnale) vastava projektsiooni saamiseks tuleb ette kujutada keha piirjoonte otspunktidest läbiminevaid, omavahel paralleelseid ja kasti seinaga (projektsioonipinnaga) täisnurkseid projektsioonikiiri, mis kasti seinaga lõikudes määravad vastavat projektsiooni kujutavate joonte otspunktid. Neid projektsioonikiirte lõikepunkte kasti seinaga (projektsioonipinnaga) omavahel õigesti ühendades saadakse kasti seinal (projektsioonipinnal) kujutised keha pindadest, mis asetsevad projektsioonikiirte lähtepoolel. Need kujutised kasti seintel (projektsioonipindadel) ongi keha täisnurksed ehk ortogonaalprojektsioonid.



Joon. 6. Keha projektsioonide saamine ortogonaalsetel projektsioonipindadel.

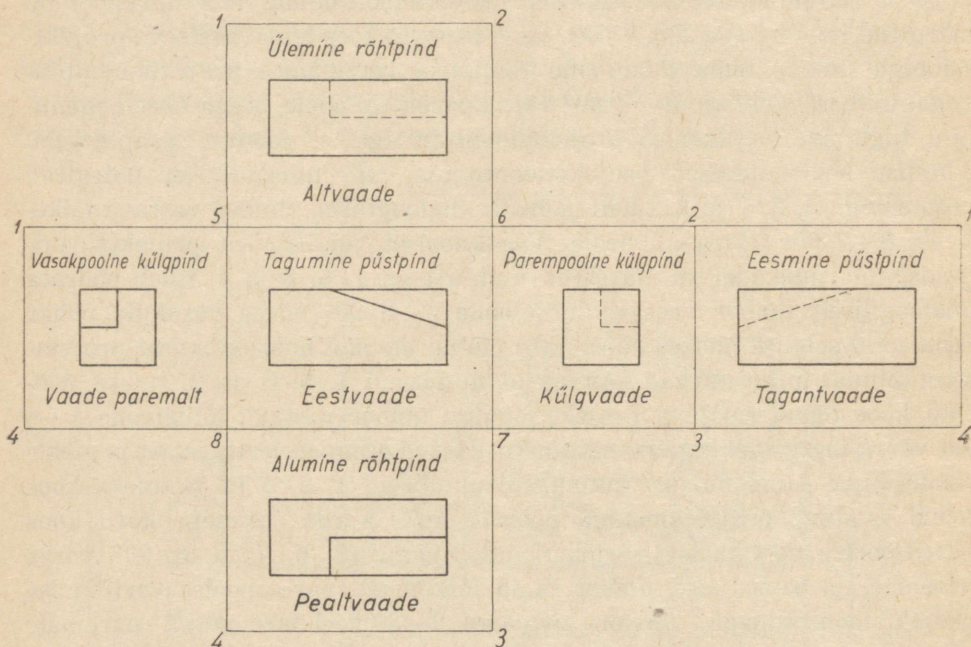
Selleks, et oleks võimalik neid kasti seintel näidatud kujutisi ehk projektsioone joonestada moonutamatault joonise tasapinnale, milleks võetakse tagumine vertikaalne projektsioonipind, tuleb kasti teisi seinu ehk pro-

jektsoonipindu koos seal asetsevate projektsioonidega pöörata ümber vastava projektsioonipinna ja tagumise vertikaalse projektsioonipinna löikejoone 90° võrra väljapoole, kuni ühtelangemiseni tagumise vertikaalse projektsioonipinnaga, s. o. joonise tasapinnaga. Antud reegli kohaselt jääb joon. 6 näidatud projektsioonipindadest joonise tasapinnaks tagumine vertikaalne projektsioonipind, mis nurkadel on märgitud numbritega 5, 6, 7 ja 8. Parempoolset vertikaalset projektsioonipinda, mis nurkadel on märgitud numbritega 2, 6, 7 ja 3, tuleb pöörata koos temal asetseva projektsiooniga ümber tema löikejoone tagumise vertikaalse projektsioonipinnaga, ümber joonlõigu 6—7, 90° võrra paremale poole, seega ühtelangemiseni tagumise vertikaalse projektsioonipinnaga — joonise tasapinnaga. Alumist horisontaalset projektsioonipinda, mis nurkadel on märgitud numbritega 4, 8, 7 ja 3, tuleb pöörata analoogiliselt ümber vastava löikejoone 8—7 90° võrra allapoole. Vasakpoolset vertikaalset projektsioonipinda, mis nurkadel on märgitud numbritega 1, 5, 8 ja 4, tuleb pöörata analoogiliselt ümber vastava löikejoone 5—8 90° võrra vasakule poole. Joonisel 6 selguse mõttes näitamata jäetud ülemist horisontaalset projektsioonipinda, mille nurgad kannaksid numbreid 1, 5, 6 ja 2, tuleks pöörata koos temal saadava projektsiooniga ümber vastava löikejoone 5—6 90° võrra ülespoole. Samuti näitamata jäetud eesmist vertikaalset projektsioonipinda, mille nurgad kannaksid numbreid 1, 2, 3 ja 4, tuleks koos temal saadava projektsiooniga pöörata kaks korda; esimene kord koos parempoolse vertikaalse projektsioonipinnaga (2, 6, 7 ja 3) 90° võrra paremale ja teine kord ümber tema löikejoone parempoolse vertikaalse projektsioonipinnaga, ümber sirglõigu 2—3, veel 90° võrra paremale poole, s. t. kuni ühtelangemiseni joonise tasapinnaga.

Joon. 7 on näidatud kõik kuus võimalikku projektsioonipinda koos nendel saadud projektsioonidega, laialilaotatult (pööratult) ühisele, tagumisele vertikaalsele projektsioonipinnale, seega joonise tasapinnale. Kõik need keha pindade kujutised ehk projektsioonid on kujult moonutatama.

Tehnilises joonestamises nimetatakse projektsioone v a a d e t e k s, mis oma tähenduselt oleks täpne ainult siis, kui keha vaadataks lõpmata kaugelt ja vaatekiired oleksid omavahel paralleelsed. Tagumisel vertikaalsel projektsioonipinnal saadud keha eesmise pinna kujutist nimetatakse kujutavas geomeetrias vertikaalprojektsiooniks, tehnilises joonestamises aga e e s t v a a t e k s. Alumisel horisontaalsel projektsioonipinnal saadud keha ülemise pinna kujutist nimetatakse kujutavas geomeetrias horisontaalprojektsiooniks, tehnilises joonestamises — p e a l t v a a t e k s. Järg-

nevalt nimetatakse parempoolsel vertikaalsel projektsioonipinnal saadud kujutist kül g v a a t e k s, vasakpoolsel vertikaalsel projektsioonipinnal saadud keha parempoolse pinna kujutist v a a t e k s p a r e m a l t, ülemisel horisontaalsel projektsioonipinnal saadud keha alumise pinna kujutist a l t v a a t e k s ja eesmisel vertikaalsel projektsioonipinnal saadud keha tagumise pinna kujutist t a g a n t v a a t e k s.

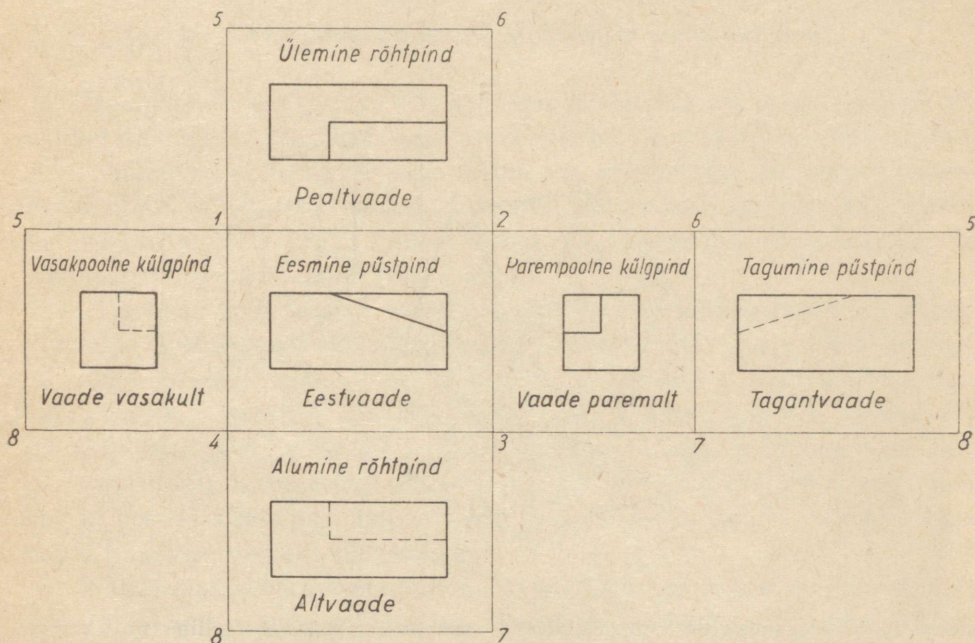


Joon. 7. Projektsioonipinnad koos projektsioonidega laialilaotatult joonise pinnale. Joonise pinnaks on tagumine vertikaalne projektsioonipind.

Tähelepanu tuleb pöörata nähtusele, et mingisuguse pinna kujutis ehk vaade satub sellisel projektsioonipindade laialilaotamisel just v a s t a s - poolele pinnast, mida ta kujutab. Nii satub joonisel 6 näidatud keha ülemise pinna kujutis — pealtvaade, mis asetseb alumisel horisontaalsel projektsioonipinnal (4, 8, 7, 3), — selle pinna reeglikohasel pööramiseel vertikaalprojektsioonist ehk eestvaatest allapoole — joon. 7. Keha parempoolse otspinna kujutis — vaade paremalt — satub koos vasakpoolse vertikaalse projektsioonipinnaga eestvaatest vasakule poole jne. joon. 7 kohaselt.

On olemas veel teine projekteerimisviis, kus mingisuguse pinna kujutis projekteeritakse projektsioonipinnale, mis asetseb kujutatava

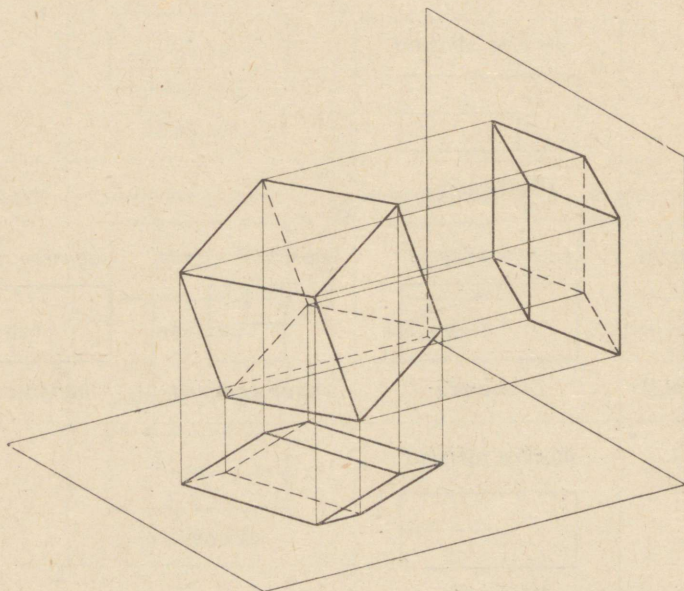
pinna juures. Joonisel 6 näidatud kastis asetseva keha eesmise pinna kujutis projekteeritakse eesmisele vertikaalsele projektsioonipinnale, mis nurkadel on märgitud numbritega 1, 2, 3 ja 4 (selguse mõttes joonestamata), sest ta asetseb keha eesmise (kujutatava) pinna juures. Keha parempoolse pinna kujutis projekteeritakse parempoolsele vertikaalsele projektsioonipinnale, mis nurkadel on märgitud numbritega 2, 6, 7 ja 3, sest ta asetseb keha parempoolse pinna juures. Samuti projekteeritakse keha vasakpoolse pinna kujutis pinnale 1, 5, 8 ja 4, pealmise pinna kujutis



Joon. 8. Ameerikas kasutatav projektsioonipindade ja projektsioonide asetuse ja projektsioonide asetuse. Joonise pinnaks on eesmine vertikaalne projektsioonipind.

pinnale 5, 6, 2 ja 1, alumise pinna kujutis pinnale 4, 8, 7 ja 3 ja keha tagumise pinna kujutis pinnale 5, 6, 7 ja 8, seega keha iga pinna kujutis vastava pinna lähemale projektsioonipinnale. Et saada moonutamata projektsioone joonise tasapinnal, milleks selle projekteerimisviisi puhul võetakse eesmine vertikaalne projektsioonipind — 1, 2, 3 ja 4, tuleb teisi projektsioonipindu koos seal asetsevate projektsioonidega pöörata vastava projektsioonipinna ja eesmise vertikaalse projektsioonipinna lõikejoone ümber 90° võrra väljapoole. Parempoolne vertikaalne projektsioonipind 2, 6, 7 ja 3 pööratakse ümber tema lõikejoone eesmise vertikaalse projektsiooni-

pinnaga — ümber sirglõigu 2—3 90° võrra paremale. Samuti pööratakse vasakpoolne vertikaalne projektsioonipind ümber sirglõigu 1—4 vasakule, ülemine horisontaalne projektsioonipind ümber sirglõigu 1—2 ülespoole, alumine horisontaalne projektsioonipind ümber sirglõigu 4—3 allapoole ja tagumine vertikaalne projektsioonipind kaks korda ümber sirglõikude 6—7 ja 2—3 paremale. Joonisel 8 on näidatud kõik kuus projektsioonipinda koos vastavate projektsioonidega laialilaotatult eesmisele vertikaalsele projektsioonipinnale — joonise pinnale.



Joon. 9. Aksonomeetriliste projektsioonide saamine. Aksonomeetiline projektsioon saadakse keha projekteerimisel pinnale, mis ei ole projekteeritava keha suhtes ortogonaalne.

Nii ühe kui teise projekteerimisviisi ehk õigemini projektsioonide asetusviisi puhul — erinevus seisab ainult projektsioonide asetusviisis — tuleb tähele panna, et projekteeritava (kujutatava) keha sümmeetria-tasapinnad, kui nad on olemas, või keha ulatuslikumad pinnad (antud juhul) oleksid projekteerimisel täisnurksed ehk ortogonaalsed projektsioonipindadega. Vaid keha ortogonaalse asendi puhul projektsioonipindade (ka projektsioonikiirte ehk „vaatekiirte“) suhtes saadakse keha pindade moonutamata ja lihtsad kujutised ehk projektsioonid. Kui keha ei asetse projektsioonipindade suhtes ortogonaalselt, siis saadakse projektsioonipindadel aksonomeetrilised projektsioonid, mis kujutavad keha pindu

moonutatult. Aksonomeetiline projektsioon annab küll tihti ühe projektsiooniga kujutatavast kehast täieliku ülevaate ja on mõistetav ka võhiku poolt (joon. 9), kuid on palju tülikam ja aeganõudvam valmistada kui mitu keha täielikuks kujutamiseks vajalikku ortogonaalprojektsiooni, eriti siis, kui on tegemist keha ringjooneliste piirjoontega, mis aksonomeetrilises projektsioonis kujunevad ellipsiteks. Seepärast on aksonomeetiline projektsioon joonestamises masinaehituse alal harva kasutatav.

2. Ortogonaalprojektsioon tehnilises joonestamises.

Masinaehituse alal on joonestamisel kasutusel mõlemad eespoolvaadeldud vaadete asetusviisid, kusjuures esimest, kus vaade asetseb vastaspoolel pinnast, mida ta kujutab (joon. 7), kasutatakse Euroopa tööstusmaades (NSVL-s, Inglismaal, Rootsis, Saksamaal) ja teist, kus vaade asetseb kujutatava pinna juures (joon. 8), Ameerika Ühendriikides ja üksikuis Euroopa maades (Hollandis).

Euroopas kasutatavat vaadete asetusviisi saadakse piltlikult seletatult keha pööramisega 90° võrra paremale, vasakule, üles ja alla, kusjuures vaateleja poole jääva pinna kujutis satub iseenesest vastaspoolele eestvaate suhtes. Näiteks pöörates keha 90° võrra ettepoole (allapoole) nähakse keha pealt ja saadakse pealtvaade, mis joonestatakse eestvaate all.

Ameerikas kasutatava vaate asetusviisi puhul oleks keha nagu paigal ja joonestaja käiks ümber keha ja joonestaks vastava vaate sinna poole, kust see niisugusena „paistab“.

Vaadete ameerika asetusviis on loomulikum ja mõistetavam nendele, kelle arusaamine pole mõjutatud joonistega kujutava geomeetria alalt. Joonistega harjumatud töölised taipavad kiiremini vaadete ameerika asetusviisi kohaselt valmistatud jooniseid. Eriti pikkade kehade kujutamisele, nagu teljed, võllid, torud jne., on vaadete euroopa asetusviis tublisti tülikam ameerika omast, sest keha ühe otsa vaadet tuleb otsida teise otsa juurest. Just selguse mõttes kasutavad arhitektid tihti, kuigi reeglivastaselt, vaadete ameerika asetusviisi ja joonestavad maja parempoolse otsa fassaadist ehk eestvaatest paremale poole. Masinaehituse alal tehakse kaks erandit vaadete euroopa asetusviisis ameerika viisi kasuks. Üks neist on pindvaade (joon. 34), mis asetatakse otse kujutatava pinna kõrvale. Teise erandi moodustavad koondatud poolvaated (joon. 49), milledest ühe poole asetus on reeglivastane. Kõik teised võimalikud erandid tuleb alati varustada vaate suunda määravate nooltega ja vaade varustada vastava pealkirjaga.

Kuigi vaadete ameerika asetusviis on tehnilise joonise seisukohalt põhjendatud ja soodsam euroopa viisist, tooks üleminek ameerika asetusviisile kaasa palju vigu ja segadust jooniste valmistamisel ja eriti lugemisel, mispärast on jäädud endiselt vana asetusviisi juurde, mis on normidega ^{OCT}_{BKC} 7534 kohustuslik kõigile tehnilistele joonistele masinaehituse alal.

Tehnilisele joonisele ei tõmmata ei projektsioonikiiri ega projektsioonipindu piiravaid jooni, nagu seda tehakse joonistel kujutava geomeetria alal. Vaatamata sellele peavad projektsioonid ehk vaated igal juhul asetsema täpselt eestvaate all, üleval, paremal või vasakul, olenevalt sellest, mida vaade kujutab, nii et erinevate vaadete vastavaid sümmeetriatasapindu kujutavad telgjooned langeksid kokku. Selle nõude täitmine on tarvilik selleks, et oleks kergem vaateid omavahel võrrelda, s. t. joonist lugeda. Samuti ei kirjutata vaadetele pealkirju, sest vaadete normitud asukoht määrab niikuinii vaate suuna. Erandiks vaadete asukohas on väga harva kasutatav tagantvaade, mida joonise pinna soodsama kasutamise eesmärgil lubatakse asetada joonise pinnal vabalt valitud kohale, kusjuures vaade varustatakse pealkirjaga „Tagantvaade“.

Vaadete omavaheline kaugus oleneb joonise pinna jaotusest, kuid peab olema küllaldane vajalike mõõtmete asetamiseks vaadete juurde. Ühe ja sama detaili reeglikohase asukohaga vaadete vahele ei joonestata teiste osade vaateid.

On loomulik, et iga keha kujutamiseks ei tohi teha kõiki võimalikke kuut vaadet, vaid ainult niipalju, kui see on tarvilik antud keha kuju täielikuks määramiseks. Tavalise masinaosa ehk detaili kuju täielikuks määramiseks piisab harilikult kahest kuni kolmest vaatest (eestvaade, pealtvaade, külvaade), kusjuures igal juhul peab esinema eestvaade, mis on põhivaateks, aluseks teiste vaadete saamisel ja ka joonisele asetamisel. Ülejäänud kolme vaadet — vaadet paremalt, altvaadet ja tagantvaadet — nimetatakse abivaadeteks ja nende kasutamisest püütakse hoiduda, sest nad loovad oma asukoha tõttu ebasobivad joonise pinna kasutamise tingimused. Lihtsamal juhtudel — ühtlase paksusega tasaste detailide, pöördkehakujuliste detailide jne. puhul — piisab mõningaid märke kasutades isegi ainult ühest vaatest detaili kuju täielikuks määramiseks.

Tegelikult ei hakka joonestaja endale ette kujutama projektsioonipindu ja siis detaili nendele projekteerima. Joonestaja vaatleb detaili, teeb kindlaks detaili kuju ja iseärasused ning selgitab, millised vaated on tarvilikud ja otstarbekohased detaili kujutamiseks. Siis seab joonestaja detaili enda ette tema loomulikus asendis, „vaatleb“ detaili nn. paralleelsete kiirtega tema kõige iseloomustavamast küljest, nii et detaili sümmeet-

riatasapinnad või nende puudumisel detaili ulatuslikumad pinnad oleksid täisnurksed ehk ortogonaalsed „vaatlemissuunale“, joonestab „nähtu“ paberile ja saab detaili eestvaate. Eestvaade on seega detaili kõige iseloomustavam vaade detaili loomulikust asendist, kusjuures paralleelsed „vaatlemiskiired“ langeksid detailile ortogonaalselt.

Kui detaili kujutamiseks ühest vaatest ei piisa, siis pöörab joonestaja detaili 90° võrra näit. ettepoole (allapoole), joonestab „nähtu“ täpselt eestvaate alla ja saab detaili pealtvaate. Külgsuuna saamiseks pöörab joonestaja detaili tema esialgsest eestvaate asendist lähtudes 90° võrra paremale poole, joonestab „nähtu“ täpselt eestvaate kõrvale paremale poole ja saab detaili külgsuuna. Nii viisi detaili pöörates ikka eestvaate asendist lähtudes saab joonestaja kõik tarvilikud vaated detaili kujutamiseks.

Vilunud joonestaja ei hakka kunagi detaili tegelikult pöörama (seda ei saagi igakord teha, kui näit. detail on liiga suur või kinnitatud aluse või hoone külge), vaid teeb seda kujutluses. Konstruktor ei ole konstrueeritavat detaili või kogu seadet silmaga näinudki, detail on konstruktori kujutluses ja detaili vaadete valik ja pööramine vaadete saamiseks toimuvad kujutluses.

Ühe ja sama detaili kuju määramiseks on tavaliselt mitu võimalust. Detaili vaadete ja lõigete õigest ja otstarbekast valikust oleneb joonise lihtsus valmistamisel ja selgus lugemisel. Kujutada detaili lihtsalt ja selgelt on joonestaja leidlikkus ja osavus. Olenevalt sellest, kellele joonis on lugemiseks määratud, tuleb mõnikord ohverdada lihtsust suurema selguse ja ilmekuse saavutamiseks.

Järgmistes peatükkides on vaadeldud kasutatavaid tüüpilisi joonistusvõtteid, mis on aja jooksul välja kujunenud, otstarbekaks osutunud ja enamikus isegi normitud.

3. Joonisel kasutatavad jooned.

Tehnilistel joonistel masinaehituse alal kasutatakse ainult musti jooni.

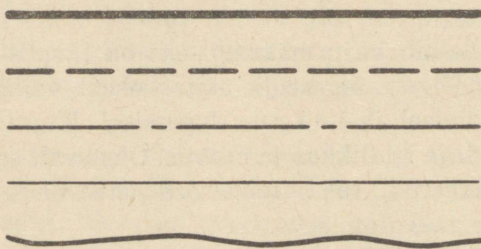
XIX sajandil ja ka XX sajandi alguses kasutati mõnede joonte tähenduse rõhutamiseks värvilisi jooni (sümmeetria-teljjooned tõmmati punased, mõõt- ja distantsjooned sinised), mis osutus mõttetuks, kui levis valguskooperimine jooniste paljundamise viisina, sest originaaljoonise värvilised jooned tulevad valguskoopial ikka samavärvilised.

Värviliste joonte kasutamisel on mõte vaid abijooniste (diagrammide, graafikute jne.) ja skeemide puhul, mida tavaliselt kasutatakse originaaljoonistena.

Tehnilistel joonistel kasutatakse nii tuši- kui ka pliiatsijooni. Tušiga valmistatakse üldiselt tähtsamad, täpsemad ja sagedamini kasutatavad joonised. Ka joonestuspaberi omadused määravad tihti tuši kasutamise vajaduse (õlipaus, linapaus).

Ka pliiatsijoonisel kasutatakse tušijooni, kui see tööd kiirendab. Kare-dapinnalisele pauspaberile kopeerimiskõlblike ringjoonte (tumedad piir-ehk kontuurjooned) tõmbamine nõuab palju aega. Sirkli grafiiti tugevasti paberile vajutades ja korduvalt ringjoont üle tõmmates vajutatakse ka sirkli nõela auk paberis suureks, mis rikub ringi täpse tsentri. Ka ringi raadius võib sirkli tugeval paberile vajutamisel muutuda ja joone teravus ning tumedus jääb saavutamata. Seepärast tõmmatakse ka pliiatsijoonisel ringjooned tušiga, kusjuures püütakse tušijooni jämedus valida kooskõlas pliiatsijooni tumedusega.

Tehnilistel joonistel kasutatakse viit põhitüüpi jooni — pidevat täisjoont, kriipsjoont, punkt-kriips-joont, pidevat peenjoont ja vabakäe-joont, mille jämedused valitakse pideva täisjoone jämeduse järgi (joon. 10).

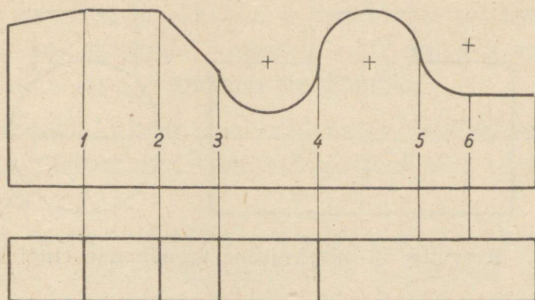


Joon. 10. Joonisel kasutatavate joonte põhitüübid — pidev täisjoon, kriipsjoon, punkt-kriips-joon, pidev peenjoon, vabakäe-joon.

1. Pideva täisjoonega kujutatakse vaadatel kõik detaili nähtavad piir- ehk kontuurjooned. Pideva täisjoonega kujutatakse ka detaili kontuurpindade nähtavad lõikejooned, nn. nähtavad üleminekujooned.

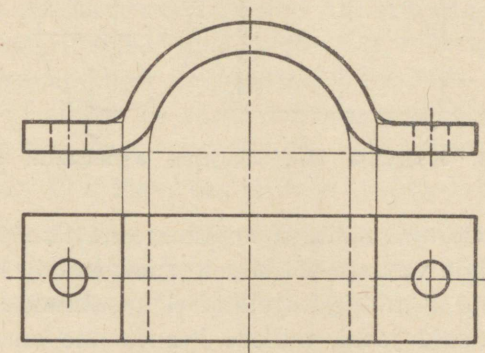
Üleminekujoone esinemine või puudumine oleneb sellest, kas „üleminevad“ kontuurpinnad ülemineku kohal lõikuvad või puutuvad. Joonisel 11 näidatud plaadi ülemine pind koosneb mitmest tasapinnast ja silindrilistest pindadest, mis kohtadel 1, 2 ja 3 lõikuvad ja moodustavad pealtvaatel (alumiselt) üleminekujooned, kuid kohtadel 5 ja 6 puutuvad ega moodusta üleminekujooni. Joon pealtvaatel, ülemineku kohal 4, on tingimata tarvilik — seda võib vaadelda kui kontuurjoont.

Ainult laastuvõtmisega töödeldud detailidel võivad olla teravad ja hästi nähtavad üleminekujooned. Tihti on üleminekukohad ümarad (valatiste vormimistehnilised ümardused, painutatud detailid jne.) ja polegi



Joon. 11. Üleminekujooned. Üleminekujooned esinevad pealtvaatel kohtadel 1, 2 ja 3 ning puuduvad kohtadel 5 ja 6. Joon kohal 4 on kontuurjoon.

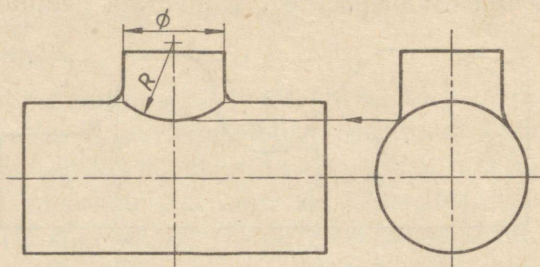
teravat, hästi nähtavat üleminekujoont. Vaatamata valmistamisviisidest tingitud ümardustele tõmmatakse joonisele ikka üleminekujoon ja just sinna, kus põhikuju kontuurjooned (kontuurpinnad) lõikuvad (joon. 12).



Joon. 12. Üleminekujoonte koht. Valmistamistingimustest tulenevate ümardatud kohtade üleminekujooned on tõmmatud kohtadele, kus algkehade kontuurjoonte pikendused lõikuvad.

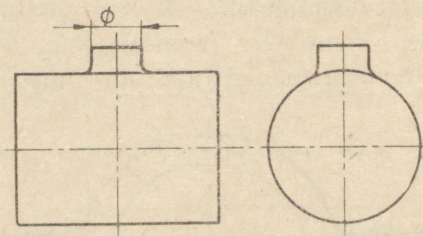
Üleminekujooni, mis tihti on väga keerulise kujuga, on ainult erijuhitudel tarvis täpselt (punktide kaupa) konstrueerida. Väga tihti esinev kahe tsentraalselt lõikuva ebavõrdse läbimõõduga silindri lõike- ehk üleminekujoon asendatakse tavaliselt ringi kaarega (joon. 13). Kaare kahele eestvaatega määratud otspunktile leitakse lisaks naabervaate abil kolmas punkt, mis määrab kaare raadiuse. Silindrite läbimõõtude suurema erine-

vuse puhul võib tööjoonisel üleminekujoont asendada isegi sirgjoonega (joon. 14), ilma et joonise selgus selle all kannataks.



Joon. 13. Keerulise üleminekujoone asendamine ringi kaarega.

Hästi nähtavate ja joonisel näidatavate ümarduste puhul — valatiste vormimistehnilised ümardused — ei tõmmata üleminekujoont kontuurjooneni (joon. 13).



Joon. 14. Keerulise üleminekujoone asendamine sirgega.

Pideva täisjoone, nn. nähtava kontuurjoone jämedus (laius) oleneb kujutatavate detailide vaadete või lõigete suuruselt ja kujult. Suuremate ja kujult lihtsamate detailide kujutamisel kasutatakse joonise ilmekuse tõstmiseks jämedamaid jooni, millede kasutamine on võimatu siis, kui detaili vaade või lõige ise on väike või keerulise kujuga selleks, et saaks eraldada kõiki kuju üksikasju ja hoiduda lähedal asetsevate joonte ühtelangemisest. Tavalistes tingimustes on nähtavat kontuuri kujutava tušijoone jämedus umbes 1 mm. Suhteliselt jämedate joonte kasutamine joonistel masinaehituse alal ei sega joonise täpsust, sest kõik detailide suurused määratakse niikuinii mõõtmetega.

Nähtava kontuurjoone jämedus peab olema sama kogu joonise ulatuses kõigil vaadetel ja lõigetel, mis on joonestatud samas mõõdusuhtes.

Nähtava kontuurjoone jämedus on aluseks teiste joontetüüpide jämeduste määramisel.

Pliiatsijoone iseloomu ja tähenduse määrab esmajoones joone tumedus, mida saavutatakse sobiva pliiatsi kasutamisega ja joone ületõmbamisega pliiatsit tugevalt paberile vajutades. Iga ületõmbamisega suureneb tunduvalt joone tumedus ja vähemal määral ka laius. On vää seada eesmärgiks pliiatsijoone jämedust (laiust), sest tumedus on see, mis annab pliiatsijoonele efekti, seega iseloomu ja tähenduse.

2. Kriipsjoonega kujutatakse vaadetel ja lõigetel detaili nähtamatud kontuurjooned ja nähtamatud üleminekujooned, mis on tarvilikud detaili kuju määramiseks.

Joonistel 23 ja 24 kujutatud latis asetsevate aukude kontuurid on eestvaatel (ülemine vaade) nähtamatud ja kujutatud seepärast kriipsjoontega. Samuti on lati parempoolses otsas asetseva astmelise augu alumine aste ka pealtvaatel (alumine vaade) nähtamatu ja kujutatud kriipsjoonega.

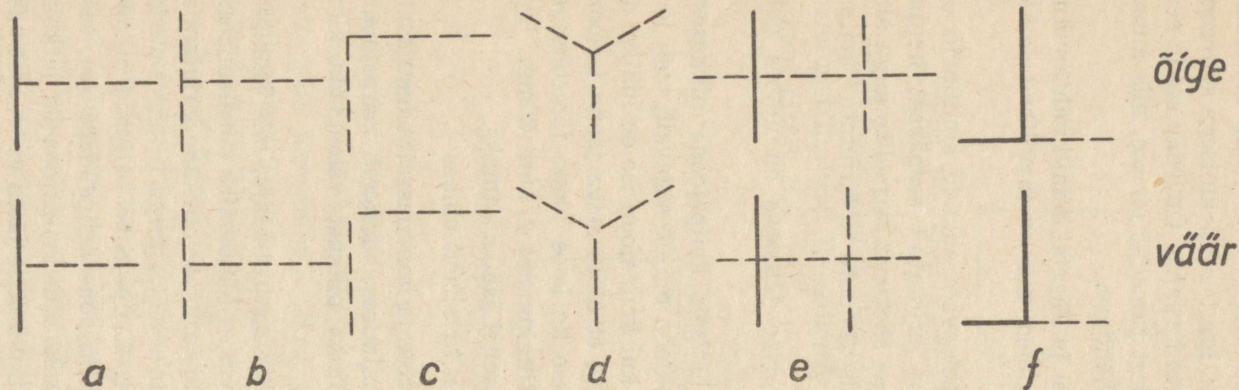
Kriipsjoone, nn. nähtamatu kontuurjoone jämedus on umbes pool nähtava kontuurjoone jämedusest.

Kriipsjoone kriipsu pikkus oleneb üldiselt kriipsjoone pikkusest. Lühikestest kriipsudest koosnev pikk kriipsjoon mõjub segavalt, teeb joo-nise kirjuks ja on tülikas tõmmata. Juhul, kui kriipsjoon ise on lühike, on paratamatu lühikeste kriipsude kasutamine, et oleks selge joone iseloom ja tähendus. Kriipsu pikkust suuredatakse ka koos joone jämedusega. Kriipsjoone kriipsu pikkus on tavalistes tingimustes 4 kuni 8 mm. Igal juhul peab kriipsude pikkus samal kriipsjoonel jääma samaks.

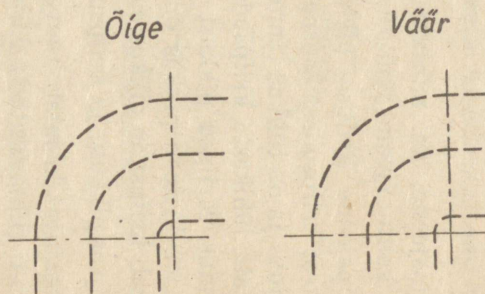
Kriipsu pikkuse ja kriipsuvahe suhe on tavaliselt umbes 4.

Kriipsjoont kasutatakse veel kruvikeerme ja hammasratta hammaste sümbolisel (lihtsustatud) kujutamisel, kusjuures lühikeste kriipsjoonte tõmbamisel (kruvikeerme puhul) võib kriipsu pikkust vähendada kuni 2 mm-ni.

Kriipsjoonte tõmbamisel tuleb tähele panna üksikasju, mis joonistel 15 ja 16 on näidatud kriipsjoone õige ja väära tõmbamise võrdlemisega. Joonisel 15 näidetes *a*, *b*, *c* ja *d* on näidatud teravate nurkade kujutamist kriipsjoontega, millede kriipsud lõikuvad kujutatava nurga tipus, et nurga terav iseloom oleks joonisel selgesti loetav. Kriipsjoone kriipsud ei tohi ristelda ei pideva täisjoonega ega teise kriipsjoone kriipsudega (*e*), sest see mõjuks segavalt joonte iseloomu selgusele. Kui kriipsjoon on jätkuks pidevale täisjoonele (näide *f*), siis tuleb jätku kohale jätta vahe, sest vastasel juhul paistaks kriipsjoone kriips jätku kohal täisjoone pikendusena ja täisjoon näiks jätkuvana. Joonisel 16 on näidatud õige ja vää kume-



Joon. 15. Õige ja väär nurkade kujutamine kriipsjoonega. Et nurga terav iseloom oleks selgesti loetav, peavad kriipsud lõikuma kujutatava nurga tipus — näited *a*, *b*, *c* ja *d*. Kriipsjoone kriipsude lõikumised teiste joontega mõjuvad segavalt — näide *e*. Kui kriipsjoon on jätkuks täisjoonele, tuleb jätta vahe — näide *f*.



Joon. 16. Õige ja väär kujutamine kriipsjoonega. Kaarelise kriipsjoone kriipsu tuleb alata telgjoonelt. Väike kaar kriipsjoonte vahel tõmmatakse pideva joonena.

rate nurkade kujutamise kriipsjoonega, et nurga ümar kuju oleks võimalikult selge.

Kriipsjoonte (ka pidevate täisjoonte) tõmbamine tušiga, eriti jämedate kriipsjoonte tõmbamine, nõuab joonestajalt vilumust ja hoolt. Joon sulge ei tohi ei kriipsu (joone) alguses ega lõpus paberile seisma jätta, sest siis valgub joonsulest suurem hulk tušši paberile ja joone jämedus suureneb kriipsu otste juures. Õhukese joonlaua, kolmnurga või lekaaliga tušijoonetõmbamisel, kus joone ja joonlaua serva vahe on niikuinii väike, on tušijoonetõmbamine eriti ohtlik. Puutudes joonlaua serva valgub tušš joonlaua all laiali ja jätab suurema pleki.

3. Peene punkt-kriips-tüüpi joonega, nn. telgjoonega tähistatakse vaadetel ja lõigetel detailide ja nende osade geomeetriselised teljed — joonisel 20 ning joonistel 23 ja 24 kujutatud latis asetsevate, eestvaadetel kriipsjoontega näidatud aukude teljed.

Telgjoonega tähistatakse vaadetel ja lõigetel detailide ja nende osade sümmeetriatasapindade jälgjooned. Joonisel 21 kujutatud aukudega plaadil on kaks sümmeetriatasapinda — rõht- ja püsttasapind —, mille jälgjooned on tähistatud rõht- ja püsttelgjoonega.

Telgjoonega tähistatakse vaadetel ja lõigetel kõik silindri, koonuse ja kera pindu kujutavate ringjoonte tsentrid. Neid telgjooni võib vaadelda kui sümmeetriatasapindade jälgjooni. Kuigi silinder, koonus või kera on sümmeetriline kõigi tasapindade suhtes, mis läbistavad silindri ja koonuse geomeetriselise telge või kera tsentrit, tähistatakse vaadetel-lõigetel neid pindu kujutavate ringjoonte tsentrid vaid kahe omavahel risti oleva ehk ortogonaalse telgjoonega. Tsentrit tähistavate telgjoonte suund võetakse kooskõlas detaili või selle osa sümmeetriatasapindade jälgjooni tähistavate telgjoonte suunaga, s. o. kooskõlas detaili või selle osa kujuga — tavaliselt rõht- ja püsttelgjoon (joon. 21).

Kettakujuliste detailide või detailide kettakujuliste osade (äärükute) ühisel silindrilisel pinnal (ringjoonel) asetsevate silindriliste, kooniliste või kerakujuliste üksikosade (aukude, süvendite jne.) tsentreid tähistavast telgjoontest tõmmatakse üks ringjooneline (tähistab silindrilist pinda, millel asetsevad augud) ja teine radiaalne. Siia kuuluvad torude ja torude sulgemise vahendite (kraanide, siibrite, ventiilide) kettakujulistes äärükutes ühisel ringjoonel asetsevad poldiaugud, mille tsentrid tähistatakse ikka ringjoonelise ja radiaalse telgjoonega (joon. 34, 37 ja 38). Niisugune aukude tsentrite märkimise viis on kasutatav aukude puurimiseks vajalike tsentrite täpsemaks märkimiseks, mis kindlustab ka aukude sobivuse teise juurdekuuluva detaili (näit. ääriku) aukudega.

Telgjoone jämedus on umbes kolmandik nähtava kontuurjoone jämedusest.

Telgjoone kriipsu pikkus oleneb telgjoone pikkusest, on tavalistes tingimustes 10 kuni 25 mm ja jääb ühtlaseks kogu joone ulatuses.

Telgjoone punkti teha tegeliku punktina on ülearune ja tülikas, eriti tušijoonisel joonsulega, kus ka kõige hoolikama töö tulemusena punkt kujuneks ikka lühikeseks kriipsuks ja punkti „jämedus“ saaks suurem kriipsu jämedusest. Telgjoone kasutatav punkt on lühike kriips, pikkusega 2 kuni 3 mm, mis paistab suhteliselt pikkade kriipsude vahel niikuinii punktina ja määrab joone iseloomu.

Telgjoon lõpetatakse alati kriipsuga, mitte kunagi punktiga.

Tsentrit tähistavate telgjoonte kriipsud peavad alati lõikuma, et tsenter oleks täpselt määratud (joon. 21).

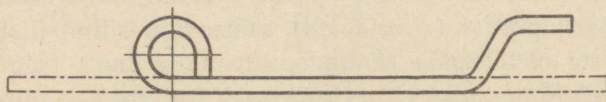
Telgjoon tõmmatakse ikka mõne mm võrra üle detaili või selle osa kontuurjoone, mille geomeetrilist telge, sümmeetriatasapinda või tsentrit ta tähistab (joon. 21).

Ringide tsentrid, mille raadius on alla 12 mm, tähistatakse tavaliselt telgjoone kriipsudega, s. o. pideva joonega, mille jämedus on sama, mis telgjoonel (joon. 38 ja 57).

Peene punkt-kriips-tüüpi joonega või ka pideva peenjoonega (veerand nähtava kontuurjoone jämedust) näidatakse joonisel mehhanismi detailide äärmised või ka nihutatud asendid.

Peene punkt-kriips-tüüpi joonega tähistatakse veel vardakujuliste detailide või detailide vardakujuliste osade väljakantud põiklõigete kohad (joon. 67 ja 70).

Peene punkt-kriips-tüüpi joonega, mille kriipsud on tavaliselt lühemad telgjoone kriipsudest, näidatakse joonisel hammasrataste veerringid ja veersilindri ning -koonuse moodustajad (joon. 116, 117 ja 118).



Joon. 17. Eeltoote kontuuride kujutamine punkt-kriips-tüüpi joonega, mille jämedus ja kriipsu pikkus on sama, mis kriipsjoonel.

Punkt-kriips-tüüpi joonega, mille jämedus ja kriipsu pikkus on sama, mis kriipsjoonel (nähtamatul kontuurjoonel), kujutatakse nn. pealejoonestatud (lõikele pealejoonestatud) vaate kontuurid, detaili valmistamise variantide kontuurid, eeltoote kontuurid (joon. 17) ja lõikepinnast ees-

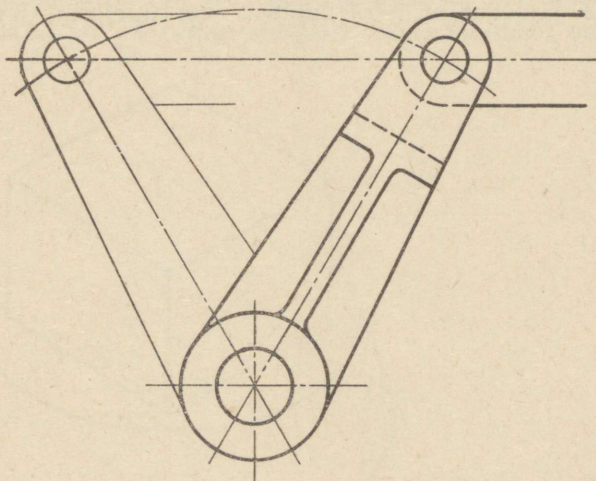
pool asetsevate detaili osade kontuurid, mille näitamiseks tekib mõnikord vajadus.

Jämedama punkt-kriips-tüüpi joonega tähistatakse vaadetel või neid asendavil lõigetel, muidugi vajaduse korral, lõiketasapindade jälgjooned, mis näitavad joonise lugejale, millistest kohtadest ja milliste tasapindadega on detail läbi lõigatud (joon. 62).

Lõikejoone jämedus on $\frac{OCT}{BKC} 7537$ järgi pool nähtava kontuurjoone jämedusest ja jämedam. Jämedam lõikejoon on silmapaistvam ja ilmekam ning tihti kasutatakse lõikejoont, mis on isegi kontuurjoonest jämedam.

Lõikejoon lõpetatakse ikka kriipsuga, kusjuures lõikejoone kriips vaatamata suuremale joone jämedusele on lühem telgjoone kriipsust.

Murtud lõikejoonte nurkade tipud olgu tähistatud lõikuvate kriipsudega (joon. 57).



Joon. 18. Detaili äärmise asendi näitamine pideva peenjoonega.

On ülearune tõmmata lõikejoont üle kogu joonise pinna, mille võtab enese alla detaili vaade või seda asendav lõige. Lõikejoonega läbistatakse see detaili osa, mis on lõiketasapinnaga tegelikult läbi lõigatud (joon. 62).

Lõikejoon ulatub vähemalt mõne mm võrra üle kontuurjoone, mis piirab lõiketasapinnaga tegelikult läbilõigatud detaili osa (joon. 62).

4. Pidevat peenjoont, mille jämedus on umbes veerand nähtava kontuurjoone jämedusest, kasutatakse mõõt- ja distantsjoontena — mõõtmete suuna ja piiride näitamiseks (joon. 20 ja 21), ning viirusjoontena —

läbilõigatud materjali (lõikepinna) tähistamiseks lõigete ja põiklõigete puhul (joon. 42 ja 67).

Pideva peenjoonega kujutatakse ka põiklõike kontuur, mis joonestatakse detaili või selle osa vaate vastavale kohale, nn. pealejoonestatud põiklõike kontuur (joon. 69).

Pidevat peenjoont kasutatakse veel mehhanismi detailide äärmiste või ka nihutatud asendite näitamiseks (joon. 18).

Üldkujult silindriliste detailide (joon. 21, 72 ja 77) või detailide silindriliste osade (joonisel 49 kujutatud laagri aluse silindrilise poldiaugu neljakandiline ots) üksikute tasaste pindade iseloomu tähistatakse vaadatel diagonaaljoontega. Sellisteks diagonaaljoonteks kasutatakse pidevat peenjoont.

5. Vabakäe-joont kasutatakse murdejoonena vardakujuliste detailide ja nende osade murdekohtade tähistamiseks.

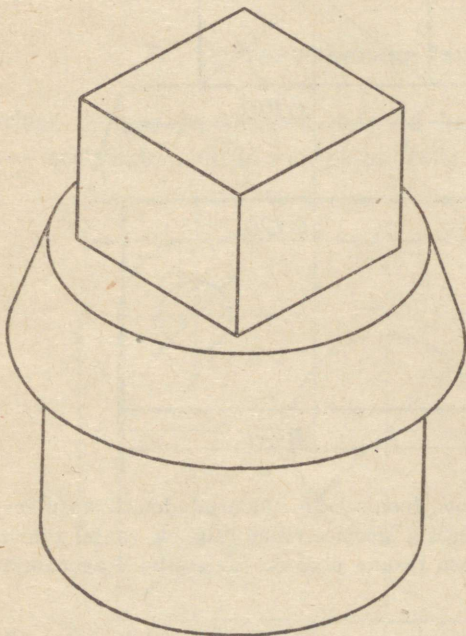
Murdejoone jämedus on pool nähtava kontuurjoone jämedusest (vt. "Murded").

IV. Vaated.

1. Kujumärgid.

Vaadete arvu kokkuhoiduks ja ka joonestatud detaili kuju selgemaks näitamiseks kasutatakse mõõtarvu ette kirjutatavaid erimärke, nn. kujumärke.

Väga tihti kasutatakse nn. läbimõõdumärki, mis koosneb väikesest käsitsi kirjutatud nullist (ringi sümbol), mille läbimõõt on võrdne mõõt-



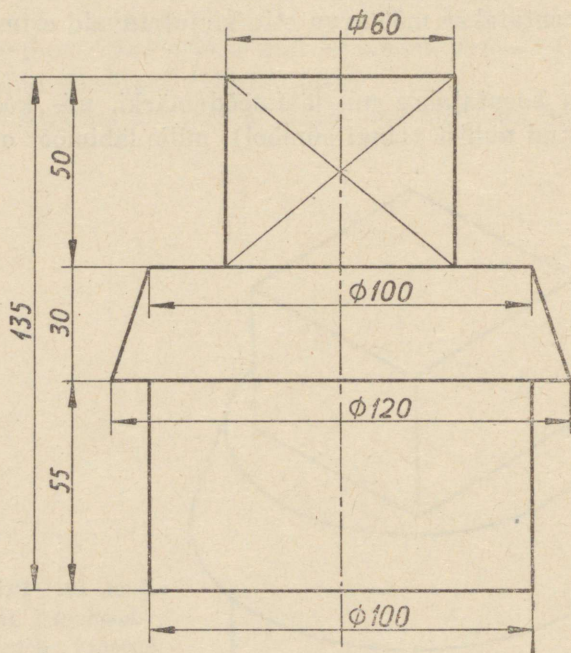
Joon. 19. Prismast, tüvikoonusest ja silindrist koosnev detail aksonomeetriselises projektsioonis. Selle detaili tehnilist joonist kujutab joon. 20.

arvu numbriga kuni kolmveerandi kõrgusega, ja sellest läbitõmmatud kaldjoonest (sümmeetria-teljjoone sümbol), mille kõrgus ja kalle on sama, mis mõõtarvu numbritel (75°). Mõõtarv, mille ette on kirjutatud läbimõõ-

dumärk, näitab joonise lugejale, et mõõtarv on läbimõõt. Kontuurjooned või punktid, millede vahekauguse mõõtarvu ette on kirjutatud läbimõõdu-märk, tähistavad silindrilist pinda või ringjoont, mille läbimõõt on määratud mõõtarvuga.

Harvemini kasutatakse nn. ruudumärki, mis mõõtarvu ette kirjutatuna näitab, et mõõtarv on ruudu külje pikkus.

Joonisel 19 näidatud kolmest osast (silinder, tüvikoonus ja ruudukujulise põiklõikega prisma) koosneva detaili täielikuks kujutamiseks, kasutades kujumärke, piisab ühestainsast vaatest (joon. 20). Detaili alumine silindriline osa kujuneb vaatel (joon. 20) ristkülikuks, mille mõõtmed on antud mõõtarvudega 100 ja 55. Ristküliku laiuse mõõtarvu 100 ette



Joon. 20. Kujumärkide kasutamine. Joonisel 19 näidatud detaili kuju on määratud ainsal vaatel kujumärkide abil. Detaili geomeetriline telg on vaatel tähistatud telgjoonega. Ülemise kandilise osa tasane pind on tähistatud diagonaalidega.

kirjutatud läbimõõdu märk näitab, et ristküliku otsad kujutavad silindrilist pinda. Detaili keskmine tüvikoonuse-kujuline osa kujuneb vaatel trapetsiks, mille kõrgus on 30 ja aluste pikkused 120 ja 100. Trapetsi aluste mõõtarvude 120 ja 100 ette kirjutatud läbimõõdu märgid näitavad, et punktid, millede vahekaugus on määratud mõõtarvudega, tähistavad tüvi-

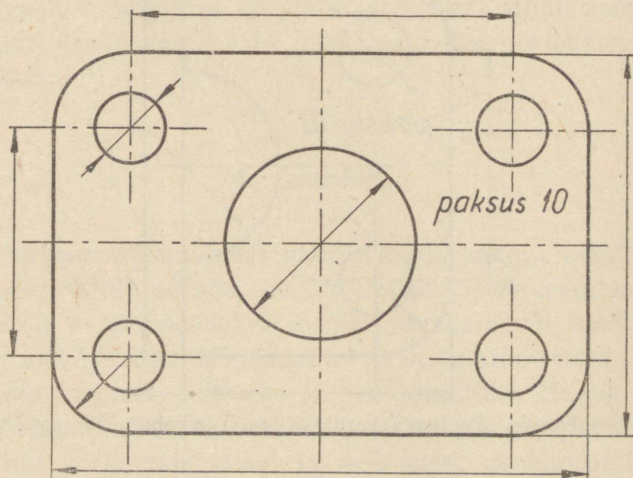
koonuse põhipindade ringjooni. Detaili ülemine ruudukujulise põiklõikega prismaline osa kujuneb vaatel ristkülikuks kõrgusega 50 ja laiusega 60. Ristküliku laiuse mõõtarvule 60 ette kirjutatud ruudumärk näitab, et ristkülik kujutab ruudukujulise põiklõikega prismalist keha, kusjuures ruudu külje pikkus on määratud mõõtarvuga 60. Prisma tahu tasase pinna tähistamiseks on prisma tahk — ristkülik — läbi tõmmatud diagonaaljoontega, mille jämedus on veerand nähtava kontuurjoone jämedusest.

Ruudumärgi kirjutamine nõuab hoolt, et see oleks selgesti tuntav. Tavaliselt loobutaksegi ruudumärgi kasutamisest ja ruudumärgiga mõõt- arv asendatakse ruudu külje mõõt- arvude korrutisega. Joon. 20 näidatud ruudumärgiga mõõt- arvu 60 asemel võib kirjutada ka 60×60 , mis samuti määrab keha ülemise osa kuju.

Mitmete riikide normid nõuavad kujumärkide kirjutamist mõõt- arvude taha kõrgendatud, astmenäitaja kohale, mis nõuab erilist hoolt ja tähelepanu märkide kirjutamisel, et need oleksid selgesti tuntavad, ei sarnaneks nullidega ega põhjustaks arusaamatusi mõõt- arvude lugemisel.

2. Ühtlase paksusega tasased detailid.

Ühtlase paksusega tasased detailid kujutatakse joonisel ainult ühes vaates — eestvaates, mille suund on risti detaili kõige iseloomustavama

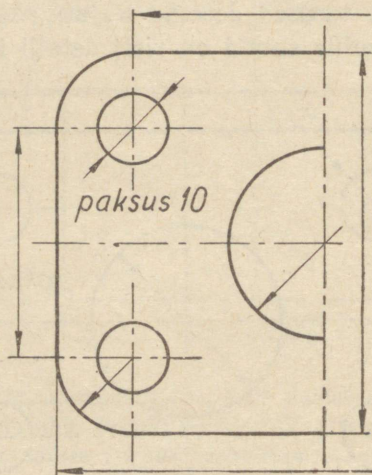


Joon. 21. Ühtlase paksusega tasase plaadi paksuse näitamine ainsal vaatel. Plaadi sümmeetriatasapindade jälgjooned on tähistatud telgjoontega. Aukude tsentrid on tähistatud lõikuvate ortogonaalsete telgjoontega, mis on paralleelsed plaadi üldkuju sümmetria-telgjoontega.

tasase pinnaga. Detaili paksus, mille määramiseks peaks üldkorras seda detaili kujutama veel mõnes teises vaates, kirjutatakse detaili vaate pinnale sõnaga „p a k s u s“. Joonisel 21 näidatud märkimisviis „p a k s u s 10“ ütleb joonise lugejale, et detail on näidatud kujuga tasane plaat, mille paksus on ühtlane, nimelt 10 mm. Kõik selle ainsa vaate kontuurjooned kujutavad detaili (plaadi) välist kuju või detailist läbiminevaid auke.

3. Poolvaated.

Väga tihti on masina detailid mõne tasapinna suhtes sümmeetrilised. Vaated niisugustest detailidest on sel juhul ka sümmeetrilised vastavate sümmeetriatasapindade jälgjoonte, nn. sümmeetria-telgjoonte suhtes. On ülearune sümmeetriline vaade täielikult välja joonestada, kui selleks joonisel kujutatud detaili üldkuju säilitamise mõttes ei ole erilist vajadust. Vaatest, mis oma telgjoone suhtes on sümmeetriline, joonestatakse tavaliselt välja vaid üks pool kuni sümmeetria-telgjooneni. Niisugune poolvaade ütleb joonise lugejale, et vaate teine pool on täpselt samasugune kui välja-joonestatud pool. Selle võttega saavutatakse kokkuhoidu joonestamise töös ja ajas, paberipinnas ja ka joonise lugemisel.



Joon. 22. Poolvaade. Poolvaadet piirab poolituskohalt sümmeetria-telgjoon.

Joonisel 21 kujutatud plaadi vaade on sümmeetriline oma püst- kui ka rõhttelgjoone suhtes ja plaat on täielikult määratud ka siis, kui temast välja joonestada ainult parem või vasak pool (joon. 22) kuni püsttelgjooneni või ainult ülemine või alumine pool kuni rõhttelgjooneni. Plaadi tege-

liku kuju saamiseks tuleb joonisel 22 näidatud poolvaadet kujutluses täiendada teise samasuguse joonestamata poolega.

Kui detaili vaade on sümmeetriline kahe telgjoone suhtes, siis võib vaatest välja joonestada vaid ühe veerandi, mis on kahelt poolt piiratud sümmeetria-telgjoontega. Keerulisemate detailide kuju tuletamine veerandvaatest nõuab head kujutlusvõimet ja vähendab joonise ilmekust, mis pärast veerandvaadet kasutatakse vaid lihtsamate detailide täiendavate vaadete puhul.

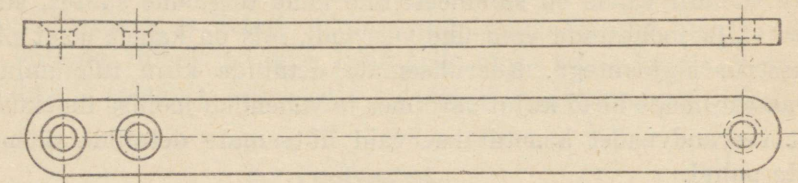
Peavaadet, s. o. eestvaadet ei ole mõnikord soovitatav joonisel kujutada detaili üldilme säilitamise mõttes kujutada poolvaatena ja on lubamatu kujutada veerandvaatena.

Juhtudel, kui on tarvilikud poolvaated vastasvaadetest, nagu pool pealt- ja pool altvaatest või pool külgvaatest ja pool vaatest paremalt, asetatakse vastasvaadete pooled harilikult kokku, nii et telgjoon on piiriks vastasvaadete poolte vahel. Niisugune poolvaadete koondamine võimaldab joonise pinna kokkuhoidu ja soodsamat kasutamist. Nii asetatakse koondatud pealt- ja altvaate pooled pealtvaate kohale ning koondatud külgvaate ja „vaate paremalt“ pooled külgvaate kohale. Koondatud poolvaadete ühe poole asetus on erand vaadete normitud asetusviisis (altvaate normaalne asukoht on ju eestvaatest ülalpool, samuti „vaate paremalt“ normaalne asukoht eestvaatest vasakul pool). Arusaamatuste vältimiseks varustatakse vaate nimetusega (pealkirjaga) mitte ainult koondatud poolvaate erandliku asukohaga vaate pool, vaid ka normaalse asukohaga vaate pool (joon. 49).

4. Murded.

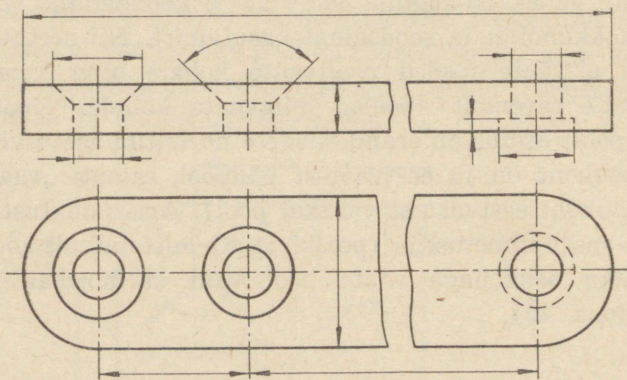
Pikkade ühtlase või ühtlaselt muutuva põiklõikega detailide (lattide, varraste, talade, völliude, torude jne.) või nende osade kujutamiseks paberil peaks üldiselt kasutama suurt joonise formaati või tunduvalt vähendama joonise mõõdusuhet. Mõõdusuhte vähendamine muudab tihti üksikud detaili osad joonisel väikeseks ja arusaamatuks. Niisuguste pikkade ühtlase või ühtlaselt muutuva põiklõikega detailide kujutamisel joonestatakse detailidest välja vaid otsad ja iseärasusi sisaldavad kohad, kuna vahepealseid osi kujutatakse väljamurtuina. Iseärasusi sisaldavad kohad piiratakse murde kohalt erilise murdejoonega ja nad joonestatakse ühisele detaili või selle osa telgjoonele üksteise lähedale, olenemata vahepealse väljamurtud osa pikkusest. Murtuna ehk osade kaupa joonestatud detailide

või nende osade tegelikud pikkused määratakse katkestamatuile mõõtjoontele kirjutatavate mõõtaruudega.



Joon. 23. Kriipsjoone kasutamine. Latis asetsevate aukude nähtamatud kontuurid on kujutatud kriipsjoontega, nende geomeetriselised teljed telgjoontega.

Joonisel 23 on kujutatud kahes vaates ühtlase põiklõikega raudlatt, mille otstes on astmelised augud. Joonise väikese mõõdusuhte tõttu kujunevad aukude astmed ebaselgeks, kusjuures aukude varustamine mõõtmetega oleks raskendatud ja teeks joonise veelgi segasemaks.



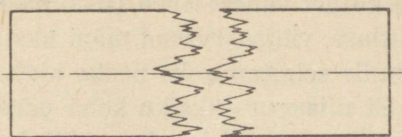
Joon. 24. Murre. Prismalise varda (lati) murdejoon on kergelt laineline vabakäejoon, mille jämedus on pool nähtava kontuurjoone jämedusest.

Joonisel 24 on kujutatud sama ühtlase põiklõikega pikk latt suuremas mõõdusuhtes enam-vähem samal joonise pinnal. Latist on välja joonestatud vaid otsad, kus asetsevad astmelised augud, ja vahepealse ühtlase põiklõikega iseärasusteta osa tegelikud pikkused määratakse mõõtaruudega, mis kirjutatakse vastavaile katkestamatuile mõõtjoontele.

Joonisel 77 on kujutatud polt murtuna. Murdekoht tähistatakse joonisel murdejoonega, mille jämedus on pool nähtava kontuurjoone jämedusest.

Puitdetaili (pruss, tala) murdekoht tähistatakse käega tõmmatava paljudest pikemaist ja lühemaist sirgetest koosneva teravnurkse murdjoonega (joon. 25).

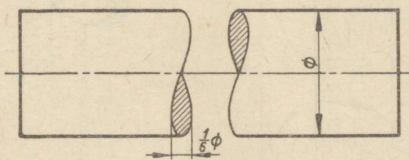
Metalldetaili murdejoone kuju oleneb joonestatava detaili põiklõike kujust.



Joon. 25. Puitdetaili murdejoon.

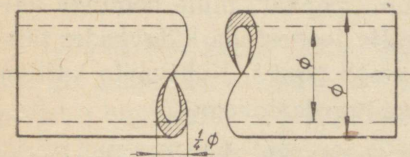
Prismalise varda murdekoht tähistatakse vaba käega tõmmatava, kergelt lainelise joonega (joon. 24).

Silindrilise või elliptilise põiklõikega varda (võlli, kodara) murdekoht tähistatakse vaba käega või ka kurvijoonlauaga tõmmatava silmusekujulise joonega, kusjuures silmuse sisepind viirutatakse nagu lõikepind (joon. 26). Silmuse laius on tavaliselt umbes kuuendik murtava varda läbimõõdust.

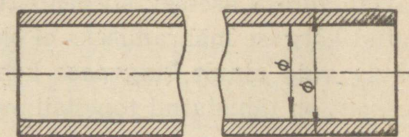


Joon. 26. Silindrilise või elliptilise põiklõikega varda murdejoon.

Rõngakujulise põiklõikega vaates kujutatud varda (toru) murdekoht tähistatakse kahe silmusekujulise joonega, millest üks vastaks välis-, teine sisepinna murdejoonele. Mõlema silmusekujulise joone vaheline pinnariba viirutatakse nagu lõikepind (joon. 27). Välimise silmuse laius on tavaliselt umbes veerand murtava varda (toru) välisläbimõõdust.



Joon. 27. Toru murdejoon vaatel.

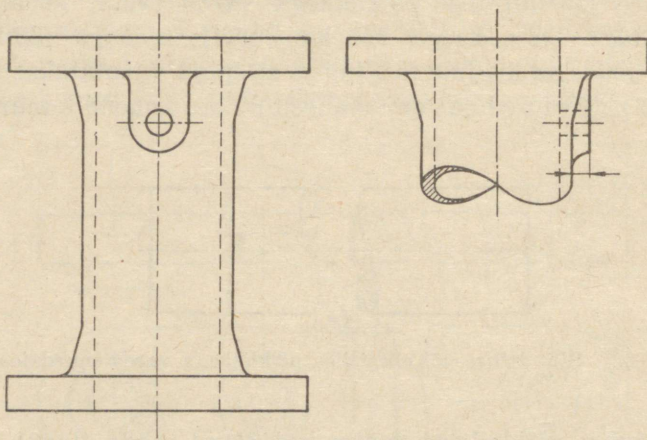


Joon. 28. Toru murdejoon lõikel.

Rõngakujulise põiklõikega lõikes kujutatud varda (toru) murdekoht tähistatakse nagu prismalise varda murdekoht vaba käega tõmmatava kergelt lainelise joonega (joon. 28).

5. Kohtvaated.

Tihti saab detaili kujust vähese arvu (üks, kaks või kolm) vaadetega täiesti küllaldase kujutluse, välja arvatud mõni üksikküsimus mõne detaili osa või koha puhul, mille selgitamiseks peaks üldkorras joonestama veel ühe täiendava vaate. Et niisuguse üksiku koha pärast mitte tervet detaili täiendavat vaadet joonestada, selleks joonestatakse tavaliselt täiendav vaade ainult sellest detaili kohast, mis vajab veel selgitamist, — joonestatakse nn. kohtvaade. Kohtvaate katkestuskoht tähistatakse (kohtvaade piiratakse) murdejoonega, s. o. kergelt lainelise, käega tõmmatud pideva joonega, mille jämedus on pool nähtava kontuurjoone jämedusest.

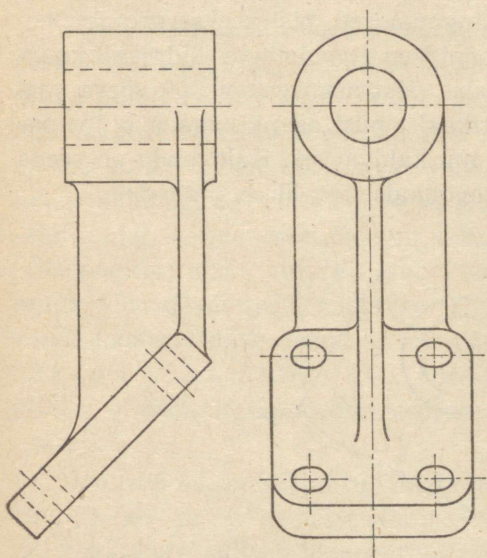


Joon. 29. Kohtvaade. Kohtvaade on piiratud murdejoonega.

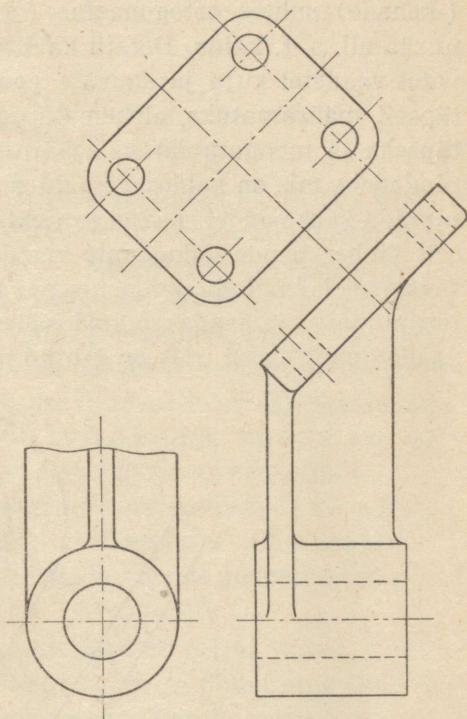
Joonisel 29 kujutatud ümarate äärikutega toru kuju ja suurus saab läbimõõdumärke kasutades määrata ühe vaatega, välja arvatud ülemise ääriku juures asetsev kõrgendatud koht, nn. „popka“, mille nooltega näidatud kõrguse määramiseks ei ole tarvis välja joonestada külgvaadet täielikult, vaid ainult külgvaate koht, kus asetseb popka. Kohtvaate katkestuskoht on tähistatud topeltsilmuse-kujulise murdejoonega.

Vajadus kohtvaate järele suureneb eriti siis, kui detaili mõni osa ei ole põhikeha suhtes ortogonaalne (risti või paralleelne), vaid meelevaldse nurga all, s. t. kaļdu. Detaili kaldosad kujunevad täiendavalt ortogonaalsetel vaadeti kuju poolest moonutatuks ja nende joonestamine on tülikas ning aeganõudev, eriti siis, kui nad on kujult silindrilised või sisaldavad silindrilisi auke, millede piirringjooned kujunevad vaadeti ellipsiteks.

Ülearusest tööst hoidumise eesmärgil joonestatakse täiendavalt vaadetest välja ainult vaate suuna suhtes ortogonaalsed osad ja jäetakse joonestamata kaldosad, millede kuju määramiseks tehakse kaldvaated.



Joon. 30. Silmlaagri alusplaat, mis on põhikehade suhtes kaldu, kujuneb ortogonaalsetel vaadetest (külgsuurtel) moonutatuks.

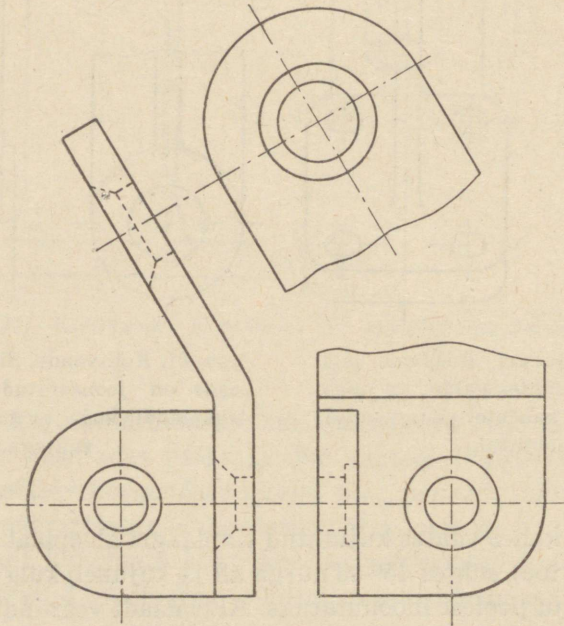


Joon. 31. Kohtvaade. Silmlaagri külgsuurtel on joonestatud kohtvaatena. Alusplaadi kuju on määratud pindvaatega.

Joonisel 30 kahes vaates kujutatud silmlaagri alusplaat on põhikehade (laagri silma ja toe) suhtes 45° -se nurga all ja kujuneb külgsuurtel (parempoolisel) oma kuju poolest moonutatuks. Alusplaadi veerandringi-kujulised nurgad kujunevad külgsuurtel ellipsi veeranditeks ja ümarad poldiaugud ellipsiteks, samuti on moonutatud alusplaadi pikkus ja aukude vahe. Et alusplaadi külgsuurtel joonestamine on tülikas ja aeganõudev, kusjuures plaadi kuju jääb ikka määramatuks, siis joonestatakse külgsuurtel kohtvaatena laagri silmast ja toest, mis piiratakse murdejoonega (joon. 31), ja alusplaadi kuju määratakse pindvaatega (vt. „Pindvaated“).

6. Kaldvaated.

Mõnikord koosneb joonestatav detail osadest, millel on küll korrapäraste geomeetriliste kehade kuju, kuid milledest mõni ei ole põhiosade (-kehade) suhtes ortogonaalne (risti või paralleelne), vaid meelevaldse nurga all, s. t. kaldu. Detaili kaldosad kujunevad ortogonaalsetel täiendavatel vaadetel kuju ja suuruse poolest moonutatuks ja nende kuju jääb täpselt määramatuks, olenemata vaadete arvust. Detaili kaldosade kuju täpselt ja moonutamatuks määramiseks projekteeritakse kaldosad tasapindadele, mis on kaldosade suhtes ortogonaalsed, pööratakse projektsioonipindu koos nendel saadud projektsioonidega (vaadetega) üldreegli kohaselt ümber nende löikejoonte vertikaalse püsttasapinnaga 90° võrra vastavale poole kuni ühtelangemiseni vertikaalse püsttasapinnaga, s. o. joonise tasapinnaga, ja saadakse kaldosadest nn. kaldvaated. Kaldvaade on seega vaade detaili osast, mis on tehtud ortogonaalselt kaldosa pindadele.



Joon. 32. Kaldvaade. Detaili külj- ja kaldvaade on joonestatud kohtvaatena.

Kaldvaated esinevad ainult kohtvaadetena või pindvaadetena.

Joon. 32 kujutatud detaili ülemine ümara otsaga osa, milles on ümar auk, on põhiosade suhtes 30° -se nurga võrra painutatud. See painutatud osa kujuneks ortogonaalsetel täiendavatel vaadetel kuju ja suuruse poolest

moonutatuks. Kaldosa tegeliku kuju näitamiseks joonisel on ta projekteeritud tasapinnale, mis on paralleelne kaldosa kaldpindadele, ja saadud kaldvaade — vaade, mille suund on risti kaldpindadega. Kaldvaade on joonestatud kohtvaatena.

7. Pindvaated.

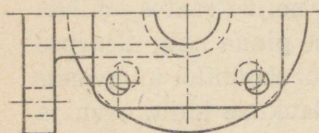
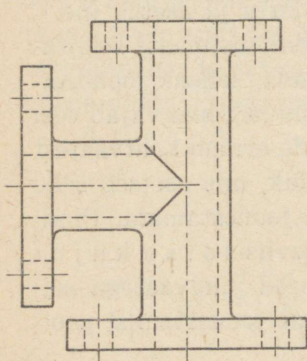
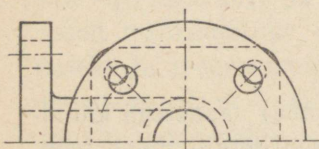
Tihti saab detaili kujust vähese arvu (üks või kaks) vaadetega küllaldase kujutluse, välja arvatud mõned üksikküsimused detaili mõne tasapinna puhul (pinna kuju, pinnas asetsevate aukude kuju ja asetus jne.), mis vajavad täiendavat selgitamist. Et niisuguste üksikküsimuste selgitamiseks mitte tervet täiendavat vaadet välja joonestada, selleks joonestatakse tavaliselt täiendav vaade ainult sellest detaili pinnast, mis vajab veel selgitamist, — joonestatakse nn. pindvaade. Pindvaade erineb kohtvaatest selle poolest, et ta kujutab ainult teatud pinda ja kõik, mis asetseb selle pinna kõrval või taga, jäetakse tähele panemata ja joonestamata. Pindvaade joonestatakse erandina vaadete normitud asetusviisis o t s e k u j u t a t a v a p i n n a k ö r v a l e. Harilikult on niisugused pindvaatega selgitatavad pinnad sümmeetrilised, mis võimaldab nende joonestamist poolvaatena.

Joonisel 33 on kujutatud äärikutega torukolmik neljas vaates, millest kül-, pealt- ja altvaade on sümmeetrilised ja joonise pinna ning ülearuse töö kokkuhoiu mõttes joonestatud poolvaadetena. Torukolmiku külgsuuna (parempoolne) on tarvilik vasakpoolse ääriku poldiaukude kuju, arvu ja asetuse selgitamiseks, pealtvaade (alumine) — ülemise ääriku kuju ning poldiaukude kuju, arvu ja asetuse selgitamiseks ning altvaade (ülemine) — alumise ääriku poldiaukude kuju, arvu ja asetuse selgitamiseks.

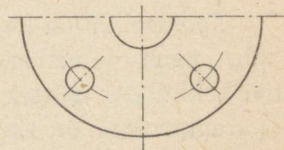
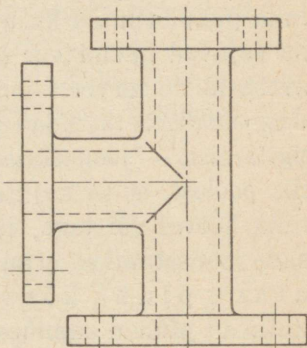
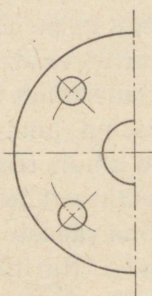
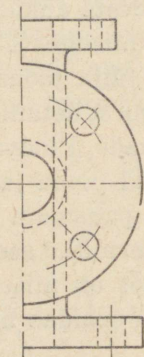
Joonisel 34 on kujutatud sama torukolmik eestvaate ja kolme pindvaate kaudu. Torukolmiku toru ümarat kuju saab eestvaatel määrata, varustades toru sise- ja välisläbimõõdu mõõtarmid läbimõõdumärkidega. Samuti saab eestvaatel mõõtmetega määrata torukolmiku kõrguse, harutoru pikkuse ja äärikute paksused. Äärikute ja poldiaukude kuju, arv ja asetus on selgitatud äärikute pindvaadetega, mis äärikute sümmeetrilise iseloomu tõttu on töö ja paberipinna kokkuhoiu mõttes joonestatud poolvaadetena. Äärikute pindvaated on joonestatud kontuurjoonte kõrvale, mis eestvaatel kujutavad vastavate äärikute pindu, moodustades seega erandi vaadete normitud asetusviisis (vrd. joonisega 33). Võimalike kahtlustuste kõrvaldamiseks ühendatakse pindvaade ja eestvaatel seda pinda kujutav kontuur-

joon klambriga, mis rõhutab pindvaate kuulumist vastava pinna juurde ($\frac{OCT}{BRC} 7534$).

Võrreldes jooniseid 33 ja 34 selgub, milline kokkuvõid on saavutatud pindvaate kasutamise ja joonestamistöö ja milline selgus joonise lugemises.



Joon. 33. Äärikutega torukolmik kujutatuna eestvaate ja kolme poolvaate abil.

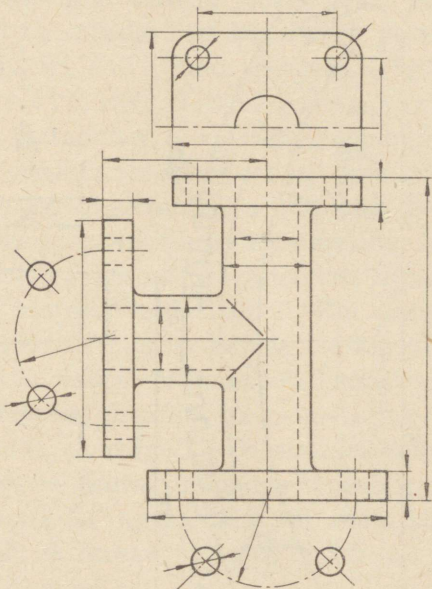


Joon. 34. Pindvaade. Äärikutega torukolmik kujutatuna eestvaate ja poolvaadetena joonestatud äärikute pindvaadete abil. Kontuurid, mis asetsevad kujutatava pinna taga, on jäetud pindvaatel joonestamata. Pindvaade on joonestatud otse kujutatava pinna kõrvale.

Joonisel 31 on pindvaatega selgitatud silmalaagri alusplaadi kuju ja plaadis asetsevate aukude kuju, arv ja asetus. Et alusplaat on laagri suhtes kaldu, siis ka plaadi pindvaade on kujutatud kaldyaatena. Plaadi pindvaade on joonestatud otse kontuurjoone kõrvale, mis eestvaatel kujutab plaadi aluspinda.

Ümarate äärikute kujutamisel tehakse tavaliselt pindvaade ainult aukudest, jättes ka äärikute piirringjooned tõmbamata, sest peavaatel

(eestvaatel) saab ju läbimõõdumärkidega nende ümarat kuju määrata. Sel juhul joonestatakse telgjoonega pool aukude ringi, mis toetub diameetriga peavaatel ääriku pinda kujutatavale kontuurjoonele, ja augud ise joonise 35 kohaselt kontuurjoonega.



Joon. 35. Aukude ring. Äärikutega torukolmik kujutatuna eestvaate, ülemise ääriku pindvaate ja alumise ning vasakpoolse ääriku aukude ringi abil.

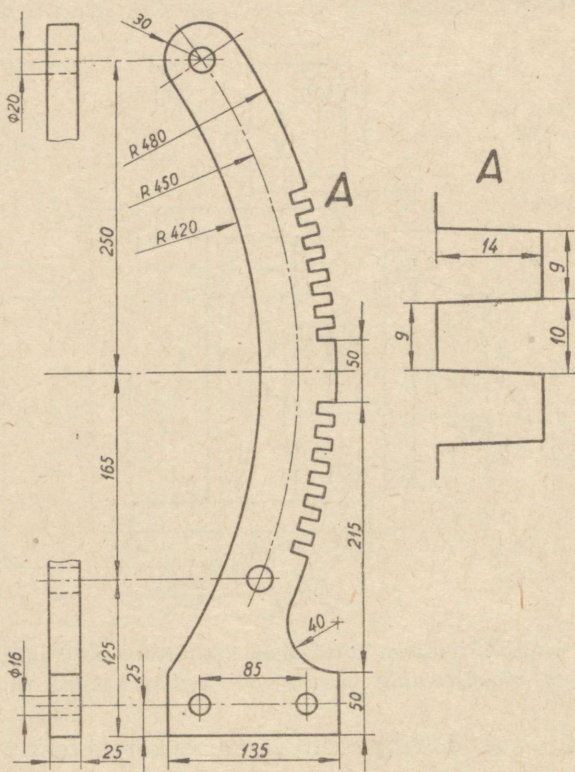
Pindvaateid ja aukude ringe võib vajaduse korral teha ükskõik millise vaate juurde.

Exhib. univ. Tar.

8. Suurendatud kohtvaated.

Mõõtmetelt suurt, kuid üldkujult lihtsat detaili ei tarvitse tema üksiku väikese ja keerulise osa pärast joonestada tervikuna suures mõõdusuhtes, mis nõuaks suurt paberipinda. Niisugune detail joonestatakse tavaliselt tervikuna mõõdusuhtes, mis on küllaldane tema üldkju näitamiseks ning üldmõõtmete määramiseks. Tema üksikute väikeste ja keeruliste osade (õnaruste, aukude, eri-kruvikeermete jne.) kuju ja suuruste selgitamiseks tehakse nendest osadest kohtvaated suuremas mõõduvahekorras. Mõnikord saab küll detaili tervikvaatel küllalt selgelt näidata väikeste osade kuju, kuid mõõtarvude selgemaks ja otstarbekamaks paigutamiseks on ikkagi vajalik suurendatud kohtvaade. Neid kohtvaateid võib joonestada vabale

kohale joonise pinnal, kuid iga niisugune vaade tuleb varustada märgiga (harilikult suur täht), mis näitab, millist detaili kohta vaade kujutab.



Joon. 36. Suurendatud kohtvaade. Hammasektori hammaste kuju ja suuruste selgemaks määramiseks on mõni hammas joonestatud suurendatud kohtvaatena „A“.

Joon. 36 on kujutatud ühe reguleerimiskangi hammasektor. Kuigi hammasektor on joonestatud võrdlemisi väikeses mõõdusuhtes, on tema kontuuride lihtsuse tõttu võimalik vaadet varustada kõigi mõõtmetega peale hammaste mõõtmete. Hammaste täpsema kuju ja eriti mõõtmete selgemaks näitamiseks on tehtud suurendatud kohtvaade mõnest hambast. Suurendatud kohtvaate juurde, samuti ka hammasektori tervikvaate vastava koha juurde on kirjutatud täht A, mis näitab suurendatud kohtvaatel kujutatud hammaste asukohta hammasektori juures.

9. Üksikosade pööramine vaadatel.

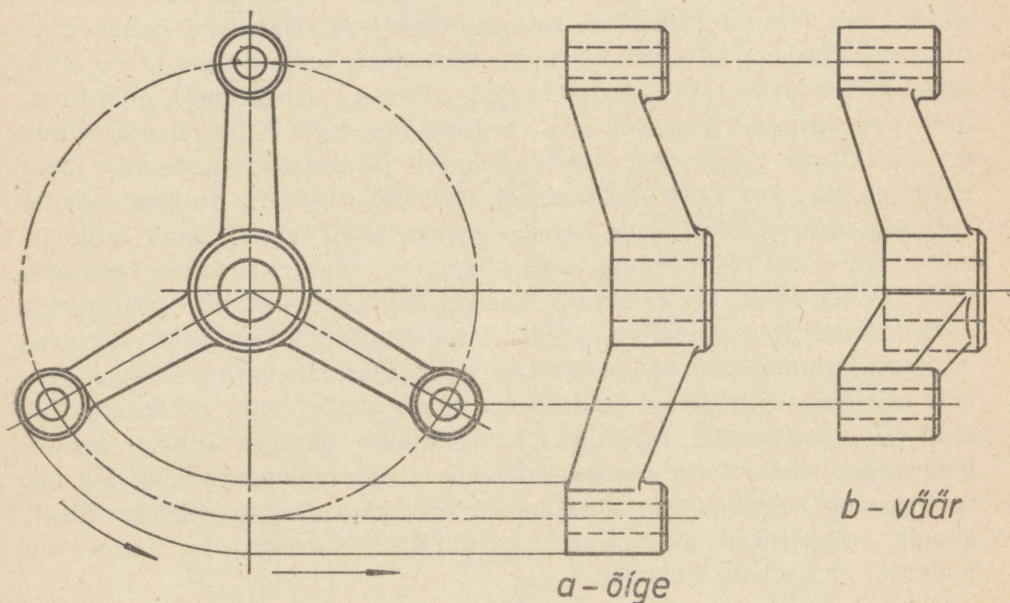
On detaile ja nende osi, millede mõni vaade, mis on joonestatud kujutava geomeetria reeglite kohaselt, näib moonutatuna, põhjustab arusaamatusi ja on tihti isegi tülikas joonestada. Need on sümmeetrilise põhikujuga detailid (tavaliselt kettakujulised) ja sisaldavad samasuguse suuruse ja kujuga üksikosi (auke, süvendeid, kodaraid jne.), mis asetsevad kõik ühisel silindrilisel pinnal (ringjoonel), olles tavaliselt veel ühtlaselt jaotatud, s. o. võrdsete vahedega. Niisuguste detailide mõni kujutava geomeetria reeglite kohaselt joonestatud vaade näib moonutatuna siis, kui need üksikosad ei asetse sümmeetria peatasapindadel (peatelgjoontel). Üksikosade kuju on moonutatud, samuti nende asukoht, mis ei näi vaatel olevat enam vaate telgjoonest silindri raadiuse kaugusel, millel ta tegelikult asetseb, vaid lähemal. Kui sümmeetrilise põhikujuga detaili silindrilisel pinnal (ringjoonel) asetsevate üksikosade arv on paaritu, siis kujuneb mõni vaade ebasümmeetriliseks, mis mõjub segavalt joonise selgusele. Niisugused detailide ja nende osade (näit. ääriku) üksikosad (augud, süvendid, ribad jne.) joonestatakse tehnilise joonise vaadatel pööratuina sümmeetria peatasapindadele (peatelgjoontele) siis, kui see teeb joonise selgemaks ja ilmekamaks või vaate sümmeetriliseks. Õigelt kohalt ärapööratud üksikosade tegelikku asukohta ja arvu näitab naabervaade.

Joonisel 37 on kujutatud kolmiklaagri hark, mille kolm silmalaagrit, mis tugede abil on ühendatud kesklaagriga, asetsevad ühisel silindrilisel pinnal, mis on eestvaatel (vasakpoolsel) tähistatud ringjoonelise telgjoonega. Ainult ülemine silmalaager ja selle tugi asetsevad sümmeetria peatasapinnal (püsttelgjoonel).

Hargi külgvaade, mis on joonestatud kujutava geomeetria reeglite kohaselt (joon. 37, b), on ebasümmeetriline. Hargi alumise toe kuju, samuti alumise silmalaagri asukoht on moonutatud — paistab olevat kesklaagrite lähemal kui ülemine silmalaager. Niisugune detaili üksikosade kuju ja koha näiv moonutus vaatel võib põhjustada arusaamatusi joonise lugemisel ja on tülikas joonestada eriti siis, kui telgjoonel mitteasetsevate üksikosade kuju on keeruline ja seepärast tehnilisel joonisel sobimatu.

Hargi külgvaate saamiseks tehnilisel joonisel kujutletakse hargi alumisi silmalaagreid koos nende tugeodega pööratuina silindrilisel pinnal (ringjoonel), millel nad asetsevad, kuni sümmeetria peatasapinnani (püsttelgjooneni) (joon. 37, a). Hargi „tehniline“ külgvaade on küll tegelikult moonutatud, kuid üksikosade kuju ja kaugus-

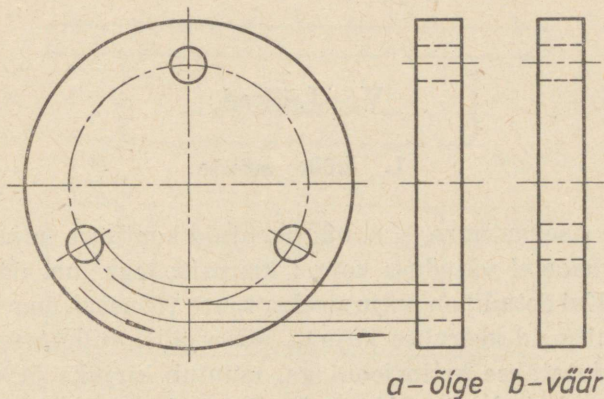
sed on moonutamata, vaade näib selgemana ja on lihtsam joonestada. „Tehniline“ külgvaade ei põhjusta arusaamatusi, sest silmalaagrite tegeliku asukoha ja arvu määrab niikuinii naabervaade — antud juhul eestvaade.



Joon. 37. „Tehniline“ ja geomeetiline vaade. Kolmiklaagri hargi geomeetrisel külgvaatel (b) paistab alumise toe kuju ja silmalaagri kaugus kesklaagrist moonutatuna. „Tehnilisel“ külgvaatel (a), kus silmalaager koos toega on kujutatud pööratuna sümmeetriasapinnale, on toe kuju ja silmalaagri kaugus kesklaagrist moonutamata.

Väga sageli esineb joonistel torude ja torude sulgemise vahendite (ventiili, kraani, siibri) äärik, mille poldiaugud asetsevad ühisel silindrilisel pinnal (ringjoonel), kuid harva peateljjoonel. Joonisel 38 on kujutatud kettakujuline äärik, mille ühisel silindrilisel pinnal, mis eestvaatel on tähistatud ringjoonelise telgjoonega, asetseb kolm poldiauku. Kujutava geometria reeglite kohaselt joonestatud ääriku külgvaatel (joon. 38, b) paistavad alumised augud olevat vaate telgjoonele lähemal kui ülemine auk. Niisugune aukude tegeliku kauguse moonutus ei sobi tehnilisel joonisel, võib põhjustada arusaamatusi ja on lubamatu. Ääriku „tehnilise“ külgvaate saamiseks kujutletakse ääriku alumisi poldiauke pööratuina ringjoonel, millel nad asetsevad, kuni püsttelgjooneni

(joon. 38, a). Ääriku „tehnilisel“ külgvaatel on aukude kaugus ääriku telgjoonest moonutamata. Aukude tegeliku asukoha ja arvu määrab naaber-
vaade — eestvaade.



a-õige b-väär

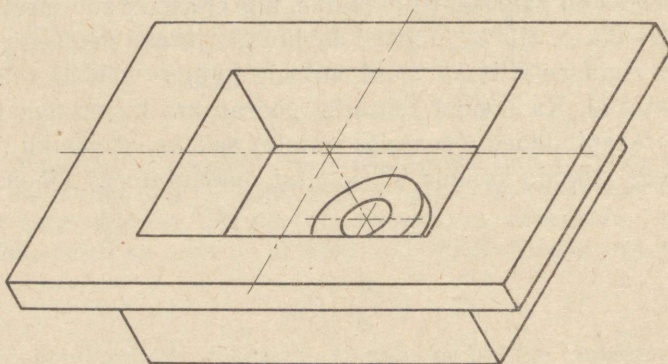
Joon. 38. „Tehniline“ ja geomeetriline vaade. Alumise poldiaugu kaugus ääriku telgjoonest on ääriku geomeetrilisel külgvaatel (b) moonutatud ja „tehnilisel“ kül-
vaatel (a) moonutamata. Aukude tegeliku asukoha määrab eestvaade.

Kui äärikus on paarisarv poldiauke, mis ei asetse sümmeetria peatasapindadel (tavaline), siis kujunevad ääriku „kujutava geometria“ kohased vaated küll sümmeetriliseks, kuid aukude kaugus ääriku telgjoonest on ikka moonutatud. Ka nendel juhtudel pööratakse kujutluses augud süm-
meetria peatasapindadele (peatelgjoontele) selleks, et ääriku „tehnilistel“ vaadetel oleks aukude kaugus telgjoonest moonutamata (joon. 34 ja 35).

V. Lõiked.

1. Lõike mõiste.

Detailide sisekontuure, s. o. nähtamatuid kontuure kujutatakse tehnilise joonise vaadetel vajaduse korral kriipsjoonega, nn. nähtamatu kontuurjoonega. Kui detailil on palju sisekontuure (õõnsusi, õnarusi, auke jne.) või on sisekontuurid keerulise kujuga, siis vaade, millel need nähtamatud kontuurid kujutatakse kriipsjoontega, muutub kirjuks ja raskesti loetavaks. Niisugused sisekontuuridega detailid kujutatakse tehnilisel joonisel kujutluses läbilõigatuina, et oleks võimalik nende sisekontuure kujutada pidevate täisjoontega, s. o. nähtavate kontuurjoontega ja neid seega selgemalt ja ilmekamalt esile tõsta.

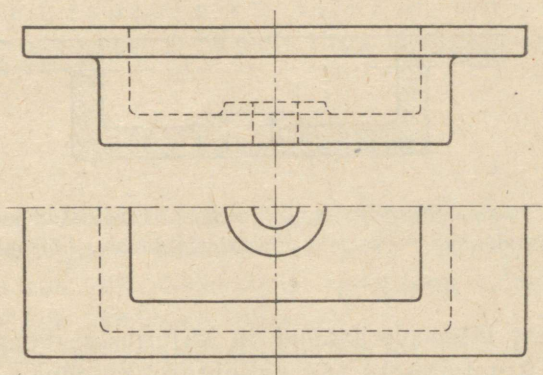


Joon. 39. Karp aksonomeetrilises projektsioonis. Karbi tehnilist joonist kujutab joon. 48.

Joonisel 39 näidatud karp on joonisel 40 kujutatud kahes vaates. Karbi eestvaatel (ülemisel) on karbi sisekontuurid kujutatud kriipsjoontega. Karbi pealtvaade (alumine) on tema sümmeetrilise kuju tõttu kujutatud poolvaatena.

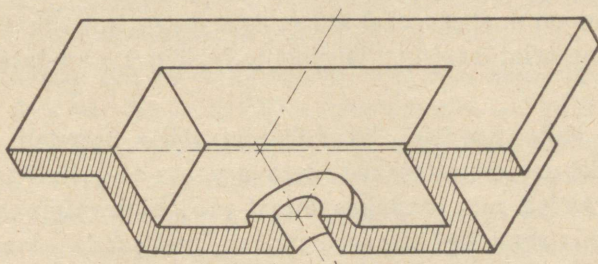
Joonisel 41 on sama karp näidatud läbilõigatuna tasapinnaga, mis langeb ühte karbi pikisuunalise sümmeetriatasapinnaga, kusjuures lõike-tasapinnast ettepoole jäänud karbiosa on eemaldatud. Projekteerides

karbi allesjäänud tagumise poole lõiketasapinnaga paralleelsele projektsioonipinnale, mis asetseb karbipoole taga, saadakse viimasel läbilõigatud karbi kujutis ehk nn. lõige (joon. 42).



Joon. 40. Sisekontuuride kujutamise vaatel kriipsjoonega. Joonisel 39 näidatud karbi sisekontuurid on kujutatud karbi eestvaatel kriipsjoontega.

Lõige on seega vaade läbilõigatud detaili osale lõiketasapinna poolt. Sisekontuuride ilmekamaks esiletõstmiseks viirutatakse lõiketasapinna poolt läbilõigatud detaili materjali (seinte) pind, nn. lõikepind (joon. 42) (vt. „Lõikepinna viirutus“).

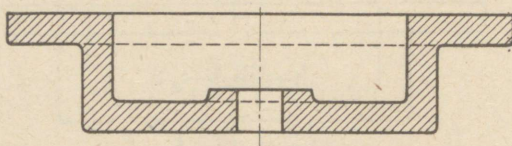


Joon. 41. Lõige. Joonisel 39 näidatud karp on läbi lõigatud pikisuunalise sümmeetriatasapinna kohalt.

Et lõige on sisuliselt vaade detaili läbilõigatud osale, siis kujutatakse kõik lõikepinnast tahapoole jäänud detaili kontuurid lõikel tavalises korras — nähtavad kontuurid pideva täisjoonega ja nähtamatud kriipsjoonega (joon. 42).

Joonise lihtsuse ja selguse huvides näidatakse lõigetel kriipsjoonega ainult need nähtamatud kontuurid, mis on tingimata vajalikud detaili kujuselgitamiseks. Komplektjooniste lõigetel, mil-

lede ülesanne on vaid üksikdetaili asukoha määramine mingis kompleksis või tervikus, on nähtamatute kontuuride kujutamine kriipsjoonega tarvilik vaid erijuhtudel.



Joon. 42. Lõige ortogonaalprojektsioonil. Joonisel 41 näidatud karbi pool on projekteeritud lõiketasapinnaga rööpsele projektsioonipinnale. Lõikepind on viirutatud.

Lõikepinnast ettepoole jäänud ja kujutluses eemaldatud detailiosa mõne kontuuri kujutamiseks võib erijuhtudel vajadus tekkida. Neid kontuure lubatakse lõigetel kujutada punkt-kriips-tüüpi joonega, mille jämedus ja kriipsu pikkus on sama, mis kriipsjoonel — nähtamatul kontuurjoonel.

Masina detailid, millede kujutamiseks vajatakse lõikeid, on tavaliselt sümmeetrilised. Sümmeetriline detail kujutatakse ikka läbilõigatuna tasapinnaga, mis läbib detaili geomeetrilist telge või langeb ühte detaili sümmeetriatasapinnaga (joon. 41). Sel juhul langeb lõiketasapinna jälgjoon, nn. lõikejoon naabervaatel ühte telgjoonega, mis tähistab tsentrit või vastava sümmeetriatasapinna jälgjoont, ja lõiget nimetatakse teljeliseks lõikeks.

Teljelise lõike kujutis ehk teljeline lõige asendab peaaegu alati vastavat vaadet ja joonestatakse vastava vaate asemel. Vastava vaate all mõistetakse vaadet, mis saadakse samal projektsioonipinnal, kus lõigegi, s. o. vaadet, mis saadakse samast suunast, kust saadakse vaade läbilõigatud detaili osale. Mingile vaatele vastavat teljelist lõiget nimetatakse tihti vaate nimetuse järgi, sest ta joonestatakse vastava vaate asemel. Nii nimetatakse lihtsustatult eestvaate asemel joonestatavat vastavat lõiget eestvaade-lõikeks, pealtvaate asemel joonestatavat lõiget pealtvaade-lõikeks jne.

Joonisel 42 kujutatud karbi teljeline lõige on saadud tagumisel püsttasapinnal ja tuleb joonestada eestvaate asemel. Kõiki karbi kõrgusi ja sügavusi, mida näitab eestvaade, näitab eestvaate asemel joonestatav lõige, nn. eestvaade-lõige isegi paremini kui eestvaade ja vajadus viimase järele kaob.

Detaili või seadet võib vajaduse korral kujutada läbilõigatuna igas vaates, s. o. igale vaatele vastavas lõikes, kusjuures teljelised lõiked asendavad üldiselt ikka vastavaid vaateid.

Kõik lõiked tehakse kujutluses, nad ei olene üksteisest ega avalda teistele vaadetele ega lõigetele mingit mõju.

2. Lõikepinna viirutis.

Sisekontuuride ilmekama esiletõstmise huvides viirutatakse lõiketasa-pinna poolt läbilõigatud seadme või detaili materjali (seinte) pind ehk lõikepind (joon. 42). Lõikepinna viirutisega märgitakse ka detaili materjali üldiseloomu joonise 43 kohaselt.

Puidu ja mulla lõikepinna tähistus, samuti ka ringikesed betooni lõikepinnale tehakse vaba käega.

Metalliliste vahele pandud või vahele valatud materjalide pindu lubatakse viirutada lõigetel ka metallide viirutiste kohaselt.

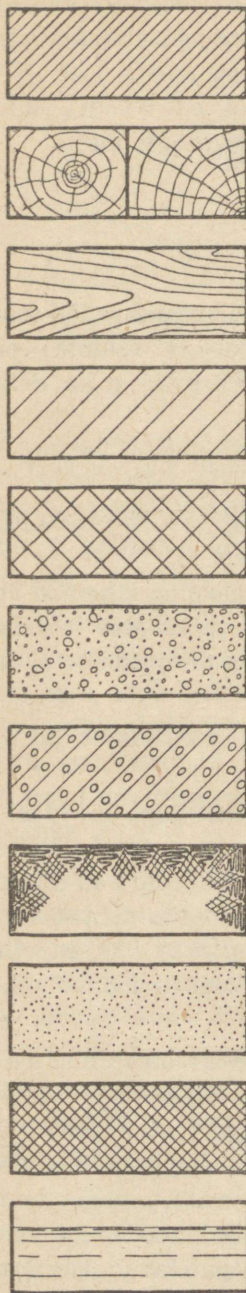
Lõikepinna viirutis määrab vaid materjali üldiseloomu, lähemad andmed materjali kohta (mark) kirjutatakse tükitabeli vastavasse lahtrisse.

Viirutusjoonte jämedus on umbes veerand pideva täisjoone, s. o. nähtava kontuurjoone jämedusest.

Sirged viirutusjooned on omavahel paralleelsed ja moodustavad peateltjoonte või peakontuurjoonte suhtes 45° -se nurga.

Viirutusjoonte ehk viirutise suund võib olla kahesugune — vasakult alt paremale üles või vasakult ülalt paremale alla —, kuid ei tohi langeda ühte lõikepinda piiravate kontuurjoonte suunaga. Kui lõikepind on piiratud mõne kontuurjoonega, mis moodustavad peakontuurjoonte suhtes 45° -se nurga mõlemas võimalikus viirutise suunas, siis loobutakse 45° -st viirutisest ja kasutatakse viirutist, mis moodustab peakontuurjoonte suhtes 30° -se või 60° -se nurga.

Viirutusjoonte vahe ehk viirutise tihedus oleneb lõikepinna s u r u s e s t ja k u j u s t. Suuremad lihtsama kujuga lõikepinnad viirutatakse hõredamalt kui väiksemad ja keerulisema kujuga (astmetega) lõikepinnad, mis vajavad tihedamat viirutist, et kõik lõikepinna üksikosal oleksid viirutusjoontega läbistatud ja paistaksid joonise pinnast teatud määral tumedamaina. Tihedam viirutis nõuab hoolikat tööd, sest erinevused viirutusjoonte vahes ehk viirutise tiheduses paistavad tihedamal viirutisel palju enam silma kui hõredamal viirutisel. Ebauhtlaselt viirutatud pind paistab ka ebauhtlase tumedusega ja joonise selgus väheneb.



Metall

Puit põiki kiudu

Puit piki kiudu

Tellis, harilik

Tellis, tulekindel

Betoon

Raudbetoon

Muld maapinnana

Muld ja isolatsioonimaterjalid puistatuina

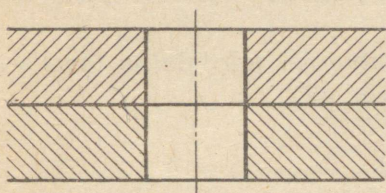
Vahele pandud või vahele valatud materjalid — babiit, lehtvask ja -seatina, fiiber,

Vedelikud

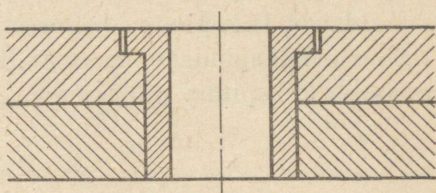
Joon. 43. Lõikepinna viirutis, millega määratakse joonisel lõigatud detaili materjali üldiseloom.

Tavaline viirutusjoonte vahe on metallide lõikepindade viirutamisel 1 kuni 3 mm ja tellise lõikepindade viirutamisel 2 kuni 5 mm.

Nii viirutise suund kui ka tihedus peab jääma samaks mitte ainult sama lõikepinna ulatuses, vaid ka sama detaili kõigil lõikepindadel, mis on kujutatud joonisel samas mõõduvahekorras.

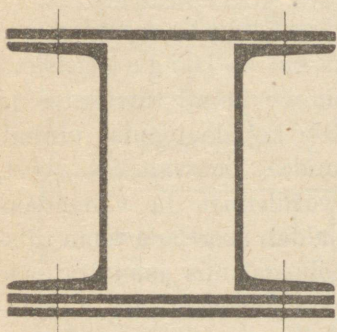


Joon. 44. Erisuunaline viirutus. Eri detailide ühiste piirjoontega lõikepinnad viirutatakse eri suunas.

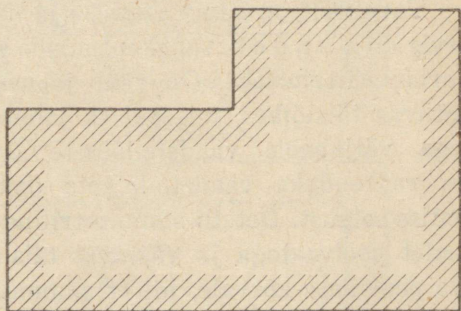


Joon. 45. Erisuunaline ja eri tihedusega viirutus. Ühiste piirjoontega lõikepindade kuuluvust eri detailidele näitab ka viirutise erinev tihedus.

Kahe detaili lõikepindade piirjoonte ühtelangemisel (komplektjooniste lõigetel) viirutatakse mõlema detaili lõikepinnad eri suunas (joon. 44). Erisuunaline viirutus rõhutab ilmekalt kokkupuutuvate lõikepindade kuuluvust eri detailidele (tükkidele).



Joon. 46. Mustad lõikepinnad. Kitsad (joonisel 2 mm või vähem) lõikepinnad joonestatakse mustadena. Ühiste piirjoontega mustadena joonestatud lõikepindade vahele jäetakse valged vahejooned.



Joon. 47. Suured lõikepinnad viirutatakse vaid lõikepinna äärtest.

Kolme detaili lõikepindade piirjoonte omavahelisel ühtelangemisel viirutatakse kahe detaili lõikepinnad küll samas suunas, kuid erineva tihedusega (joon. 45).

Kitsad lõikepinnad, mille laius on joonisel 2 või vähem mm, nagu vähendatud mõõdusuhtes kujutatud anumate seinad, plekid, profiilrauad, õhukesed puksid jne., joonestatakse täiesti mustadena (joon. 46), sest need vajaksid õige tihedat viirutist, mis nõuaks palju aega ja ülearust tööd. Puutuvad niisugused mustadena joonestatavad kitsad lõikepinnad kokku, siis jäetakse mustade pindade vahele valged vahejooned (joon. 46), mis eraldavad lõikepindu üksteisest.

Suurte lõikepindade (massiivide) viirutamisel piirdatakse tavaliselt viirutisega lõikepinna piirjoone juures (joon. 47).

3. Poollõiked.

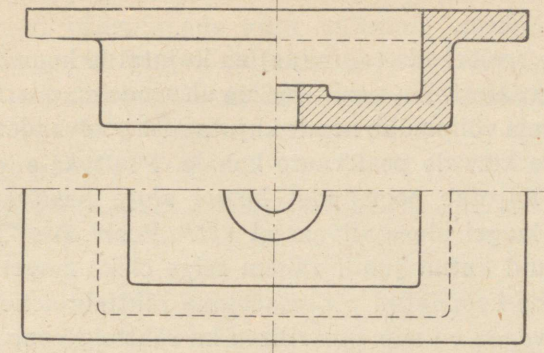
Sümmeetriliste detailide lõiked on sümmeetriasapindade jälgjoonte, nn. sümmeetria-teljjoonte suhtes sümmeetrilised. On ülearune joonestada sümmeetriline lõige täislõikena, kui puudub vajadus detaili üldkuju säilitamiseks. Analoogiliselt sümmeetrilistele vaadetele joonestatakse ka sümmeetrilistest lõigetest tavaliselt välja vaid üks pool kuni sümmeetria-teljjooneni, joonestatakse nn. poollõige. Poollõige ütleb joonise lugejale, et lõike teine pool on täpselt samasugune kui joonestatud pool.

4. Poolvaade-lõige.

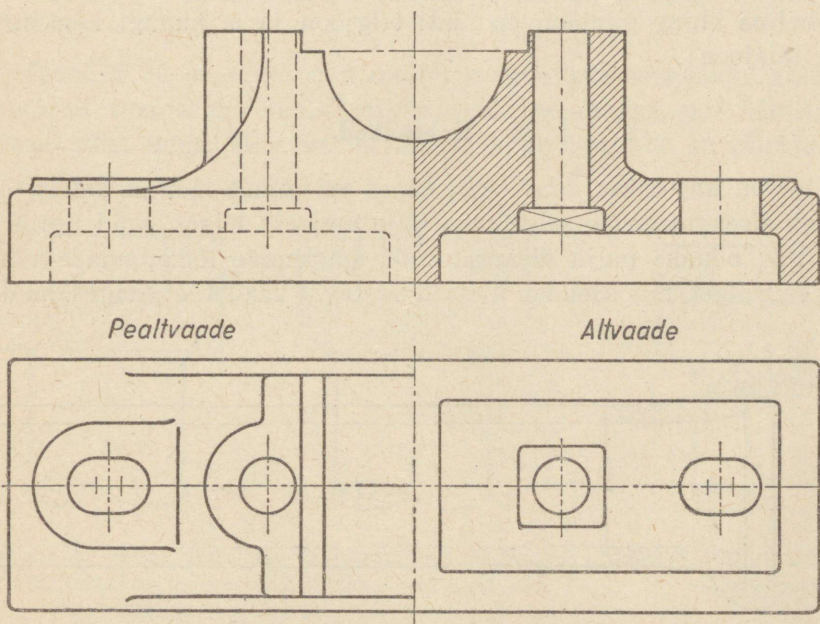
Tavaliselt on sümmeetrilise ja õõnsa detaili selgeimaks kujutamiseks tarvis nii v a a d e t väliskontuuride näitamiseks kui ka l õ i g e t sisekontuuride näitamiseks. On väär joonestada niisugune detail täisvaates ja vastavas täislõikes, mis tuleks joonestada vabale kohale joonise pinnal, seega väljapoole vaadete-lõigete (projektsioonide) omavahelist seost, mis raskendaks vaadete-lõigete omavahelist võrdlemist ja vähendaks joonise selgust. Detaili sümmeetriline kuju võimaldab asendada tema täisvaadet poolvaatega ja vastavat täislõiget poollõikega, mis joonestatakse otse poolvaate kõrvale, nii et sümmeetria-teljjoon jääks ühiseks piirjooneks nii poolvaatele kui ka poollõikele, ja saadakse nn. poolvaade-lõige.

Joonisel 39 näidatud karp on kujutatud joonisel 48 kahes vaates, milledest ülemine, s. o. eestvaade, on kujutatud poolvaade-poollõikena. Eestvaate vasak pool kuni püstteljjooneni kujutab poolvaadet eestvaatest (vrd. joon. 40) ja parem pool poollõiget eestvaade-lõikest (vrd. joon. 42). Ühel ja samal vaatel on kujutatud pideva täisjoonega detaili välis- ja sisekontuurid.

Poolvaade-lõige on sisuliselt vaade detailile, millest üks vaatlemis-suuna-poolne veerand on sümmeetriasapindade kohalt läbi lõigatud ja eemaldatud.



Joon. 48. Poolvaade-lõige. Karbi eestvaate vasak pool kujutab poolvaadet eestvaatetest ja parem pool poollõiget eestvaade-lõikest. Poolvaate ja poollõike ühiseks piirjooneks on telgjoon.



Joon. 49. Poolvaade-lõige ja koondatud poolvaated. Laagri aluse eestvaade on joonestatud poolvaade-lõikena. Poolvaated pealt- ja altvaatetest on joonestatud koondatuina pealtvaate kohale ja varustatud pealkirjadega. Nii poolvaade-lõike kui ka koondatud poolvaadete ühiseks piirjooneks on telgjoon.

Joonisel 49 on kujutatud laagri alus kahes vaates, milledest ülemine, s. o. eestvaade, on kujutatud poolvaade-poollõikena. Eestvaate vasak pool

kuni püsttelgjooneni kujutab poolvaadet eestvaatest ja parem pool poollõiget eestvaade-lõikest.

Laagri aluse pealtvaade (alumine) on kujutatud koondatud poolvaadetenä pealt- ja altvaatest. Nii pealt- kui ka altvaade on püsttelgjoone suhtes sümmeetrilised, mis võimaldab nende kujutamist poolvaadetenä, mis on joonestatud üksteise kõrvale pealtvaate kohale. Pealtvaate vasak pool kuni püsttelgjooneni kujutab poolvaadet laagri aluse pealtvaatest ja parem pool poolvaadet laagri aluse altvaatest (vt. „Poolvaated“).

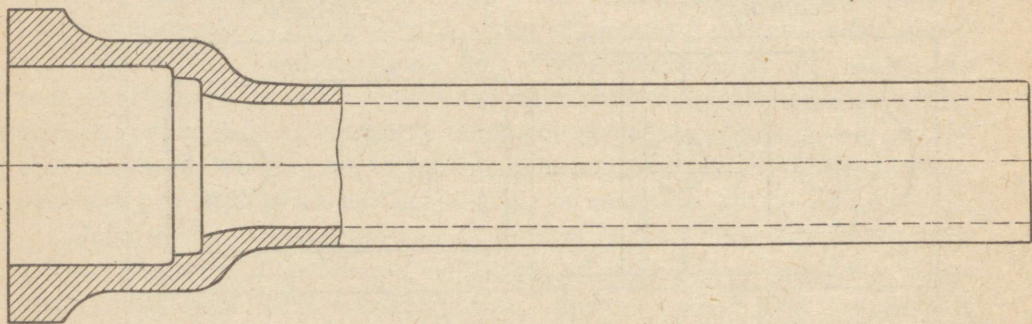
Võimalik, kuid antud juhul vähem selge oleks laagri aluse pealt- ja altvaadet kujutada koondatud poolvaadetenä rõhttelgjoone suhtes, sest nii pealt- kui ka altvaade on sümmeetrilised ka rõhttelgjoone suhtes.

Poolvaade-lõike ülemist poolt rõhttelgjoonest või vasakut poolt püsttelgjoonest eelistatakse poolvaate asukohana ja alumist või paremat poolt poollõike asukohana.

Nii poolvaade-lõike (joon. 48) kui ka koondatud poolvaadete (joon. 49) omavaheline ühine piirjoon on alati telgjoon ja ei kunagi kontuurjoon (pidev täisjoon).

5. Kohtlõiked.

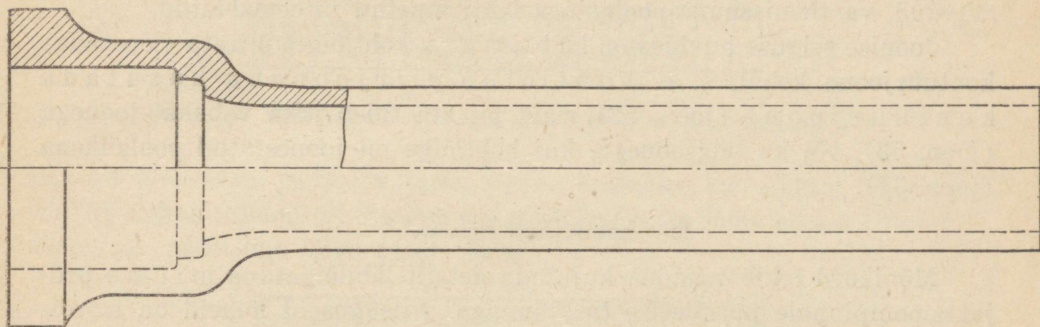
Tihti on kujutatav detail küll õõnes või ainult mõnest kohast õõnes ja vajab sisekontuuride selgemaks kujutamiseks lõiget, kuid mitte täislõiget, mis nõuaks palju ülearust tööd suuremate lõikepindade viirutamisel. Täislõiget, mis asendab üldiselt vastavat vaadet, ei saagi teha detai-



Joon. 50. Kohtlõige. Kohtlõige on piiratud vabakäe-joonega.

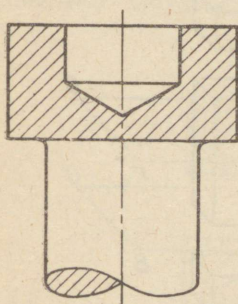
list, mille mõni koht vajab väliskuju selgitamiseks vaadet. Ka poolvaade-lõige on tihti ülearune (palju viirutamist) või isegi teostamatu juhul, kui vaade ei ole sümmeetriline. Nendel juhtudel kujutatakse detail läbilõigatuna vaid mõnes vaate osas, tehakse nn. kohtlõige, mis selgitab küllalda-

selt sisepindade kuju, vähendab viirutavat pinda ja jätab võimaluse ülejäänud vaateosal välispindade kuju näitamiseks. Kohtlõige piiratakse vaba käega tõmmatud kergelt lainelise pideva joonega, vabakäe-joonega, mille jämedus on umbes pool nähtava kontuurjoone jämedusest.

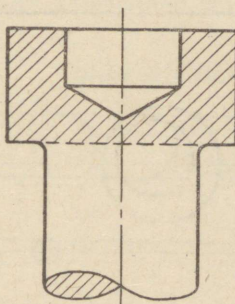


Joon. 51. „Poollõikena“ joonestatud kohtlõige.

Joonisel 50 on muhvitoru muhvi sisepindade selgemaks näitamiseks kujutatud toru muhv läbilõigatuna püsttasapinnaga, mis läbib toru geomeetrilist telge. Muhvist on tehtud kohtlõige, mis on piiratud vabakäe-joonega.



Joon. 52. Väär kohtlõike piiramine. Kohtlõike piirjoonena on lubamatu kasutada nähtavat või nähtamatut kontuurjoont.



Joon. 53. Õige kohtlõike piiramine.

Kujutada toru muhvi läbilõigatuna terves ulatuses on tülikas (palju viirutamist) ja ülearune. Toru kujutamine poolvaade-lõikena — ülemine pool poolvaatena, alumine poollõikena — on küll võimalik, sest toru on rõhttelgjoone suhtes sümmeetriline, kuid on ka tülikas ja ülearune. Viirutatav pind (lõikepind) kujuneb minimaalseks kohtlõike kujutamisel pool-

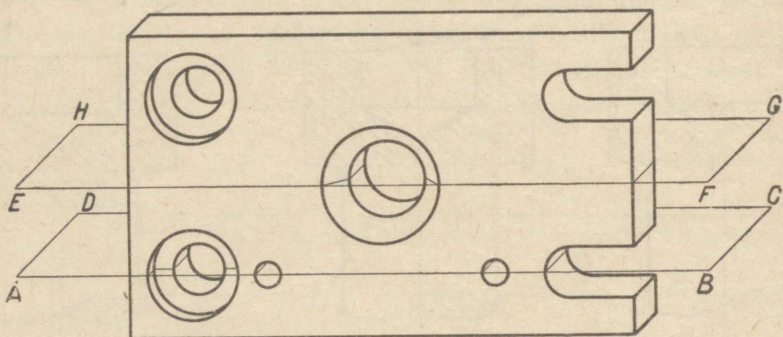
lõikena (joon. 51), mis võimaldab vajaduse korral näidata ka detaili välispindade kuju, kuigi võib mõnikord vähendada joonise selgust ja ilmekust.

Kohtlõige on sisuliselt vaade detailile, mille mõni osa on projektsioonipinnale paralleelse sümmeetriatasapinna kohalt sobivas ulatuses läbi lõigatud, vaatlemissuuna-poolne osa lahti murtud ja eemaldatud.

Joonise selguse huvides on lubamatu kohtlõiget piirata (lõpetada) kontuurjoone kohal, s. o. kohtlõike piirjoonena kasutada kontuurjoont (joon. 52), vaid piirata tuleb ikka vabakäe-joonega (joon. 53), või ka telgjoonega, kui kohtlõige on joonestatud poollõikena (joon. 51).

6. Astmelised lõiked.

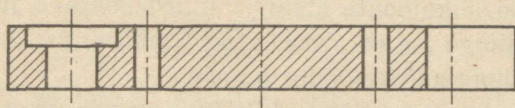
Mõnikord tekib vajadus kujutada detaili läbilõigatuna mitme projektsioonipinnale paralleelse tasapinnaga. Niisuguseid lõikeid on tavaliselt tarvis detaili üksikute kohtade (aukude, süvendite) selgitamiseks, kusjuures ülejäänud lõigete osad ei näita enam midagi olulist ja on ülearused. Töö ja joonise pinna säästmise eesmärgil ei kujutata niisuguseid lõikeid täislõigetena, vaid kohtlõigetena vajalikest kohtadest, mis joonestatakse üksteise kõrvale ühise lõikena (projektsioonina), s. o. astmelise lõikena.



Joon. 54. Aukudega plaat aksomeetrilises projektsioonis. Plaadi tehnilist joonist kujutab joon. 57.

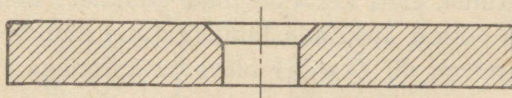
Joonisel 54 aksomeetrilises projektsioonis kujutatud aukudega plaadi kujutamiseks ortogonaalprojektsioonis on tarvis vaadet, mis määrab plaadi pikkuse ja laiuse ning aukude kuju ja asetuse, ning veel kaht lõiget. Üks lõigetest saadakse plaati tasapinna $ABCD$ ja teine tasapinna $EFGH$ kohalt läbi lõigates. Plaadi lõige tasapinna $ABCD$ kohalt võimaldab pideva täisjoonega kujutada plaadi nurkades asetsevaid auke, kusjuures lõike keskmine osa ei näita midagi olulist (joon. 55). Plaadi lõige tasa-

pinna *EFGH* kohalt võimaldab pideva täisjoonega kujutada plaadi keskel asetsevat auku, kusjuures lõike otsad ei näita midagi olulist (joon. 56). Joonestades lõikest tasapinna *ABCD* kohalt välja vaid otsad (keskmise



Joon. 55. Joonisel 54 näidatud plaadi lõige tasapinnaga *ABCD*.

osa on üleaarne) ja nende otste vahele keskmise osa lõikest tasapinna *EFGH* kohalt (otsad on üleaarused), saadakse kahe lõike asemele üks liitlõige, nn. astmeline lõige (joon. 57).

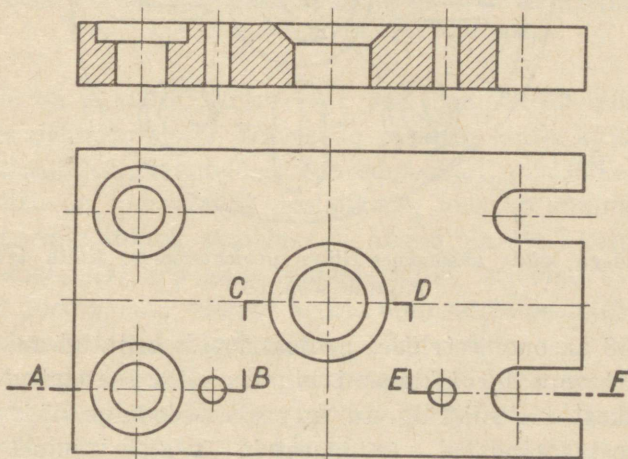


Joon. 56. Joonisel 54 näidatud lõige plaadi tasapinnaga *EFGH*.

Astmeline lõige on sisuliselt vaade detailile, mis on läbi lõigatud astmelise pinnaga ja mille vaatlemis-suuna-poolne osa on eemaldatud.

Et joonise lugeja mõistaks, milliseid kohti kujutab astmeline lõige, tähistatakse lõiketasapindade jälgjooned lõikejoontega (teiselt vaatel või

Lõige *ABCDEF*



Joon. 57. Astmeline lõige. Plaadi pealtvaatel on lõiketasapindade jälgjooned otstes ja murdekohtadel tähistatud lõikejoontega. Lõikejoonte otste ja murdekohtade juurde on kirjutatud tähed lõike nimetamiseks.

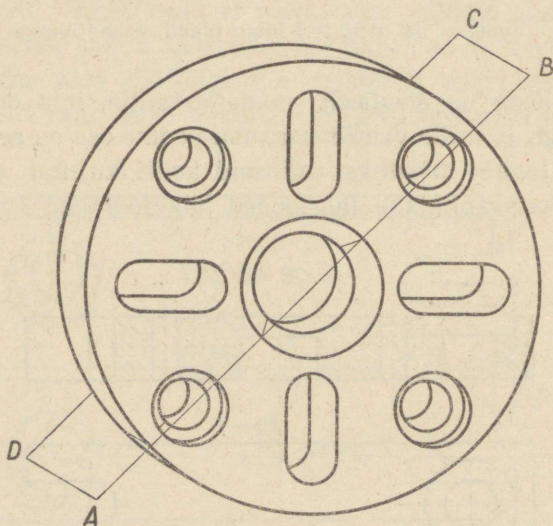
lõikel), mille otste ja murdekohtade juurde kirjutatakse suured ladina tähed. Astmeline lõige ise varustatakse pealkirjaga, mis sisaldab lõikejoone otste ja murdekohtade juurde kirjutatud tähtede loetelu.

Joonisel 57 on lõikejoonte otste ja murdekohtade juurde kirjutatud tähed *ABCDEF*. Lõige ise on varustatud pealkirjaga „Lõige *ABCDEF*“, mis juhib joonise lugeja lõikejoonte juurde.

Joonisel 63 kujutatud „Lõige *ABCD*“ (alumine) on astmeline lõige, mis on saadud harutoru vasaku poole läbilõikamisel tasapinnaga *AB* kohalt ja parema poole läbilõikamisel tasapinnaga *CD* kohalt.

7. Kald- ja pööratud lõiked.

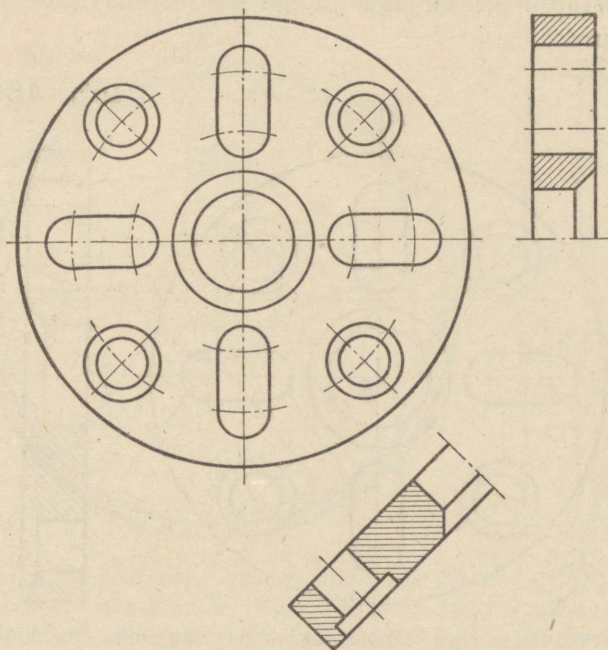
Mitmetel juhtudel, eriti kettakujuliste sümmeetriliste detailide kujutamisel, on tarvis detaili kujutada läbilõigatuna sümmeetria peatasapindadele juhusliku nurga all (kaldu) oleva tasapinnaga.



Joon. 58. Aukudega ketas aksonomeetrilises projektsioonis. Ketta tehnilist joonist kujutab joon. 60.

Joonisel 58 aksonomeetrilises projektsioonis esitatud aukudega ketta kujutamisel ortogonaalprojektsioonis ei piisa ketta eestvaatest ja külge- või pealtvaade-lõikest, sest nii külge- kui ka pealtvaade-lõige määrab küll ketta sümmeetria-peatasapindadel (sümmeetria peatelgjoontel) asetsevate aukude sügavused, kuid sümmeetria peatelgjoontega 45°-se nurga all olevate astmeliste aukude sügavused jäävad määramata. Nende astmeliste aukude sügavuste määramiseks tuleb ketta läbi lõigata tasapinnaga *ABCD*

ja ketta lõige projekteerida lõiketasapinnale paralleelsele projektsioonitasapinnale. Projektsioonitasapinna pööramisega ümber tema lõikejoone tagumise püsttasapinnaga 90° võrra sobivale poole saadakse lõike kujutis ehk lõige joonise tasapinnal.

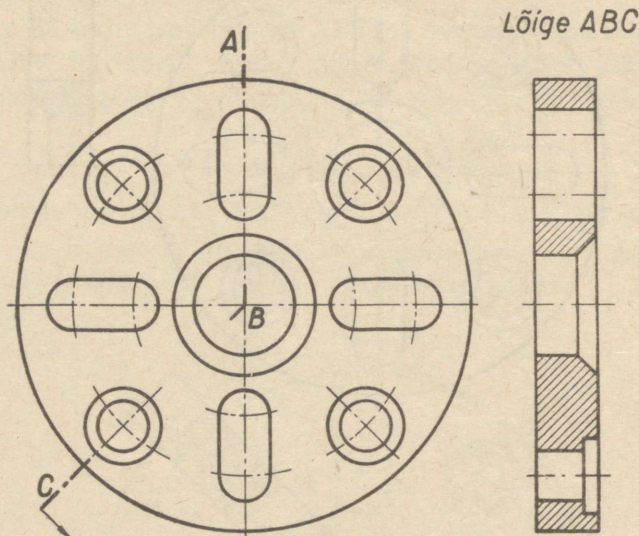


Joon. 59. Kaldlõige. Joonisel 58 näidatud aukudega ketas kujutatuna eestvaate, külgsuuna-poollõike ja kaldpoollõike abil.

Joonisel 58 näidatud ketta kuju on joonisel 59 määratud kolme vaatega (projektsiooniga). Eestvaade määrab ketta kuju ning aukude kuju ja asetuse. Külgsuuna-lõige (parempoolne), mis lõike sümmeetrilise iseloomu tõttu on joonestatud poollõikena, määrab sümmeetria peatelgjoontel asetsevate aukude sügavuse — augud ulatuvad kettast läbi. Kaldlõige (paremal all), mis lõike sümmeetrilise iseloomu tõttu on samuti joonestatud poollõikena, määrab ketta sümmeetria-peatelgjoontega 45° -se nurga all asetsevate astmeliste aukude sügavused.

Joonise pinna kokkuhoiu ja joonestamistöö lihtsustamise mõttes joonestatakse tavaliselt poollõikena tarvilik kaldlõige kokku mõnele vaatele vastava poollõikega ühiseks liitlõikeks, nn. pööratud lõikeks. Pööratud lõige koosneb alati kahest poollõikest, millest üks on pööratud teise juurde.

Joonisel 59 kujutatud ketta alla paremale poollõikena joonestatud kaldlõige on joonisel 60 joonestatud kokku külgvaatele vastava poollõikega ja on kahest poollõikest saadud liitlõige — pööratud lõige. Lõikejoone otste ja murdekoha juurde on kirjutatud tähed *ABC* lõike nimetamiseks ja lõige varustatud pealkirjaga „Lõige ABC“, mis juhib joonise lugeja lõikejoone juurde.



Joon. 60. Pööratud lõige. Lõiketasapindade jälgjoonte otsad ja murdekohat on tähistatud lõikejoontega ja varustatud tähtedega.

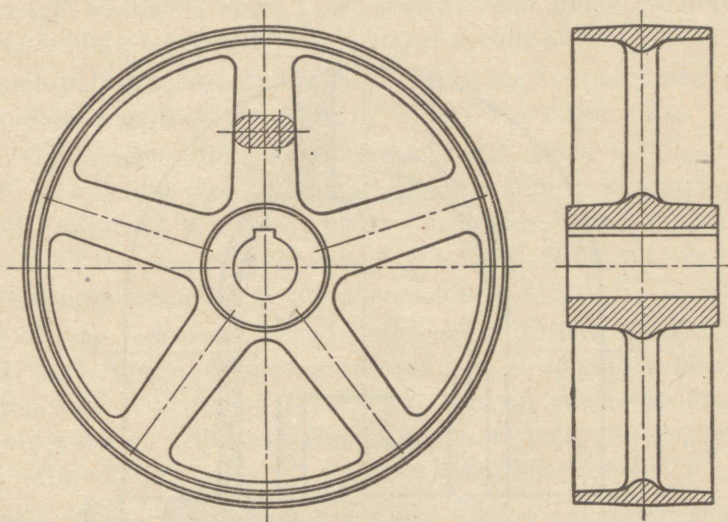
Joonisel 63 kujutatud „Lõige EFG“ (ülemine) on pööratud lõige, mille vasak pool kujutab harutoru lõiget tasapinna *EF* kohalt ja parem pool lõiget *FG* kohalt.

8. Üksikosade pööramine lõigetel.

Samuti nagu vaadetes, joonestatakse ka lõigetel detailide samasuguse suuruse ja kujuga üksikosad (augud, ribad, kodarad jne.), mis asetsevad ühisel silindrilisel pinnal (ringjoonel), pööratuna sümmeetrilise peatasapindadele (lõikepindadele) — selleks, et nende kuju või kaugused detaili üldkuju sümmeetrilisel teljeljoonest ei paistaks moonutatuna ja et neid oleks lihtsam joonestada. Üksikosade tegeliku arvu ja asukoha annab naabervaade.

Joonisel 61 on kujutatud viiekodaraline rihmaseib, mille samasuguse

suuruse ja kujuga kodarad on ühtlaselt jaotatud silindrilisel pinnal (rummu välispinnal radiaalsuunas). Et külgvaade-lõikel alumise kodara pikkus ja võruga ühinemise koht ei paistaks moonutatuna, joonestatakse alumine kodar pööratuna sümmeetria püsttasapinnale (lõikepinnale). Kodarate arvu ja tegeliku asukoha annab naabervaade.



Joon. 61. Üksikosade pööramine lõigetel. Rihmaseibi kodarad on kujutatud seibi lõikel pööratuna sümmeetriatasapinnale (lõikepinnale). Kodaraid umbsete varrastena pikisuunas pole lõigatud (viirutatud). Kodarate põikkuju on määratud ühele kodarale pealejoonestatud põiklõikega.

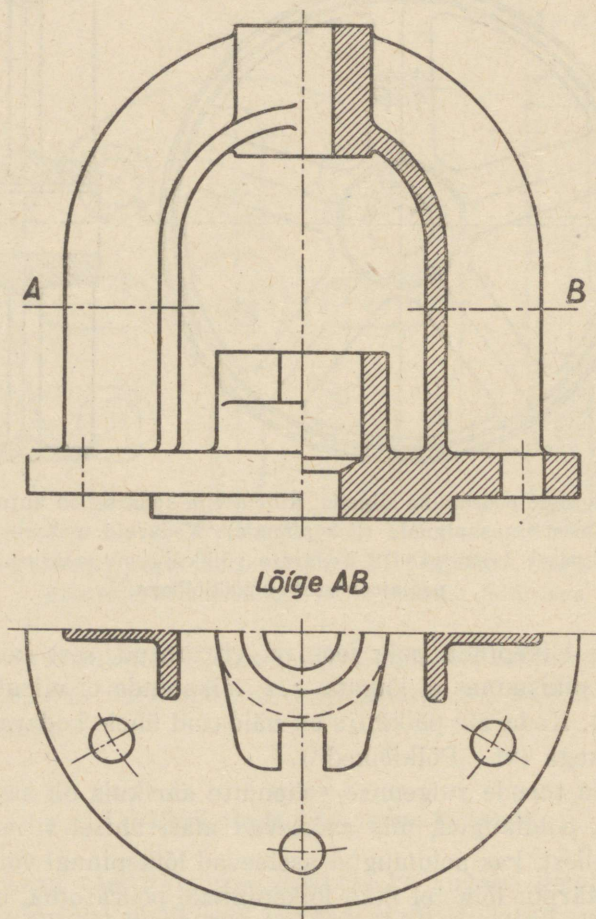
Kodarate lõikepinda pole joonisel viirutatud, sest kodar on umbne varras, mida pikisuunas ei lõigata, s. t. lõikepinda ei viirutata (vt. „Keelatud lõiked“). Kodarate põikkuju on näidatud ühele kodarale pealejoonestatud põiklõikega (vt. „Põiklõiked“).

Torude ja torude sulgemise vahendite äärrikuis on samasuguse kuju ja suurusega poldiaugud, mis asetsevad alati ühisel silindrilisel pinnal. Olenemata sellest, kas poldiaugud asetsevad lõikepinnal või mitte, joonestatakse nad äärriku lõigetel ikka lõikepinnale pööratuna, et aukude kaugus äärriku telgjoonest (keskkohast) ei paistaks moonutatuna (joon. 62).

9. Lõikejoone ja lõike pealkirja kasutamine.

Et joonise lugeja teaks, mida lõige kujutab, millisest kohast või kohadest, millise tasapinna või pindadega on detail läbi lõigatud, varusta-

takse lõige pealkirjaga. Lõike pealkiri sisaldab lõikejoone otste ja murdekohtade juurde kirjutatud suurte ladina tähtede loetelu, mis ongi lõike nimetuseks ja juhib joonise lugeja mõnel teisel vaatel või seda asendaval lõikel näidatud lõikejoone juurde. Lõikejoon lõiketasapinna või -pindade jäljjoonena määrab tasapinna või -pinnad, milledega detail on läbi lõigatud.



Joon. 62. Lõikejoon. Ventili kaane eestvaade on joonestatud poolvaade-lõikena ja pealtvaade-lõikena AB kohalt. Kaanes asetsevad poldiaugud on kujutatud pööratuina lõikepinnale.

Joonisel 62 on kujutatud ventiili kaas kahes vaates (projektsioonis), milledest eestvaade (ülemine) on joonestatud poolvaade-lõikena ja „Lõige AB“ (alumine) poollõikena. Selleks, et joonise lugeja teaks, mida kujutab

alumine poollõige, on see varustatud pealkirjaga „Lõige AB“. Tähed AB juhivad joonise lugeja eestvaatel näidatud lõikejoone juurde, mille otste juures on samad tähed. Lõikejoon näitab, millisest kohast on kaas läbi lõigatud.

On ülearune tõmmata lõikejoont üle kogu joonisepinna, mille võtab enese alla detaili vaade või lõige. Lõikejoonega läbiistatakse see detaili osa, mis on lõikepinnaga tegelikult läbi lõigatud (joon. 62).

Lõikejoon ulatub vähemalt mõne mm võrra üle kontuurjoone, mis piirab lõikepinnaga tegelikult läbilõigatud detaili osa (joon. 62).

Sageli tõmmatakse lõikejoonest välja vaid otsad (kriips, punkt, kriips), nii et sisemine kriips lõikaks detaili välimist kontuurjoont, ja murdekohad (lõikuvad kriipsud), mille juurde kirjutatakse tähed lõike nimetamiseks. Otste ja murdekohtadega tähistatav lõikejoon on soovitatav tõmmata kontuurjoonest 1,2 korda jämedamana (joon. 57 ja 60).

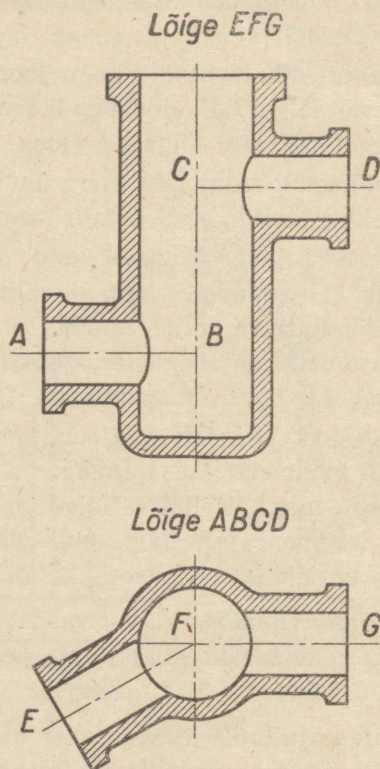
Teljelise lõike lõikejoont asendab telgjoon. Teljelise lõike lõiketaspind langeb ühte detaili sümmeetriasapinnaga ja lõikejoon langeb ühte vastava sümmeetria-telgjoonega. Teljeline lõige on mõistetav ilma lõikejooneta. Lubamatu on telgjoone jämedust suurendada või kriipse lühendada, kuigi telgjoon on ühtlasi ka teljelise lõike lõikejooneks.

Teljelisele lõikele, mis asendab vastavat vaadet (joonestatud projektioonide omavahelise seose kohaselt), ei kirjutata pealkirja. Teljeline lõige vastava vaate asemel on mõistetav ka pealkirjata.

Esineb detaile, mille kujutamiseks vajatakse nii vaadet kui ka vastavat lõiget (vaadet ja lõiget samal projektsioonitasapinnal). Vaade joonestatakse alati oma reeglikohasele paigale, kuna aga vastav lõige tuleb joonestada vabale kohale joonise pinnal (väljapoole projektsioonide omavahelist seost). Tingimata on tarvilik vabale kohale joonestatud lõike lõikejoont asendava telgjoone otste juurde kirjutada tähed lõike nimetamiseks ja lõige ise varustada vastava pealkirjaga.

Astmeliste ja pööratud lõigete, nn. liitlõigete (saadakse detaili mitme tasapinnaga läbi lõigates) lõikejoontest, kui nad ei lange terves ulatuses ühte pea- või kohalike telgjoontega, tõmmatakse tavaliselt välja otsad (kriips, punkt, kriips) ja murdekohad (lõikuvad kriipsud), mille juurde kirjutatakse tähed lõike nimetamiseks. Lõige ise varustatakse vastava pealkirjaga (joon. 57 ja 60). Kui liitlõike lõikejoon langeb terves ulatuses ühte pea- või kohalike telgjoontega, siis asendab lõikejoont telgjoon ja lõige on mõistetav ilma lõikejoone tähistamiseta ja lõike pealkirjata. Joonise selguse ja kindluse huvides on soovitatav liitlõigete puhul ka lõike-

joont asendavate telgjoonte otsad ja murdekohad tähistada tähtedega ja lõige varustada vastava pealkirjaga (joon. 63).



Joon. 63. Pööratud ja astmeline lõige. Harutoru kuju on määratud pööratud (ülemine) ja astmelise (alumine) lõikega. Lõikejooni asendavad telgjooned.

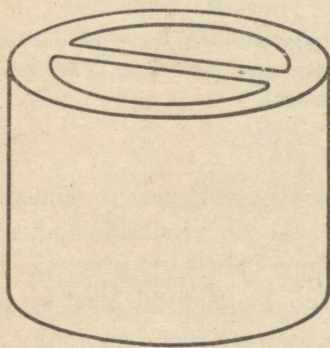
Kui lõige pole joonestatud vastava vaate asemele (projektsioonide omavahelise seose kohaselt), tuleb lõike projekteerimise (vaatamise) suund näidata nooltega lõikejoone otste juures. Võimalike kahtluste kõrvaldamiseks kasutatakse tavaliselt lõike projekteerimise suunda näitavaid nooli veel pööratud lõigete lõikejoonte otste juures (joon. 60). Kõigil teistel juhtudel osutuvad nooled ülearusteks, kuigi neid on normidega lubatud kasutada iga lõikejoone juures.

10. Keelatud lõiked.

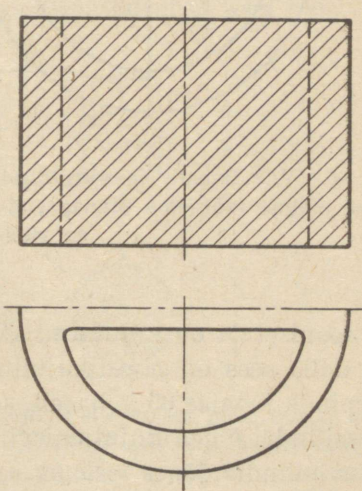
On rida detaile ja nende osi, millede lõige (viirutatud pind) vähendab joonise selgust ja ilmekust ning võib põhjustada arusaamatusi ja isegi

vääriti mõistmisi joonise lugemisel. Niisuguste detailide ja nende osade lõikamine või lõikepinna viirutamine on keelatud kas üldse või ainult mõnes suunas, ka komplektjoonisel, kuigi lõikepind neid komplekti osadena tegelikult läbib. Need on:

1. Umbesed vardakujulised detailid (võllid, teljed, tapid, profiilraudad, poldid, tihvtid jne.), mida ei lõigata kunagi pikisuunas. Nende detailide vaade on selgem ja iseloomustavam kui pikisuunaline lõige, mille viirutatud pind põhjustaks arusaamatusi joonise lugemisel ja nõuaks ülearust tööd (viirutamist) joonise valmistamisel. Siia kuuluvad ka detailide umbsed vardakujulised osad (kodarad, käepidemed jne.), mida samuti ei lõigata kunagi pikisuunas, s. t. nende lõikepinna ei viirutata (joon. 61). Umbstes vardakujulises detailis asetsevate kohalike õõnsuste (aukude, kiilusoonte jne.) näitamiseks kasutatakse kohtlõiget (joon. 53).



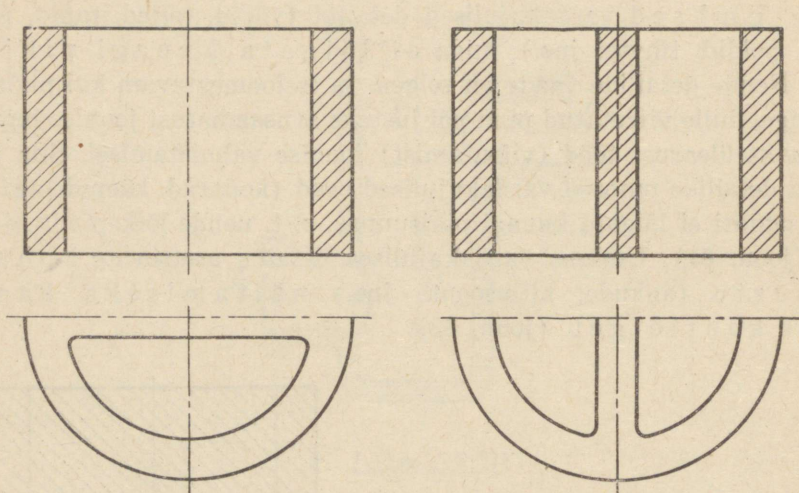
Joon. 64. Plaadikujulise vaheseinaga õõnessilinder aksonomeetriselises projektsioonis. Selle silindri õiged kujutamisiisid on näidatud joonisel 66.



Joon. 65. Keelatud lõige. Joonisel 64 näidatud õõnessilindri plaadikujulise vaheseina lõikepinna viirutamine on väär, sest vahesein on läbi lõigatud tasapinnaga, mis on rööpne vaheseina pinnaga.

2. Õhukesed plaadikujulised detailid (plaadid, seibid, kiilud jne.), mida ei kujutata kunagi läbilõigatuina tasapinnaga, mis on rööpne (paralleelne) plaadi pinnaga, vaid ikka vastavas vaates. Nende detailide viirutatud lõikepinnad põhjustaksid vääriti mõistmisi joonise lugemisel

ja nõuaksid üleaurust tööd joonise valmistamisel. Siia kuuluvad ka detailide plaadikujulised osad (vaheseinad, toed, ribad jne.), millede lõikepinda ei viirutata siis, kui nad on läbi lõigatud plaadi pinnaga rööpse tasapinnaga.



Joon. 66. Viirutamata ja viirutatud lõikepind. Plaadikujulise vaheseina lõikepinda, mis on rööpne vaheseina pinnaga, ei viirutata. Viirutatakse vaheseina lõikepind, mis on risti vaheseina pinnaga.

Joonisel 64 on kujutatud aksonomeetrisel projektsioonis õñnessilinder, mille sees on plaadikujuline vahesein. Väär on viirutada vaheseina lõikepinda joonise 65 kohaselt, sest see on rööpne vaheseina pinnaga. Selle õñnessilindri õiged kujutamiskiivid on näidatud joonisel 66, kust on kohe nähtav silindri õñnes iseloom.

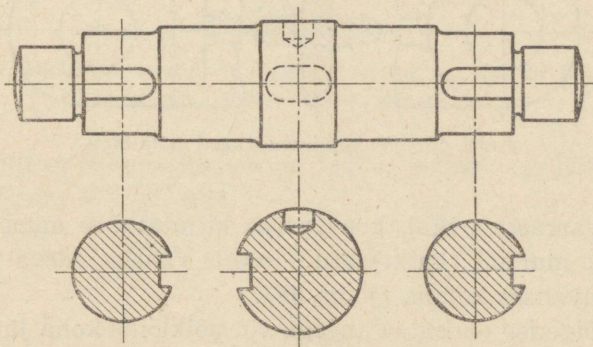
Joonisel 62 kujutatud ventiili kaane look koosneb kahest plaadist, mis on omavahel risti. Eestvaate (ülemine) parempoolne osa on kujutatud läbilõigatuna tasapinnaga, mis läbibistab mõlemad plaadid. Välimise plaadi lõikepind on eestvaatel jäetud viirutamata, sest lõikepind on rööpne plaadi pinnaga. Sisemise plaadi lõikepind eestvaatel ja mõlema plaadi lõikepinnad alumisel poollõikel on viirutatud reeglikohaselt.

3. Detailid, mis on vaatest kohe tuntavad (kuuskantmutter, neet, kuul jne.), aga millede lõige kaotaks nende kuju iseärasused, sest nende vaade on iseloomustavam kui lõige.

11. Põiklõiked.

Kui lõige on sisuliselt vaade detaili läbilõigatud osale lõikepinna poolt, kus lõikepinnast tahapoole jäänud detaili kontuurid kujutatakse tavalises korras, siis põiklõige on ainult detaili läbilõigatud pinna kujutis — lõikepinna kujutis. Kõik, mis jääb lõikepinna taha, jääb tähele panemata ja joonestamata. Ainult ümarate, silindri-, koonuse- või kerakujuliste põiklõikele sattuvate aukude või süvendite kontuurid joonestatakse erandlikult põiklõikel täielikult välja, et aukude ja süvendite ümarus oleks kohe nähtav (joon. 67).

Põiklõiget kasutatakse vardakujuliste detailide või detailide vardakujuliste osade põikkuju (profiili) näitamiseks. Sageli näitab põiklõige detaili kuju lihtsamalt ja selgemalt kui mõni täiendav vaade või lõige. Mõnikord polegi võimalik täiendavate vaadete ja lõigete abil näidata täielikult kõigi detaili osade kuju (kodarad, konksud, kõverad toed jne.).



Joon. 67. Väljakantud põiklõiked. Tõsteploki telje vaade kolme põiklõikega, mis on joonestatud lõikekohti tähistavate telgjoonte pikendustele ega vaja selgitavaid pealkirju. Kontuurid, mis asetsevad lõikepinna taga, jäetakse põiklõikel joonestamata. Keskmisel põiklõikel asetseva ümara augu tagumine serv on kujutatud selleks, et augu ümar kuju oleks põiklõikelt kohe loetav.

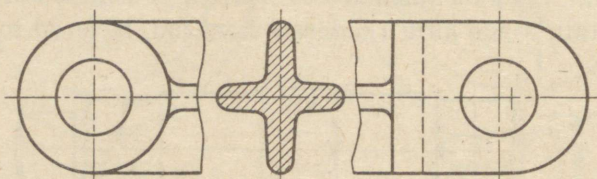
Joonisel 67 on kujutatud tõsteploki telg, mis koosneb silindrilistest ebavõrdse läbimõõduga osadest, milledest mõnes on kiilusoon. Kasutades läbimõõdumärke saab telje astmete silindrilist kuju määrata ainsa vaatega. Kiilusoonete kuju ja sügavuse näitamiseks on igast kiilusoonega teljeosast joonestatud väljakantud põiklõiked.

Kui joonise pind seda võimaldab, siis joonestatakse väljakantud põiklõiked alati lõikekohta tähistava telgjoone pikendusele, sest siis ei vaja ei lõikekohta ega ka põiklõige ise enam mingisugust tähistamist ega pealkirja (joon. 67).

Kui põiklõike koha juures pole joonisel vaba pinda, siis joonestatakse põiklõige kaugemale või isegi meelevaldsele vabale kohale joonise pinnal, tähistatakse põiklõike koht lõikejoonega, mille otste juurde kirjutatakse tähed põiklõike nimetamiseks, ja põiklõige ise varustatakse pealkirjaga, mis sisaldab lõikejoone otste juurde kirjutatud tähtede loetelu (näit. „Lõige AA“). Põiklõike lõikejoone otste juurde kirjutatakse harilikult samad tähed, näit. *A-A*, *B-B* jne., millega eraldatakse põiklõiget tavalisest lõikest. Samal eesmärgil kirjutatakse mõnikord põiklõike lõikejoone otste juurde väikesed tähed *a-a*, *b-b* jne.

Väljakantud põiklõige joonestatakse pideva täisjoonega (nähtav kontuurjoon) ja viirutatakse tavalise lõike kohaselt.

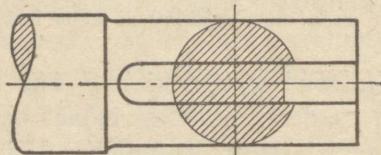
Vajaduse korral võib väljakantud põiklõiget joonestada suurendatud mõõduvahekorras.



Joon. 68. Vahelejoonestatud põiklõige.

Pikkade varraste puhul, kus varras kujutatakse murtuna, joonestatakse põiklõige murtud (katkestatud) osade vahele pideva täisjoonega ja viirutatakse tavalises korras (joon. 68).

Kui põiklõige ise on lihtsa kujuga või põiklõike koha juures pole vaba pinda väljakantava põiklõike jaoks, siis joonestatakse põiklõige, kui selle all ei kannata joonise selgus, otse detaili vaate pinnale nn. pealejoonestatud põiklõikena (joon. 69 ja 61).

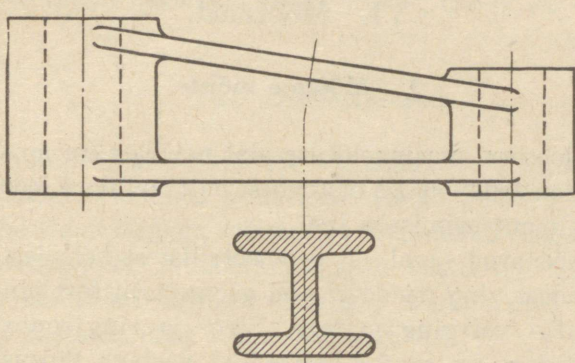


Joon. 69. Pealejoonestatud põiklõige. Pealejoonestatud põiklõike kontuurid on joonestatud pideva peenjoonega.

Pealejoonestatud põiklõike kontuuride eraldamise mõttes vaate enda kontuurjoontest joonestatakse pealeasetatud põiklõige pideva peenjoonega, mille jämedus on umbes veerand nähtava kontuurjoone jämedusest

(joon. 69). Vaate kontuurjoontele ei avalda pealejoonestatud põiklõige mingit mõju.

On soovitatav hoiduda kald-põiklõigetest, millede kaju on alati moonutatud, ja valida lõikepinna (lõikejoone) suund nii, et see oleks risti läbilõigatava varda osadega (joon. 70).



Joon. 70. Põiklõike lõikejoone suund. Lõikejoone suund on valitud nii, et põiklõike üksikud osad oleksid moonutamata.

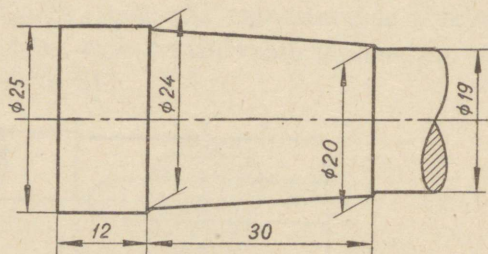
Põiklõike kujutise saamiseks joonise pinnal pööratakse lõikepinda 90° võrra paremale (joon. 67) või alla.

VI. Mõõtmed.

1. Mõõtme mõiste.

Tehnilisel joonisel masinaehituse alal määratakse arvudega kõik suurused, mis olenevalt joonise otstarbest on tarvilikud joonestatud detaili valmistamiseks, monteerimiseks jne.

Detailid koosnevad tavaliselt geomeetrilistest kehadest ja geomeetriliste kehade osadest ning nende vaated geomeetrilistest pindadest, mis on piiratud kas sirg- või ringjoontega. Sirg- ja ringjoonte vahekauguste määramine arvudega on isegi lihtsam kui vastava täpsuse arendamine. Täpsuse arendamine joonisel on võimalik vaid teatud piirini, sest masinaehituse alal kasutatakse joonisel suhteliselt jämedaid jooni. Küllaldase täpsuse puudumise tõttu ja samuti eksimisvõimaluste vältimiseks joonise lugeja poolt on keelatud suuruste määramine mõõtmisega jooniselt. Ainult üksikuil erijuhtudel, kui kujutatud detaili mõne olulise täpsusega kõverpinna kuju ja suurusi ei ole võimalik mõõtmega täpselt määrata, kasutatakse joonist šabloonina — kinemaatilised veer- või liugpinnad, hammasprofiilid jne.



Joon. 71. Distant- ja mõõtjoonte ning mõõtnoolte kasutamine.

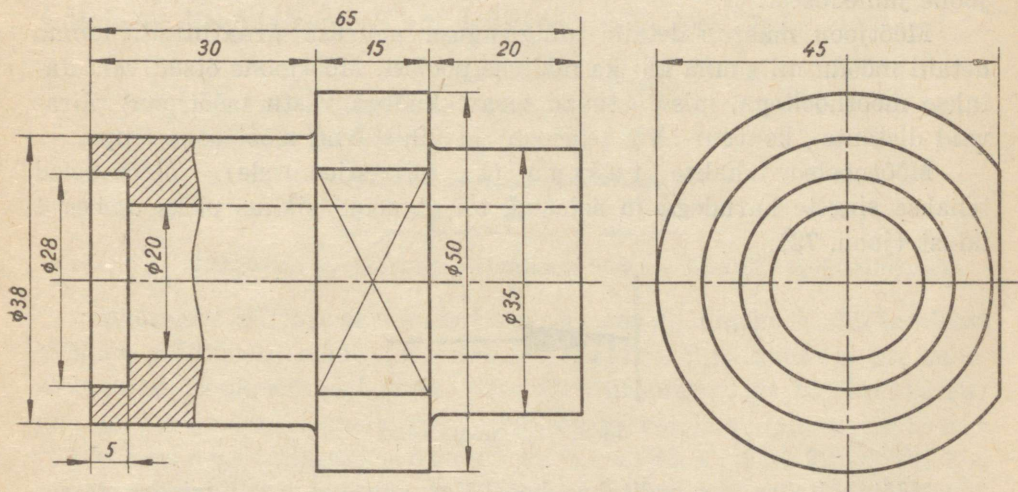
Joonestatud detaili suuruste määramiseks varustatakse detaili vaated ja lõiked mõõtmega. Mõõtmete all mõistetakse mõõtarsusid, mõõt- ja distanttsjooni.

Mõõtarsv määrab detaili mingisuguste punktide, joonte või pindade vahekauguse või vahenurga arvuliselt.

Mõõtjoon määrab detaili mingisuguste punktide, joonte või pindade vahekauguse või vahenurga graafiliselt. Mõõtjoon näitab, millises suunas on mõõtarvuga määratud suurus mõõdetud, kuna distantsjooned, mis piiravad mõõtjoont otstest, näitavad, millisest punktist, joonest või pinnast millise punktini, jooneni või pinnani on mõõtjoon tõmmatud, s. o. mõõtarv loetud. Mõõtjoone otsad varustatakse mõõtnooltega, mis tähistavad mõõtjoone algust ja lõppu — otsi (joon. 71).

2. Distantsjooned.

Detaili mingisuguste punktide vahekauguse (lõigu pikkuse) määramiseks tõmmatakse nendest punktidest (lõigu otstest) omavahel rööpsed ja punkte ühendava sirgega (lõiguga) risti olevad distantsjooned kohani, mis on sobiv mõõtjoone ja mõõtarvu jaoks. Distantsjoonte vahele, rööpselt neid punkte ühendava sirgega (lõiguga) tõmmatakse mõõtjoon. Nurk mõõtjoone ja distantsjoone vahel on seega 90° .



Joon. 72. Mõõtjoonte koht. Mõõtjoont võib tõmmata kontuurjoonte vahele. Lühikeste mõõtjoonte mõõtnooled on asetatud ruumi puudumisel mõõtjoonte pikendustele. Lühemad mõõtjooned on asetatud vaatele ligemale, pikemad kaugemale. Samasisulised mõõtjooned on kogutud ühiseks mõõtmete ahelaks.

Rööpsed tasapindu või silindri pinda kujutavate rööpjoonte vahekauguse (silindri puhul läbimõõdu) määramiseks pikendatakse sirgeid distantsjoontega kuni sobiva kohani mõõtjoone ja -arvu jaoks.

Erandlikult lubatakse kasutada distantsjooni, mis moodustavad mõõtjoonega 60⁰-se nurga, siis, kui täisnurkseid distantsjooni oleks raske eraldada kontuurjoonest, kui kontuurjooned moodustavad omavahel väikese nurga (koonused) (joon. 71).

Distantsjooned tõmmatakse pideva peenjoonena, mille jämedus on umbes veerand nähtava kontuurjoone jämedusest.

Distantsjooned ulatugu mõõtjoonest 2 kuni 3 mm võrra üle (joon. 71).

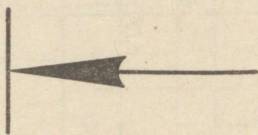
Mõõtmete ühtlasemaks ja otstarbekamaks jaotamiseks joonise pinnal ja kergemaks leidmiseks kantakse osa mõõtmeid vaate või löike pinnale. Sel juhul tõmmatakse mõõtjooned kontuurjoonte vahele, kasutades kontuurjooni distantsjoontena (joon. 72).

3. Mõõtjooned.

Mõõtjooned tõmmatakse distants-, kontuur- või telgjoonte vahele pideva peenjoonena, mille jämedus on umbes veerand nähtava kontuurjoone jämedusest.

Mõõtjoon määrab detaili mingisuguse suuruse graafiliselt, annab detaili mõõdu nii suuna kui ka pikkuse poolest. Mõõtjoone otsad varustatakse mõõtnooltega, mis toetuvad teravikkudega vastu mõõtjoont piiravaid distants-, kontuur- või telgjooni ja tähistavad mõõtjoone lõppu.

Mõõtnoolde tehakse tušiga (ka pliiaatsijoonisele). Mõõtnoolde tehakse sirgete harudega ja saledad, nii et noole pikkus oleks umbes 4 laiust (joon. 73).



Joon. 73. Mõõtnool.

Mõõtnoolte suurus valitakse kooskõlas nähtava kontuurjoone jämedusega, kuid ka joonise üldilmega, nii et nad tähistaksid selgelt mõõtjoone otsa, kuid ei muutuks seejuures liiga silmatorkavaks ega kahjustaks suuremal määral joonise ilmekust. Tavaliselt on mõõtnoolde pikkus 4 kuni 6 mm. Mõõtnoolde olgu ühel ja samal joonisel võimalikult sama suurusega, olenemata mõõtjoone pikkusest või mõõtme tähtsusest.

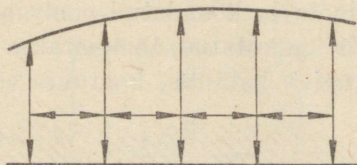
Kui mõõtjoon on liiga lühike selleks, et selle otsi varustada nooltega ja noolte vahele mõõtjoonele kirjutada veel mõõtjarvu, siis pikendatakse mõõtjoont kahele poole üle distants- või neid asendavate kontuur- või telg-

joonte ja asetatakse mõõtnooleid mõõtjoone pikendusele teravikkudega vastu mõõtjoont piiravaid distants-, kontuur- või telgjooni (joon. 72).

Mõõtjoonte kaugus kontuurjoontest ja ka teistest mõõtjoontest oleneb joonise üldilmest, kuid ei tohi olla liiga väike — mõõtjoone peale kirjutatava mõõtarvu jaoks peab jääma küllaldaselt ruumi. Minimaalseks mõõtjoonte vaheks (kauguseks) võib olla 5 mm.

Joonise selguse ja ilmekuse huvides tuleb vältida mõõt- ja distantsjoonte lõikumisi kontuurjoontega ja omavahel. Niisuguseid segavaid lõikumisi saab vältida mõõtjoonte väljaväärtimisega vaate või lõike pinnalt distantsjoonte abil ja veel nii, et lühemad mõõtjooned asetseksid vaatele või lõikele lähemal ja pikemad kaugemal (joon. 72 ja 78).

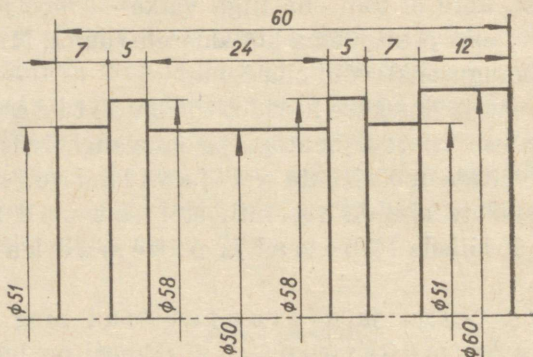
Kontuur-, telg- ja distantsjooni ning nende pikendusi ei tohi kasutada mõõtjoontena. Samuti on lubamatu kasutada mõõtjooni distantsjoontena. Ainult kõverjooneliste kontuuride kuju määramisel, milliseid kontuure ei saa kujutada ringi kaarte osadena, lubatakse kontuuri punktide koordinaatide määramiseks erandlikult kasutada mõõtjooni distantsjoontena või ümberpöördult (joon. 74).



Joon. 74. Mõõtjoonte kasutamine distantsjoontena — lubatud vaid erijuhtudel.

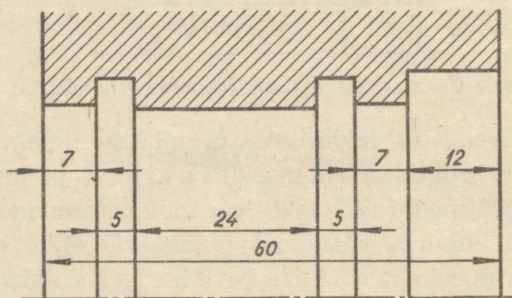
Mõõtmete hõlpsamaks leidmiseks ja joonise ilmekuse säilitamiseks (vähem mõõtnooli) püütakse samasisulised ja muidugi ka sama-suunalised üksikmõõtmed (näit. sise- või väliskontuuride üksikpikkused) distantsjoonte abil koguda väljapoole vaate või lõike pinda ühisele mõõtjoonele, ühiseks mõõtmete ahelaks (joon. 72 ja 75). Kui niisuguses mõõtmete ahelas kaks lühikest mõõtjoont üksteisele järgnevad, siis ei ole võimalik asetada mõõtnooli ei sisse- ega väljapoole distantsjoont. Niisugusel juhul asetatakse distants- ja mõõtjoone lõikekohale väike punkt, mis asendab mõõtnooli (joon. 75). Mõõtnoole asendamist punktidega lubatakse ainult distantsjoonte puhul. Kontuurjooneni ulatuv mõõtjoon lõpetatakse alati noolega kas mõõtjoonel või ruumpuudusel selle pikendusel. Mõõtmete ahel, mis vajadusest tingituna asetseb kontuurjoonte vahel, tuleb katkestada kohal, kus puudub ruum mõõtnoole jaoks (joon. 76).

Mõõtjooned, mis määravad murtuna joonestatud detaili või selle osa pikkusi, tõmmatakse katkestamatuina ja mõõtarvudena kirjutatakse mõõtjoonte keskele katkestatud osa tegelikud pikkused (joon. 77).



Joon. 75. Mõõtnoolte asendamine punktiga. Lühikese mõõtjoone mõõtnoolt mõõtmete ahelas distantsjoonte juures asendab ruumi puudumisel punkt. Poolvaate mõõtjooned on tõmmatud mõne mm võrra üle poolvaadet piirava telgjoone ja lõpetatud mõõtnoolleta.

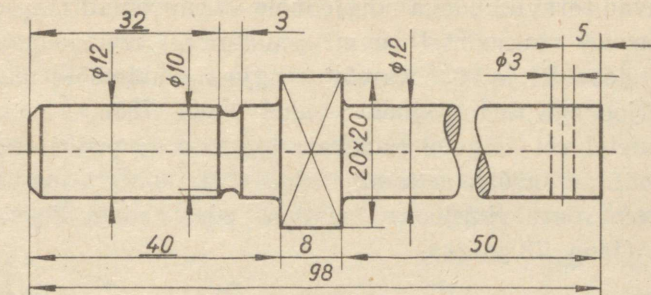
Poolvaadete, poollõigete ja koondatud poolvaadete puhul, kus polegi vaate või lõike teist poolt joonestatud, tõmmatakse väljajoonestatud poole mõõtjoon, mis algab mingist distants-, kontuur- või telgjoonest ja peaks



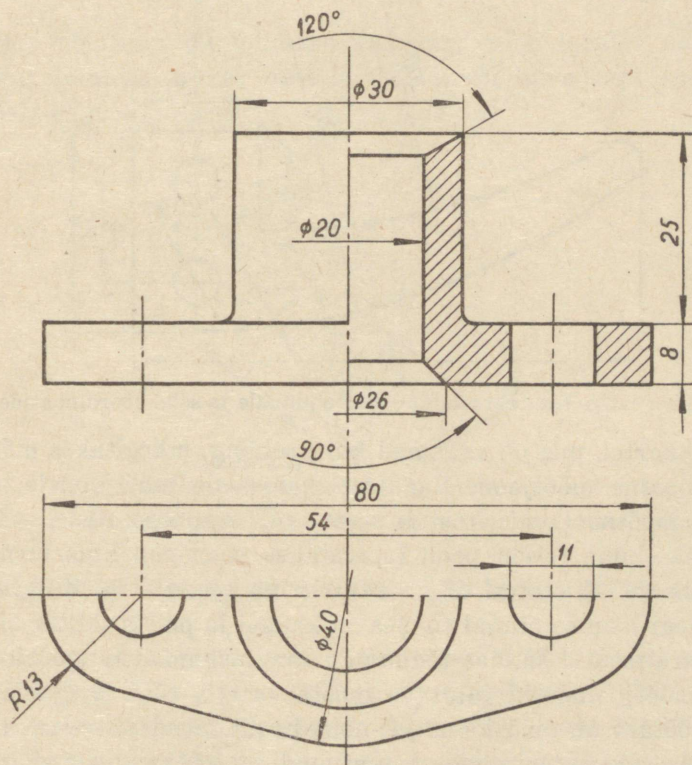
Joon. 76. Mõõtmete ahela katkestamine. Mõõtmete ahel kontuurjoonte vahel on katkestatud kohal, kus puudub ruum mõõtnoolte jaoks. Lubamatu on kontuurjoonte juures asendada mõõtnoolt punktiga.

ulatuma vaate või lõike joonestamata poole samasuguse jooneni, veel mõne mm võrra üle poolvaadet või -lõiget piirava telgjoone joonestamata poolel ning lõpetatakse ilma mõõtnoolleta (joon. 75 ja 78). Niisugune ühe noolega mõõtjoon, mis on lõpetatud teisel pool poolvaadet või -lõiget piiravat telgjoont, ütleb joonise lugejale, et mõõtjoonele kirjutatud mõõt arv on

pikkus, mis on mõõdetud noolega näidatud distantis-, kontuur- või telgjoonest kunj teisel pool telgjoont kujutletava samasuguse jooneni.



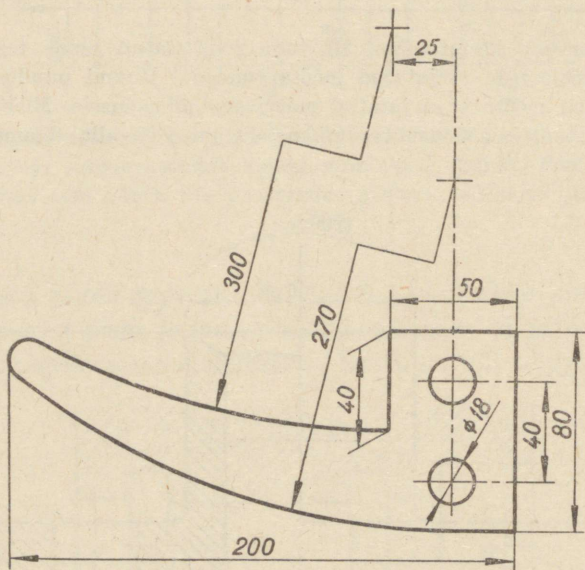
Joon. 77. Mõõtarmude kirjutamine. Murtuna joonestatud osade tegelikud pikkused on määratud mõõtjoonele kirjutatud mõõtarmudega. Ruumi puudumisel mõõtjoonel mõõtarmu jaoks on mõõtarm kirjutatud mõõtjoone pikendusele. Mõõtarmudele, mis ei vasta joonise mõõdusuhtes pikkustele, on joon alla tõmmatud.



Joon. 78. Läbimõõdu ja raadiuse märgi R kasutamine.

Ringjoonele märgitakse mõõtjoonena juurde läbimõõtu määrav mõõtjoon, mis läbib ringi tsentri ja mille mõlemasse otsa asetatavad mõõtnooled toetuvad teravikkudega ringjoonele — suuremail ringjoontel seestpoolt, väiksemail ringjoontel ruumi puudumisel mõõtjoone pikenduselt väljastpoolt (joon. 21 ja 79). Ka võib ringjoone läbimõõtu määrata väljakantud mõõtjoonega distantsjoonte vahel (joon. 78).

Poolvaadetel või -lõigetel esinevate telgjoonega poolitatud ringjoonte läbimõõtu määrav mõõtjoon tõmmatakse väljajoonestatud poole osas ja veel mõne mm võrra ringjoone tsestrist edasi ning lõpetatakse ilma mõõtnooleta (joon. 78 ja 22).



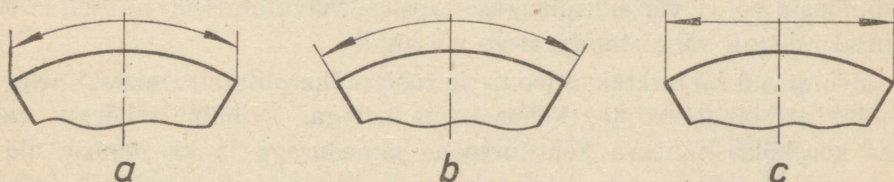
Joon. 79. Kaare kaugse tsentri toomine joonise pinnale ja selle koordinaatide näitamine.

Ringi kaartel, mis on vähemad kui poolring, märgitakse mõõtjoonena juurde radiaalne mõõtjoon. Raadiust määravale mõõtjoonele asetatakse ainult üks mõõtnool, mis toetub seest- või ruumpuudusel väljastpoolt ringi kaarele, kuna teiselt poolt lõpetatakse mõõtjoon ilma nooleta kaare tsestris, mis on tähistatud telgjoonte ristiga (joon. 78). Kui ringi kaare tsestrit polegi joonise pinnal või see on kaugel ja polegi tähtis, siis katkestatakse kaare tsentri suunas tõmmatav raadiust määrav mõõtjoon ja kirjutatakse mõõtjoonele kirjutatava mõõtarvu ette täht R (joon. 36), mis ütleb, et mõõtarv on mõõtjoone ja -noolega näidatud kaare raadius.

Kui ringi kaare tsester on ruumpuudusel või raadiuse suure pikkuse tõttu väljaspool joonise pinda, kuid on tarvilik näidata tema asukoht

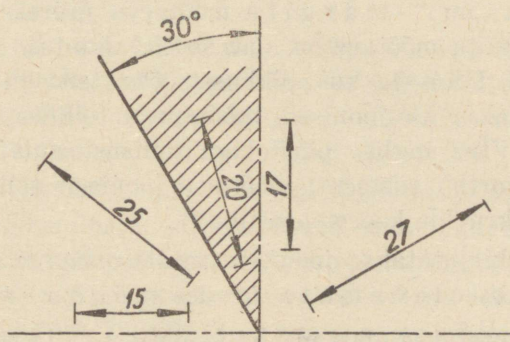
mõnel joonel või tema kaugus mõnest joonest, siis tuakse kaare tšenter rööplükkega joonise pinnale ja saadakse nn. sümboolne tšenter (telgjoonte rist), mille koordinaadid saab määrata mõõtmega (joon. 79). Sümboolse tšentri kuuluvust vastava kaare juurde näidatakse raadiust määrava mõõtjoonega, mis tõmmatakse sobivast kohast kaarest alates kaare tegeliku tšentri suunas ja katkestatakse ning ühendatakse sümboolsest tšentrist tõmmatava mõõtjoonele rööpse joonega (joon. 79).

Ringi kaare pikkusi määratakse joonisel kontsentrilise kaarena tõmmatava mõõtjoonega rööpsete distantsjoonte vahel (joon. 80, a).



Joon. 80. Kaare pikkuse (a), nurga (b) ja kõõlu pikkuse (c) mõõtjooned.

Nurga mõõtjoon tõmmatakse kaarena, mille tšenter asetseb nurga harude lõikepunktis, nurga harude vahele või harude pikendusena tõmmatud distantsjoonte vahele (joon. 80, b ja 78).



Joon. 81. Mõõtjoonte ebasoovitav suund on viirutatud sektoris.

Võrdlusena on joonisel 80, c näidatud ka kõõlu pikkust määrav mõõtjoon.

Erilise vajaduse puudumisel hoidutakse mõõtjoontest, mis moodustavad püstteljega 0 kuni 30°-se nurga arvates ülalt vasakule poole (need jooned asetseksid viirutatud sektoris joonisel 81), sest ülalt sellise nurga all allakulgevale mõõtjoonele on esiteks raske mõõtarvu kirjutada ja teiseks ka tülikas lugeda.

4. Mõõtarvud.

Detaile on võimatu ja polegi tarvilik valmistada absoluutse täpsusega. Mingisugune joonisel mõõtarvuga määratav detaili pikkus kujuneb detaili valmistamisel niisuguseks, nagu võimaldab selle detaili pindade ettenähtud töötlemisviisi, ilma erilise täpsuse nõudeta. Valatud detailide töötlemata pindade täpsus võib olla isegi mõne mm piires, mispärast töötlemata pindade suurused sageli antaksegi joonisel ümardatuina 5 mm järel. Lihvitud pindade suurusi võib anda 0,1 mm täpsusega, ilma et see nõuaks eriabinõusid või erivõtteid niisuguse täpsuse saavutamiseks ja ilma et see mõjutaks detaili valmistamise aega või hinda.

Mõõtarvud kirjutatakse joonisele tušiga (ka pliatsijoonisele) selgete normkirja (standardkirja) kohaste numbritega. Numbrite kõrgus valitakse kooskõlas nähtava kontuurjoone jämedusega ja ka joonise üldilmega, nii et mõõtarvud oleksid kergesti loetavad (ka valguskoopial), kuid ei muutuks seejuures liiga silmatorkavaks ega kahjustaks suuremal määral joonise ilmekust. Tavaline mõõtarvu numbride kõrgus on 3 kuni 4 mm. Ühel ja samal joonisel olgu mõõtarvude numbrid võimalikult sama kõrgusega, olenemata mõõtarvu suurusest või tähtsusest.

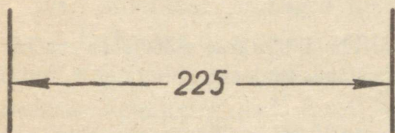
Joonistele masinaehituse alal kirjutatakse mõõtarvud millimeetrites ja ilma „mm“-märgita mõõtarvu juures. Mõõtjoonele kirjutatud dimensioonita mõõtarv on alati loetud mm-tes. Mitmetes välisriikides (Inglismaal, USA-s), kus pikkusemõõtmelena on tarvitusel tollisüsteem, kirjutatakse ka joonisele mõõtarvud tollides. Erandlikult kirjutatakse ka NSVL-s inglise päritoluga tollisüsteemis arenenud kruvikeermete (Whitworth'i süsteem) mõõtmed joonisele tollides (vt. „Kinnitus- ehk ühenduskruvide keermeprofiilid“).

Mõõtarvuna kirjutatakse joonisele mõõtjoonega määratud vahekauguse tegelik pikkus olenemata joonise mõõduvahekorrast.

Mõõtarv kirjutatakse alati mõõtjoone sihis vasakult paremale ja alt üles, nii et numbrite kõrgus oleks risti mõõtjoonega.

Mõõtarv kirjutatakse normide kohaselt ($\frac{OCT}{BRC} 7538$) mõõtjoone vahele (joon. 82). Mõõtarvu jaoks tuleb mõõtjoone tõmbamisel paras vahe jätta. Mõõtjoone katkestamine on tülikas, nõuab lisa-aega ja vajadus selle järele tekib vaid siis, kui mõõtarvule märgitakse juurde sobivused (vt. „Sobivuste märkimisest joonisele“). Seepärast kirjutatakse praktikas mõõtarv tavaliselt alati katkestamatu mõõtjoone peale (joon. 83).

Mõõtari kirjutatakse enam-vähem mõõtjoone keskele, kuid nii, et mõõtari numbrid ja märgid ei oleks jagatud ega lõigatud mingisuguste joontega, mis segaksid mõõtari lugemist. Sümmeetriliste detailide varustamisel mõõtmetega asetseb sümmeetria-telgjoon sageli mõõtjoone kesk-kohal. Sel juhul kirjutatakse mõõtari kas ühele või teisele poole telgjoont, kuid mitte telgjoonest läbi (joon. 72).



Joon. 82. Mõõtari, kirjutatuna mõõt-
joone vahele.



Joon. 83. Mõõtari, kirjutatuna kat-
kestamatu mõõtjoone peale. Mõõt-
ari kohal on katkestatud viirutus-
jooned.

Rööpsetele mõõtjoontele, mis asetsevad üksteise lähedal, moodustades mõõtjoonte parve, kirjutatakse mõõtari küll enam-vähem keskele, kuid malelaua kohaselt, seega mitte üksteise kohale. Mõõtjoonte parve puhul, mis keskelt on läbistatud telgjoonega (tavaline), kirjutatakse mõõtari vaheldumisi — ühe mõõtjoone arv ühele poole, teise mõõtjoone arv teisele poole telgjoont (joon. 72).

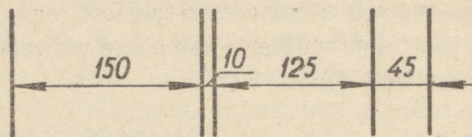
Kui mõõtjoont piiravate distants-, kontuur- või telgjoonte vahel puudub ruum mõõtari jaoks, samuti ka võimalus mõõtnoolte ja -arvu asetamiseks väljapoole mõõtjoont piiravaid jooni, lubatakse telgjoont katkestada mõõtjoonele kirjutatava mõõtari kohal (joon. 77).

Lühikeste mõõtjoonte puhul, kus ruumipuudusel asetatakse mõõt-
nooled mõõtjoone pikendusele, mis toetuvad teravikkudega väljastpoolt vastu mõõtjoont piiravaid distants-, kontuur- või telgjooni, kirjutatakse mõõtari kas mõõtjoont piiravate joonte vahele või ka selle ruumi puudumisel mõõtjoone pikendusele mõõtnoole taha, seega väljapoole mõõtjoont piiravaid jooni (joon. 77).

Mõõtmete ahelas esineva lühikese mõõtjoone mõõtari, mis ei mahu mõõtjoont piiravate joonte vahele, kirjutatakse väljaspool mõõtjoont asetseva mõõtnoole kohale ja varustatakse nn. väljakandejoonega (joon. 84).

Läbimõõdumärk kirjutatakse ringjoone läbimõõdu mõõtari vule ette siis, kui ringjoon on vaatel või lõikel projekteerunud moonutatult (sirgena või ellipsina). Ka siis, kui ringjoon on projekteerunud küll moonutamata, kuid läbimõõtu määrav mõõtjoon on tõmmatud osaliselt (poolvaatel) ega toetu mõlema otsaga ringjoonele, on läbimõõdumärk mõõtari

ees tarvilik (joon. 78). Veel on läbimõõdumärk mõõtarvu ees tarvilik juhul, kui läbimõõdu mõõtarv asetseb ruumipuudusel läbimõõtu määrava mõõtjoone pikendusel (joon. 79).



Joon. 84. Väljakandejoone kasutamine. Mõõtjoonte ahela lühikese mõõtjoone mõõtarv on ruumi puudumisel kirjutatud väljakandejoonele.

Raadiuse märk, täht *R*, kirjutatakse raadiuse mõõtarvule ette siis, kui raadiust määrav mõõtjoon ei ulatu telgjoonte ristiga tähistatud kaare tsentrini (joon. 36), ja ka siis, kui raadiuse mõõtarv asetseb ruumipuudusel raadiust määrava mõõtjoone pikendusel (joon. 78).

Mõõtarvu kirjutamine viirutatud pinnale, löikepinnale, ei ole sobiv, kuid on vastava vajaduse korral lubatud. Et viirutis ei segaks mõõtarvu lugemist, katkestatakse viirutis mõõtarvu kohal (joon. 83).

Kui tekib vajadus juba valmistatud joonisel mõne mõõtme (pikkuse) muutmiseks, siis kirjutatakse vastavale mõõtjoonele soovitud mõõtarv. Et niisugune mõõtarv, mis ei vasta joonise mõõdusuhtes pikkusele, ei tekitaks joonise lugejas kahtlusi, tõmmatakse mõõtarvule joon alla (joon. 77). Allakriipsutatud mõõtarv tuleb õige k s l u g e d a, selle lahkuminekust mõõdusuhtes on joonestaja teadlik ja seda kahtluse kõrvaldamiseks rõhutanud kriipsuga mõõtarvu all.

5. Mõõtmete valik.

Joonestatud detaili või seadme suuruste määramine joonisel mõõtmega on joonestaja raskeim ülesanne. Milliste mõõtmega määrata detaili suurused, on küsimus, millele saab anda vaid üldise vastuse. Joonisel antakse need mõõtmed, mis on t a r v i l i k u d. Nii tuleb tööjoonisel anda need mõõtmed, mis on tarvilikud joonestatud detaili valmistamiseks, montaažjoonisel mõõtmed, mis on tarvilikud seadme monteerimiseks, pakumisjoonisel mõõtmed, mis on tarvilikud pakutavast detailist või seadmest üldise kujutluse saamiseks, jne.

Selleks, et varustada tööjoonist tarvilike mõõtmega, s. o. mõõtmega, mis on tarvilikud joonestatud detaili valmistamiseks, peaks joonestaja tundma teatud määral tehnoloogiat. Joonestaja peab kujutlema joonestatava detaili valmistamise käiku, valmistamiseks vajalikke töövõtteid,

nende järjekorda jne. Alles siis ta oskab joonist tarvilike mõõtmetega varustada. Mõõtmed isegi määravad sageli detaili valmistamiseks vajalike töövõtete järjekorra, sest tööline hakkab ju detaili valmistama mõõtmete järgi. Töövõtete järjekorrast oleneb tihti detaili valmistamise aeg ja hind.

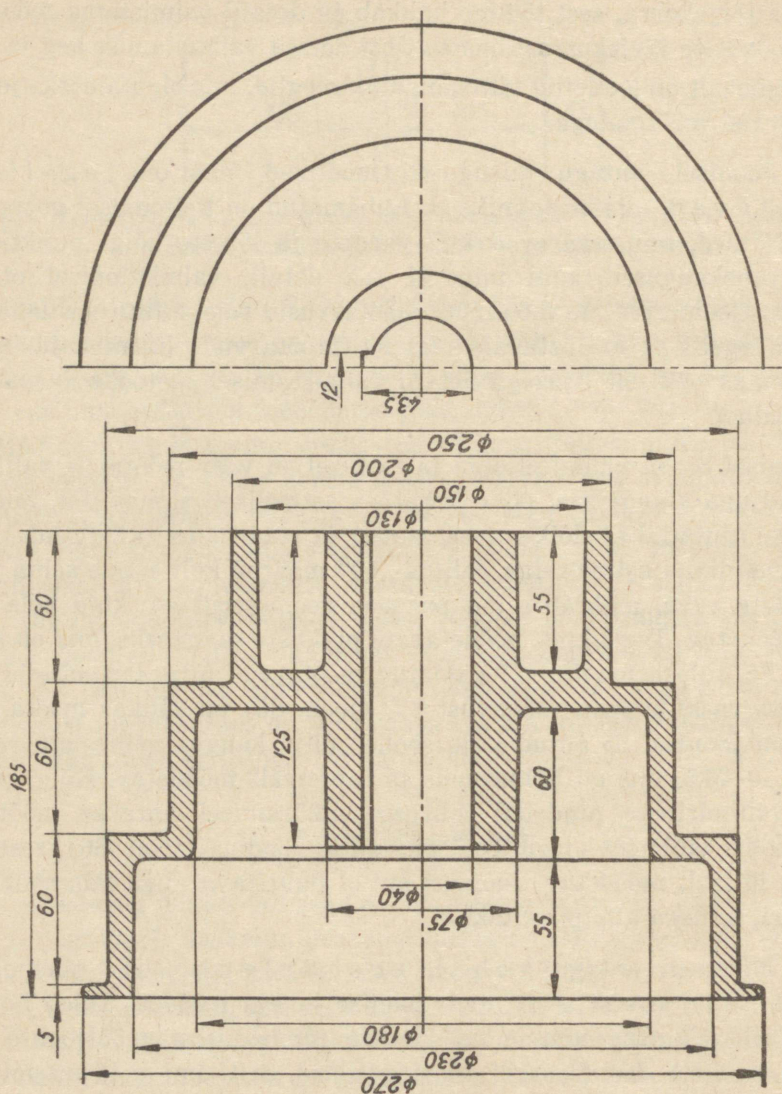
Järgnevalt on loetletud tähtsamad üldreeglid, mis olgu aluseks joonise varustamisel mõõtmetega.

1. Joonisel antagu niisugused mõõtmed, mis on tegelikult mõõdetavad, mis on tehnilised. Lubamatud on tööjoonisel geomeetrilised mõõtmed, mis määravad küll vaadete ja lõigete kõigi punktide ja joonte vahekaugused, kuid mida ei saa detaili valmistamisel otseselt kasutada. Geomeetriliste mõõtmete mõõtarmid tuleks liita või lahutada, et saada tegelikult mõõdetavaid pikkusi. Mõõtarvude liitmine ja lahutamine nõuaks tööliselt lisaaega detaili valmistamisel ja tooks kaasa eksimisvõimalusi.

Joonisel 85 on näidatud õige ja joonisel 86 väär mõõtmete valik astmelise kujuga silindrilisel pöördkehal — astmelisel rihmaseibil, mis joonistel on kujutatud täislõikes (eestvaade) ja poolvaates (külgsaade). Joonisel 86 näidatud astme seinapaksus „10“ määrab küll astme seinapiiravate joonte vahe, määrab seinapaksuse geomeetriselt, kuid pole tegelikult mõõdetav. Tegelikult mõõdetavate pikkuste saamiseks, mis on antud joonisel 85, tuleks joonisel 86 näidatud mõõtarmid liita. Rihmaseibi rummus asetseva kiilu soone sügavust 3,5 (joon. 86) on tülikas mõõta. Selle asemel on joonisel 85 antud kiilu soone põhja kaugus võlli augu vastas-pinnast — 43,5, mis on hõlpsamalt ja täpsemalt mõõdetav. Kõigi pöördkehade (silindriliste pindade) suuruste määramisel antakse mõõtmena alati silindri läbimõõt (joon. 85), aga mitte raadius (joon. 86), sest läbimõõt on lihtsalt mõõdetav. Joonisel antud puuritava augu läbimõõt määrab puuri, millega auk puuritakse.

2. Mõõtmed antagu kohal, kust selgub joone tähendus ja detaili kuju, sest sealt otsib joonise lugeja mõõdet. Tuleb hoiduda kontsentrilistele ringjoontele mõõtjoonte tõmbamisest mõõtjoonte kimbuna (joon. 86). Kontsentrilised ringjooned, eriti kui neid on mitu, ei selgita joonise lugejale detaili kuju, neid peab võrdlema naabervaatega ja alles selle järel taipab joonise lugeja, millist pinda üks või teine ringjoon kujutab. Kui juba mingi joone tähendust tuleb otsida naabervaatele, siis peab ka mõõtme asetama sinna, kust selgub joone tähendus ja detaili kuju (joon. 85). Ka võib joonisel 86 mõõtjoonte kimbuna antud mõõtmeid kergesti ära vahetada, eriti siis, kui ringjooned asetsevad üksteise lähedal.

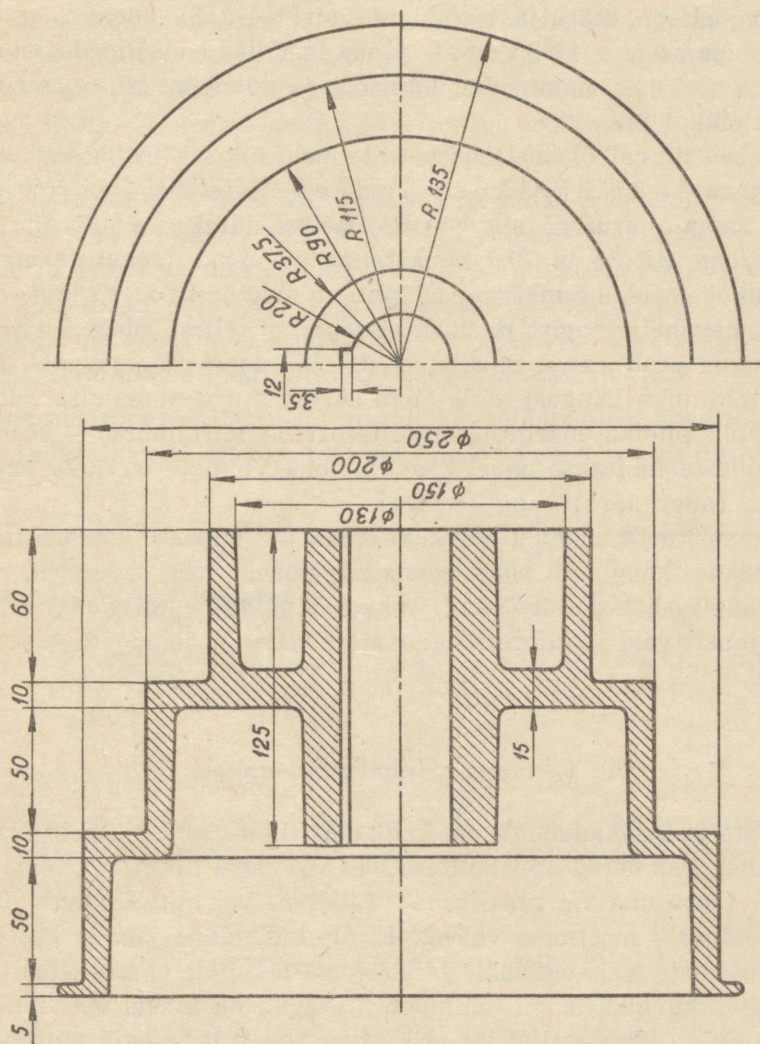
Erilise vajaduse puudumisel tuleb vältida kriipsjoonte- (nähtamatute kontuurjoonte) vahelisi mõõtmeid.



Joon. 85. Õige mõõtmete valik ja asetatus.

3. Ühe ja sama detaili samasisulised üksikmõõtmed, nagu sise- või väliskontuuride pikkused joonisel 85, püütakse distantsjoonte abil koguda ühiseks mõõtmete ahelaks. Juhuslikele kohtadele asetatud üksikmõõtmed on raskemad leida ja vähendavad joonise

selgust ning ilmekust. Mõõtmete ahelasse koondatud üksikmõõtmed on kohe leitavad. Mõõtmete ahelasse koondatud lühemate mõõtjoonte mõõtnooltena kasutatakse pikema naabermõõtjoone mõõtnoolt (joon. 84), mis vähendab mõõtnoolte arvu.



Joon. 86. Väär mõõtmete valik. Vajalike ja mõõdetavate pikkuste saamiseks peab mõõtarvusi liitna. Mõõtmete asetus kontsentriilsetele ringidele on sobimatu.

4. Iga mõõde anda vaid üks kord ja kohal, kus ta on kõige iseloomustavam, kohal, kust tööline seda otsib. Mõõtmete kordamine mitmel

vaatel nõuab lisaiega joonise valmistamisel ja lugemisel ning on asjatu ja segav. Mõõtmeid korratakse mitmel vaatel siis, kui see suurendab joonise selgust, kui eri vaadetest mõnede kontuurjoonte kuuluvust ühele ja samale pinnale on tarvilik ja võimalik mõõtmega rõhutada. Ka korratakse mõõtmeid mitmel vaatel siis, kui samu mõõtmeid eri operatsioonide töölisel (mudelsepp, märkija, treial jne.) otsivad eri vaadetest.

5. Ühe ja sama töövõtte jaoks tarvilikud mõõtmed asetatagu samale vaatele, nagu augu läbimõõt ja sügavus, kiilusoone laius, sügavus ja pikkus jne.

6. Ühisel pinnal (joonel) asetsevate samasuguste üksikosade mõõtmel antagu vaid ühe üksikosa juures. Ühisel sirg- või ringjoonel asetsevate sama suurusega aukude mõõtmest antakse ainult ühe augu mõõtmel (joon. 21, 35 ja 79), kuna teiste mõõtmel loetakse samadeks.

7. Aukude asukoha määramisel antagu aukude tsentrite kaugus kas omavahel, mingist pinnast, servast või teljest, olenevalt sellest, milline kaugus peab olema täpsem, et detailid sobiks omavahel. Mitte kunagi ei tohi augu kaugust anda augu äärest. Augu puurimise eeltööna lüüakse detaili pinnale märgitud augu tsentrisse kärnimärk — kooniline täke —, millesse juhatakse puuri kooniline ots. Võimatu on auku puurida puuri serva (augu ääre) kauguse järgi.

8. Peamõõtmel, nagu üldpikkus, -laius ja -kõrgus, tähtsamate töödeldud pindade kaugused sümmeetria-telgjoonest või omavahel, augu tsentrite kaugused, pealäbimõõdud, aukude ringide läbimõõdud jne., asetatagu väljapaistvale ja kergesti leitavale kohale — kohale, kust joonise lugeja neid otsib.

6. Sobivuste märkimisest joonisele.

Masinate ja mehhanismide osad ehk detailid asetsevad sageli üksteise sees või vahel. Üks detail asetseb teise sees või vahel liikuvana, teine mitteliikuvana (surutuna või pressituna). Liikuvus või mitteliikuvus oleneb detailide vastavate mõõtmel vahel. Ei ole küllaldane jagada keerulismate ja täpsemate mehhanismide ja masinate detailide omavahelisi ühendusi lihtsalt liikuvaks ja mitteliikuvaks. Sageli on tarvis veel kindlaks määrata, kuivõrd üks detail teise sees või vahel on liikuv või mitteliikuv, tarvis on ka joonisel näidata detailide liikuvuse või mitteliikuvuse aste ehk nn. sobivus.

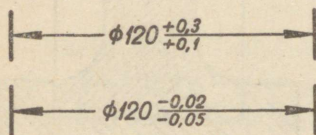
Detailide omavaheline sobivus oleneb detailide vastavate mõõtmel vahel ehk tolerantsist. On selge, et võru, mille sisemine läbimõõt on

0,02 mm võrra väiksem võlli läbimõõdust, on võlli peale pressituna tihedam, kindlam ja mitteliikuvam kui võru, mille sisemine läbimõõt on vaid 0,002 mm võrra väiksem võlli läbimõõdust. Otsene viis detailide omavahelise sobivuse määramiseks ja joonisel näitamiseks ongi määramine ja näitamine vastavate mõõtaruudega.

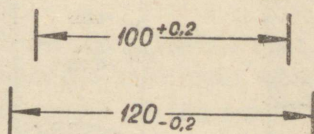
Tööriistad ja -masinad ei võimalda detaili töödelda absoluutse täpsusega. Täpsem töö nõuab täpsemaid abinõusid ja suurendab detaili valmistamise aega ja hinda. Selleks, et detailid soovitud viisil omavahel sobiksid, on tähtis, et kõrvalekaldumised antud mõõtmest oleksid soovitud piirides.

Lihtsamaist mõõtmisvõimalustest tingituna (vastavate kaliibritega võrdlemine) ja ka selgemaks ja ülevaatlikumaks märkimiseks joonisele näidatakse sobivuse määramisel äärmised lubatud kõrvalekaldumised nominaalmõõtmest — mõõtaruuga määratud mõõtmest. Lubatud kõrvalekaldumised, olgu need määratud otseselt arvudega või kokkuleppeliste tähistustega, kirjutatakse joonisel alati vastava mõõtaruu taha.

Lubatud kõrvalekaldumiste arvude või tähistustega varustatud mõõt-
arvud kirjutatakse katkestatud mõõtjoonte vahele.

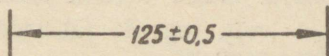


Joon. 87. Mõõtme lubatud kõrvalekaldumiste piiride määramine arvu-
liselt.



Joon. 88. Lubatud kõrvalekaldumiste
piiri, mis on võrdne nulliga, ei kirju-
tata.

Üksikuna joonestatud detaili arvudega määratud lubatud kõrvalekaldumiste piiridest kirjutatakse ülempiir mõõtaruu taha kõrgendatud kohale mõõtjoone peale ja alampiir mõõtaruu taha mõõtjoone alla (joon. 87).



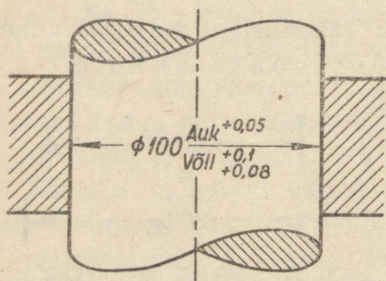
Joon. 89. Lubatud kõrvalekaldumiste piiride absoluutsed väärtused on võrdsed.

Joonisel 87 ülemise mõõtmega määratud detaili läbimõõt võib tegelikult olla 120,3 kuni 120,1 mm. Alumise mõõtmega määratud läbimõõt võib tegelikult olla piirides 119,8 kuni 119,5 mm.

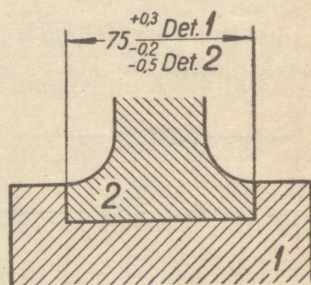
Mõõtme kõrvalekaldumise piiri, mis on võrdne nulliga, ei kirjutata joonisele (joon. 88). Joonisel 88 ülemise mõõtmega määratud detaili pikkus võib tegelikult olla piirides 100,2 kuni 100,0 mm. Alumise mõõtmega määratud pikkus võib tegelikult olla piirides 120,0 kuni 119,8 mm.

Kui mõõtme lubatud kõrvalekaldumise piiride absoluutsed väärtused on võrdsed, siis kirjutatakse kõrvalekaldumise piiri absoluutne väärtus \pm märgiga otse mõõtarvu taha (joon. 89). Joonisel 89 mõõtmega määratud detaili pikkus võib tegelikult olla piirides 125,5 kuni 124,5.

Kokkujoonestatud detailide ühise mõõtme arvudega määratud lubatud kõrvalekaldumiste piiridest kirjutatakse välimise detaili (augu) mõõtmest kõrvalekaldumise piirid ühise mõõtarvu taha mõõtjoone peale ja seesmise detaili (võlli) kõrvalekaldumiste piirid ühise mõõtarvu taha mõõtjoone alla. Võimalike kahtluste kõrvaldamiseks on soovitatav kirjutada lubatud kõrvalekaldumiste piiride ette mõõtjoone peale ja alla vastavate detailide nimetused (joon. 90) või kõrvalekaldumiste piiride taha vastavate detailide positsiooninumbrid (joon. 91).



Joon. 90. Kokkujoonestatud detailide ühise mõõtme lubatud kõrvalekaldumiste piiride määramine ühisel mõõtjoonel ühise mõõtarvu puhul.

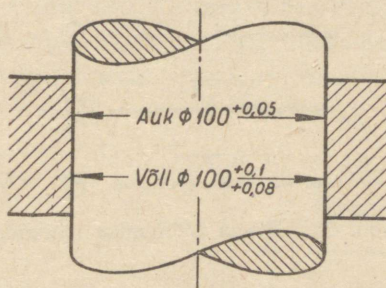


Joon. 91. Kokkujoonestatud detailide ühise mõõtme lubatud kõrvalekaldumiste piiride määramine ühisel mõõtjoonel ühise mõõtarvu puhul.

Joonisel 90 on võlli ja võlliaugu ühise läbimõõdu mõõtarvu „100“ taha kirjutatud mõõtjoone peale augu ja mõõtjoone alla võlli läbimõõtude lubatud kõrvalekaldumiste piirid. Augu tegelik läbimõõt võib olla piirides 100,05 kuni 100,00 mm ja võlli tegelik läbimõõt piirides 100,10 kuni 100,08 mm.

Joonisel 91 on kahe kokkujoonestatud detaili ühise laius mõõtarvu „75“ taha kirjutatud mõõtjoone peale 1. detaili ja mõõtjoone alla 2. detaili laius lubatud kõrvalekaldumiste piirid. Antud piiridele vastavalt võib 1. detaili laius olla piirides 75,3 kuni 75,0 mm ja 2. detaili laius 74,8 kuni 74,5 mm.

Juhul, kui kahe kokkujoonestatud detaili ühise mõõtarvu juures tuleb näidata 3 või 4 lubatud kõrvalekaldumise piiri (kus mitte rohkem kui üks kõrvalekaldumise piir on võrdne nulliga), lubatakse tõmmata kaks mõõtjoont ja eraldi näidata sisemise ja välimise detaili lubatud kõrvalekaldumise piirid. Et oleks selge, kumma detaili lubatud kõrvalekaldumise piirid on ühe või teise mõõtarvu juures näidatud, on tingimata tarvilik kirjutada mõlema mõõtarvu ette vastava detaili nimetus (joon. 92) või kõrvalekaldumiste piiride tahta vastava detaili positsiooninumber.



Joon. 92. Kokkujoonestatud detailide ühise mõõtme lubatud kõrvalekaldumiste piiride määramine eri mõõtjoonte ja eri mõõtarvude juures.

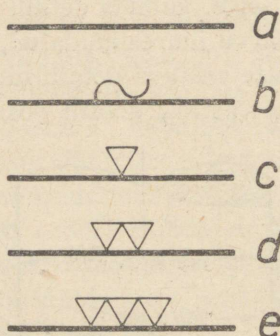
Üksteise sees või vahel asetsevate detailide omavahelise paraja sobivuse määramisel kasutatakse tavaliselt normitud mõõtmete vahesid ehk tolerantsse, mis võimaldavad kasutada lihtsamaid ja täpsemaid detaili mõõtmise vahendeid — kaliibreid. Normitud tolerantsid (OCT normide kohaselt 12 eri tolerantsi) märgitakse joonisele vastava mõõtarvu tahta kirjutatavate kokkulepitud tähtedega. Tööeldava pinna täpsuse, seega ka tolerantsi täpsuse määrab vastava tähe tahta kirjutatav numbriline indeks, mis tähistab tööeldava pinna täpsusklassi, millega on määratud ka mõõtme lubatud kõrvalekaldumised. Õigete sobivuste valik nõuab teadmisi masinate konstruktsioonide ja tehnoloogia alalt ning nende märkimine joonisele pikemat selgitust, mida ei ole peetud käesoleva raamatu ülesandeks.

7. Töötlemismärgid.

Joonestatud detaili pindade soovitatav iseloom määratakse tööjoonisel töötlemismärkidega (joon. 93).

Ilma mingisuguse töötlemismärgita kontuurjoon (joon. 93, a) kujutab detaili pinda, mille kohta ei ole tasasuse ega täpsuse nõudeid. Need on detailide pinnad, mis ei puutu kokku teiste detailide pindadega. Siia

kuuluvad valatud, sepistatud, pressitud, valtsitud, autogeenselt lõigatud jne. detailide pinnad, ilma mingisuguse mehhaanilise töötlemiseta laastuvõtmisega, nn. toored ehk mustad pinnad.



Joon. 93. Pinna töötlemise märgid.

Kontuurjoon, mis on varustatud kapsarauakujulise töötlemismärgiga (joon. 93, *b*), kujutab detaili pinda, mis on küll toores ehk kare, kuid võimalikult tasane. Need on detailide toored pinnad, mis puutuvad kokku teiste detailide pindadega. Siia kuuluvad valatud, sepistatud jne. detailide toetuspinnad, valatud hammastega hammasrataste hammaste pinnad jne. Niisugused toored, kuid tasased pinnad saadakse tasasust tagavate töötetega või -riistadega. Vajaduse korral tasandatakse pinda veel smirgelseibil või isegi tööpingil.

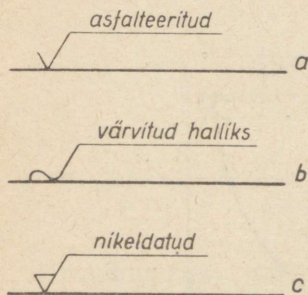
Kontuurjoon, mis on varustatud kolmnurgakujulise töötlemismärgiga (joon. 93, *c*), kujutab detaili laastuvõtmisega töödeldud pinda, nn. puhast pinda, kuid jämedate töötlemisjälgedega. Siia kuuluvad töödeldud toetuspinnad, nagu aluste, äärikute jne. pinnad.

Kontuurjoon, mis on varustatud kahe kõrvuti asetatud kolmnurga kujulise töötlemismärgiga (joon. 93, *d*), kujutab detaili pinda, mis on töödeldud laastuvõtmisega puhtalt, nii et töötlemisjäljed on vähemärgatavad. Siia kuuluvad detailide puhtalt ja täpselt treitud, freesitud, hõveldatud jne. pinnad, mis tavaliselt toetuvad üksteisele suhtelise liikumiseta.

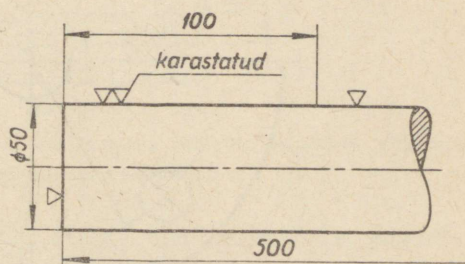
Kontuurjoon, mis on varustatud kolme kõrvuti asetatud kolmnurga kujulise töötlemismärgiga (joon. 93, *e*), kujutab detaili pinda, mis on töödeldud laastuvõtmisega eriti puhtalt ja täpselt ja veel lihvitud, nii et töötlemisjäljed pole enam palja silmaga nähtavad. Siia kuuluvad suhtelise liikumisega detailide liug- või veerpinnad, nagu mootorite ja auru- masinate silindrite sisepinnad (peegelpinnad), võllide kaelad (toetumiskohad laagrites), kuullaagrite veerpinnad jne.

Kontuurjoon, mis varustatakse nelja kõrvuti asetatud kolmnurga kujulise töötlemismärgiga, kujutab detaili pinda, mis on eriti täpselt ja puhtalt lihvitud. Nelja kolmnurgaga määratakse täppisaparaatide, -instrumentide ja -kaliibrite tööpiindade eriline täpsus ja puhtus.

Töötlemisele järgnev detaili pinna viimistlemine, nagu värvimine, oksüdeerimine, nikeldamine, tsementimine jne., määratakse sõnadega, mis kirjutatakse toore pinna puhul nurgakujulise märgi pikendusele või väljakandele (joon. 94, a) ja töötlemismärkidega varustatud pindade korral töötlemismärgi juurde sellekohasele väljakandele (joon. 94, b ja c).



Joon. 94. Pinna viimistlemise märkuste kirjutamine.



Joon. 95. Pinna osalise töötlemise või viimistlemise määramine.

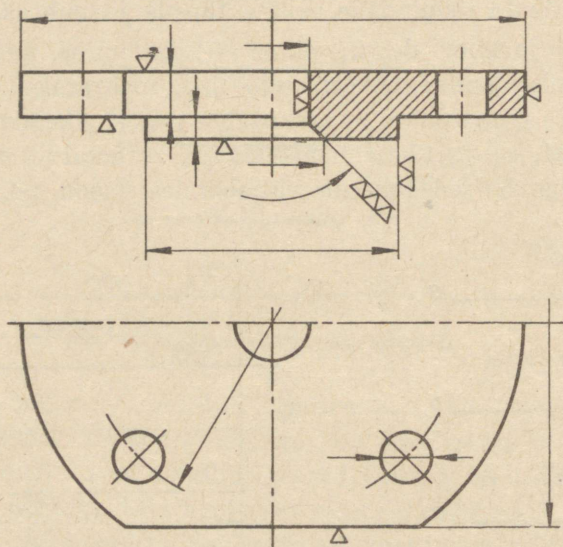
Pinna osalise töötlemise või viimistlemise korral määratakse töödeldava või viimistletava osa pikkus mõõtmega (joon. 95).

Laastuvõtmisega töödeldud pindade töötlemismärkidenä kasutatavad kolmnurgad olgu samal joonisel võrdkülgsed ja ühesuurused, kõrgusega mitte alla 2,5 mm. Kolmnurkade külgjoonte jämedus olgu umbes võrdne telgjoone jämedusega, s. o. kolmandik nähtava kontuurjoone jämedusest.

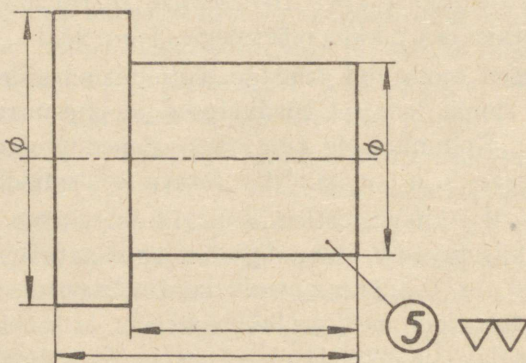
Nii töötlemis-, kui ka viimistlemismärgid asetatakse nähtavaile kontuurjoontele, mis kujutavad vastavaid pindu. Lubamatu on töötlemismärke asetada kriipsjoontele — nähtamatuile kontuurjoontele. Kui töödeldud pinda kujutav kontuurjoon on liiga lühike selleks, et sellele asetada soovitavaid töötlemismärke, siis pikendatakse kontuurjoont pideva peenjoonega, mille jämedus on umbes veerand nähtava kontuurjoone jämedusest, kuni sobiva kohani töötlemismärkide jaoks ja asetatakse töötlemismärgid kontuurjoone pikendusele (distantsjoontele) (joon. 96).

Töötlemis- ja viimistlemismärgid asetatakse väljapoole pinnast, mida vastav kontuurjoon kujutab, s. o. sinna poole, kus toimub laastu võtmine (joon. 96).

Detaili pinna soovitud iseloom tuleb määrata töötlemis- või viimistlemismärgiga ainult üks kord ja just sellel vaatel või lõikel, millel on antud pinna vastav mõõde (joon. 96). Silindriliste ja kooniliste pindade töötlemismärgid asetatagu moodustavaile joontele.



Joon. 96. Töötlemismärkide kasutamine. Ruumi puudumisel on töötlemismärgid asetatud vastava kontuurjoone pikendusele. Puuritud aukude pindade juurde ei asetata töötlemismärke.

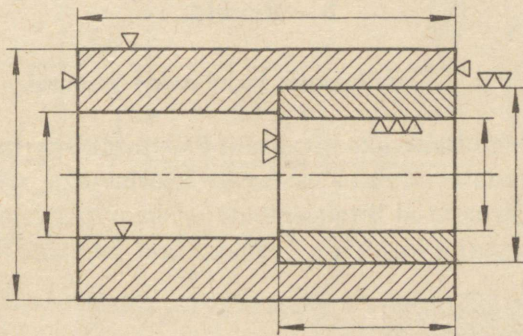


Joon. 97. Ühise töötlemismärgi kasutamine. Sama iseloomuga töödeldud pindadega detaili positsiooninumbri juurde on asetatud ühine töötlemismärk.

Detailide puhul, mille kõik pinnad on töödeldud sama iseloomuga, asetatakse detaili positsiooninumbri kõrvale ainult üks suurem töötlemis-

märk, mis ütleb joonise lugejale, et detail on ümberringi töödeldud töötlemismärgiga näidatud viisil (joon. 97).

Kokkujoonestatud detailide kokkupuutuvate pindade töötlemismärke ei korrata mõlema kokkupuutuva pinna juures. Kokkupuutuvate pindade iseloom on alati sama ja seda määratakse vaid ühe kokkupuutuva pinna juures vastava töötlemismärgiga (joon. 98).



Joon. 98. Kokkujoonestatud detailide kokkupuutuvate pindade iseloomu määramine töötlemismärgiga ühe pinna puhul.

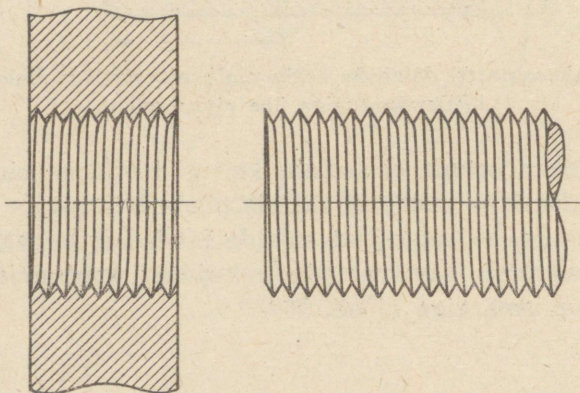
Kruvikeermete juurde ei asetata kunagi töötlemismärke. Samuti ei asetata töötlemismärke puuritud aukude pindu kujutavate kontuurjoonte juurde. Ainult siis, kui puuritud aukude pindadele on vajalik täiendav töötlemine, tuleb augu vastavat pinda kujutav kontuurjoon varustada soovitava töötlemismärgiga (joon. 96).

VII. Sümbolseelt või lihtsustatult joonestatavad detailid.

A. Kruvid.

1. Kruvikeerme kujutamine joonisel.

Masinaosade lahutatavaks liitmiseks kasutatakse kruvikeeret kas otse-
selt, varustades liidetavad osad vastavate keermetega, või kaudselt, kasu-
tades keermega varustatud liite-elemente — kruvipolte ja mutreid. Kruvi-
keeret tuleb joonestajal kujutada peaaegu igal joonisel.

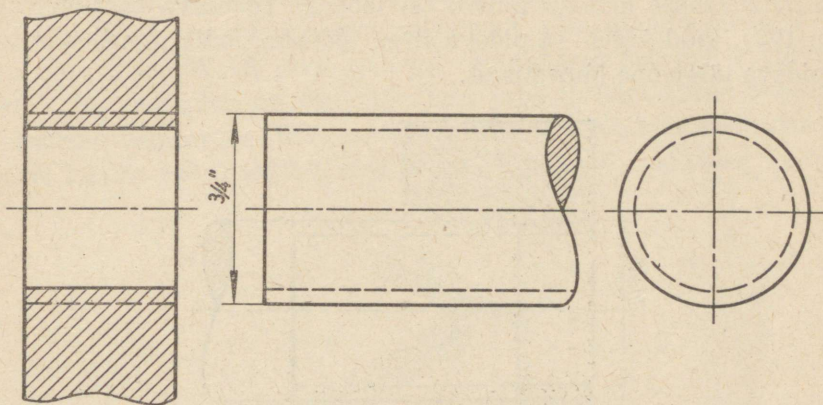


Joon. 99. Kruvikeere mutris (läbi lõigatud) ja poldil moonutamatu.

Kujutada tehnilisel joonisel kruvikeeret niisugusena, nagu see tege-
likult paistab (joon. 99), on keerme keerulise kuju tõttu väga tülikas ja
keerme peene iseloomu tõttu sageli isegi võimatu. Selleks puudub ka vaja-
dus. Keere kujutatakse tehnilisel joonisel sümbolseelt (joon. 100).

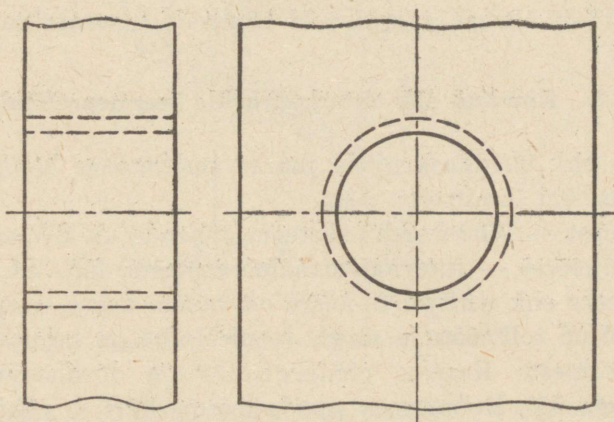
Kruvikeermega vardal (poldil) tõmmatakse keerme harja (välisläbi-
mõõtu) tähistav joon pideva täisjoonena (nähtava kontuurjoonena) ja
keerme põhja (siseläbimõõtu) tähistav joon kriipsjoonena (nähtamatu
kontuurjoonena). Läbilõigatuna kujutatud keermega augul (mutril) tõm-
matakse keerme välisläbimõõtu tähistav joon kriipsjoonena ja keerme

siseläbimõõtu tähistav joon täisjoonena, seega vastupidiselt poldile (joon. 100). Täisjoonega tähistatakse see pind, mis oli detailil enne keermelõikamist, — vardal (poldil) välisläbimõõt, augul siseläbi-



Joon. 100. Kruvikeere sümboliseeritud kujutatuna. Whitworth-keermetähistamine joonisel.

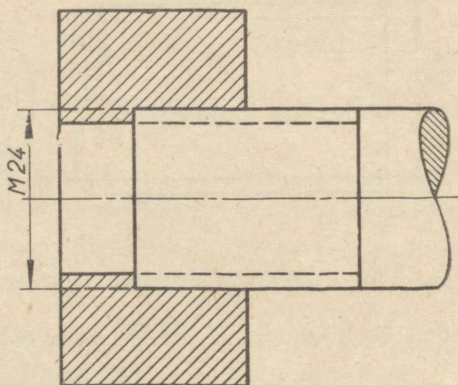
mõõtu (puuritud auk). Mutri vaatel tõmmatakse vajaduse korral nii keermetähistuse välis- kui ka siseläbimõõtu tähistav joon kriipsjoonena (nähtamatu kontuurjoonena) (joon. 101).



Joon. 101. Kruvikeere mutri vaadetel.

Kui keermega varrast (polti), mis keermega on keeratud mutrisse, on tarvis joonestada koos mutriga, siis tõmmatakse keermetähistuse välis- ja siseläbimõõtu tähistavad jooned poldi järgi (joon. 102), kus mutter on kujutatud läbilõigatuna (polti umbsé vardana pikisuunas ei lõigata).

Tavaliselt ei ulatu keere varda (poldi) või mõnikord ka augu ühest otsast teiseni, vaid lõpeb mingisugusel kaugusel varda otsast. Keerme lõppkohta tähistatakse joonisel pideva täisjoonega (nähtava kontuurjoonega) (joon. 102), kuid sageli ka pideva sirge joonega, mille jämedus on umbes pool pideva täisjoone jämedusest.



Joon. 102. Kruvipolt mutrisesse keeratuna. Meeterkeerme tähistamine joonisel.

Ka sümboolsel keerme kujutamisel peab joonestaja teadma, millised keermeprofiilid on olemas ja milliseid keermesid kasutatakse.

2. Kinnitus- ehk ühenduskruvide keermeprofiilid.

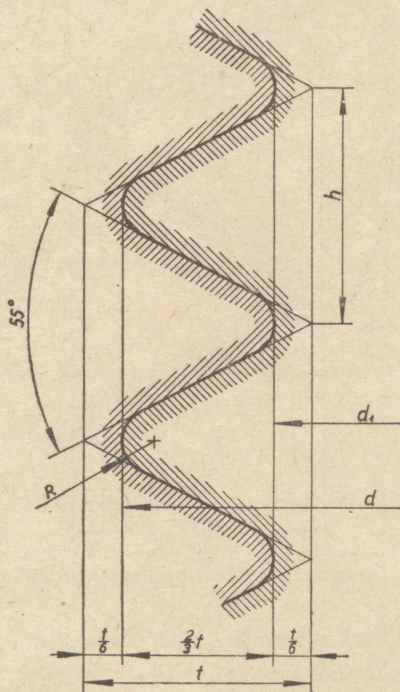
Kinnitus- ehk ühenduskruvide juures kasutatakse kolmnurkse põhi-
profiiliga keermesid ja nimelt:

- 1) tollkeeret — Whitworth'i süsteem, lühendatult SW või W,
- 2) meeterkeeret — internatsionaalne süsteem, lüh. SI.

1) Tollkeere ehk whitworth-keere on vanem keere, arenenud Inglismaal ja normitud tollmõõtude järgi. Joonisel 103 on kujutatud pikilõige whitworth-keermest. Keerme põhiprofiiliks on võrdhaarne kolmnurk profiili nurgaga 55° . Kolmnurga tipud, keerme hari ja põhi on kärbitud ühe kuuendiku võrra profiili kolmnurga kõrgusest t ja ümardatud raadiuse R järgi. Keerme tõus mm-tes $h = 25,4 : z$, kus z on keermete arv ühe tolli kohta. Profiili kolmnurga kõrgus $t = 0,96 h$ ja profiili harja ja põhja ümardusraadius $R = 0,137 h$.

Whitworth-keerme suurused on normitud läbimõõtude jaoks $\frac{1}{4}''$ kuni $6''$. Tabelis 1 on antud whitworth-keerme vajalikud andmed läbimõõtude jaoks $\frac{1}{4}''$ kuni $4''$.

Joonisel näidatakse keermes mõõtmetena mõõtjoonega ainult keermes välisläbimõõt ja mõõtarvuna kirjutatakse mõõtjoonele keermes välisläbimõõt tollides ja lihtmurrulistes tolli osades, näit. $1/2''$, $5/8''$, $1 1/4''$ jne. (joon. 100). Mõnikord märgitakse mõõtarvu ette läbimõõdumärk ja mõõtarvu taha tähed W või SW, millega rõhutatakse keermes kuuluvust Whitworth'i süsteemi. See on ülearune, sest juba tollides antud mõõtarv määrab keermes kuuluvuse Whitworth'i süsteemi. Kõik teised keermes mõõtmed ei huvita enam töölised, sest keermes lõigatakse vastavate tööriistadega.

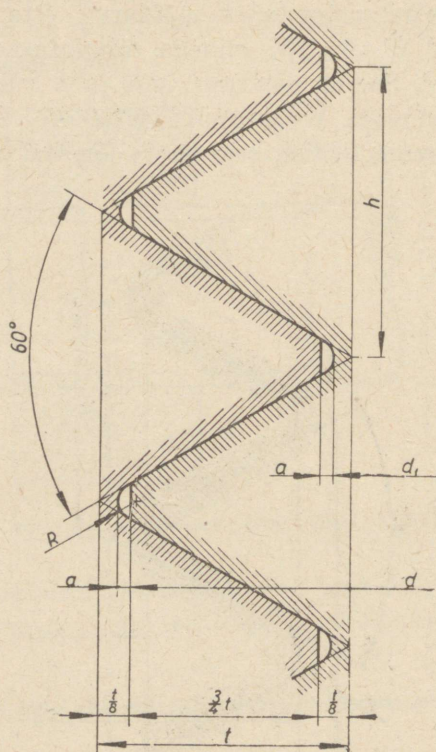


Joon. 103. Whitworth-keermes profiil.

2) Meeterkeermes on uuem keermes, mis on rajatud meetermõõdustikule. Joonisel 104 on kujutatud pikilõige meeterkeermesest. Keermes põhiprofiiliks on võrdhaarne kolmnurk profiili nurgaga 60° . Keermes hari on kärbitud ühe kaheksandiku võrra profiili kolmnurga kõrgusest t . Keermes põhi on ümardatud raadiuse R järgi. Keermes harja ja vastaskeermes põhja vahele jääb vaba vahe a . Keermes tõus h on antud mm-tes tabelis 2. Profiili kolmnurga kõrgus $t = \frac{h}{2} \sqrt{3} = 0,866 h$. Vaba vahe a suurus kõigub

piirides $0,054 h$ kuni $0,036 h$, olles keskmiselt $0,045 h$. Põhja ümardusraadiuse R keskmine suurus on $0,063 h$.

Meeterkeerme suurused on normitud läbimõõtude 1 kuni 80 mm jaoks. Tabelis 2 on antud meeterkeerme vajalikud andmed.



Joon. 104. Meeterkeerme profiil.

Meeterkeerme välisläbimõõtu näitavale mõõtjoonele kirjutatakse mõõtarsuna normidekohane keerme välisläbimõõt. Mõõtarsu ette kirjutatakse täht M, mis määrab keerme kuuluvuse meeterkeerme süsteemi, näit. M 24 joonisel 102.

Keermesüsteemi määramiseks kasutatakse keermekammi komplekti. Keermekammi komplekt on kimp plekist keermeprofiile, kus iga normitud keermeprofiili jaoks on vastav kamm, mis on varustatud selle keerme sümboliga, millise profiili järgi kammi serv on tehtud. Lihtsa võrdluse teel otsitakse kimbust profiil, mis langeb ühte määratava keerme profiiliga, ja loetakse vastavalt kammilt keerme sümbol.

Tavaliselt määrab joonestaja keermesüsteemi keerme mõõtmete võrd-

lemise keerme normitud andmetega. Selleks on tarvis mõõta keerme välisläbimõõt (poldil) või siseläbimõõt (mutril) ja otsida sellele vastav keere tabelitest. Kontrollida tuleb oletatava whitworth-keerme puhul keermete

T a b e l i.

Whitworth-keerme vajalikud andmed läbimõõtude $\frac{1}{4}$ " kuni 4" jaoks. Sulgudesse kirjutatud läbimõõdud on harva kasutatavad.

| K e e r m e | | | Keermete arv 1" kohta |
|--------------------|-------|----------------------------|-----------------------|
| välisläbimõõt d | | südamiku läbimõõt d_1 mm | |
| " | mm | | |
| $\frac{1}{4}$ " | 6,4 | 4,7 | 20 |
| $\frac{5}{16}$ " | 7,9 | 6,1 | 18 |
| $\frac{3}{8}$ " | 9,5 | 7,5 | 16 |
| ($\frac{7}{16}$ " | 11,1 | 8,8 | 14 |
| $\frac{1}{2}$ " | 12,7 | 10,0 | 12 |
| $\frac{5}{8}$ " | 15,9 | 12,9 | 11 |
| $\frac{3}{4}$ " | 19,0 | 15,8 | 10 |
| $\frac{7}{8}$ " | 22,2 | 18,6 | 9 |
| 1" | 25,4 | 21,3 | 8 |
| $1\frac{1}{8}$ " | 28,6 | 23,9 | 7 |
| $1\frac{1}{4}$ " | 31,8 | 27,1 | 7 |
| $1\frac{3}{8}$ " | 34,9 | 29,6 | 6 |
| $1\frac{1}{2}$ " | 38,1 | 32,7 | 6 |
| $1\frac{5}{8}$ " | 41,3 | 34,8 | 5 |
| $1\frac{3}{4}$ " | 44,5 | 37,9 | 5 |
| ($1\frac{7}{8}$ " | 47,6 | 40,4 | $4\frac{1}{2}$ |
| 2" | 50,8 | 43,6 | $4\frac{1}{2}$ |
| $2\frac{1}{4}$ " | 57,2 | 49,0 | 4 |
| $2\frac{1}{2}$ " | 63,5 | 55,4 | 4 |
| $2\frac{3}{4}$ " | 69,9 | 60,6 | $3\frac{1}{2}$ |
| 3" | 76,2 | 66,9 | $3\frac{1}{2}$ |
| $3\frac{1}{4}$ " | 82,6 | 72,5 | $3\frac{1}{4}$ |
| $3\frac{1}{2}$ " | 88,9 | 78,9 | $3\frac{1}{4}$ |
| $3\frac{3}{4}$ " | 95,3 | 84,4 | 3 |
| 4" | 101,6 | 90,8 | 3 |

arvu ühe tolli kohta (tabel 1) ja oletava meeterkeerme korral keerme tõusu h (tabel 2).

Kasutatakse mõlemaid keermesüsteeme olenevalt sellest, millise süsteemi järgi valmistatud keermelõikajad on ühel või teisel tehasel või töökojal olemas.

Euroopa kontinendil on üha enam levimas meeterkeere, kuna aga Inglismaal on kasutusel tollkeere.

T a b e l 2.

Meeterkeerme vajalikud andmed läbimõõtude 1 mm kuni 80 mm jaoks. Sulgudesse kirjutatud läbimõõdud on harva kasutatavad.

| K e e r m e | | K e e r m e tõus h mm | K e e r m e | | K e e r m e tõus h mm |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| välisläbimõõt d mm | südamiku läbimõõt d_1 mm | | välisläbimõõt d mm | südamiku läbimõõt d_1 mm | |
| 1 | 0,65 | 0,25 | 16 | 13,2 | 2 |
| 1,2 | 0,85 | 0,25 | (18) | 14,5 | 2,5 |
| 1,4 | 0,98 | 0,3 | 20 | 16,5 | 2,5 |
| 1,7 | 1,21 | 0,35 | 22 | 18,5 | 2,5 |
| 2 | 1,44 | 0,4 | 24 | 19,8 | 3 |
| 2,3 | 1,74 | 0,4 | 27 | 22,8 | 3 |
| 2,6 | 1,97 | 0,45 | 30 | 25,1 | 3,5 |
| 3 | 2,31 | 0,5 | 33 | 28,1 | 3,5 |
| 3,5 | 2,67 | 0,6 | 36 | 30,4 | 4 |
| 4 | 3,03 | 0,7 | 39 | 33,4 | 4 |
| (4,5) | 3,46 | 0,75 | 42 | 35,8 | 4,5 |
| 5 | 3,89 | 0,8 | 45 | 38,8 | 4,5 |
| (5,5) | 4,25 | 0,9 | 48 | 41,1 | 5 |
| 6 | 4,6 | 1 | 52 | 45,1 | 5 |
| (7) | 5,6 | 1 | 56 | 48,4 | 5,5 |
| 8 | 6,3 | 1,25 | 60 | 52,4 | 5,5 |
| (9) | 7,3 | 1,25 | 64 | 55,7 | 6 |
| 10 | 7,9 | 1,5 | 68 | 59,7 | 6 |
| (11) | 8,9 | 1,5 | 72 | 63,7 | 6 |
| 12 | 9,6 | 1,75 | 76 | 67,7 | 6 |
| 14 | 11,2 | 2 | 80 | 71,7 | 6 |

Tabel 3.

Torukeerme vajalikud andmed nimiläbimõõtude $\frac{1}{8}$ " kuni 3" jaoks.

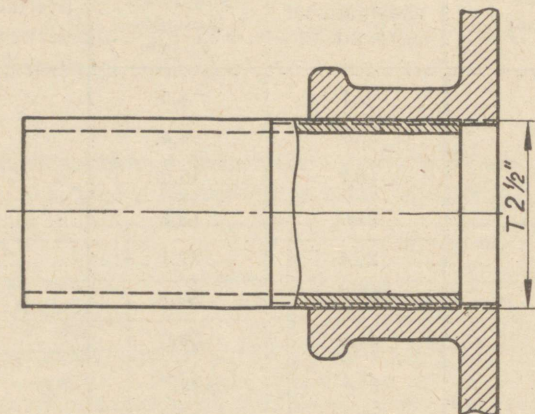
| Toru siseläbimõõt tollides | K e e r m e | | Keermete arv 1" kohta |
|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | välisläbimõõt d mm | südamiku läbimõõt d_1 mm | |
| $\frac{1}{8}$ " | 9,7 | 8,6 | 28 |
| $\frac{1}{4}$ " | 13,2 | 11,4 | 19 |
| $\frac{3}{8}$ " | 16,7 | 15,0 | 19 |
| $\frac{1}{2}$ " | 21,0 | 18,6 | 14 |
| $\frac{3}{4}$ " | 26,4 | 24,1 | 14 |
| 1" | 33,3 | 30,3 | 11 |
| $1\frac{1}{4}$ " | 41,9 | 39,0 | 11 |
| $1\frac{1}{2}$ " | 47,8 | 44,9 | 11 |
| $1\frac{3}{4}$ " | 53,7 | 50,8 | 11 |
| 2" | 59,6 | 56,7 | 11 |
| $2\frac{1}{4}$ " | 65,7 | 62,8 | 11 |
| $2\frac{1}{2}$ " | 75,2 | 72,2 | 11 |
| $2\frac{3}{4}$ " | 81,5 | 78,6 | 11 |
| 3" | 87,9 | 85,0 | 11 |

3. Toru- ehk gaaskeere.

Õhukese seinaga torudele ei saa lõigata vastava läbimõöduga normaalkeeret, sest see nõrgestaks lubamatult toru õhukest seinaga keermete suure sügavuse tõttu. Seepärast kasutatakse torude liitmiseks ja ka mitmel teisel erijuhul erilist madalat keeret, nn. toru- ehk gaaskeeret. Torukeere on põhikujult whitworth-keere, kuid peenem ja madalam kui sama läbimõöduga normaalkeere. Toru välispinnale lõigatud torukeere on normitud tollides või lihtmurrulistes tolli osades toru antud siseläbimõõdu järgi. Nii ei näita keermete nimiläbimõõtu (näit. $\frac{3}{4}$ ") mitte keermete tegelikku välisläbimõõtu, vaid normaalse gaasitoru siseläbimõõtu, mille välispinnale keere kuulub. Tabelis 3 on antud torukeerme tarvilikud andmed nimiläbimõõtude jaoks $\frac{1}{8}$ " kuni 3".

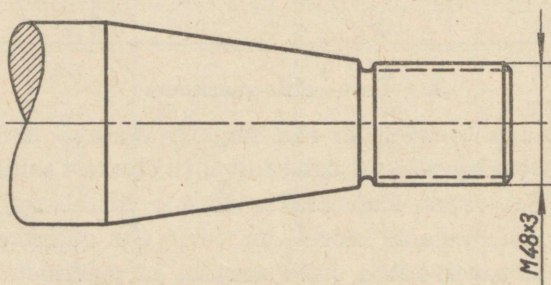
Torukeerme mõõtmena kirjutatakse joonisel keermete välisläbimõõtu näitavale mõõtjoonele toru nimiläbimõõtu (siseläbimõõtu) tollides või tolli lihtmurrulistes osades. Nimiläbimõõdu mõõtjarvule kirjutatakse ette täht „T“ või sõna „Toru“, mis määrab keermete iseloomu (torukeere joon.105).

Sageli kirjutatakse nimiläbimõõdu mõõtarvule ette täht „G“ (lühend sõnast „gaaskeere“) või täht „R“ (lühend sõnast „Rohrgewinde“).



Joon. 105. Torukeerme tähistamine joonisel.

Analoogiliselt torukeermele tollisüsteemis (Whitworth'i süsteemis) on kasutusel peenem ja seega ka madalam keere meetersüsteemis, nn. peenmeeterkeere. Peenmeeterkeerme märkimiseks joonisel kirjutatakse keerde



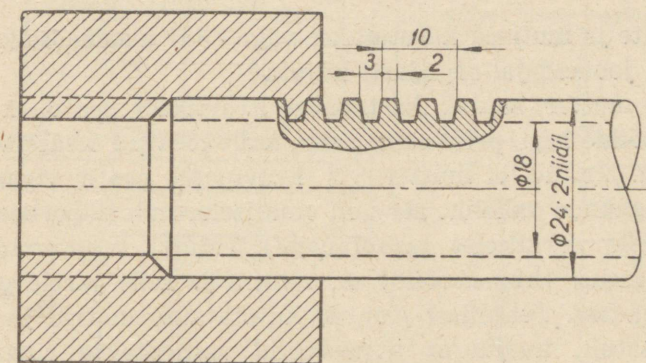
Joon. 106. Peenmeeterkeerme tähistamine joonisel.

välisläbimõõdu mõõtarvule ette täht „M“, mis määrab keerde kuuluvuse meetersüsteemi (profiili nurk 60°), ja mõõtarvu taha korrutusmärgi „x“ järele keerde tõus mm-tes (joon. 106).

4. Jõu- ja liikumiskruvide keermeprofiilid.

Jõu- ja liikumiskruvide puhul kasutatakse nelikant- ehk kvadraat-, trapets-, saag- või poolümara profiiliga keermesid. Need loetletud keermesed on üldiselt ka normitud nii oma kuju kui märkimisviiside poolest joonisel.

Et niisuguste keermetega detaile ei valmistata turukaubana, vaid mõne kindla eriotstarbe jaoks ja just treimise teel, siis ei ole põhjust igakord kinni pidada normidest, sest norme pole sageli töölisel käepärast ja tavaliselt näidataksegi niisuguste keermete kuju ja suurused joonisel, mis on keerme lihtsa kuju ja küllalt jämeda iseloomu tõttu kergesti läbiviidav.



Joon. 107. Kahekordse keermega trapetskeere.

Joonisel 107 on kujutatud kahekordse keermega (vt. „Erikeermed“) trapetskeere välisläbimõõduga 24, siseläbimõõduga 18, harja laiusega 2, aluse laiusega 3 ja tõusuga 10 mm.

Kui keerme profiili kujutamine või mõõtmega varustamine detaili kohtlõikel (joon. 107) on tülikas, siis kujutatakse mõni keerme profiil detaili vaate kõrval suurendatud kohtvaatena.

5. Erikeermed.

Tavalise kinnituskrugi keere on hüvapidine (paremakäeliselt keeratav). Suhtelise ringliikumisega masinaosade puhul võib hõõrdjõud hüvapidise keermega mutri või poldi lahti keerata, kui liikumise ja seetõttu ka hõõrdjõu suund on lahtikeerav. Selle võimaluse vältimiseks kasutatakse neil juhtudel ja veel mõnel erijuhul (pingutusluku puhul) vasakpidise keermega (vasakukäeliselt keeratavat) krugi. Et määrata joonisel sümboliseeritult kujutatud keerme hüvak- või vasakpidist iseloomu, kirjutatakse keerme välisläbimõõtu määrava mõõtarvu taha sõna „vasak“.

Kõik kinnituskrugid on ühekordse keermega. Jõu- ja liikumiskrugide puhul, kus on tähtis krugi kasutegur või liikumise kiirus, kasutatakse sageli mitmekordse keermega kruvisid, s. o. kruvisid, kus mitu samasuguse profiiliga keeret kulgeb silindrilisel pinnal (varda välispinnal või

augu sisepinnal) paralleelselt, kusjuures iga keere moodustab omaette kruviniidi. Joonisel määratakse mitmekordse keermega kruvi keermete arv märkusega keerde välisläbimõõtu määrava mõõtarvu taga (joon. 107).

Keerde välisläbimõõdu mõõtarv ilma märkusega ütleb joonise lugejale, et keere on hüvakkordne ja ühekordne.

6. Mutrid ja kruvipoldid.

Kruvipolte ja mutreid kasutatakse väga tihti masinaosade liitmiseks ja neid tuleb joonestajal sagedasti kujutada.

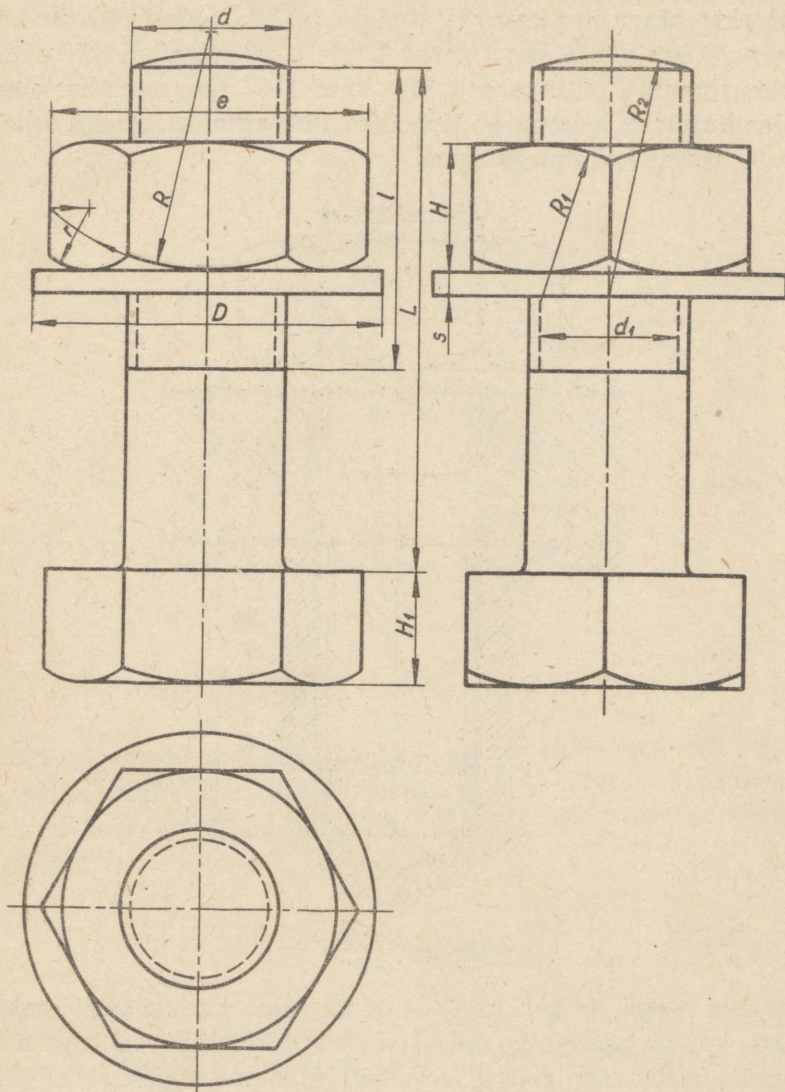
Tavaline mutter, samuti ka tavalise kruvipoldi pea on korrapärase kuusnurkse põiklõikega prismaline keha, mille teravad otsaservad on kooniliselt maha treitud, et mutter või kruvipoldi pea ei vigastaks käsi. Koonuse ja tahkude vaheline serv on oma iseloomult hüperbool (koonuse lõikejoon teljele paralleelse tasapinnaga). Mutri kujutamine joonisel tema täpses kujus (hüperboolid) on tülikas ja selle järele pole mingit tegelikku vajadust. Tehnilisel joonisel kujutatakse mutrid ja kruvipoldi pead lihtsustatult, kusjuures hüperboolid asendatakse ringi kaartega (joon. 108).

Nii mutrid kui ka kruvipoldi pead on normitud keerde välisläbimõõdu järgi ja massartiklitena müügil. Seepärast kujutatakse poldid ja mutrid joonisel küll lihtsustatud kujul, kuid siiski normidekohastes mõõtmetes. Mõõtmetena märgitakse joonisel normaalmutrule juurde ainult keerde normidekohane välisläbimõõt ja normaalsele kruvipoldile lisaks keerde välisläbimõõdule poldi pikkus, arvatuna poldi pea alt kuni poldi silindrilise osa lõpuni L , ja keermestatud osa pikkus l (joon. 108), kuna kõik teised mõõtmed on normidega määratud ja üleaarused.

Et joonestajal ei ole igakord käepärast vastavaid norme, siis on järgnevas antud poldide ja mutrite kujutamiseks tarvilikud umbkaudsed vahekorrad joonisel 108 näidatud suuruste jaoks.

| | |
|--|------------------------|
| Keerde välisläbimõõt | d |
| Keerde siseläbimõõt | $d_1 = 0,85 d$ |
| Mutri kõrgus | $H = 0,8$ kuni $1,0 d$ |
| Mutri ja ka poldipea läbimõõt | $e = 1,8$ kuni $2,0 d$ |
| Mutri ja poldipea keskmise tahu piirjoonte raadiused kolmetahulisel vaatel | $R = 0,75 e$ |
| Mutri ja poldipea tahkude piirjoonte raadiused kahetahulisel vaatel | $R_1 = d$ |
| Poldipea kõrgus | $H_1 = 0,7 d$ |

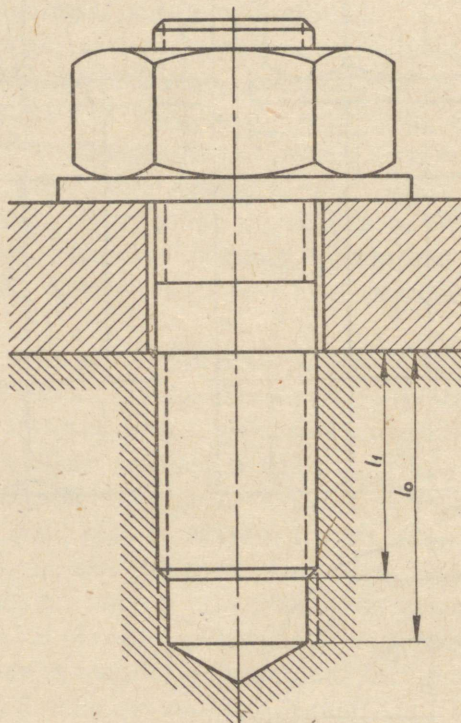
| | |
|---------------------------------|---------------|
| Poldi otsa kumerusraadius | $R_2 = 1,5 d$ |
| Alusseibi läbimõõt | $D = 2,2 d$ |
| Alusseibi paksus | $s = 0,15 d$ |



Joon. 108. Kruvipolt mutri ja alusseibiga. Mutri ja poldipea hüperboolid on asendatud ringi kaartega.

Tikkpolt, milleks nimetatakse silindrilist varrast, mille mõlemasse otsa on lõigatud keere (joon. 109), on samuti tihti kasutatav liite-element.

dina. Tikkpoldi kujutamisel tuleb meeles pidada, et auku lõigatava keerme viimased ringid augu põhjas ei saa puhtad ja täielikud ning tikkpolti ei ole tavaliselt võimalik keerata otsaga vastu augu põhja. Seepärast on tikkpoldi auku keeratava otsa keermestatud osa pikkus l_1 alati väiksem kui augu sügavus l_0 . Augu põhja kuju oleneb puuri otsa kujust. Kuigi puuri koonilise otsa tippnurk on tavaliselt 110° kuni 118° , joonestatakse augu koonilist otsa kujutava kolmnurga tipp ikka 120° -sena, kasutades selleks ots-
tarbeks $30/60^\circ$ -se kolmnurga servi.

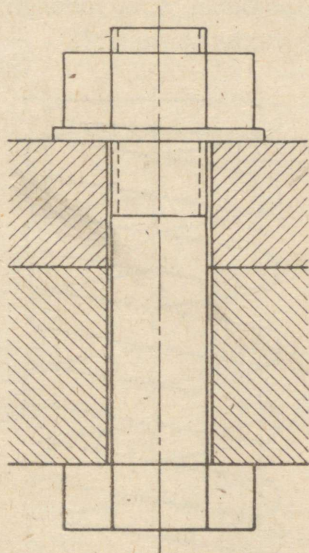


Joon. 109. Tikkpolt.

Tavalist mutrit ja ka kruvipolti ei kujutata kunagi läbilõigatuna, ka siis mitte, kui see asetseb komplektjoonisel lõiketaspinnal, sest nii mutri kui ka poldi vaade on selgem ja iseloomustavam kui lõige.

Tavaliselt kujutatakse nii mutter kui ka poldipea kolmetahulises vaates, sest see on kõige selgem ja iseloomustavam. Ainult siis, kui selleks on eriline põhjus (mutri või poldipea pidurdamise tingimuste või pööramise võimaluste näitamine jne.), joonestatakse mutter või poldipea kahtahulises vaates või pealtvaates.

Komplektjoonistel, kus tihti esineb rida samasuguseid polte mutritega (äärikuti, kaante jne. kinnituspoldid), näidatakse joonisel ainult üks polt mutriiga kõige iseloomustavamal kohal ja seejuures muidugi kolmetahulise poldipea ja mutri vaatega. Teistel vaadetest pole mõtet polte korrata, nad jäetakse joonestamata ja poltide arv määratakse arvuga tükitabeli vastavas lahtris.



Joon. 110. Kruvipolt lihtsustatult joonestatuna.

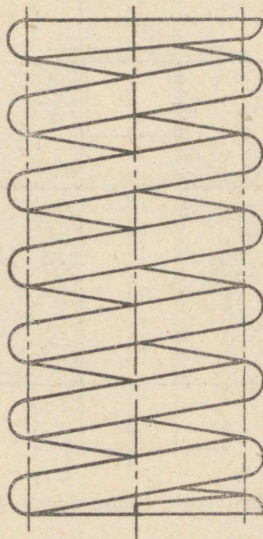
Komplektjoonistel, mis tavaliselt on tehtud vähendatud moodsuhtes, loobutakse harilikult nii mutri kui ka poldipea tahkude kujutamise ringi kaartega ja mutri tahud näidatakse töö kokkuhoiu mõttes riskülikutena (joon. 110).

B. Vedrud.

Vedruke keerulise kuju tõttu on nende kujutamine joonisel moonutamatuina väga tülikas ja nõuab joonestajalt palju ülearust tööd ja vaeva. Tehnilisel joonisel kujutatakse vedru lihtsustatult või isegi sümboolselt.

Kruvijooneliste vedrude ehk nn. silindriliste vedrude joonestamisel tõmmatakse vedru keeru kontuurid sirgjoonelistena (joon. 111). Vaatamata sellele moonutusele vedru keeru kujus on vedru oma üldkuju poolest määratud ja tuntav. Töö kokkuhoiu ja vedru keeru (mähise) põik-

lõike selgema näitamise eesmärgil püütakse üksikuna joonestatav vedru kujutada läbilõigatuna tasapinnaga, mis läbib vedru geomeetrist telge (kesktelge) (joon. 112 ja 113). Kui silindrilise vedru keerude arv on üle nelja, siis on küllaldane joonestada vedru mõlemast otsast välja vaid üks kuni kaks keerdu (joon. 112 ja 113) ja vedru keskmine osa kujutada sümboolselt punkt-kriips-tüüpi joonega, mille jämedus ja kriipsu pikkus on sama, mis kriipsjoonel, s. o. joonega, millega kujutatakse eeltoote ja pealejoonestatud vaate kontuurid.

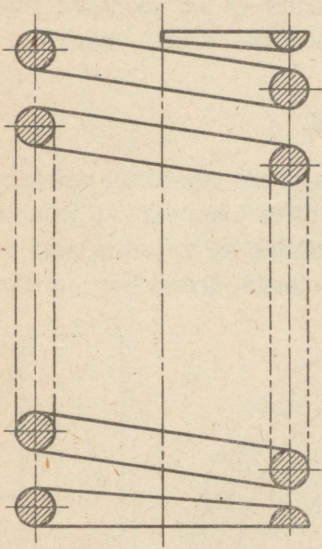


Joon. 111. Silindriline vedru. Vedru kruijoonelised keerud on kujutatud sirgjoontega.

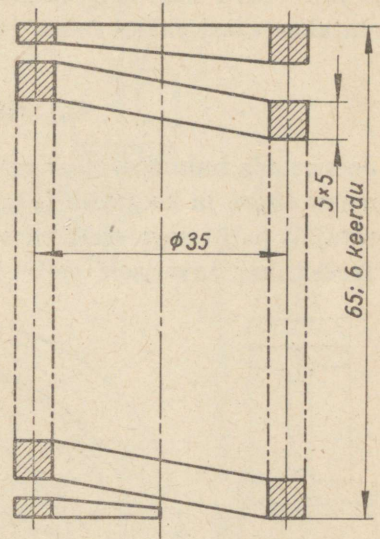
Kui vedru keeru (mähise) põiklõike läbimõõt või paksus kujuneb joonisel väiksemaks kui 2 mm, siis tuleb keeru põiklõike kujutada mustana (täidetuna, joon. 114), sest nii väikest või kitsast lõikepinda pole enam võimalik viirutamise selgelt ja ilmekalt tähistada. Mustana kujutatud põiklõikega vedru keskmine osa kujutatakse sümboolselt vaid telgjoonega (joon. 114). Komplektjoonise osana on soovitatav mustana kujutatud põiklõikega vedrust välja joonestada ainult keeru põiklõiked ja pikemal vedrul keskmist osa tähistav telgjoon, aga mitte keerude tagumised kontuurid (joon. 115), kuigi need võivad olla tegelikult nähtavad.

Kui vedru keeru põiklõike läbimõõt või paksus on väiksem kui 1 mm, siis tuleb tööjoonisel vedru kujutada suuremas mõõduvahekorras ja komplektjoonisel hoopis skemaatilisel.

Silindrilise vedru mõõtmeterina antakse joonisel keeru põiklõike mõõtmed (läbimõõt või ristkülikulise põiklõike puhul ristküliku külje pikkused) ja põiklõike keskjoone läbimõõt — silindrilise pinna läbimõõt, mil-

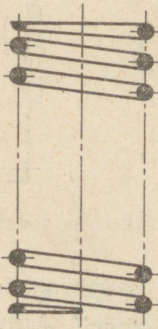


Joon. 112. Ümmarguse keeru põiklõikega silindrilise vedru läbilõigatuna. Vedrust on välja joonestatud vaid otsad.

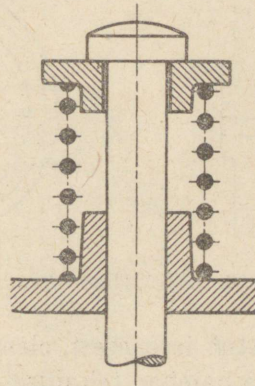


Joon. 113. Ruudukujulise keeru põiklõikega vedru läbilõigatuna. Vedru keerdude arv kirjutatakse vedru vaba pikkuse mõõtarvu taha.

lel asetsevad põiklõike tsentrid. Vedru pikkusena antakse joonisel vedru vaba (pingutamata) pikkus. Kui vedru keskmine osa on joonestatud



Joon. 114. Vedru keeru põiklõike kujutamise mustana.



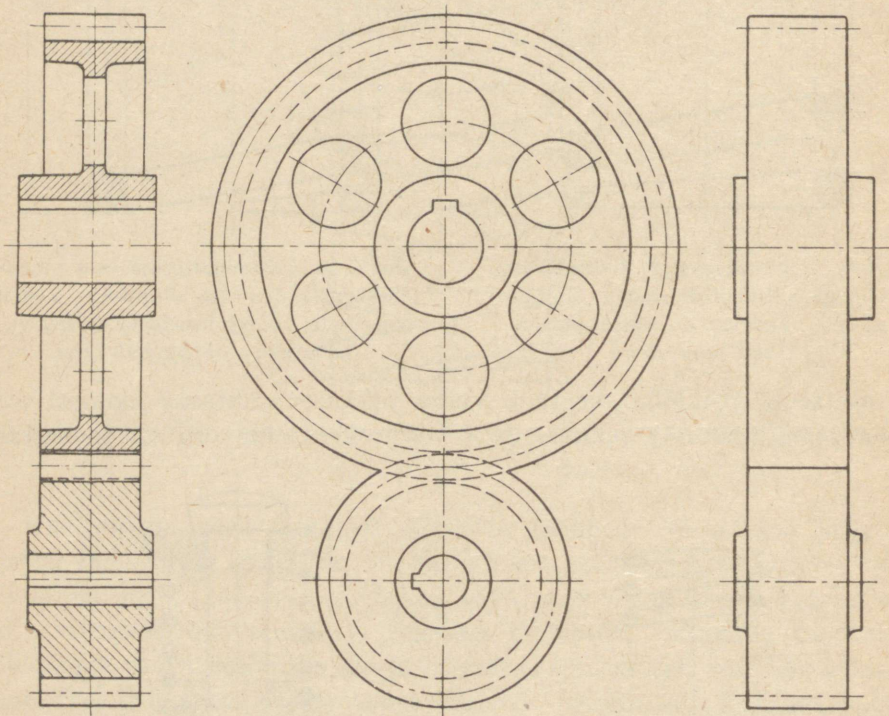
Joon. 115. Mustana kujutatud põiklõikega vedru komplektjoonisel.

sümboolselt ja vedru keerdude arv ei selgu jooniselt, siis on tingimata tarvilik kirjutada keerdude arv vedru vaba pikkuse mõõtarvu taha (joon. 113).

Kuigi vedru keerdude suund (mähkimissuund) on jooniselt loetav, kirjutatakse vasakpidise vedru juurde tavaliselt veel sõna „vasak“.

C. Hammasrattad.

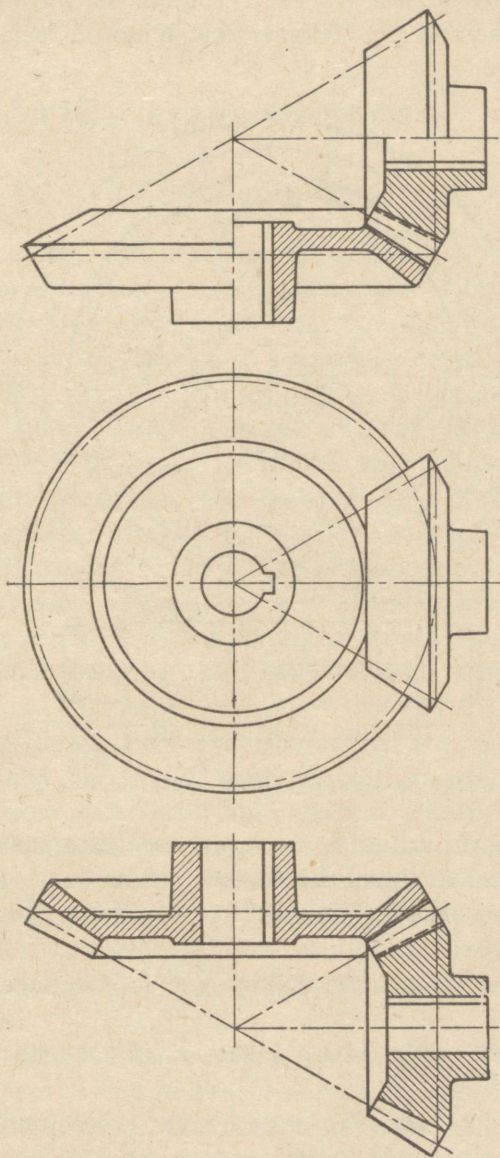
Joonestada hammasrattast niisugusena, nagu see tegelikult paistab, on hammaste täpse ja keerulise (evolvent) kuju tõttu väga tülikas ja nõuaks joonestajalt palju aega ning vaeva. Selleks puudub ka vajadus, sest hambad freesitakse tavaliselt selle jaoks valmistatud freesidega ja hamba



Joon. 116. Silindriliste hammasrattaste paar konstruktiivse joonisena.

kuju moodustub iseenesest, olenevalt freesi kujust. Seepärast kujutatakse hammasratta hambad tehnilisel joonisel alati sümboolselt. Ainult valatud (tooreste) hammastega hammasratta joonisel joonestatakse mõni hammas välja, mis on vajalik mudeli valmistamiseks.

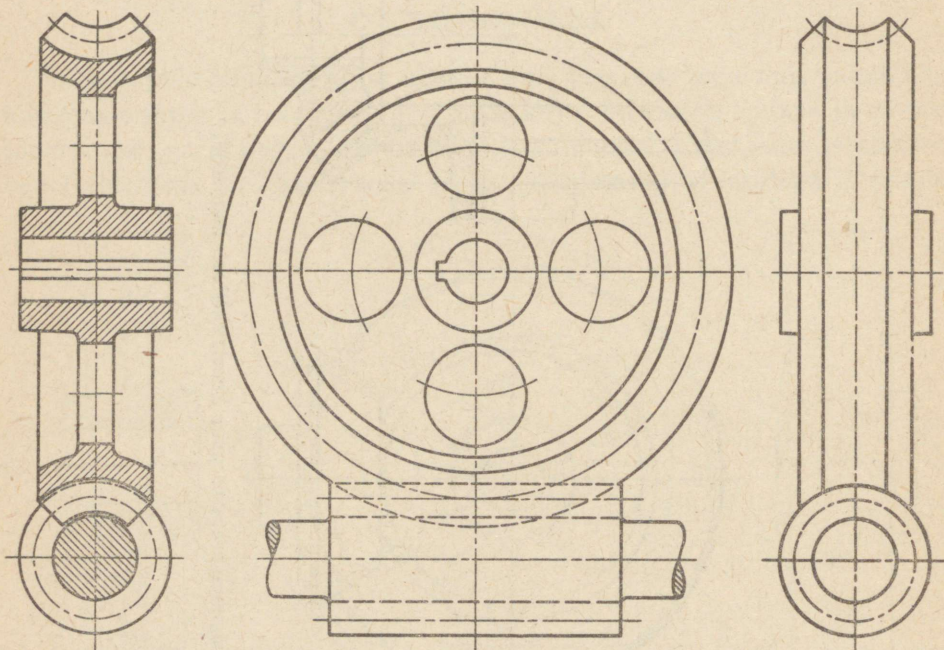
Et hammaste joonestamiseks on tarvilikud eelteadmised hammaste kujust (hammasprofiilidest), siis on käesolevas raamatus piirdutud vaid mõne näitega hammaste sümbolsest kujutamisest. Hammasvöö varusta-



Joon. 117. Koonushammasratate paar konstruktiivse joonisena.

mine mõõtmetega nõuab eelteadmisi hammaste valmistamisest, mispärast on ka sellest siinkohal loobutud.

Joonisel 116 on kujutatud konstruktiivse joonisena ilma mõõtmeteta silindriliste ehk lauphammasrataste paar, mille täislõige on joonestatud vasakule poole ja külgsuure (ainult komplektjoonistel esinev) paremale poole eestvaatest (keskmisest vaatest). Tööjoonisel kujutatakse hammasrattad täis- või vähemalt poollõikena, sest lõige on iseloomustavam kui vastav vaade.



Joon. 118. Tigu ja tiguratta paar konstruktiivse joonisena.

Joonisel 117 on kujutatud koonushammasrataste paar ja joonisel 118 tigu ja tiguratta paar konstruktiivsete joonistena.

Hammaste sümbolisel kujutamisel konstruktiivsel joonisel pööratagu tähelepanu järgmisele:

- 1) Hambapeade ring tõmmatakse pideva täisjoonena — nähtava kontuurjoonena.
- 2) Hambatüvede ring tõmmatakse kriipsjoonena — nähtamatu kontuurjoonena.
- 3) Hammasratāste alg- ehk veerpinnad (veersilindrid, veerkoonused) kujutatakse peene punkt-kriips-joonega, nn. telgjoonega.
- 4) Hammasratāste lõigetel joonestatakse hambad lõikepinnal asetsevaina, kuid neid ei viirutata.

VIII. Joonise valmistamine.

1. Vabakäe-visand.

On loomulik, et iga detaili või seadet, millest on tarvis teha joonist, ei saa tuua joonestusbüroosse joonestaja lauale. Detail võib olla selleks liiga suur, võib olla kinnitatud hoone või aluse külge ja on sageli määratud ja roostetanud. Seepärast teeb joonestaja detailist koha peal vabakäe-visandi ehk skitsi, mille järgi ta hiljem teeb joonestusbüroos joonise. Seega on vabakäe-visand joonis joonestajale, sisaldades kõik detaili joonestamiseks vajalikud andmed — täpse kuju ja suurused, pindade iseloomu jne. Vabakäe-visand ongi juba täielik joonis, kuid paljude vabadustega, mis tulenevad visandi rasketest valmistamistingimustest ja millede piiramiseks puudub vajadus. Sageli tuleb visand valmistada väljas püsti seistes, kasutades paberi alusena tükikest vineerplaati ja abinõudena vaid pehmet pliatsit ja kummit ning detaili suuruste mõõtmiseks muidugi ka mõõtmisvahendeid. See ongi joonestaja varustus visandi valmistamisel.

Vabakäe-visandil jooni vaba käega tõmmates ei saa küll sirgjooned sirged ja ringjooned tulevad lapergused, kuid kasutades kummit saab vabakäe-visandil joone iseloomu ikkagi näidata. Tähtis on see, et visandi järgi oleks hiljem võimalik joonist valmistada. Samuti ei ole visandit võimalik valmistada kindlas mõõdusuhtes, milleks puudub ka vajadus. Visandi kiiremaks ja selgemaks lugemiseks on tarvilik, et visand oleks enam-vähem õigetes proportsioonides, milline nõue ei tee joonestajale peale väikest šellekohast harjutamist ja õige joonestamisjärjekorra kasutamist raskusi.

Et visand tehakse joonise valmistamiseks, siis on visandil sallitavad mõõtmed, mis määravad detaili suurused geomeetriliselt juhul, kui tehniliste, s. o. valmistamiseks vajalike mõõtmete leidmine nõuaks palju aega. Nii ei hakata visandi valmistamisel määrama suurema raadiusega ringi kaare raadiust ja tsentrit, mis on valmistamisel vajalik. Aja kokkuhoiu mõttes mõõdetakse mitme kaare punkti koordinaadid, s. o. kaugused

mõnest kindlast joonest või omavahel, ja saadakse visandil mõõtjoonte parv mõõdetud vahedega. Hiljem büroos valmistatavale joonisele märgitakse kõik visandil koordinaatidega (mõõtmetega) määratud kaare punktid. Kaare raadius R leitakse joonisel katselisel teel. Mõõtmetena märgitakse joonisele kaare raadius R ja vajaduse korral ka kaare tsentri koordinaadid. Visandile märgitud kaare punktide koordinaadid jäetakse ülearusena joonisele märkimata.

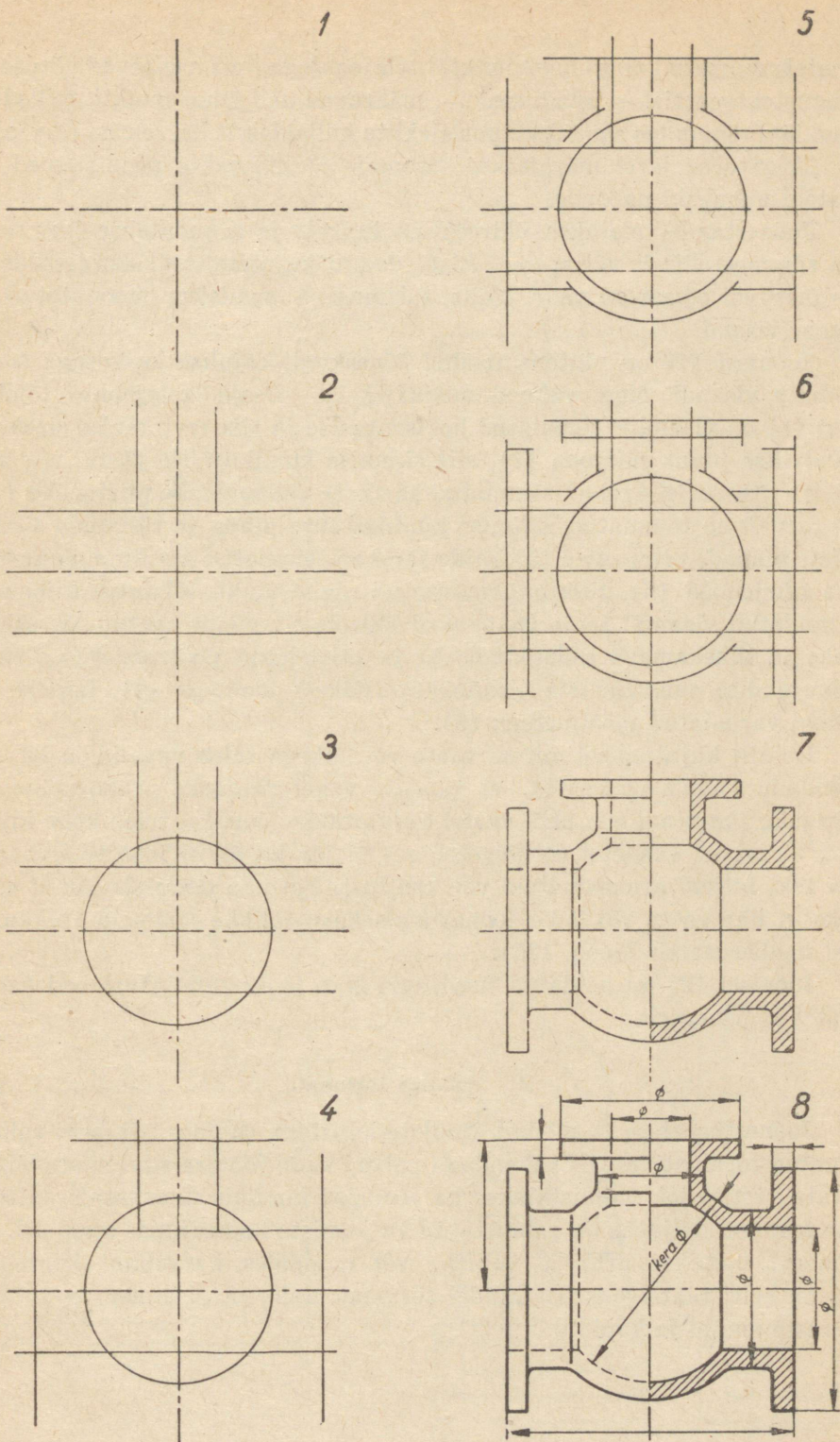
Visand tehakse tavalisele valgele kirjutuspaberile formaadiga $a4$ (203×288 mm), kuna suuremaid formaate (lehti) oleks visandi valmistamise tingimustes tülikas kasutada. Kui detail on suurem ja keerulisema kujuga ning nõuab täielikuks kujutamiseks mitut vaadet, lõikeid jne., siis tehakse visand mitmele lehele ja kirjutatakse igale lehele peale, missugune vaade või lõige on sel lehel kujutatud.

Selge ja loomutruu visandi saamise eelduseks on õige joonestamisjärjekorra kasutamine.

Ennekõike tuleb joonestajal joonestatava detaili vaatlemisega selgitada detaili kuju iseärasused ja kindlaks määrata, mitu vaadet ja lõiget ja millised on tarvilikud detaili kuju ja suuruste täielikuks ning selgeks määramiseks.

Detailid ja seadmed on tavaliselt korrapäraste geomeetriliste kehade ja nende osade (risttahukas, prisma, püramiid, silinder, koonus, kera jne.) liitkehad ja nende vaated on geomeetriliste kujundite ja nende osade (püstkülik, kolmnurk, trapets, ring jne.) liitkujundid. Vaadete arendamine al g k u j u n d i t e k a u d u aitab palju kaasa visandi kujunemisele selgeks ja loomutruuks. Niisugused algkujundid joonestatakse esialgselt õrna joonega ja hiljem kustutatakse kummiga ülearused kohad, kusjuures allesjäävad jooned tõmmatakse suurema selguse saamiseks tugevama joonega üle. Joonisel 119 näidatud õoneskuuli-kujulise torukolmiku visandi valmistamise käiku jälgides selgub, milline tähtsus on visandi arendamisel algkujundite (püstküliku, ringi) kaudu loomutruu ja selgema visandi saamiseks.

Joonestamist alatakse detaili sümmeetriatasapindu kujutavate telgjoonte tõmbamisega, kui need on olemas. Telgjoonte tõmbamisega määratakse kindlaks vaadete asukohad paberil, et vaated paberile mahuksid ja nende omavaheline asetus oleks õige. Telgjooned aitavad kaasa vaate kujunemisele loomutruuks, eriti sümmeetria ja õigete proportsioonide tabamisel. Telgjooned teevad proportsioonide vead silmapaistvaks ja võimaldavad nende õigeaegset kustutamist ning parandamist. Ringjoonte tõmbamiseks vaba käega on ristlevad telgjooned tingimata vajalikud. Telg-



Joon. 119. Torukolmiku visandi valmistamise järjekord.

joontele märgitud ringi lõikepunktid telgjoontega, mis asetsevad võrdsetel kaugustel tsentrist — raadiused —, määravad neli ringi punkti, milledest ringi läbi tõmmates saadakse ilma sirklita küllaldaselt korrektne ringjoon.

Telgjoonte järel märgitakse visandile algkujundite peamõõtmed, et vaated mahuksid paberile.

Joonestamist alatakse üldreeglina keskelt ja arendatakse igas suunas sümmeetriliselt väljapoole. Alata detaili kujutamist ükskõik millisest nurgast või otsast on väär. Selle tulemusena saadakse moonutatud ja segane visand.

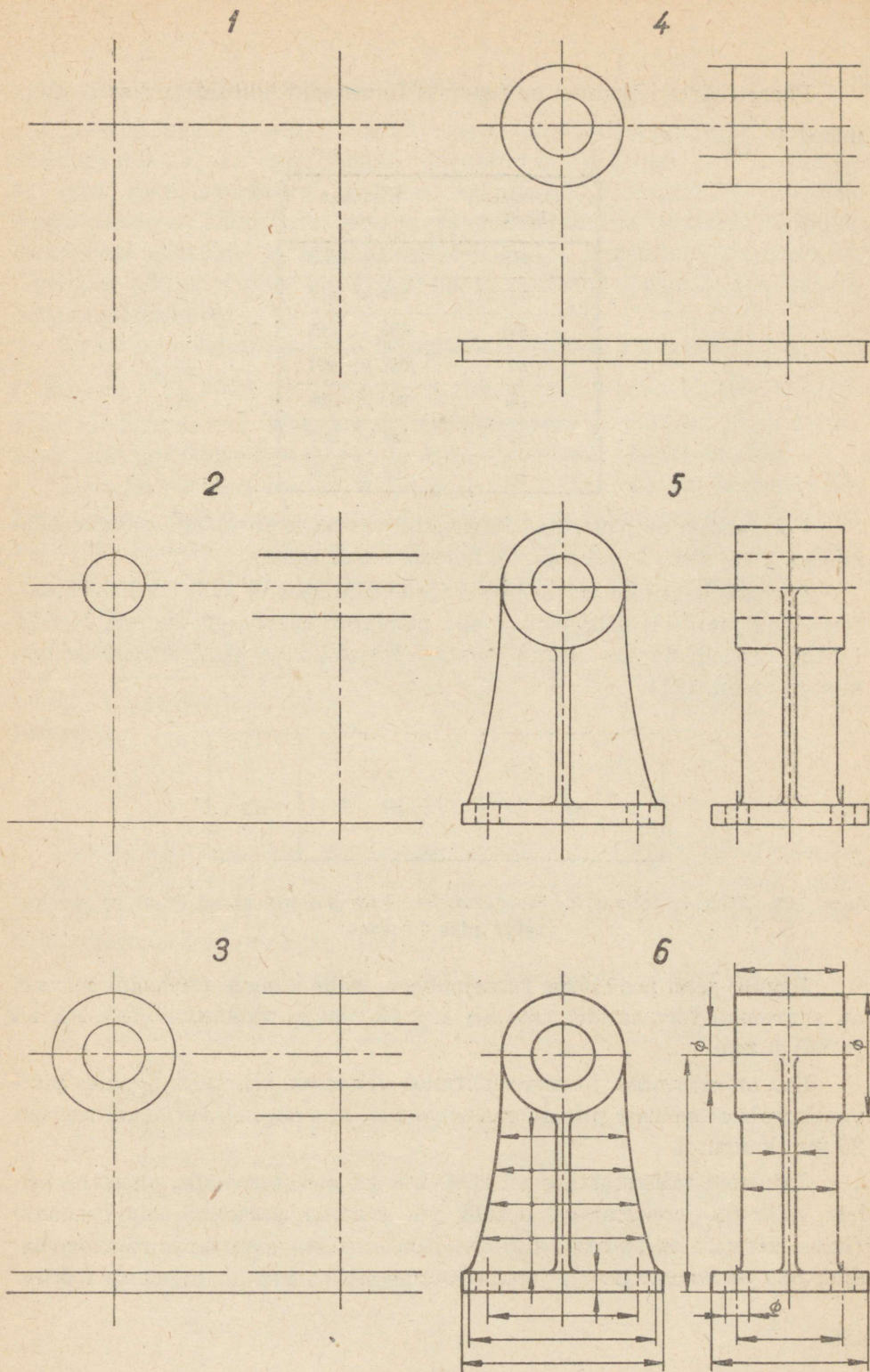
Joonisel 119 on näitena toodud õoneskuuli-kujulise keskosaga torukolmiku visandi õige valmistamisjärjekord. Peale telgjoonte tõmbamist (1) on visandile tõmmatud horisontaalse ja siis vertikaalse sisemise silindrilise pinna piirjoon (2), siis sisemise kuulikujulise pinna piirjoon (ring) (3), mille järel on tõmmatud äärikute välispindade piirjooned (4). Järgnevalt on tõmmatud välimise kuulikujulise pinna ja välimiste silindriliste pindade piirjooned (5), mille järel on tõmmatud äärikute algkujundite piirjooned (6). Siis on kustutatud algkujundite ülearused jooned, kujundatud visandil teine vaate pool lõikeks sisemiste kontuuride selgemaks ja ilmekamaks esiletõstmiseks ja täiendatud poolvaadet-poolõiget algkujundite omavaheliste ülemineku- (lõike-) joontega (7). Lõpuks on visand varustatud mõõtmetega (8).

Detaili kujutamisel mitme vaate või lõikega tuleb vaateid ja lõikeid arendada s a m a a e g s e l t, et vaadete vahel valitseks proportsioonide kooskõla. Iga pind, mis ühel vaatel kujutatakse joonega, tuleb kohe kujutada ka teistel vaadetel või lõigetel, siis ei jää ka ükski joon tõmbamata ega teki hiljem arusaamatusi või kahtlusi. Paljude detailide puhul saadaksegi ühe vaate või lõike joonestamiseks vajalikke andmeid (pikkusi) just naabervaateilt (joon. 125).

Joonisel 120 on näidatud tugilaagri õige joonestamisjärjekord kahes vaates samaaegselt.

2. Joonise formaat.

Joonestuspaber on müügil kindlate laiustega rullides või isegi valmis lõigatud formaatides. Et vähendada paberi kadu joonise suuremate lõigatavate äärte näol, valmistatakse ka joonised kindlais formaatides. Kindlate formaatide jaoks on valmistatud ka jooniste kopeerimise seadmed. Et joonised hoitakse arhiivis rullides või mappides, harvemini köidetult, siis on eriti tähtis jooniste kindel formaat, mille järgi dimensioonitakse jooniste mapid ja kapid.



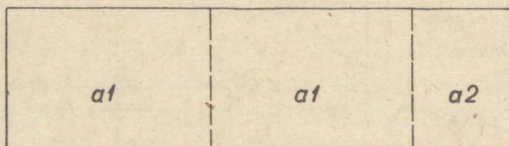
Joon. 120. Pukklaagri visandi valmistamise järjekord.

Pärast ärte lõikamist on jooniste formaadid normide kohaselt järgmised ($\frac{OCT}{BKC}$ 7532):

| Formaadi tähistus | Formaat cm |
|-------------------|------------|
| a0 | 814 × 1152 |
| a1 | 576 × 814 |
| a2 | 407 × 576 |
| a3 | 288 × 407 |
| a4 | 203 × 288 |
| a5 | 144 × 203 |
| a6 | 101 × 144 |

Formaadist a0 suuremad formaadid saadakse formaadi a0 suurendamisega 2 või 4 korda pikema või lühema serva suhtes.

Pikkade detailide ja seadmete joonestamiseks ei sobi tihti normaalformaadid, mille laiused võivad olla mõnikord ülearuselt suured. Nendel juhtudel moodustatakse pikad joonise formaadid normaalformaatide liitmisega (joon. 121).



Joon. 121. Pikkade formaatide moodustamine. Formaateidest a1, a1 ja a2 on moodustatud pikk formaat.

Joonise pind piiratakse raamjoonega, mille kaugus formaadi servast on suuremail formaatidel (a0, a1, a2) 10 mm ja väiksemail (a3, a4, a5 ja a6) 5 mm.

Kui on ette näha jooniste köitmise võimalus, siis tuleb joonise pind vasakpoolsest servast piirata raamjoonega, mis asetseb formaadi servast 25 mm kaugusel.

Jooniseid valmistatakse nii rõht- kui ka püstformaadis, olenevalt sellest, millised joonestatava detaili või seadme gabariidi dimensioonid (laius, kõrgus) on suuremad. Üldiselt eelistatakse joonestada rõhtformaadile, mis on mugavam nii joonise valmistamise kui ka lugemise mõttes.

3. Mõõdusuhe.

Detailid või ka seadmed püütakse joonestada loomulikus suuruses, s. o. mõõdusuhtes 1 : 1, mis annab joonestatud detailist või seadmest ja eriti selle suurustest selgeima kujutluse. Joonestamine suurtele formaatidele on kallis, nõuab palju paberit, on tülikas ja sageli ülearune. Suuremate detailide ja seadmete joonestamine loomulikus suuruses on tegelikult võimatu. Suuremad detailid ja seadmed joonestatakse vähendatud mõõdusuhtes.

Lubatud mõõdusuhted vähendamiseks joonistele masinaehituse alal on järgmised ($\frac{O_{JT}}{B_{KC}}$ 7533) : 1 : 2; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 20; 1 : 50; 1 : 100 jne. Eri- lise vajaduse korral lubatakse ka mõõdusuhteid 1 : 2,5; 1 : 25 ja 1 : 75. Kõik teised mõõdusuhted on joonistel masinaehituse alal lubamatud.

Detailid või seadmed võivad olla ka liiga väikesed või keerulise ku- juga selleks, et neid saaks joonestada selgelt loomulikus suuruses. Selgema kujutluse saamiseks detailist tekib tihti vajadus joonestada detail suu- rendatud mõõdusuhtes. Lubatud mõõdusuhted suurendamiseks on 2 : 1; 5 : 1; 10 : 1 jne.

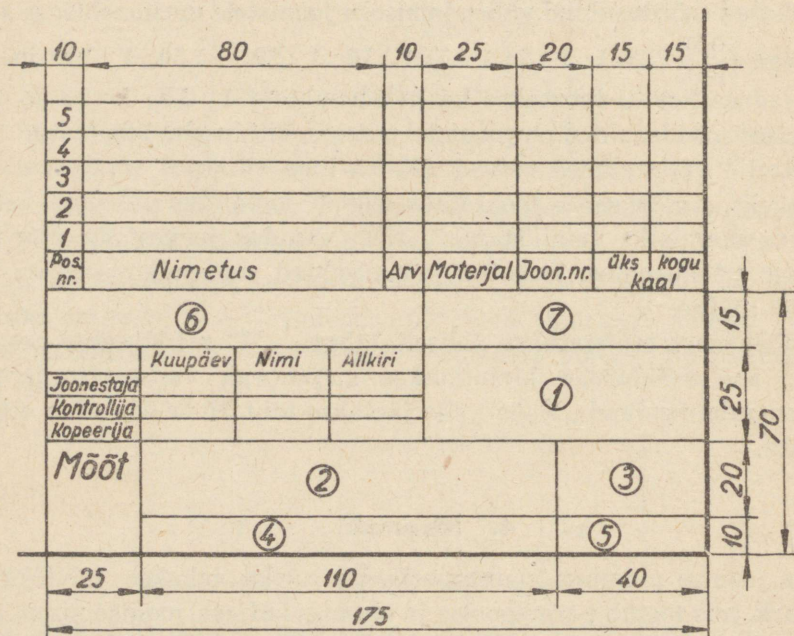
Mõõdusuhet tähistatakse üldiselt tähega „M“ mõõdusuhte ees, näit. M 2 : 1. Kui mõõdusuhe kirjutatakse kirjanurga vastavasse lahtrisse, millel on juba pealkiri „Mõõt“, siis jäetakse täht M mõõdusuhte ette kir- jutamata.

4. Kirjanurk.

Iga joonise alumisse parempoolsesse nurka tehakse tabelikujuline kirjanurk, mis toetub parempoolse ja alumise küljega joonise pinna raam- joonele (joon. 122 ja 126). Kirjanurk jagatakse lahtriteks, kuhu kirjuta- takse järgmised andmed joonise kohta :

1. Asutuse või ettevõtte nimetus, kus joonis tehtud — lahter 1 (joon. 122).
2. Joonestatud detaili komplekti või toote (seadme) nimetus — lah- ter 2.
3. Joonise number — lahter 3.
4. Komplekti või toote (seadme) nimetus, mille juurde joonestatud detail või komplekt kuulub, — lahter 4.
5. Komplekt- või üldjoonise number, millel on näidatud detaili või komplekti asukoht komplektis või tootes (seadmes), — lahter 5.
6. Tellija asutuse või ettevõtte nimetus — lahter 6.
7. Tellimuse number — lahter 7.

8. Joonise mõõdusuhe või -suhted — lahter, kuhu on kirjutatud pealkiri „Mõõt“.
 9. Joonise valmimise, kontrollimise ja kopeerimise kuupäev — vastavate pealkirjadega varustatud lahtrid.
 10. Joonestaja, kontrollija ja kopeerija nimi ja allkiri — vastavate pealkirjadega varustatud lahtrid.
- Toote üldjoonisel kirjutatakse lahtrisse 4 „Üldvaade“ ja lahter 5 jääb täitmata.



Joon. 122. Kirjanurk. Kirjanurga peale on joonestatud tükitabel.

Kirjanurga tabeli laius võib olla normide kohaselt 168 kuni 178 mm. Kirjanurga tabeli kõrgus ja lahtrite jaotus pole normitud ja on peaaegu igas asutuses ja ettevõttes erinevad, olenedes asutuse või ettevõtte organisatsioonist.

5. Tükitabel.

Tükitabel ehk spetsifikatsioon on joonestatud toote (seadme) detailide või komplektide loetelu, mis ülevaatlikkuse mõttes on tehtud tabeli kujul ja sisaldab vajalikud andmed loetletud detailide või komplektide

kohta. Tükítabelid tehakse tavaliselt komplektjoonistele või suurema detailide või komplektide arvuga toodete puhul erilehtedele.

Tükítabeli asukoht komplektjoonisel on kirjanurga peal või ruumi puudumisel selle kõrval. Komplektjoonisele tehtud tükítabel sisaldab:

1. Detailide või komplektide positsiooninumbriid.
2. Detailide või komplektide nimetused.
3. Detailide arvu komplekti jaoks või komplektide arvu kogu toote jaoks.
4. Detailide materjalide nimetused ja margid.
5. Jooniste numbrid, kus detailid on joonestatud tööjoonisena.
6. Detailide kaalud.

Tükítabeli laius on võrdne kirjanurga laiusega (joon. 122).

Komplektjoonisele tehtud tükítabel täidetakse alt ülespoole, s. o. positsiooninumbriid suurenevad suunas alt üles (joon. 122).

Erilehtedel, tavaliselt formaadile a4, tehtavad tükítabelid kuuluvad joonestatud toote (seadme) või komplekti jooniste hulka ja omavad oma joonisenumbrit. Esimesele tükítabeli lehele tehakse ülemisse serva kirjanurk, mille lahtrisse 2, mis on ette nähtud detaili nimetuse jaoks, kirjutatakse sõna „Tükítabel“. Eri lehele tehtud tükítabelid täidetakse ülalt allapoole.

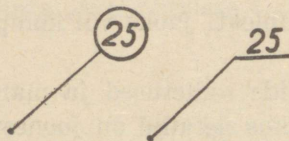
Lahtrite kõrgus, seega ridade vahe, olgu tükítabelis mitte alla 6 mm.

6. Positsiooninumbriid.

Võimatu ja ülearune on komplektjoonisel iga üksikdetaili juurde kirjutada detaili nimetust, materjali ja teisi tarvilikke andmeid. Detailid tähistatakse (nimetatakse) komplektjoonisel numbritega, nn. positsiooninumbritega. Detailide nimetused, materjalid ja muud tarvilikud andmed kirjutatakse tükítabelisse. Tükítabelis on iga detaili jaoks lahtrite rida detaili andmete jaoks, nende hulgas üks detaili positsiooninumbri jaoks. Positsiooninumber määrab tükítabelis rea, mille lahtritesse kirjutatakse detaili nimetus ja muud tarvilikud andmed detaili kohta.

Detailide positsiooninumbriid kirjutatakse komplektjoonisel tavaliselt ringidesse või „riiulitele“ (joon. 123). Ringid numbrite jaoks olgu samal joonisel võrdse läbimõõduga, mis on mitte vähem kui 8 mm. Ringid tõmmatakse pideva joonega, mille jämedus olgu umbes pool pideva täisjoone (nähtava kontuurjoone) jämedusest. Kahe naaberringi tsentrite vahe olgu vähemalt 2 mm ringi läbimõõdust suurem. „Riili“ joone jämedus olgu umbes võrdne pideva täisjoone jämedusega.

Positsiooninumbrite kirjutamise suund, samuti ka „riiuli“ joonte suund olgu paralleelne kirjanurga kirja suunale. Numbrite kõrgus olgu igal juhul suurem kui mõõtarmude numbrite kõrgus. Suuremad positsiooninumbriid on kergemini leitavad. Väga suured positsiooninumbriid mõjuvad segavalt joonise selgusele ja üldilmele.



Joon. 123. Detailide positsiooninumbrite kirjutamine. Detailide positsiooninumbriid kirjutatakse kas ringidesse või „riiulitele“.

Detailide positsiooninumbriid püütakse kirjutada väljapoole vaate või lõike kontuure, kusjuures positsiooninumbri ring või „riiul“ ühendatakse detaili vaate või lõike pinnaga pideva peenjoonega, mille jämedus on umbes veerand pideva täisjoone jämedusest.

Positsiooninumbri ringi või „riiuli“ ühendusjooned detaili vaate või lõike pinnaga, nn. väljakandejooned, ei tohi omavahel lõikuda ega olla paralleelsed viirutusjoontele juhul, kui väljakandejoon ulatub lõikepinnale või läbib lõikepinda. Võimaluse korral püütakse veel vältida väljakandejooni, mis läbivad teiste detailide vaateid või lõikeid.

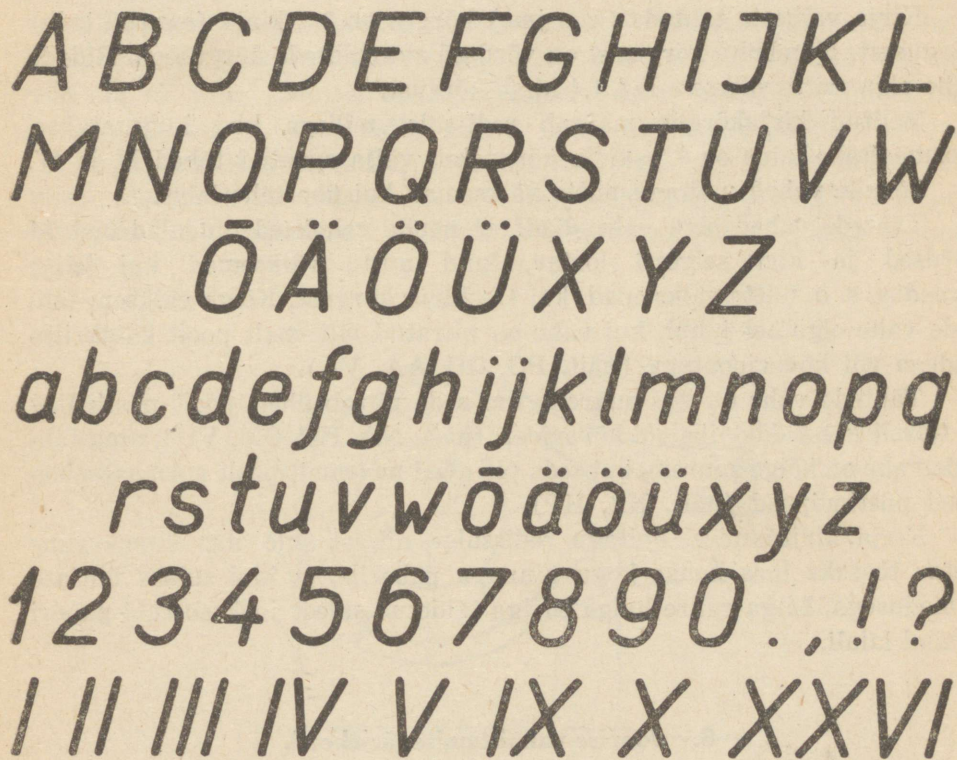
Väljakandejoone üks ots ulatagu positsiooninumbri ringi jooneni või „riiuli“ otsani ja teine detaili vaate või lõike pinnale. Väljakandejoone vaate või lõike pinnale ulatava otsa selgemaks näitamiseks lõpetatakse väljakandejoon jämedusega punkti näol või ristkriipsukesega.

Ringid või „riiulid“ positsiooninumbrite jaoks püütakse asetada joontele, mis on paralleelsed või risti kirjanurga suunale, võimalikult üheks reaks ühtlaselt jaotatuna. Ringide ja „riiulite“ asetamine kaheks reaks vaheldumisi (malelaua kohaselt) on vältimatu positsiooninumbrite tiheda asetuse puhul.

Detaili positsiooninumber tuleb välja kanda sellelt vaatele või lõikelt, millel detail on kujutatud pideva täisjoonega (nähtav), andes teiste tingimuste võrdsed olles eesõiguse eestvaatele (peavaatele). Kui puudub vajadus vaadete või lõigete omavaheliseks sidumiseks detailide positsiooninumbritega, näidatakse detaili positsiooninumber joonisel ainult üks kord.

7. Standard- ehk normkiri. (OCT 7535.)

Tehnilisele joonisele kirjutatavad tähed ja numbrid peavad olema tihtsad kirjutada (aeg!) ja selged lugeda. Nendele nõuetele vastab standard- ehk normkiri (joon. 124), mis on nõutav kõigil tehnilistel joonistel masinaehituse alal.



Joon. 124. Standard- ehk normkiri.

Standardkiri kirjutatakse tušiga, ka pliatsijoonistele, sellekohase redissulega. Standardkirja kirjutamise oskuse omandab igaüks vastava harjutamise järel. Kõrvalekaldumised standardkirja stiilist on lubatud, kiri ei tohi sisaldada mingisuguseid isikupäraseid võtteid ega elemente. Tähtede ja eriti numbrite kirjutamisel peetagu meeles, et kõik, mis on originaaljoonisel ebaselge, on valguskoopiaal arusaamatu.

Standardkiri on kaldkiri, mille kaldenurk on 75°. Nurk 75° saadakse 45°-se ja 30°-se kolmnurga samaaegsel kasutamisel.

Kirja kõrgus valitakse joonise üldilme järgi järgmistest normidest: 1,5; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14 ja 20 mm, millede järgi nimetatakse ka kirja või šrifti number, näit. standardkiri nr. 7 jne. Kirja jämedus on $\frac{1}{8}$ suurtähtede kõrgusest. Kirjanurka või tükitabelisse kirjutatava kirja kõrgust piirab lahtrite ruum ja kirjutatavate sõnade pikkus. Tükitabelisse kirjutatavate detailide nimetused, materjalid jne. kirjutatakse kõik sama kirjakõrgusega.

Kirja väikeste tähtede (a, e jne.) kõrgus on $\frac{2}{3}$ kirja (suurtähtede) kõrgusest. Numbrita kõrgused on võrdsed suurtähtede kõrgusega. Ridade vahe olgu mitte väiksem kui 1,4 kirja kõrgust.

Valitud kirjakõrgus määrab redissule, millega kiri kirjutatakse. Normaaltähe laius on $\frac{2}{3}$ kirja kõrgusest, välja arvatud tähed M ja W.

Sõnade vahed valitagu mitte väiksemad kui ühe tähe laius.

Tähtede vahed olgu valitud nii, et nende vahelised pindalad oleksid võrdsed ja kiri selgesti loetav, kuid mitte väiksemad kui kirja jämedus, s. o. mitte väiksemad, kui $\frac{1}{8}$ kirja kõrgust. Kõige väiksem tähtede vahe olgu sel juhul, kui vahe on piiratud mõlemalt poolt kaldkriipsudega või kõverjoontega (näit. PO, OC, AA, VA).

Tähtede vahe on aga suurem, kui seda piirab ühelt poolt püstkriips ja teiselt kas kaldkriips või kõverjoon (näit. NA, HC, OM, VU), ning tähtede vahe on kõige suurem, kui seda piiravad mõlemalt poolt normaalkaldelised püstkriipsud (näit. NL, HP).

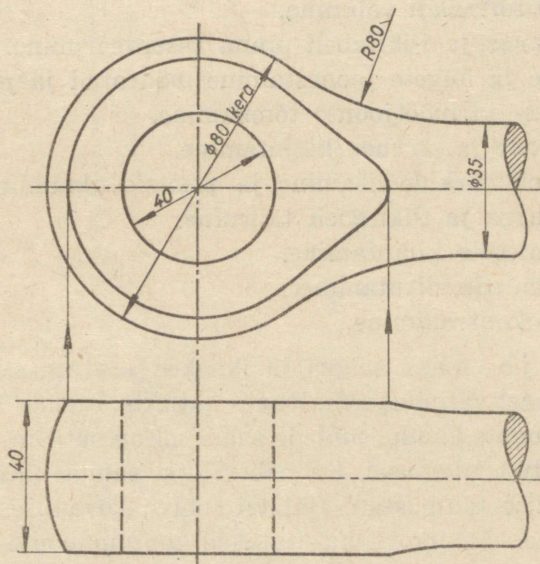
Kirja kirjutamisel hoitagu redissulge nii, et sulle otsa ümmargune ketas toetuks igas kohas kogu pinnaga paberile, et kiri tuleks ühtlase jämedusega. Liiga suure hulga tušiga täidetud sulest jookseb tušš paberi pinnal laiali.

8. Joonise valmistamise järjekord.

Joonise valmistamise järjekorrast oleneb suurel määral joonise üle vaatlikkus, selgus ja ka ilu. Õige järjekord töös vähendab ka kustutamise vajadusi nii arvuliselt kui ka kustutatavate joonte ulatuselt ja vähendab seega tunduvalt joonise valmistamiseks kuluvat aega.

Väljudes konstruktori poolt antud visandist selgitab joonestaja enne kõike joonestatava detaili või seadme kuju iseärasused, mis määravad detaili kujutamiseks tarviliku vaadete ja lõigete arvu. Selle järel valitakse vastavalt joonestatava detaili kujule ja suurusele sobiv mõõdusuhe ja paras joonise formaat. Et igal joonisel peab olema kirjanurk ja tavaliselt ka tükitabel, kusjuures tükitabeli soovitatav asukoht on kirjanurga

peal, siis reserveeritakse esimesena joonisel kirjanurgaks ja tükitabeliks vajalik pind. Seejärel määratakse vaadetele sobivad asukohad ja tõmmatakse vaadete sümmeetria-teljused. Edasi märgitakse joonisele vaadete peamõõtmed, milledest lähtudes joonis analoogiliselt visandi valmistamise järjekorrale igas suunas välja arendatakse. Kui detail kujutatakse mitme vaate või löike abil, siis tuleb vaateid ja löikeid arendada samaaegselt. Sageli esineb juhtumeid, kus ühe vaate joonestamiseks vajalikke andmeid (pikkusi) saadakse vaid naabervaatest. Sellekohase näitena on kujutatud kepsu (õõtsvarre) silm (joon. 125), mis on üleni treitud. On väärisandil või eriti joonisel määrata kepsu silma esipinna välimist piirjoont mõõtmatega, sest neid ei vajata, kuna nimetatud piirjoon kujuneb ise kogu oma keerulises kujus (kõrgema järgu kõverjoon) kepsu treimisel. Piirjoone joonestamiseks eestvaatel saadakse vajalikud iseloomustavad andmed (pikkused) pealtvaatest (näidatud peente joonte ja nooltega).



Joon. 125. Vaadete „samaaegne“ joonestamine. Eestvaate joonestamiseks saab vajalikke pikkusi pealtvaatelt.

Kõik jooned, ka kontuurjooned, tõmmatakse esiteks õrnalt, et neid saaks vajaduse korral hõlpsasti kustutada, ja alles siis, kui on selgunud, et kõik on korras, tõmmatakse jooned tugevalt üle vastavalt nende iseloomule.

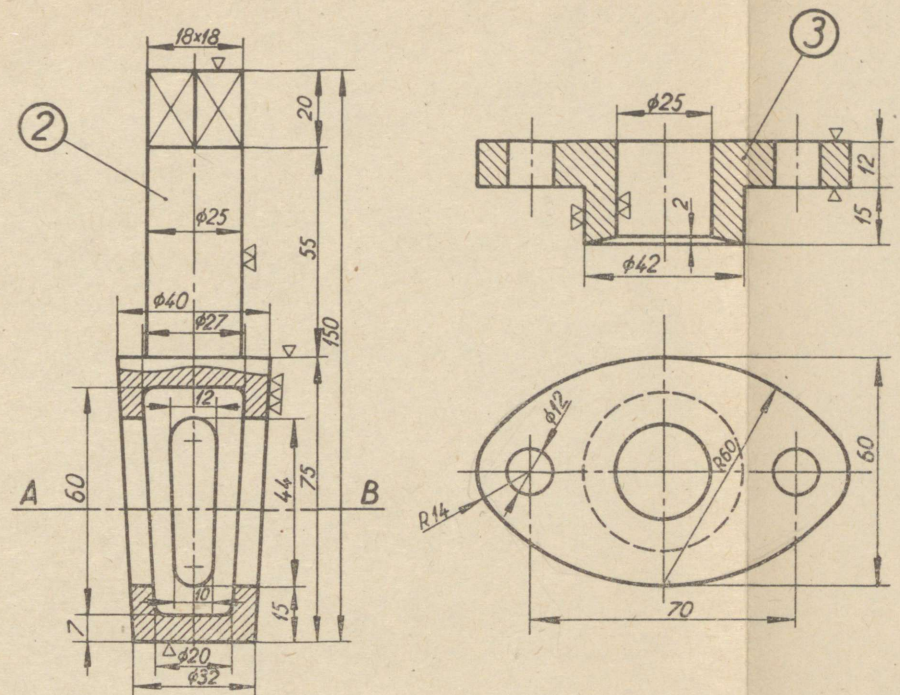
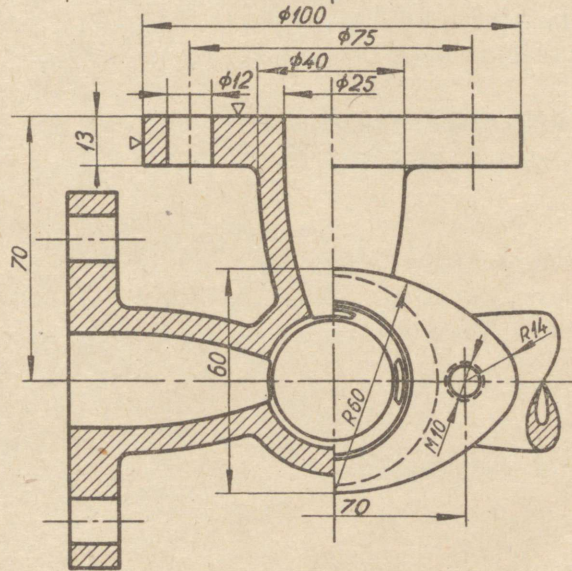
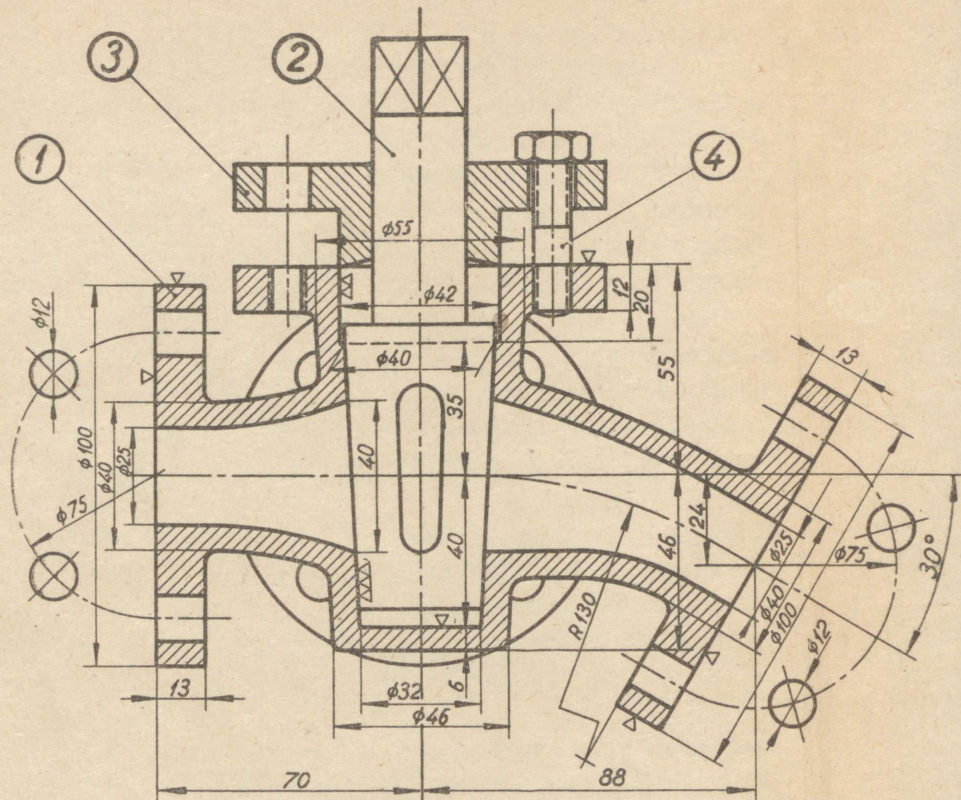
Alles siis, kui kõik kontuurjooned on tõmmatud, kantakse joonisele distants- ja mõõtjooned, kirjutatakse mõõtnooleid ja -arvud nendele sobivaile kohtadele ja lisatakse töödeldud pindadele juurde töötlemismärgid. Järgnevalt varustatakse joonestatud detailid positsiooninumbritega, täidetakse kirjanurk ja tükitabel ning kirjutatakse joonisele vajalikud seletused ja märkused.

Vastandina visandile, kus teatud määral segasele ja paratamatult moonutatud kujundile tahetakse varem anda vajalikku selgust ja seejärel viirutatakse löikepinnad harilikult enne visandi varustamist mõõtmega (joon. 119), viirutatakse joonisel löikepinnad viimase operatsiooni, mis võimaldab viirutise katkestamist paratamatult löikepinna kirjutatud mõõtvarvude kohal ja soodustab viirutise õige tiheduse valikut kooskõlas joonise üldilmega.

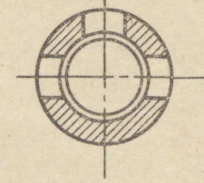
Lühidalt kokkuvõetuna kujuneb joonise valmistamise käik järgmiseks:

1. Vaadete ja lõigete valiku ja arvu selgitamine.
2. Mõõdusuhte valimine.
3. Joonise formaadi valimine.
4. Kirjanurga ja tükitabeli pinna reserveerimine.
5. Vaadete ja lõigete joonestamine määratud järjekorras.
6. Distants- ja mõõtjoonte tõmbamine.
7. Mõõtnoolte ja -arvude kirjutamine.
8. Töötlemismärkide lisamine ja positsiooninumbrite kirjutamine.
9. Kirjanurga ja tükitabeli täitmine.
10. Lisamärkuste kirjutamine.
11. Lõikepindade viirutamine.
12. Joonise kontrollimine.

Pliiatsijoonise selgus ja ilmekus saavutatakse joonestustehnilisest seisukohast väljudes esmajoones ühtlaste, tumedate ja teravate kontuurjoonte kaudu, millede saamisel on suurim tähtsus harjutamisega saavutatud vilumusel. Ka paberi liik, samuti pliiatsi kvaliteet ja kõvadus on olulise tähtsusega. Pliiatsi sobiva kõvaduse leiab joonestaja ise katselisel teel. Mõnikord kasutatakse kontuurjoonte ületõmbamiseks pehmemat pliiatsit, et saada hästi tumedaid jooni valguskopeerimiseks. Mitte joone laius, vaid joone tumedus määrab pliiatsijoonisel joone kuu- luvuse ühte või teise tüüpi (kontuurjooned, telgjooned, mõõtjooned). Pliiatsijoonisel joone laiusega opereerimine on väär, sest joone kunstlik laiendamine nõuaks palju aega, joon ei saaks küllalt tume ja lõpuks puudub sellel ka vajadus. Tumedama ja ühtlase joone saamiseks tuleb joont pliiatsiga tõmmata mitu korda. Ringjooni tumedamate joonte saa-



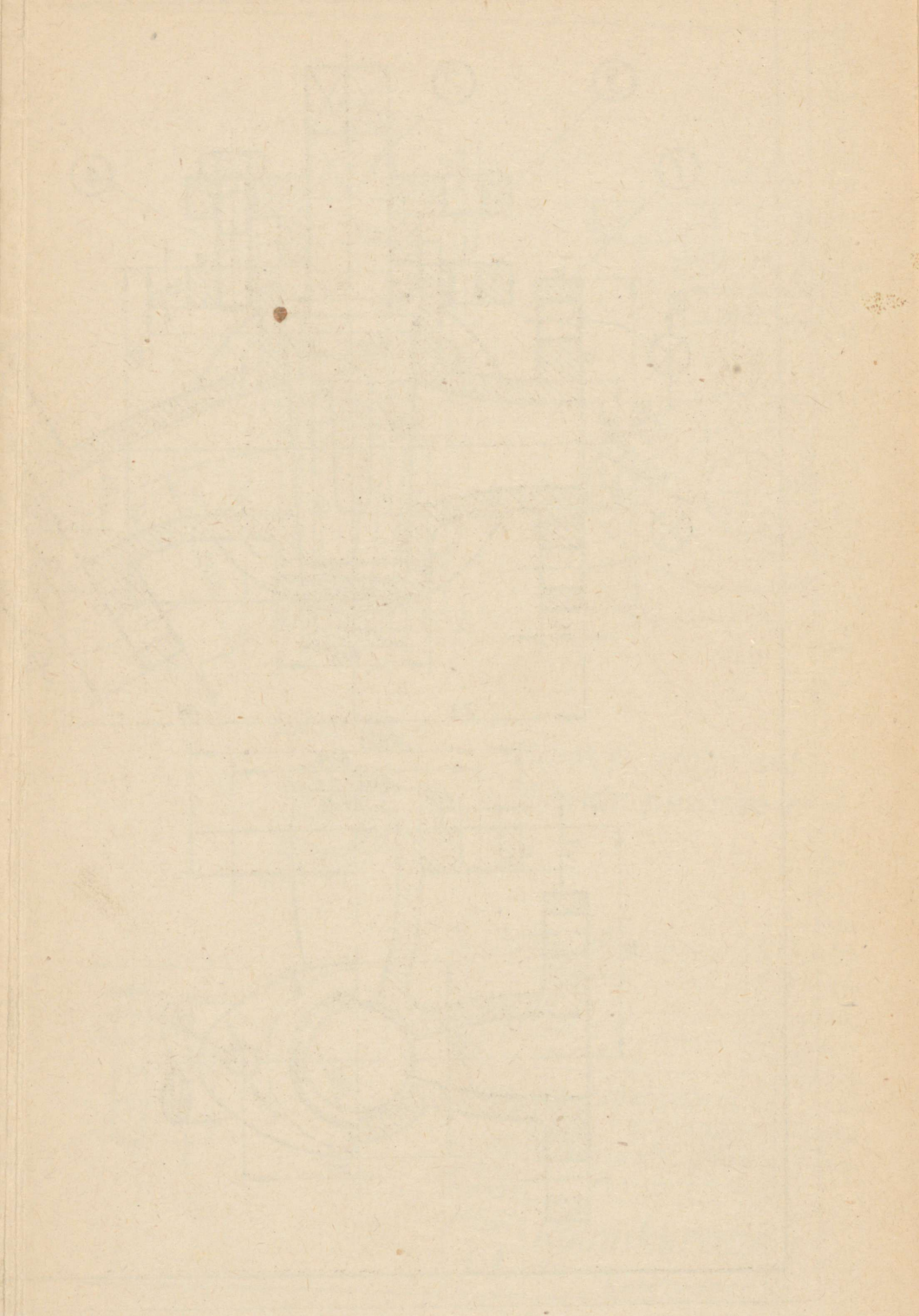
Lõige AB



Märkus: Kraan sobitada ja lihvida pesasse montaažil.

| | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------|---------|-----------|-------------|-----|------|------|
| 4 | Tikkpolt M10×45 mutriga | 2 | teras | | | | |
| 3 | Tihenduspuks | 1 | valgevask | | | | |
| 2 | Kraan | 1 | valgevask | | | | |
| 1 | Kraani kere | 1 | valgevask | | | | |
| Pos. nr. | Nimetus | Arv | Materjal | Joon.nr. | üks | kogu | kaal |
| Kurevere Paberivabrik | | | | 1146 | | | |
| Joonestaja | Kuupäev | Nimi | Allkiri | Masinatehas | | | |
| Kontrollija | 18.09.46 | J. Aruk | Zaruk | "ERK" | | | |
| Kopeerija | | | | | | | |
| Mööd | Kolmikkraan φ25 | | | 22526 | | | |
| 1:1 | Reservuaar Nr.2 | | | 22517 | | | |

Joon. 126. Näide tehnilisest joonisest. Kolmikkraani joonis, mis sisaldab komplektoonis ja detailide tööjooniseid. Komplektoonis on kasutatud kraani kere suuruste määramiseks.



miseks pliiaitsiga mitu korda tõmmata oleks väga tülikas, sest sirkli teravik suruks augu suureks ja ringi raadius võiks muutuda, mille tulemusena saadakse ebahütlane ja heledam ringjoon. Seepärast tõmmatakse pliiaitsijoonisel ringjooned ja ringi kaared tavaliselt tušiga, mis on ajakulu ja selguse mõttes täiesti õigustatud. Joonise selgusest oleneb valguskoopia selgus. Aeg, mis võidetakse joonise mugavamal valmistamisel, võib mitmekordselt kaduma minna joonise lugemisel tööpingi juures.

Joonestamisel läbipaistvale paberile — pauspaberile — pannakse joonestuslaua ja joonestuspaberi vahele valge paber, et joonestuspaber paistaks valgena ja tõmmatavad jooned oleksid hästi nähtavad. Vahele pandav paber peab olema puhas ja sile.

Tušijooniseid valmistatakse kas valgele joonestuspaberile pliiaitsiga ettejoonestatud joonte ületõmbamise teel või joonise (tavaliselt pliiaitsijoonise) kopeerimise teel läbipaistvale paberile (pauspaber, õlipaus, linapaus). Tušijoonise valmistamine on seega ka esimesel juhul sisuliselt ainult kopeerimine.

Masinaehituse alal kasutatavate suhteliselt jämedate, seega aeglaselt kuivavate joonte tõttu on eriti oluline kindel tööjärjekord, et veel kuivamata jooni joonestusvahenditega või käega laiali ei nühitaks. Ka joonte omavahelise täpse ühendamise vajadus selguse ja ilu mõttes nõuab kindlat joonte tõmbamise järjekorda, mis on järgmine:

1. Telgjoonte tõmbamine.
2. Ringjoonte ja ringi kaarte tõmbamine. Sirg- või kõverjoont (lekaalijoont) on varem tõmmatud ringi kaarega palju lihtsam sujuvalt ühendada kui ümberpöörduvalt. Esimestena tõmmatakse jämedad, pärast peenemad, enne pidevad, hiljem katkestatud ringjooned.

Väga väikesed ringi kaared (vormimistehnilised ümardused) tõmmatakse käsitsi väikese tušisulega viimaste kontuurjoontena.

3. Kõver- (lekaali-) joonte tõmbamine.
4. Horisontaalsete, vertikaalsete ja kaldjoonte tõmbamine loetletud järjekorras. Nagu ringjoonte puhul, nii ka sirgjoontest tõmmatakse esimestena jämedad, pärast peenemad, enne pidevad, hiljem katkestatud jooned.
5. Distant- ja mõõtjoonte tõmbamine.
6. Mõõtnoolte ja -arvude kirjutamine.
7. Töötlemismärkide lisamine ja positsiooninumbrate kirjutamine.
8. Kirjanurga ja tükitabeli täitmine.

9. Lisamärkuste kirjutamine.

10. Lõikepindade viirutamine.

Alatakse tööga vasakult ülemisest nurgast ja minnakse tööjärjega paremale poole, et oleks minimaalne võimalus kuivamata tušijooni laiali nühkida.

Kui mõnel erilisel põhjusel tahetakse tõmmatud joont kiiresti kuivatada, siis lehvitatakse joonise kohal ettevaatlikult papitükiga või kolmnurgaga (tuul!), kuid mitte kunagi ei kuivatata tušijooni kuivatuspaberiga.

Masstoodangu süsteemis on tarvilik iga üksik detail joonestada eri lehele eri joonisena.

Vähemaarvulise seeriatoodangu korral joonestatakse lihtsamad ja väiksema detailide arvuga komplektid tavaliselt ühisele lehele, nii komplekti kõigi detailide tööjoonised kui ka komplektjoonis. Et detailid valmistatakse eri tööliste poolt ja tihti veel eri osakondades, siis jagatakse joonise pind osadeks, millel asetsevad üksikute detailide joonised (vaated ja lõiked), ja piiratakse need vähemalt nurkadel piirjoontega. Piirjoonte kohalt lõigatakse valguskoopiad üksikuiks tööjoonisteks. Et lahtilõigatud valguskoopia osad oleksid kindlate joonise formaatidega, tõmmatakse piirjooned formaatide kohaselt. Olenevalt tehase organisatsioonist nõutakse sageli veel iga detaili jaoks lihtsustatud kirjanurka, mis asetseks detaili joonise piiratud pinna alumises vasakpoolses nurgas, selleks, et lahtilõigatud joonise osa võiks kasutada iseseisva joonisena.

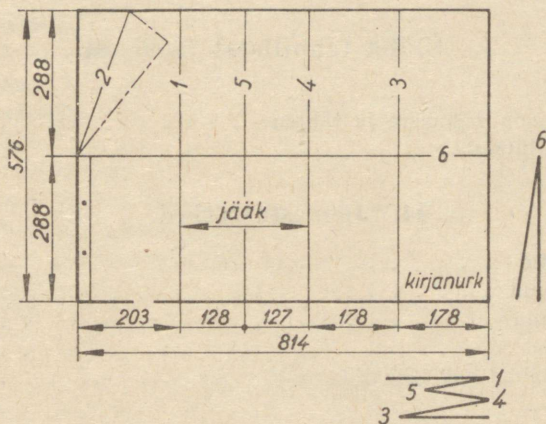
Üksiktoodangu puhul, kus joonise valmistamise kulud moodustavad juba märgatava osa valmistatava komplekti hinnast, loobutakse kirjanurkadest iga detaili joonise osal. Detailid joonestatakse samale joonise lehele eraldi tööjoonistena ja vajaduse korral piiratakse veel joontega valguskoopia tükeldamiseks, kuid paberipinna kokkuhoiu mõttes tavaliselt vabas formaadis. Lihtsamate komplektide korral kasutatakse komplektjoonist isegi tööjoonisena, millele asetatakse mõne või võimaluse korral ka kõigi detailide mõõtmed.

Joonisel 126 on toodud näide kolmiikkraani joonisest, mis sisaldab komplektjoonise ja üksikute detailide tööjoonised. Komplektjoonist on kasutatud tööjoonisena, sellel on antud osa kraani kere mõõtmeid.

9. Joonise kokkumurdmine.

Selleks, et kõita (brošeerida) jooniseid kokku arvestustega või mõnel muul otstarbel ühiseks kaustaks, on tarvis jooniseid kokku murda ehk voltida. Kokkumurtuna peab joonis vastama kausta mõõtmetele — tava-

liselt formaat a4 (203×288). Joonise kirjanurk peab jääma kokkumurtud joonise esikülje alumisse parempoolsesse nurka ja veel püstasendisse, et kirjanurk, milles on andmed joonise kohta (pealkiri), oleks kohe leitav ja kergesti loetav. Joonised murtakse kokku lõõtsana, enne jooni mööda, mis on kirjanurga kirjade suhtes risti (püstsuunas), ja siis jooni mööda, mis on kirjanurga kirjadele paralleelsed (rõhtsuunas). Joonisel 127 on näide formaadi a1 kokkumurdmisest, kusjuures murdekohti



Joon. 127. Näide joonise kokkumurdmisest. Formaadi a1 kokkumurdmine köitmiseks.

tähistavad jooned on varustatud murrete järjekorra numbritega. Joonised köidetakse vasakpoolse serva alumisest äärest. Et köidetud joonis kaustas lahtilaotamisel ei käriseks, on soovitatav enne joonise murdmist köitmise serva alla kleepida kalinguri- või linapausi-riba mõõtmetega 25×300 mm.

Sisu.

I. Üldist tehnilisest joonisest.

| | Lk. |
|--|-----|
| 1. Tehnilise joonise mõiste ja tähtsus | 3 |
| 2. Jooniste liigitelu | 4 |

II. Joonestustarbed.

| | |
|--|-----------|
| A. Joonestusvahendid | 7 |
| 1. Joonestuslaud | 7 |
| 2. Rööpjoonlaud | 9 |
| 3. Kolmnurgad | 10 |
| 4. Kurvijoonlauad ehk lekaalid | 11 |
| 5. Mõõtpulk | 12 |
| 6. Mall | 13 |
| 7. Redissuled | 13 |
| 8. Kustutusplaat | 13 |
| 9. Sirklikarp | 13 |
| B. Joonestusmaterjal | 16 |
| 1. Joonestuspaber | 16 |
| 2. Joonestuspliiats | 18 |
| 3. Tušš | 19 |
| 4. Kustutuskummi | 20 |
| 5. Rõhknaelad | 20 |

III. Ortogonaalprojektsioon.

| | |
|--|----|
| 1. Ortogonaalprojektsiooni mõiste | 21 |
| 2. Ortogonaalprojektsioon tehnilises joonestamises | 27 |
| 3. Joonisel kasutatavad jooned | 29 |

IV. Vaated.

| | |
|---|----|
| 1. Kujumärgid | 39 |
| 2. Ühtlase paksusega tasased detailid | 41 |
| 3. Poolvaated | 42 |
| 4. Murded | 43 |
| 5. Kohtvaated | 46 |

| | Lk. |
|--|-----|
| 6. Kaldvaated | 48 |
| 7. Pindvaated | 49 |
| 8. Suurendatud kohtvaated | 51 |
| 9. Üksikosade pööramine vaadetal | 53 |

V. Lõiked.

| | |
|---|----|
| 1. Lõike mõiste | 56 |
| 2. Lõikepinna viirutis | 59 |
| 3. Poollõiked | 62 |
| 4. Poolvaade-lõige | 62 |
| 5. Kohtlõiked | 64 |
| 6. Astmelised lõiked | 66 |
| 7. Kald- ja pööratud lõiked | 68 |
| 8. Üksikosade pööramine lõigetel | 70 |
| 9. Lõikejoone ja lõike pealkirja kasutamine | 71 |
| 10. Keelatud lõiked | 74 |
| 11. Põiklõiked | 77 |

VI. Mõõtmed.

| | |
|--|----|
| 1. Mõõtme mõiste | 80 |
| 2. Distantsooned | 81 |
| 3. Mõõtjooned | 82 |
| 4. Mõõtarvud | 88 |
| 5. Mõõtmete valik' | 90 |
| 6. Sobivuste märkimisest joonisele | 94 |
| 7. Töötlemissärgid | 97 |

VII. Sümbolsealt või lihtsustatult joonestatavad detailid.

| | |
|---|------------|
| A. Kruvid | 102 |
| 1. Kruvikeerme kujutamine joonisel | 102 |
| 2. Kinnitus- ehk ühenduskruvide keermeprofiilid | 104 |
| 3. Toru- ehk gaaskeere | 109 |
| 4. Jõu- ja liikumiskruvide keermeprofiilid | 110 |
| 5. Erikeermed | 111 |
| 6. Mutrid ja kruvipoldid | 112 |
| B. Vedrud | 115 |
| C. Hammasratad | 118 |

VIII. Jooniste valmistamine.

| | |
|------------------------------|-----|
| 1. Vabakäe-visand | 121 |
| 2. Joonise formaat | 124 |

| | Lk. |
|---|-----|
| 3. Mõõdusuhe | 127 |
| 4. Kirjanurk | 127 |
| 5. Tükitabel | 128 |
| 6. Positsiooninumbriid | 129 |
| 7. Standard- ehk normkiri | 131 |
| 8. Joonise valmistamise järjekord | 132 |
| 9. Joonise kokkumurdmine | 136 |

1. trükk.

Vastutav toimetaja

L. Jürgenson.

Tehniline toimetaja

H. Kohu.

Ladumisele antud 12. XI 1946
 Trükkimisele antud 23. I 1947
 Paberi kaust 67 × 95. 1/16. Trüki-
 poognaid 8³/₄ + lisa 1/4. Autori-
 poognaid 6.31. Arvestuspoog-
 naid 9.3. MB 01603. Laotihedus
 trpg. 46 700. Tiraaz 2200. Trü-
 kikoja tellimus nr. 1664.

Trükikoda „Hans Heidemann“,
 Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl. 10.—

X. Таал, Техническое черчение
 по конструкции машин.

На эстонском языке.

Эгосиздатель „Научная Литера-
 тура“, Тарту.

RBL. 10.-

A-16275

1

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00450391 0