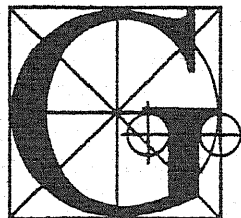


Tallinna Tehnikaülikool
Insenerigraafika keskus

TEHNILISE JOONESTAMISE PÕHIMÕISTED



Tallinn
1998

ISBN 9985-59-066-X

ISBN 9789949483365 (pdf)

Kaane kujundus: Krista Gilts
Arvutigraafika: Heino Möldre ja Urmas Jüriorg
Vastutav toimetaja: Jaan Riives
© TTÜ insenerigraafika keskus

Tallinna Tehnikaülikool
Insenerigraafika keskus

TEHNILISE JOONESTAMISE PÕHIMÕISTED

Tallinn
1998

Eessõna

Käesolev tehnilise joonestamise aine lühikäsitlus on koostatud varem kordustrükkidena (1984, 1987, 1991) ilmunud väljaande A. Teaste, J. Riives, J. Hristoforov, "Tehnilise joonestamise põhimõisted" põhjal. Normatiivses osas on lähtunud peamiselt Rahvusvahelise Standardiseerimise Organisatsiooni (ISO) standarditest. Järgides Eesti Vabariigi keeleseadust, on tekstid, erinevalt varasematest väljaannetest, esitatud ainult eestikeelsetena.

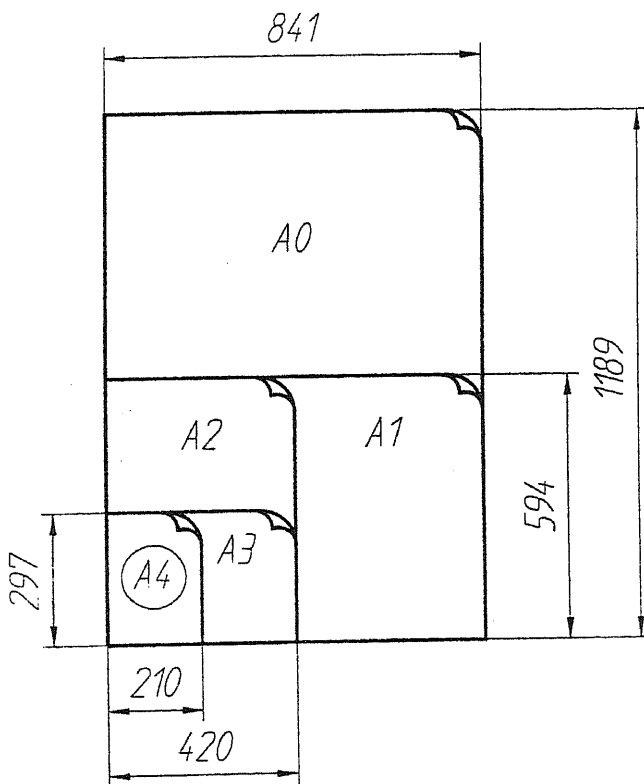
Õppevahend on mõeldud eeskätt Tallinna Tehnikaülikooli üliõpilastele tehnilise joonestamise kursuse omandamiseks. Selgitamist leiavad masinaehitusjoonestamise olulised põhimõisted. Vaid nende täpsele tundmisele tuginedes saab alles rajada detaili ja koostu eskiisimise ja joonestamise oskusi, samuti valmisjoonise lugemise vilumusi.

Pärast siin esitatava õppematerjali läbitöötamist korraldatakse üliõpilaste teadmisi kontrolliv test. Kõik testide variandid on koostatud *lisas 1* toodud kontrollküsimuste alusel.

1. JOONISE VORMISTAMINE

1.1. Formaadid

Joonised ja teised konstruktsiooni-dokumendid tehakse kindla suurusega ehk formaadiga paberile. Kujutiste, mõõtmete ja teksti näol esitatud informatsiooniga peab olema hõlmatud vähemalt 60% paberi pinnast. Põhiformaadid saadakse 1 m² suuruse pindalaga, mõõtmetega 841 x 1189 mm paberi järkjärgulisel jaotamisel lühema servaga paralleelse lõikejoone abil pooleks (joonis 1.1).



Joonis 1.1

Põhiformaatide tähised on A0, A1, A2, A3, A4 (tabel 1.1). Iga lehele tehakse raamjooned, tsentreerimismärgid ja kirjanurk.

Raamjoon tõmmatakse välja vähemalt 0,5 mm paksuse pideva jämejoonega. Selle kaugus formaati lõigatud paberi servadest on

formaatidel A4, A3 ja A2 vähemalt 10 mm, kuid formaatidel A1 ja A0 on see kaugus vähemalt 20 mm.

Tsentreerimismärgid aitavad joonise asendit kopeerimisel ja mikrofilmimisel paremini fikseerida. Need on vähemalt 0,5 mm jämedused kriipsud, mis algavad formaadijoonest ja mis tõmmatakse üle raamjoone joonise pinnale ligikaudu 5 mm ulatuses.

Tsentreerimismärgid tehakse joonise iga nelja külje keskele (joonis 1.2).

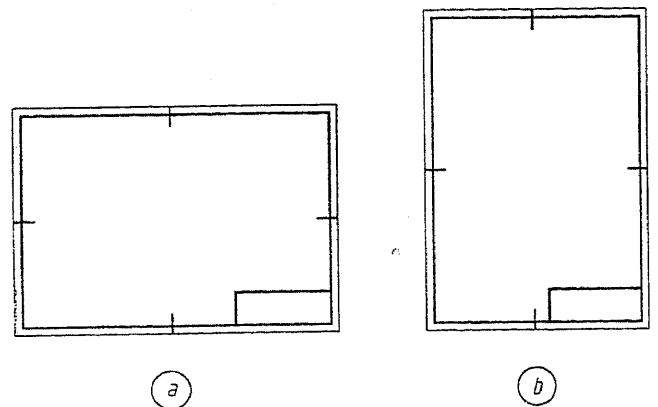
Kirjanurk asub joonise alumises parempoolses nurgas, toetudes pikema küljega vastu alumist ja lühemaga vastu parempoolset raamjoont (joonis 1.2).

Joonisel 1.3 on toodud kirjanurk. Koostejoonise kirjanurgas jäetakse tühjaks nii materjali kui ka näitamata piirhälvete lahtrid.

1.2. Mõõtkava

Mõõtkava numbriliseks väljenduseks on mõõtsuhe, mis näitab eseme ja temast tehtud kujutiste suuruse vahet. Mõõtmete loomulikkude suurust peegeldab mõõtsuhe 1:1.

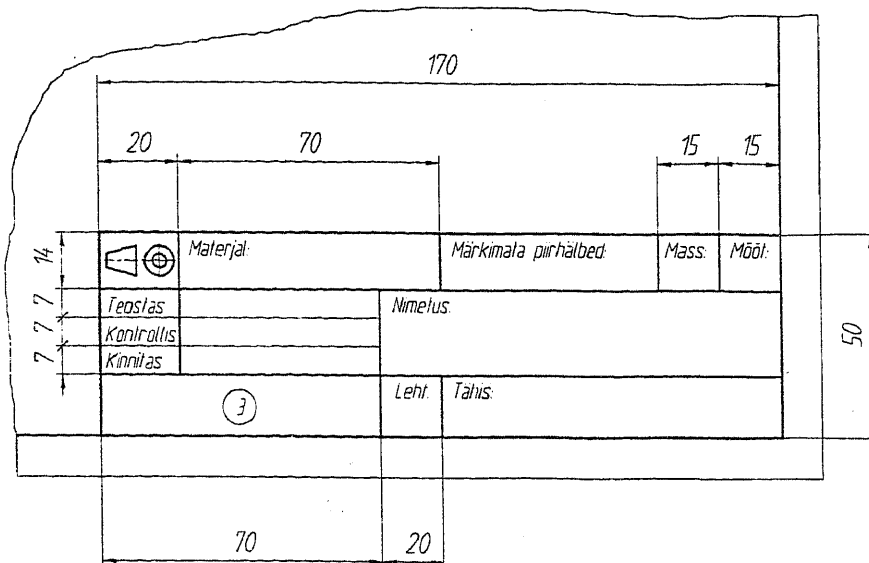
Masinaehituslikel õppejoonistel kasutatakse vähendavaist mõõtsuhetest 1:2, 1:5, 1:10 ning suurendavaist 2:1, 5:1, 10:1.



Joonis 1.2. a — horisontaalsel formaadil; b — vertikaalsel formaadil

Tähis	A0	A1	A2	A3	A4
Mõõtmed (mm)	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Tabel 1.1



Joonis 1.3

Mõõtsuhe kantakse joonise kirjanurga vastavasse lahtrisse. Vajaduse korral võib joonisel kasutada ka mitut erinevat mõõtsuhet. Sel juhul kirjutatakse neist põhiline kirjanurka, sellest erinevad mõõtsuhted aga ümarsulgudes vastava kujutise pealkirja juurde. Suurendamisel või vähendamisel kirjutatakse joonisele eseme tegelikud mõõtmed, olenemata mõõtsuhtest, mida eseme kujutamisel kasutati.

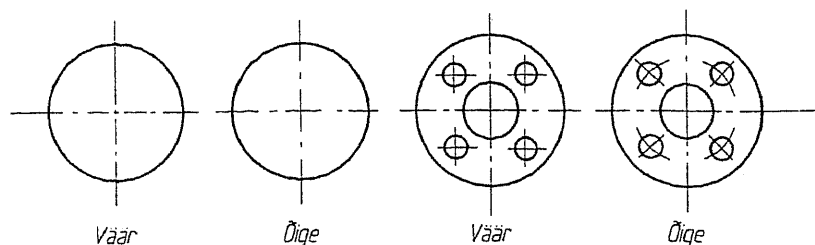
1.3. Jooned

Joonise täpseks vormistamiseks ning valmisjoonise hõlpsamaks lugemiseks kehtestab standard kindlad joonte liigid ja määrab ära nende kasutusala (tabel 1.2). Joonisel kasutatakse kahte jämeduse poolest erinevat joont: jämejoont ja peenjoont. Jäme- ja peenjoone jämeduste suhe peab olema vähemalt 2:1. Joonejämeduse valikul juhendatakse joonise suurusest ja kasutatavate kujutiste keerukuse astmest. Järgnevalt mõningad reeglid joonte kasutamiseks:




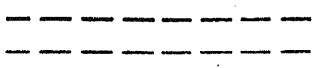

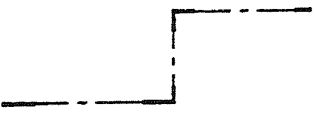

1. Kriipsunktjoon algab ja lõpeb kriipsuosaga.
2. Ringjoone tsentrit tähistatakse lõikuvate kriipsudega (joonis 1.4).
3. Ümaräärikul, silindri otspinnal jms. kohtades asuvate avade tsentrid määrab detaili tsentrist tõmmatud ringjoone ja sellesse tsesntrisse suunduva kriipsu lõikepunkt (joonis 1.4).
4. Kui ringi läbimõõt on alla 12 mm, tõmmatakse sellele lühikesed pidevad, s.t. ilma katkestuseta tsesntrijooned (avad joonisel 1.4).

1.4. Normkiri

Joonisel ja eskiisil kirjutatakse kogu tekst normkirjas (joonis 1.5). Kirja suuruseks loetakse suurtähtede kõrgust (h) millimeetrites. Kehtestatud on kindlad kirja suurused, millest kasutatavamad on: 3,5; 5; 7 ja 10. Kaldkiri on vertikaali suhtes 15° paremale kaldu. Normkirja tegemisel peetakse kinni järgmistest suhetest: joone jämedus $1/10 h$, tähtede vahe sõnas $2/10 h$, väiketähtede kõrgus $7/10 h$, väiketähtede üla- ja alapikendused $3/10 h$, ridade alusjoonte vahe (min) $14/10 h$.



Joonis 1.4

Joone liik	Nimetus	Kasutusosalad
	Pidev jämejoon	Nähtavad kontuurid Nähtavad ülemineku- ja servajooned
	Peenjoon	Mõõtjooned Distsantsjooned Viitejooned Viirutusjooned Keerme põhjajooned Kujutletavad pindade üleminekujooned Vaate peale joonestatud ristlõike kontuurid Lühikesed tsentrijooned Väljatoodud elemendi eraldusjoon
	Pidev vabakäepeenjoon Murretega peenjoon	Katkestusjooned; vaate ja lõike eraldusjooned
	Jäme kriipsjoon* Peen kriipsjoon*	Varjatud kontuurjooned, varjatud ülemineku- ja servajooned
	Kriipspunktpeenjoon	Pikad tsentrijooned, sümmeetriateljed
	Kriipspunktpeenjoon, otstest ja murdekohtadest jäme	Lõikepinna kulgemist näitavad jooned
	Kriipskakspunkt- peenjoon	Liikuvate osade äärmisi asendeid märkivad jooned Eseme kontuur enne painutust Painutusjooned pinnalaotusel

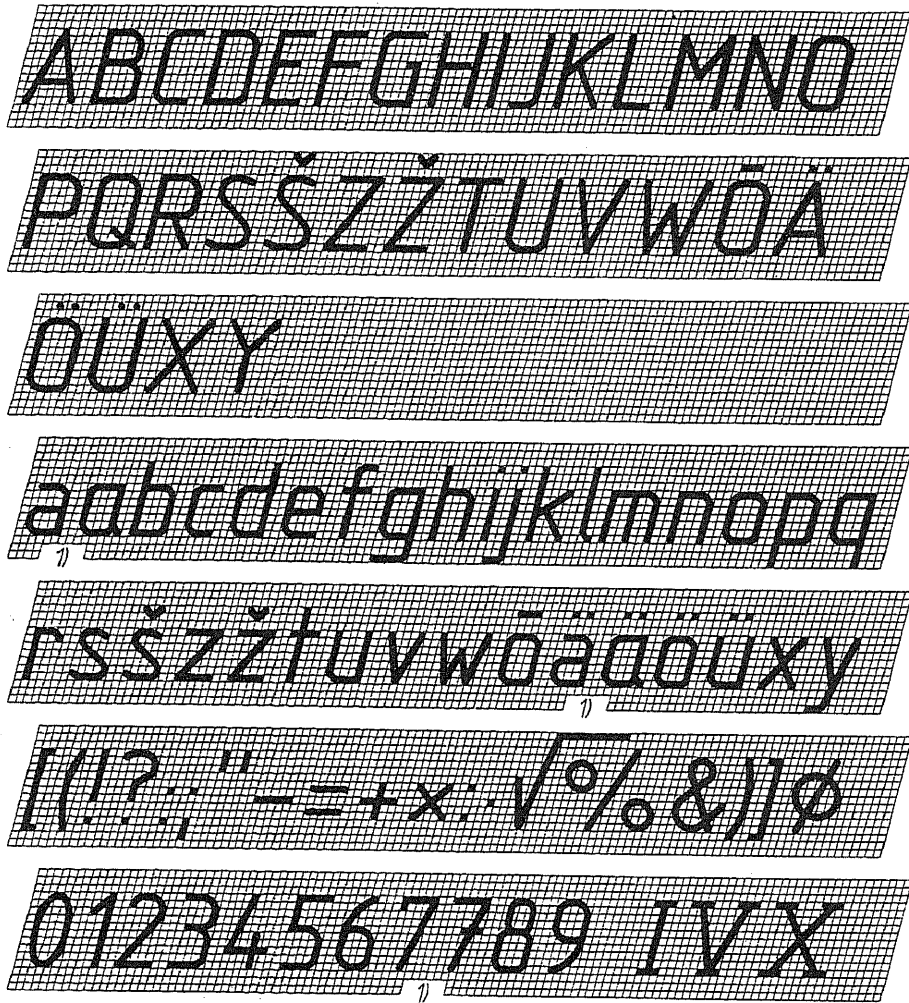
* Samal joonisel kasutada vaid ühte nendest

Tabel 1.2

1.5. Lõikepindade viirutamine

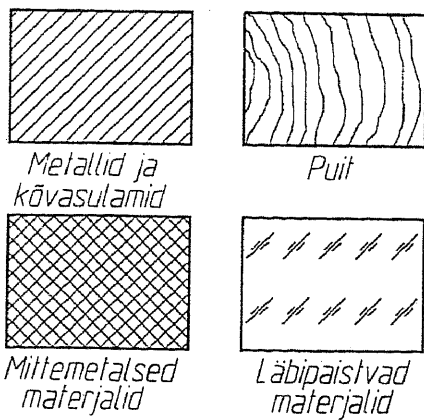
Materjalide eristamiseks joonisel antakse nende lõikepindadele erinev "muster". Masinaehituses kasutatavamate materjalide viirutused on toodud joonisel 1.6. Paralleelsed viirutusjooned tõmmatakse joonise raamjoone suhtes 45° kaldega. Kui ilmneb, et viirutusjoonte kalle ühtib telgjoonte või kontuurjoonte suunaga, tuleb 45° asemel valida viirutusjoonte kaldenurgaks 30° või 60° (joonis 1.7).

Viirutusjooned võivad olla kaldu nii paremale kui ka vasakule. Peab aga jälgima, et detaili joonise kõikidel kujutistel oleks viirutus ühesuunaline ja ühesuguse tihedusega. Viirutusjoonte vahekaugus võib ulatuda 1...10 mm olenevalt viirutatava pinna suuruselt. Kokkupuutuvate detailide eristamiseks valitakse nende lõigetel erinev viirutuse suund või muudetakse viirutusjoonte vahekaugust.

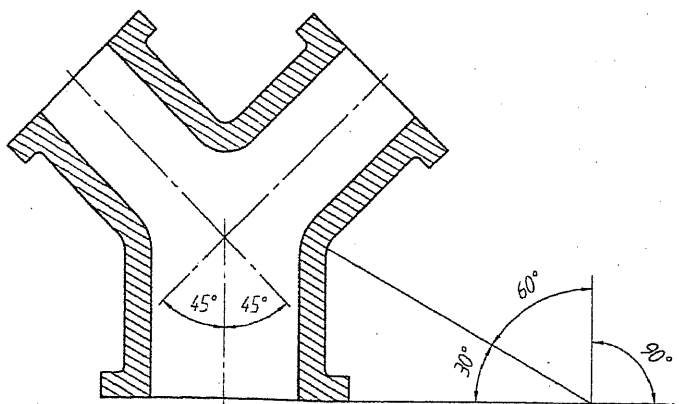


1) Mõlemad tähe või numbrü kujud on lubatud

Joonis 1.5. B-tüüpi kaldnormkiri



Joonis 1.6



Joonis 1.7

2. ÜLEVAADE PINDADEST

Detaili geomeetrilise kuju määrab ära pind või pindade süsteem, mis moodustab selle detaili välise ja sisemise ehituse. Masinadetailide puhul kasutatakse tavaliselt joone liikumisega tekitatud pindu, nagu tasapind, silinderpind, koonuspind, sfäär ja rõngaspind.

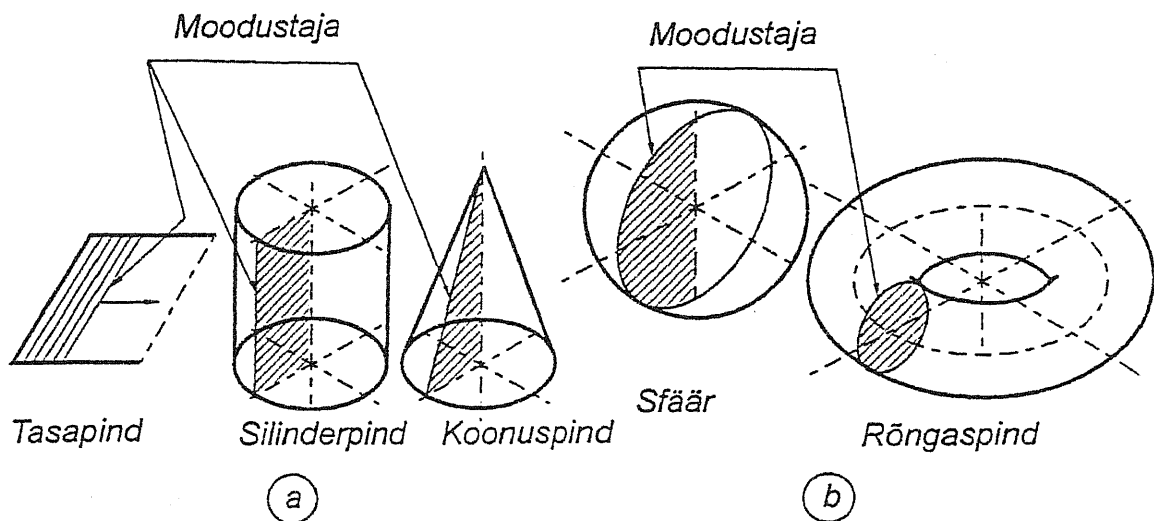
Tasapinna, silinderpinna ja koonuspinna moodustaja on sirgjoon (joonis 2.1,a), sfääri ja rõngaspinna moodustaja aga ringjoon või selle osa (joonis 2.1,b). Siinjuures sfäär tekib ringjoone pöörlemisel ümber oma diameetri (seega ümber sirge, mis läbib ringjoone tsentrit), rõngaspind aga tekib ringjoone pöörlemisel ümber telje, mis asetseb ringjoone tasapinnas, kuid ei läbi tema tsentrit.

Asub pöörlemistelg moodustajaringjoonest väljaspool, tekib auguga rõngaspind (joonis 2.1,b). Kui pöörlemistelg moodustajaringjoont

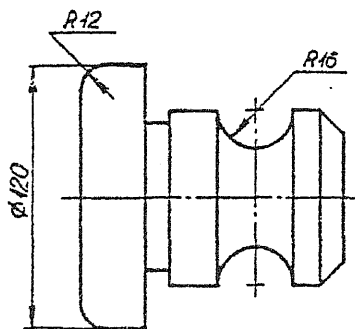
puutub, tekib iseennast puutuv rõngaspind. Juhul kui pöörlemistelg moodustajaringjoont lõikab, kuid ei läbi tsentrit, tekib iseennast lõikav rõngaspind.

Joonisel 2.2 antud detailil on ühe rõngaspinna moodustanud kaar raadiusega 12 mm ja teise — raadiusega 16 mm. Joonisel 2.3 on kujutatud detail, mille kujundab viis erinevat pinda, kusjuures punkt A asetseb tasapinnal, B — silinderpinnal, C — rõngaspinnal, D — koonuspinnal, E — sfääril.

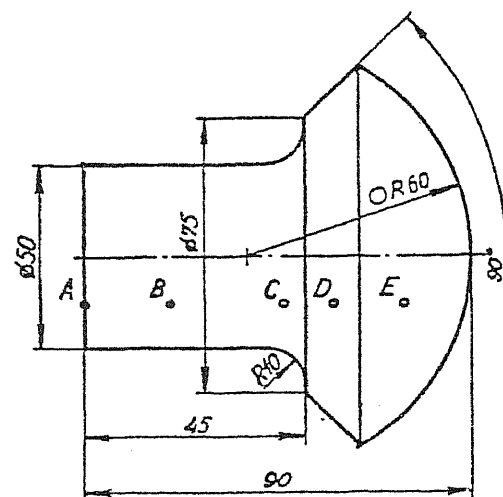
Kui üleminek ühelt pinnalt teisele on järsk, ilma ümarduseta, tõmmatakse pindade ülemineku koht jämejoonega. Kui aga üleminek on sujuvalt ümardatud, siis võib seda näidata peenjoonega, mis ei tohi ulatuda kontuurjooneni (joonis 5.7).



Joonis 2.1



Joonis 2.2



Joonis 2.3

3. KUJUTISE PROJEKTEERIMINE

Kujutised tehnilisel joonisel esitatakse ristprojektsioonis omavahel mõtteliselt seotud projektsioonide näol. Kujutamisel eeldatakse, et ese asub esimeses ruumiveerandis vaatleja ja ekraani vahel (joonis 3.1, a). Niisugust kujutamiskiisi nimetatakse projekteerimiseks esimese ruuminurga meetodil, mida kasutatakse peamiselt Euroopa riikides.

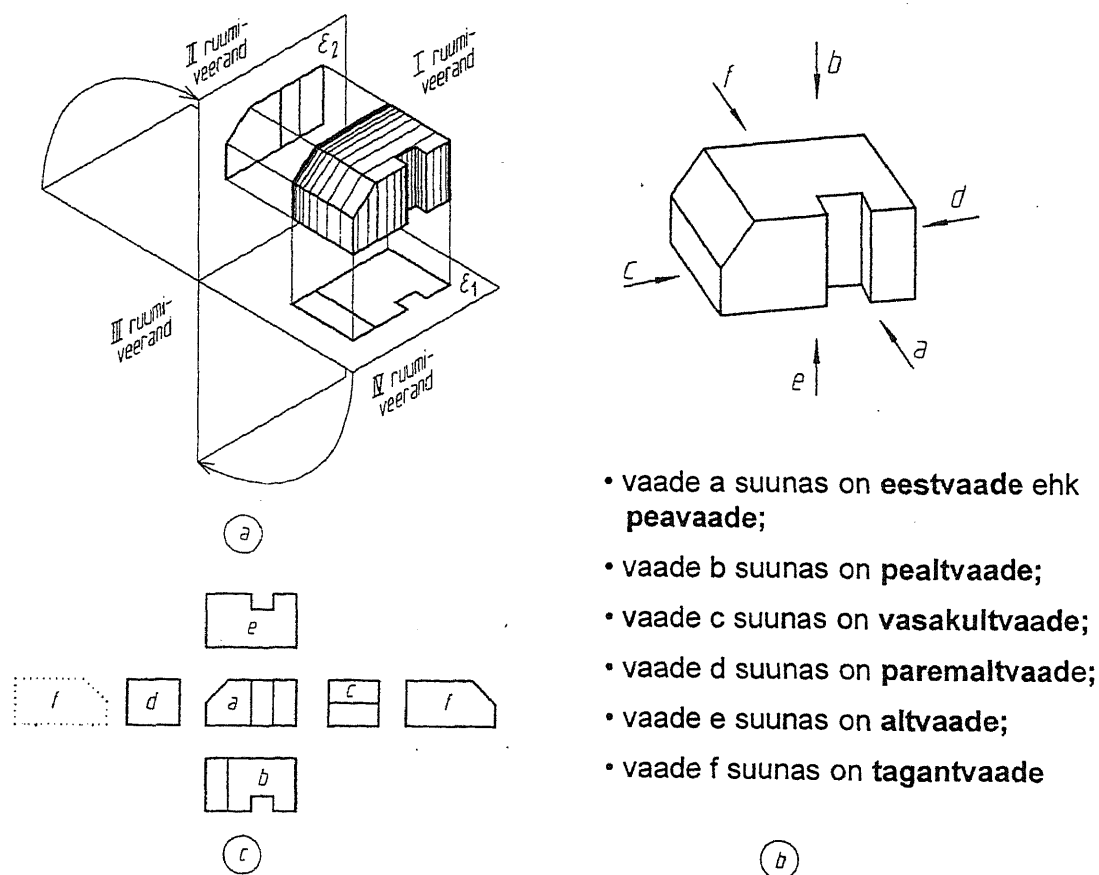
Tehnilisel joonisel ei näidata ekraanide piirjooni ega ka ekraanide lõikesirgeid – telgi x, y ja z. Samuti ei tõmmata kujutiste vahele sidejooni, nagu seda tehti kujutatavas geometrias.

Masinaehitusjooniste valmistamisel juhendatakse põhimõttest, mille kohaselt eset iseloomustavate kujutiste hulk peaks olema

minimaalne, kuid samal ajal piisav eseme kuju ja kõikide mõõtmete näitamiseks.

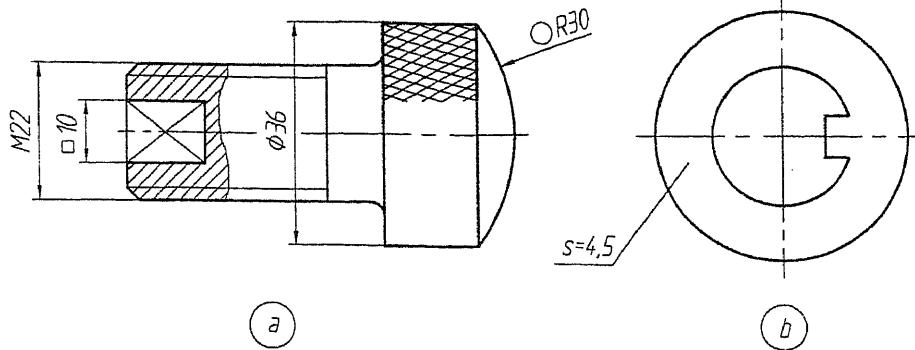
Õige joonise seisukohalt tuleb pidada vääraseks nii kujutiste vähest kui ka liigset arvu. Seepärast tuleks joonisel 3.1 näidatud detaili kujutada vaid kahe vaatega (eest- ja pealtvaatega). Kujutiste vahele jäetakse mõõtmete jaoks parajalt ruumi.

Mõnikord aitab kujutiste hulka miinimumini viia leppemärkide, nagu \emptyset läbimõõdumärgi, \square ruudumärgi, \circ sfäärimärgi, samuti l pikkuse, ja s paksuse sümbolina, kasutuselevõtt mõõtarvude ees. Näiteks nii võib joonisel 3.2, a ja b toodud detaile, tänu leppemärkidele ja tähistele, iseloomustada ainult ühe kujutisega.



- vaade a suunas on eestvaade ehk peavaade;
- vaade b suunas on pealtvaade;
- vaade c suunas on vasakultvaade;
- vaade d suunas on paremaltvaade;
- vaade e suunas on altvaade;
- vaade f suunas on tagantvaade

Joonis 3.1. a — projekteerimine esimese ruuminurga meetodil, b — põhilised vaate suunad ja nimetused, c — põhiliste vaadete paigutus joonisel



Joonis 3.2

4. KUJUTISED

Joonisel kasutatavad kujutised jaotatakse nende sisu järgi vaadeteks, lõigeteks ja ristlõigeteks.

4.1. Vaated

Vaade on kujutis vaatleja poolt paistvatest eseme pinnaosadest.

4.1.1. Põhilised vaated

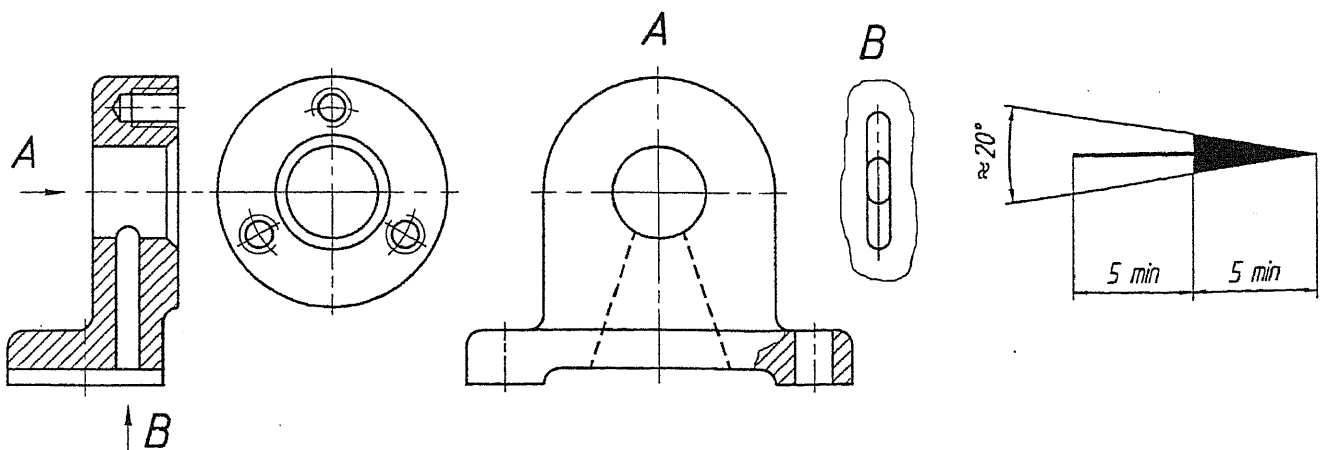
Joonisel 3.1, b näidatakse koos nimetustega kuus võimalikku eseme poole sihitud põhilist vaate suunda.

Kujutised, sealhulgas ka vaated, paigutatakse joonisel peakujutise asukoha keskselt. Peakujutiseks valitakse eset kõige paremini iseloomustav kujutis. Põhilistest vaadetest on selleks eestvaade. Teised kujutised orienteeritakse eestvaate kui peavaate suhtes joonisega 3.1, c näidatud viisil.

4.1.2. Projektsiooniliselt sõltumatud vaated

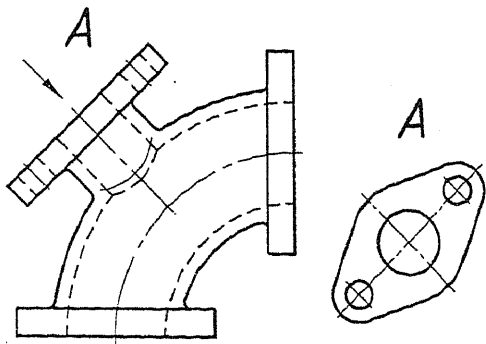
Vaateid ei pealkirjastata, kui nad on joonestatud nii nagu joonisel 3.1, s.t. projektsioonilises seoses. Kui aga kujutised on omavahel nihutatud, ei asetse ühel ja samal lehel või on neid sattunud eraldama mõni kolmas kujutis (näit. joonis 4.1, vaade A), tuleb kasutada vaate suunda näitavaid nooli (joonis 4.2) koos ladina tähestiku algusest võetud suurtähega.

Sama suurtäht kirjutatakse soovitatavalt vastava vaate kohale üles. Tähtühiseid tuleb kirjutada joonisel olevatest mõõtaruudest kaks korda suurema kirjaga ja alati joonise kirjanurga suhtes paralleelselt.

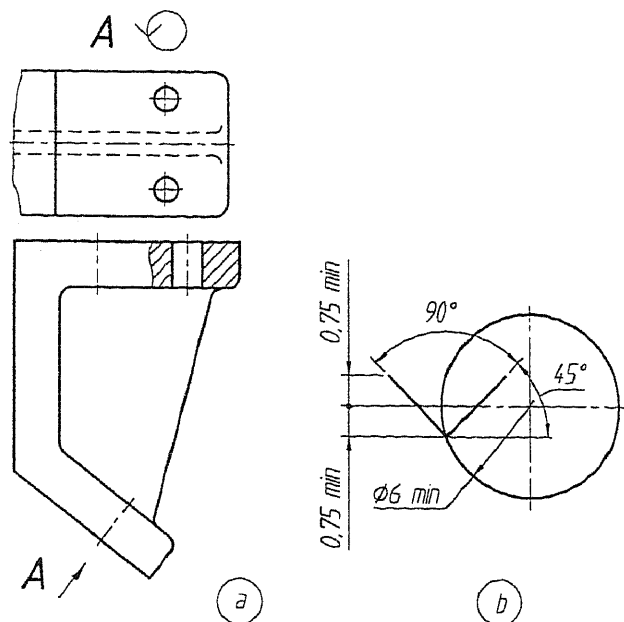


Joonis 4.1. A – peakujutisest eraldatud vaade, B – osaline vaade, peakujutisest paremal, sellega telgjoone abil seotud – kohtvaade

Joonis 4.2. Vaate suunda näitav nool

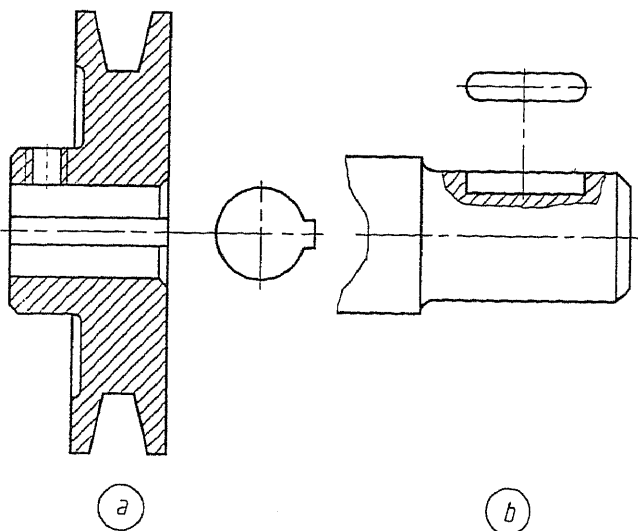


Joonis 4.3. Lisavaade



Joonis 4.4.

a – pööratud lisavaade, b – pöörämismärgi geomeetiline kuju



Joonis 4.5. Kohtvaade

4.1.3. Lisavaated

Kui esemete mõni element põhilistes vaadetes projekteerub moonutatud kuju ja mõõtmetega, tuleb kasutada lisavaadet (joonis 4.3).

Niisugustel juhtudel tuleb noole ja suurtähedega ära näidata vaate suund, saadav kujutis aga märgistada sama täht-tähisega. Kui lisavaade on joonestatud pööratud asendis, tehakse kujutise täht-tähise juurde pööramise märk (joonis 4.4 a ja b).

4.1.4. Osalised vaated

Otstarbekuse huvides on esemete mõnda elementi kasulik selgitada mitte tervikliku vaatega, vaid ainult ühe kitsapiirilise osana sellest. Osaline vaade ümbritsetakse kas pideva vabakäejoonega (joonis 4.1, vaade B) või murretega peenjoonega.

4.1.5. Kohtvaated

Kui eseme teatud sümmeetriline element on ühemõtteliselt arusaadav geomeetiline vorm, võib ainuüksi selle esitada kohtvaatena.

Kohtvaade seotakse tema lähte- ehk põhilise kujutisega kriipspunktpeenjoone abil ja projekteeritakse kolmanda ruuminurga meetodil ehk Ameerika süsteemis (pealtvaade asetseb eestvaate kohal, vasakultvaade eestvaatest vasakul jne.) (joonis 4.1, viirutatud peakujutisest paremal asuv ja temaga telgjoone abil seotud kujutis; joonis 4.5, a ja b).

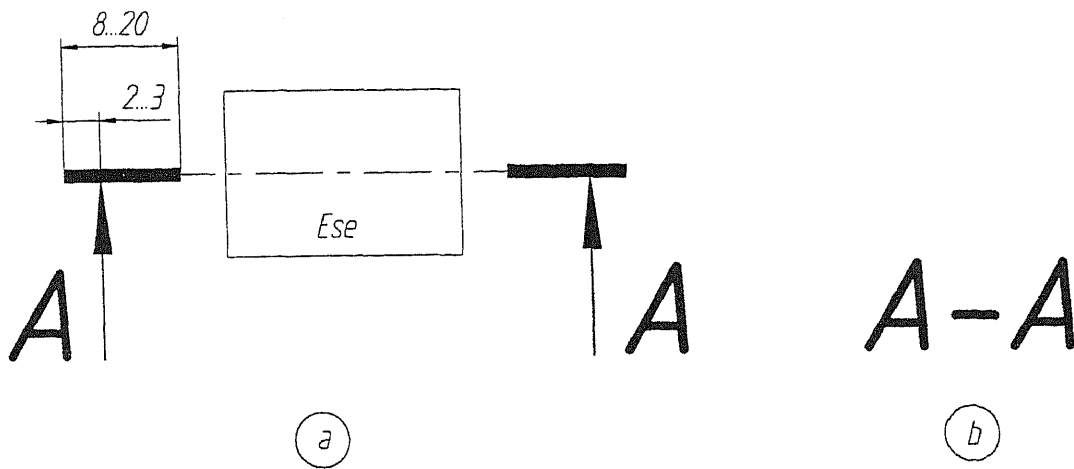
4.2. Lõiked

Eseme sisemise ehituse näitamiseks kasutatakse lõikeid.

Lõige on kujutis, mis on saadud eseme mõttelisel lõikamisel ühe või mitme tasapinnaga.

Eseme lõigatud pinnad viirutatakse, kusjuures viirutuse kujuga saab iseloomustada detaili valmistamiseks kasutatud materjali liiki.

Lõikega näidatakse mitte üksnes seda osa, mis jääb lõikepinnaile, vaid ka eseme neid elemente, mis projekteeruvad vaadena lõikepinna taha.



Joonis 4.6. a – lõike märgistamine ja tähistamine lähtekujutise juures, b – tähttähised lõikekujutise kohal

4.2.1. Lõigete pealkirjastamine

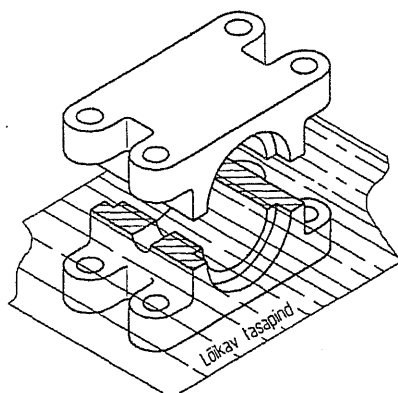
Tavaliselt lõiked tähistatakse ja pealkirjastatakse. Lähtekujutise juures näidatakse lõikava pinna või pindade kulgemist kriipspunktpeenjoonega, mis on otstes ja võimalikes murdekohtades jämedam.

Otstes olevad jämedad kriipsud peavad jääma kujutistest veidi eemale, et mitte lõigata eseme kontuuri. Vaate suunda ja ühtlasi ka lõikepinna 90° all toimuvat mahapööramist näitavad nooled toetuvad kriipsudele nende välimistest otstest 2...3 mm kaugusel. Nooled peavad olema kriipsudega risti. Kummagi noole vahetusse lähedusse, soovitatavalt väljapoole ja kirjanurga suhtes paralleelselt, kirjutatakse lõike tähisena mõõtarvudest 2 korda suurema kirjaga suurtäht (joonis 4.6 a).

Lõike pealkirjaks on kaks kriipsukesega eraldatud suurtähte (joonis 4.6 b).

4.2.2. Lõiked ühe tasapinnaga

Lihtsamatel juhtudel võib eseme sisemist ehitust selgitada vaid ühe tasapinna abil tehtud



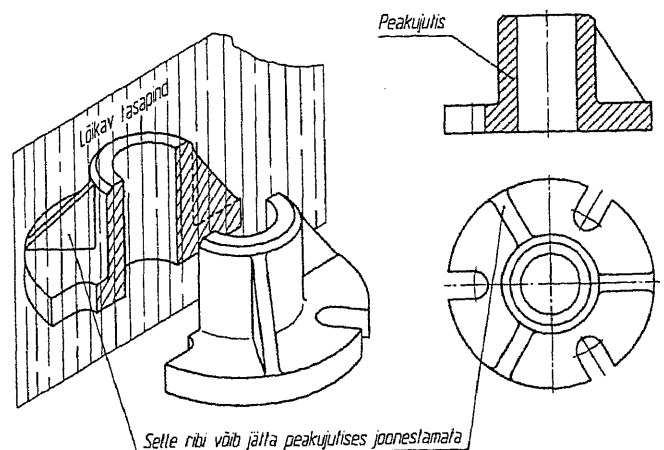
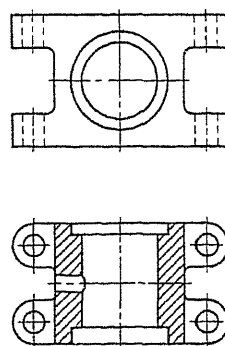
Joonis 4.7. Horisontaallõige

lõikega. Kui lõikepinna asend on ilmne ja lõige ise üheselt mõistetav, siis lõiget ei tähistata ega pealkirjastata (joonis 4.7 ja 4.8).

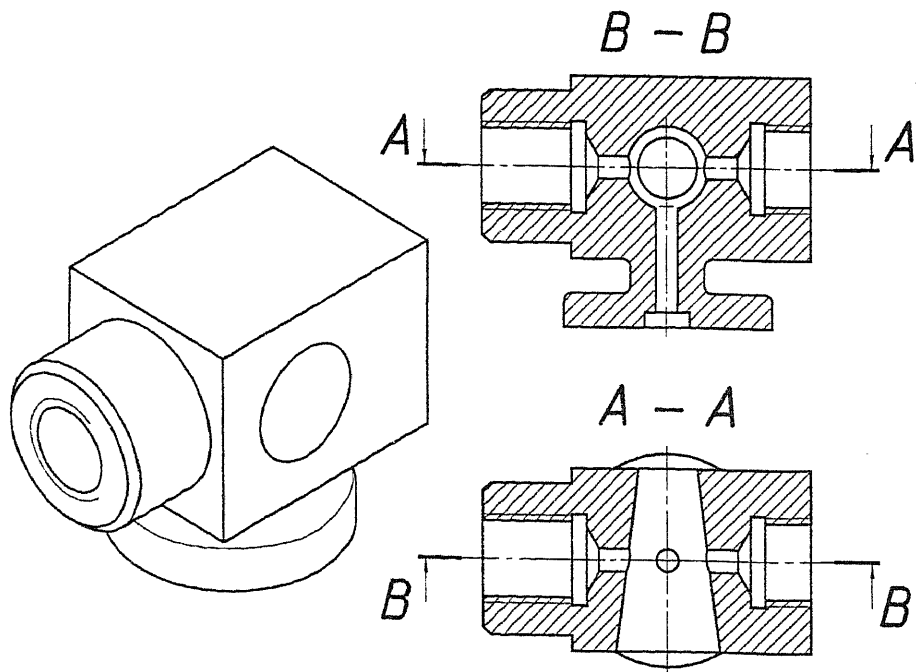
Keerulisematel juhtudel aga tähistatakse ja ka pealkirjastatakse (joonis 4.9).

4.2.3. Lõiked mitme tasapinnaga

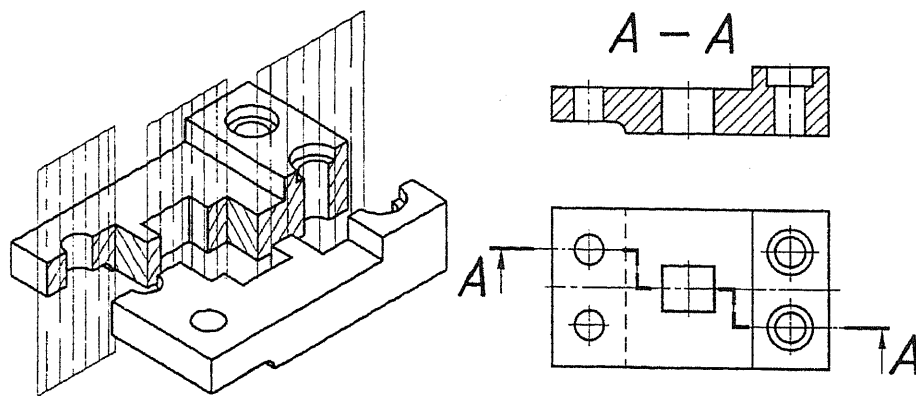
Niisuguseid lõikeid saab vormistada astmelise ja murdlõike kujul. Mõlemal puhul tuleb jämedate kriipsudega ära näidata lõikava pinna kulgemise muutusi, astmelisel lõikel astmete koht, murdlõikel – murdekoht. Astmelisel lõikel paiknevad lõikepinnad astmeliselt ja on eset läbides üksteisega paralleelsed. Kõikidele astmetele langevaid elemente kujutatakse ühel tasapinnal asuvatena, kusjuures astmete vahejooni välja ei joonestata (joonis 4.10, lõige A-A joonisel 4.11). Murdlõike puhul lõikepinnad lõikuvad omavahel mingi nurga all. Nad asetatakse läbi detaili sümmeetriliste elementide telgjoonte (lõige B-B joonisel 4.11).



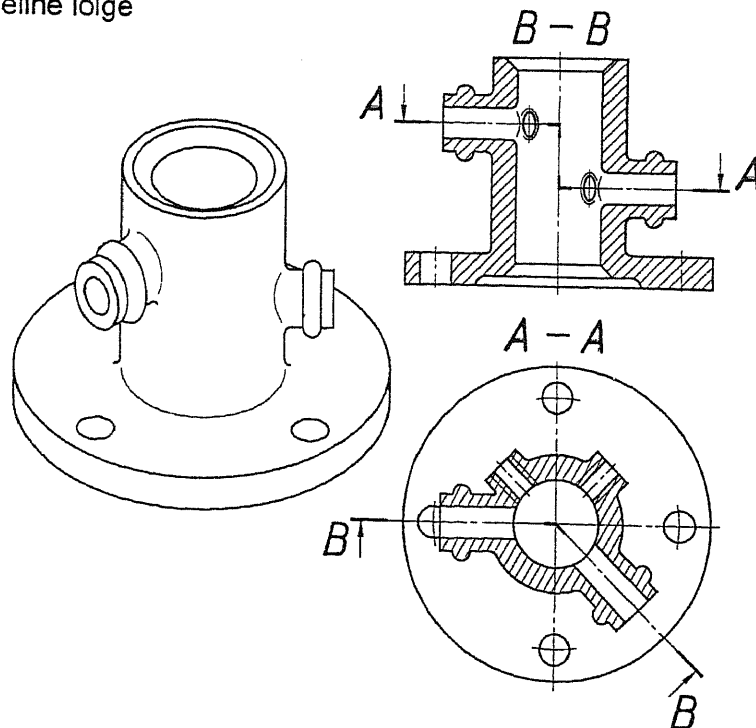
Joonis 4.8. Vertikaallõige



Joonis 4.9. Ühe tasapinnaga tehtud tähistatud lõiked



Joonis 4.10. Astmeline lõige



Joonis 4.11. A-A on horisontaalsete tasapindadega tehtud astmeline lõige, B-B on vertikaalsete tasapindadega tehtud murdlõige

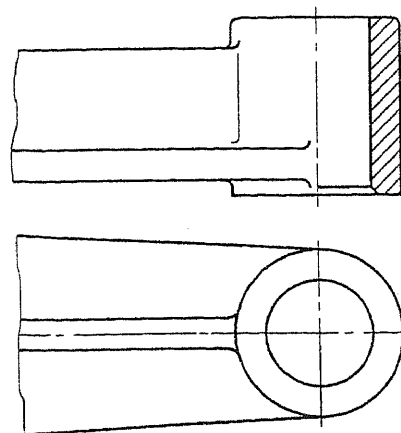
4.3. Vaatega ühendatud lõiked

Vaatega ühendatud lõike puhul ei lõigata eset mitte terves ulatuses läbi, vaid ainult teatud osas, joonestades lõigatud osa kokku lõikamata jäänud vaateosaga. Siia kuuluvad poolvaatlõige ja kohtlõige.

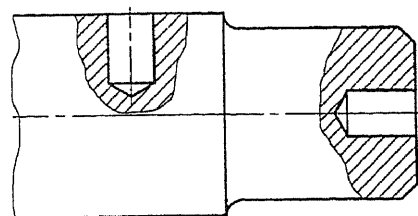
Poolvaatlõige vormistatakse ainult sümmeetrilistest kehadest, kusjuures vaate- ja lõikeosa eraldusjooneks on sümmeetriatelg (joonis 4.12).

Poolvaatlõiget ei tähistata. Poolvaatlõikes võib kujutada ka selliseid esemeid, mis tervikuna ei ole sümmeetrilised, kuid omavad pöördkeha näol sümmeetrilist elementi (joonis 4.13).

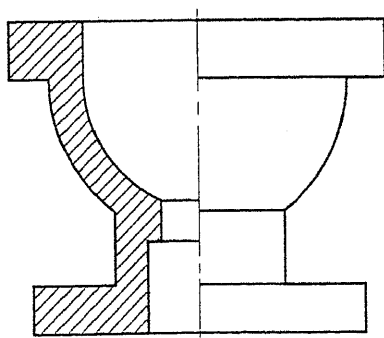
Kohtlõige tehakse eseme konstruktsiooni näitamiseks ühes kitsalt piiratud kohas. Kohtlõige eraldatakse vaateosast kas pideva vabakäejoone (joonis 4.14) või murretega peenjoone abil. Ka kohtlõiget ei tähistata.



Joonis 4.13. Eseme pöördkehakujuline osa poolvaatlõikes



Joonis 4.14. Kohtlõiked



Joonis 4.12. Poolvaatlõige

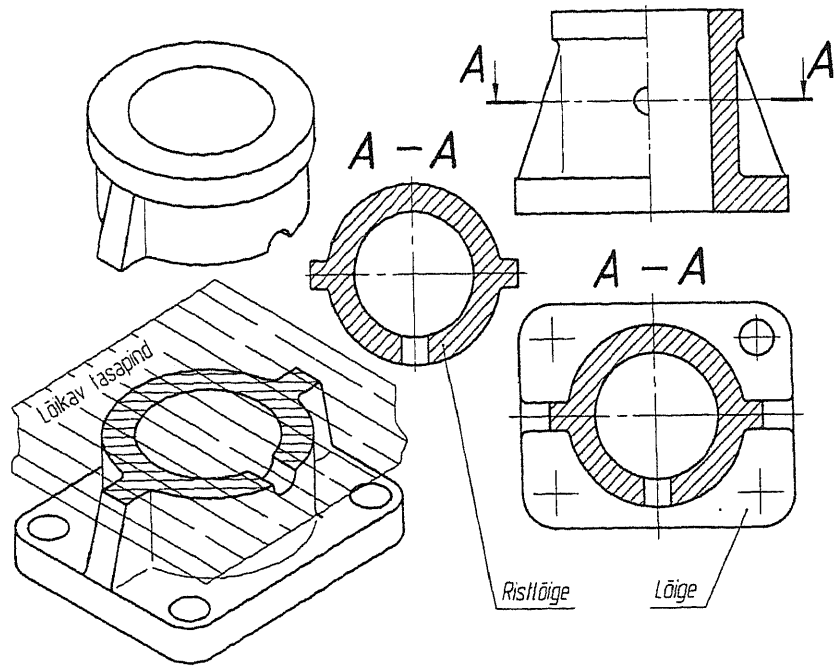
4.4. Ristlõiked

Ristlõige on kujutis, mis saadakse eseme mõttelisel läbilõikamisel tasapinnaga. Ristlõike ülesandeks on selgitada eseme läbilõigatud koha geomeetrilist kuju moondevabalt.

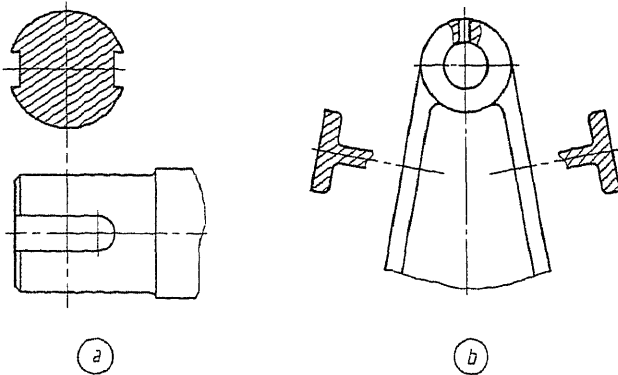
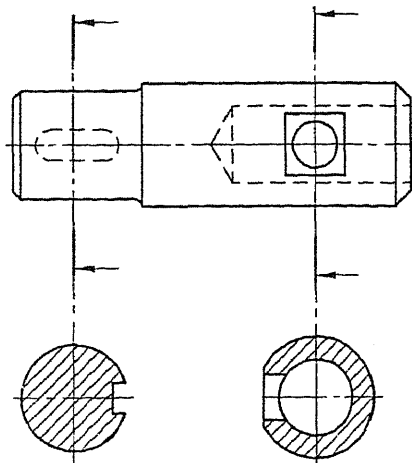
Ristlõikel (erinevalt lõikest) näidatakse üldjuhul ainult lõikavale tasapinnale langevaid eseme elemente. (võrdle kujutisi joonisel 4.15).

Nagu joonisel 4.15 näha, pealkirjastatakse ristlõige ja lõige ühtmoodi. Kui lõikepind läbib niisuguse ava või süvendi telgjoont, mida piirab pöördpind, tuleb ristlõikes näidata ka nende pöördpindade kontuurid, mis jäävad lõikepinna taha vaatesse (joonis 4.15).

Eristatakse kaht ristlõike vormistamise viisi: väljatoodud ja pealejoonestatud ristlõiget.



Joonis 4.15.

Joonis 4.16.
Väljatoodud sümmeetrilised ristlõiked

Joonis 4.17. Väljatoodud ebasümmeetrilised ristlõiked. Nooled selgitavad vaate suunda

4.4.1. Väljatoodud ristlõige

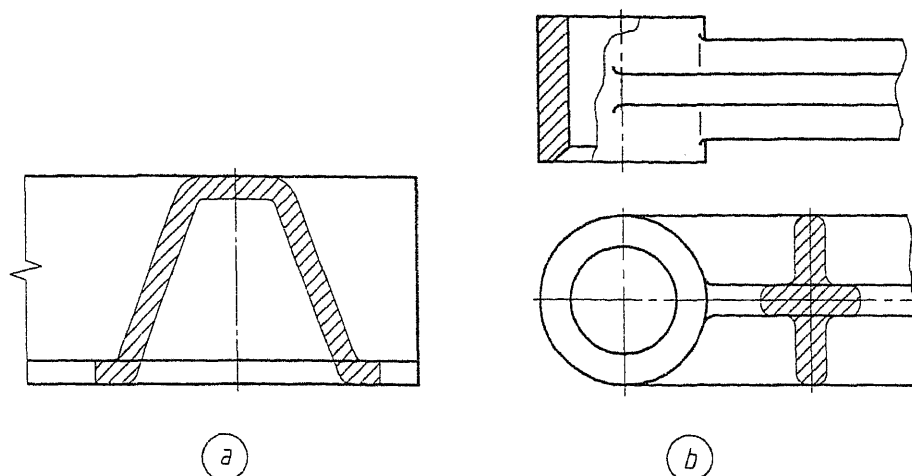
Seda liiki kujutis joonestatakse välja pideva jämejoonega. Joonisel on võimalik teda siduda kriipspunktpeenjoone abil lähtekujutisega selle vahetus läheduses (joonis 4.16, a ja b). Lähtekujutisega seotud sümmeetriliste ristlõigete korral vaate suunda ei näidata.

Lõikepinna suhtes ebasümmeetrilise seotud ristlõike puhul näidatakse noolega veel ka vaate suund, kuid tähtähiseid ei lisata. (joonis 4.17.)

Muudel juhtudel väljatoodud ristlõiked tähistatakse ning pealkirjastatakse ja paigutatakse joonise vabale pinnale (joonis 4.15).

4.4.2. Pealejoonestatud ristlõige

Seda liiki ristlõige joonestatakse pideva peenjoonega detaili vaatekujutise peale viimase kontuure katkestamata (joonis 4.18). Pealejoonestatud ristlõiget ei tähistata.

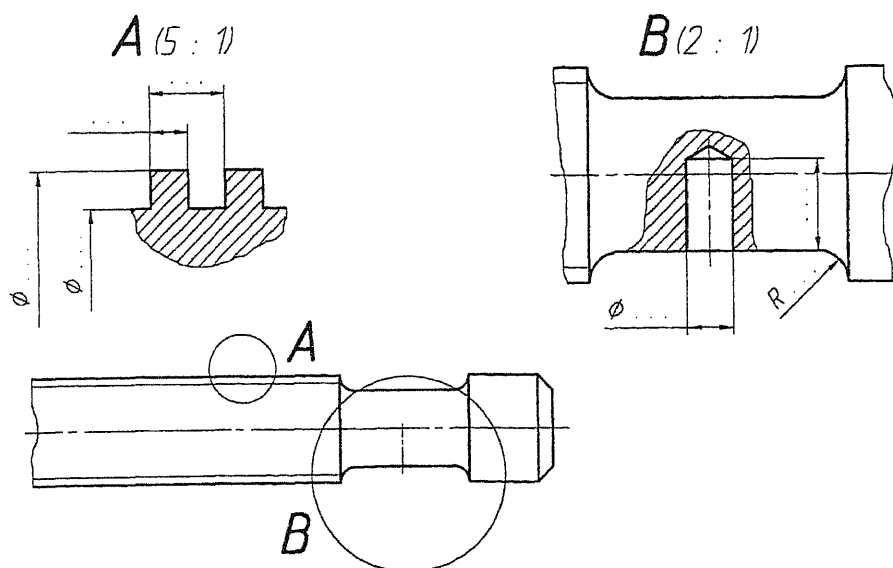


Joonis 4.18. Pealejoonestatud ristlõiked

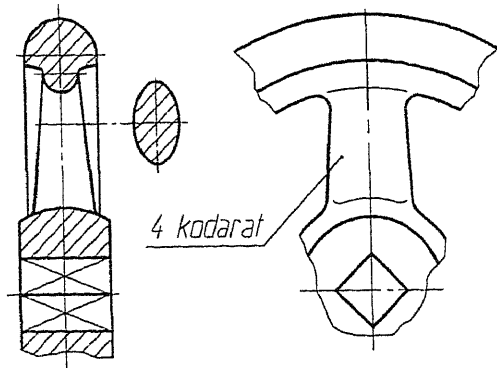
4.5. Väljatoodud element

Kui eseme mingi element on joonisel kujutatud liiga väiksest (ei selgu geomeetiline kuju; ei ole võimalik juurde kanda mõõtmeid ja muid andmeid), tuleb vaadeldav element joonise vabale pinnale suurendatud mõõtsuhtes välja tuua (joonis 4.19). Väljatoodud element võib erineda põhikujutisest sisu poolest (näiteks võib põhikujutis olla vaates, väljatoodud element aga lõikes).

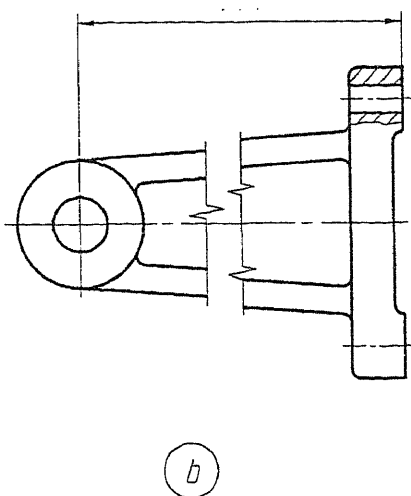
Põhikujutisel ümbritsetakse vastav koht pideva peenjoone abil tõmmatud ringiga. Sinna juurde märgitakse tähisena mõõtarmudest kaks korda suurem suurtäht. Väljatoodud elemendi pealkirjaks on sama suurtäht koos sulgudes lisatud mõõtsuhtega. Sellisel viisil saadud kujutis paigutatakse võimalikult oma põhikujutise lähedusse.



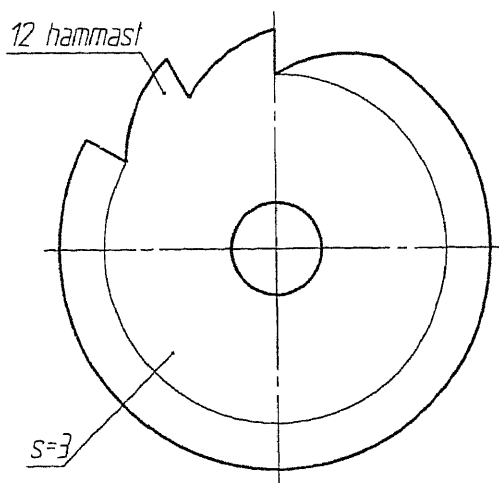
Joonis 4.19. Väljatoodud elemendid



Joonis 5.1. "Keelatud" lõige



Joonis 5.2. Katkestus



Joonis 5.3. Korduvald elemendid

5. LIHTSUSTUSED JA TINGLIKKUSED JOONISEL

Selleks, et vähendada joonestamisel töömahtu, rakendatakse mitmesuguseid tinglikke ja lihtsustavaid kujutamisevõtteid.

5.1. "Keelatud" lõiked

On hulk detaile, mida ei kujutata lõigatuina (s.t. neid ei viirutata), kui lõikepind läbib nende pikitelge, näit lausvõllid ja -spindlid, tihvtid, poldid, kruvid, needid, liistud jm. Viirutamata jäetakse ka jäikusribid, kodarad ja hammasratta hambad, kui lõikav pind läbib neid pikuti (joonis 4.8, 4.15 ja 5.1).

Avad ja süvendid tuuakse nimetatud kohtades esile kohtlõikega (joonis 4.14).

5.2. Katkestused

Ühtlase või ühtlaselt muutuva ristlõikega eseme (võll, varras, valtsprofiil, keps jne.) kujutamisel jäetakse osa ühtlasest või ühtlaselt muutuvast elemendist välja. Allesjäänud osad piiratakse katkestusjoonega (pideva vabakäejoonega või murretega peenjoonega) ja tuuakse üksteisele lähemale (joonis 5.2).

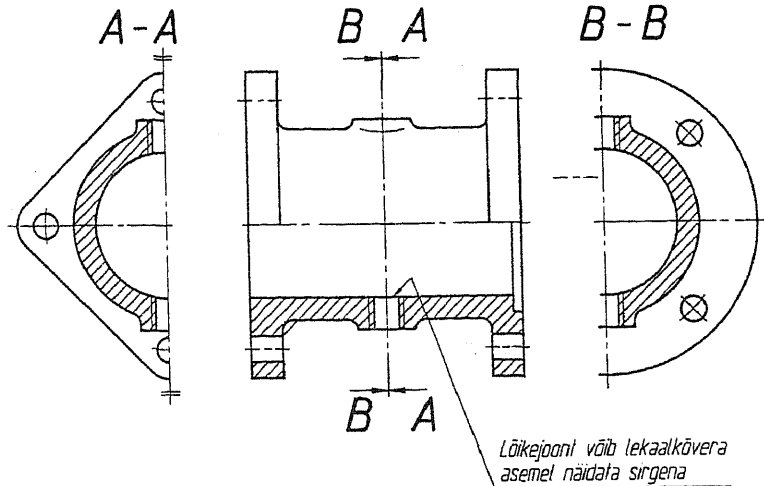
Mõõtariivad näitavad eseme tegelikku pikkust, kusjuures mõõtjooned peavad olema katkestuseta.

5.3. Korduvald elemendid

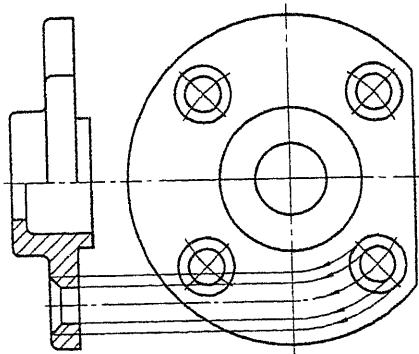
Kui esemel on mitu ühesugust elementi, mille paigutuse korrapärasus on pilguga kergesti tabatav, siis selle eseme kujutisel joonestatakse neist elementidest välja ainult üks või mõned, ülejäänud aga näidatakse tinglikult või lihtsustatult (joonis 5.3).

5.4. Sümmeetrilised kujutised

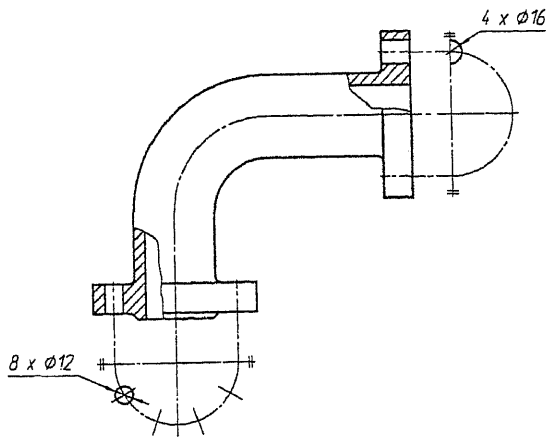
Kui kujutis on sümmeetriline, lubatakse temast näidata vaid pool või veerand. Seejuures peab sümmeetriatelg olema märgitud kahe paralleelse peene kriipsukesega, mis on teljega risti (joonis 5.4 lõige A-A). Kriipsukesed jäetakse ära, kui sümmeetrilise objekti kontuurid on viidud veidi üle sümmeetriatelje (joonis 5.4 lõige B-B).



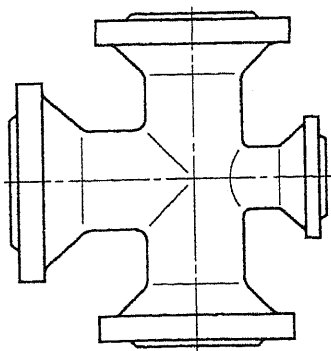
Joonis 5.4



Joonis 5.5



Joonis 5.6



Joonis 5.7

5.5. Radiaalselt asetsevate elementide pööramine joonise tasapinda

Radiaalselt asetsevad elemendid, st niisugused ringjoonel asetsevad elemendid, mille teljed on raadiusesihilised, nagu avad, ribad jm., võib tinglikult pöörata joonise tasapinda (joonis 5.5).

5.6. Jaotusringjoonte kujutamine

Avade paiknemist äärikus võib täisvaate asemel selgitada ainult avade jaotusringjoone abil (joonis 5.6). Siinjuures eeldatakse, et avad on asetatud jaotusringjoonele ühtlaste vahedega.

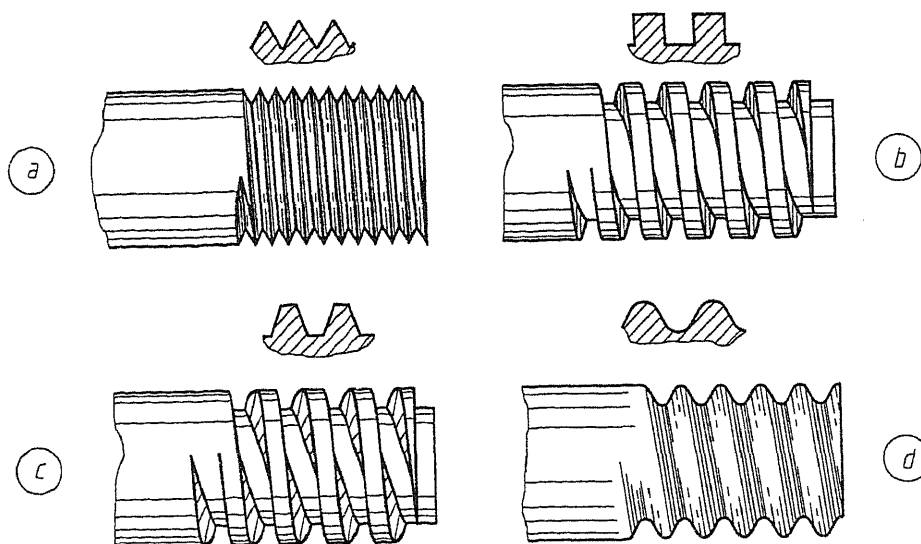
5.7. Tasapindade eristamine pöördpindadest

Tasapinnalised eseme osad pöördpindade läheduses tuuakse vajaduse korral esile diagonaalsete pidevate peenjoontega (joonis 3.2, ava □10, joonis 6.13).

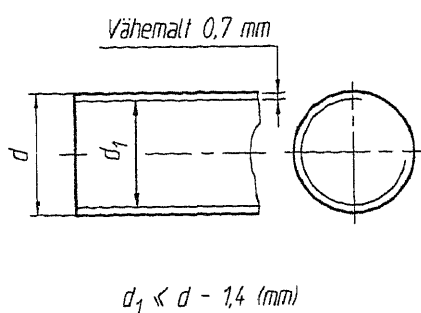
5.8. Pindade lõikejooned

Pindade lõikejooni võib välja joonestada lihtsustatud kujul, näiteks lekaalkõveraid ringi kaartena (joonis 4.3) või koguni sirgetena (joonis 4.14 vertikaalne ava, joonis 5.4).

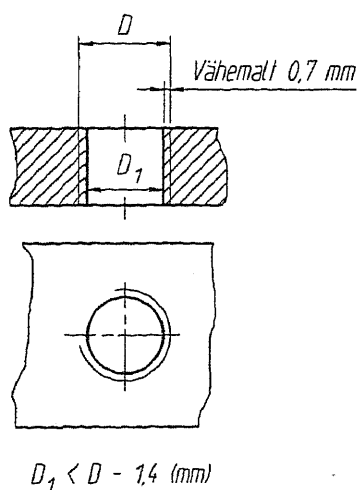
Viimane võtte õigustab end lõikuvate pöördpindade läbimõõdu suure erinevuse korral. Sujuva ülemineku puhul ühelt pinnalt teisele võib kujuteldavaid lõikejooni näidata tinglikult pideva peenjoonega, mis ei ulatu kontuurjooneni (joonis 5.7).



Joonis 5.8. Keermete liike: a - kolmnurkkeere; b - ruutkeere; c - trapetskeere; d - ümarkeere



Joonis 5.9



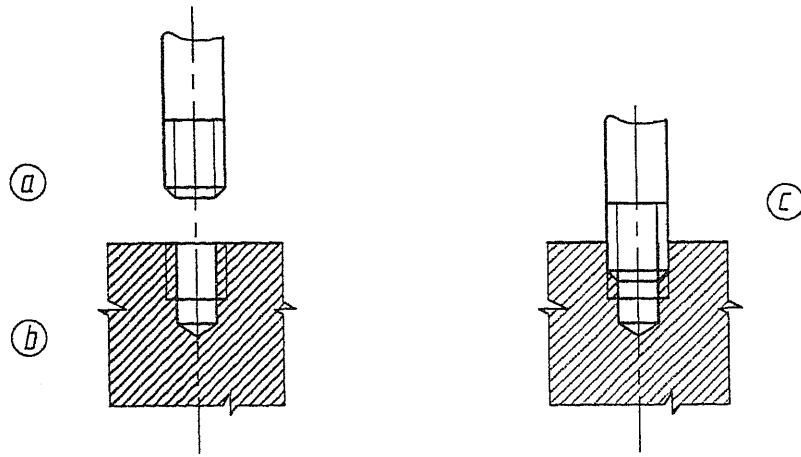
Joonis 5.10

5.9. Keermete kujutamine

Keere, õigemini keermeniit, saadakse mingi tasapinnalise kujundi (kolmnurk, ruut, trapets jt.) liikumisel mööda silindrilist või koonilist krivijoont, kui kujundi üks külg toetub vastu silindri või koonuse moodustajat ja tema tasapind läbib kogu liikumise ajal vastava pöördkeha telge. Kui pöördkeha koos temal tekkinud keermeniidiga kujutada jäiga tervikehana, saame üldises mõttes keermega kruvi (joonis 5.8).

Keermeid kujutatakse joonisel tinglikult. Varda pinnale lõigatud keeret nimetatakse väliskeermeks ja avasse lõigatud keeret—sisekeermeks. Väliskeermel näidatakse keeme väline, so. harjade joon, pideva jämejoonega, sisemine, so. keeme põhjade joon—pideva peenjoonega, mis otsvaates tõmmatakse välja vaid 3/4 ringjoone ulatuses (joonis 5.9).

Kui sisekeermega detaili kujutada lõikes, näidatakse siingi sisekeeme harjad pideva jämejoonega, keeme põhjad aga pideva peenjoonega, mis ava telgjoonesuunalises vaates tõmmatakse välja vaid 3/4 ringjoone ulatuses. Erinevalt väliskeeme kujutamisest paikneb sisekeeme joonisel harjade jämejoon ava telgjoonele lähemal ja põhjade peenjoon sellest väljaspool (joonis 5.10). Viirutusjooned tõmmatakse üle peenjoone vastu keermeharja jämedat joont.



Joonis 5.11. a - keermestatud varras; b - keermestatud ava; c - keermesliide

Sisekeere võib olla töödeldud kas detailist läbi (joonis 5.10) või umbsesse, s.o. põhjaga avasse (joonis 5.11, b). Umbse ava põhi on koonilise kujuga, mille tipunurk on 120° . Selle tekitab spiraalpuuri kooniline ots. Keerme lõpp nii sise- kui ka väliskeerme puhul antakse pideva jämejoonega. Väliskeermel peab keerme peenjoon ületama faasi piirdejoone ja ulatuma kuni faasikoonuse moodustajani (joonis 5.11,a). (Detailidel lõigatakse tavaliselt teravad servad kaldu ära, nagu näit. koonilise otsaga keermestatud varras joonisel 5.11,a. Seda koonilist osa nimetataksegi faasiks).

Keermesliidet (sise- ja väliskeeret ühendatult) kujutatakse joonisega 5.11,c näidatud viisil. Väliskeermega detail joonestatakse välja täies ulatuses, sisekeeret aga ainult nii palju, kui väliskeermega detail seda vabaks jätab.

6. JOONISE MÕÖTMESTAMINE

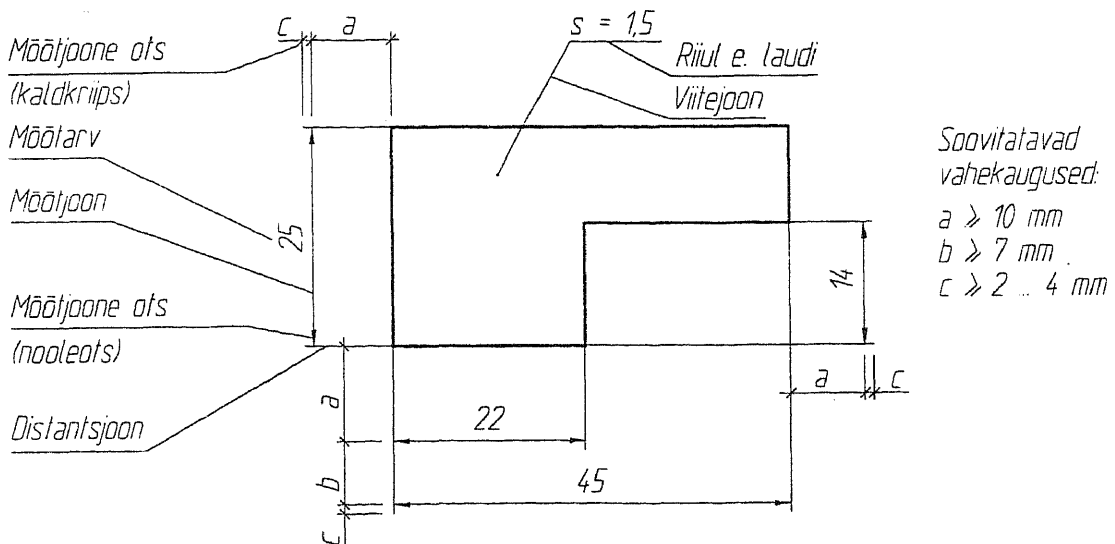
6.1. Üldjuhised

Mõõtmestamiselementideks joonisel on distantsjooned, mõõtjooned, mõõtjoone otsad (kas nooleotste või kaldkriipsude kujul), ühisnullpunktid ja mõõtarmud.

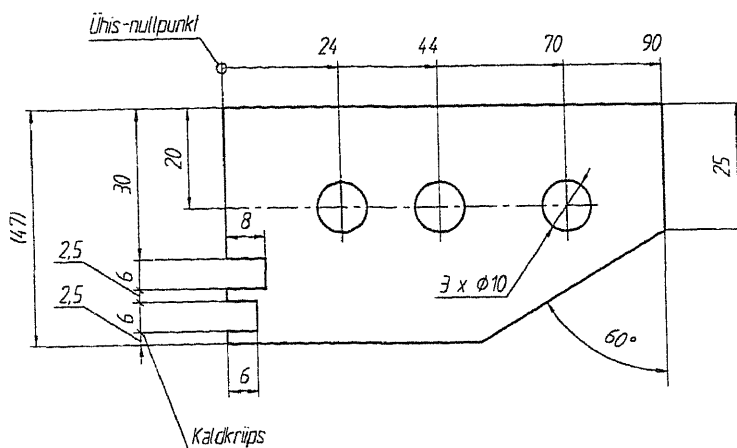
Joonisel 6.1 ja 6.2 on näidatud nende paigutus. Siin tuleks tähelepanu pöörata mõõtmetele a, b ja c.

Mõõtjoon tõmmatakse mõõdetava lõigu suhtes alati paralleelselt. Mõõtjoone nooljad otsad toetuvad risti vastu distants- või kontuurjooni. Nooleotsa kuju on esitatud joonisel 6.3.

Kui ruumi on piisavalt, asetatakse nooleotsad mõõtjoone piiridesse. Ruumipuudusel



Joonis 6.1



Joonis 6.2

võib need paigutada ka distantsjoontest väljapoole mõõtjoone pikendusele või asendada kaldkriipsudega 45° all (joonis 6.2).

Sealjuures mõõtahel tervikuna peab olema haaratud siiski mõõtjoone nooljate otste vahele.

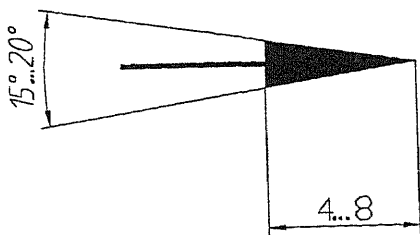
Mõõtjoonte omavahelist lõikumist ja lõikumist distantsjoontega tuleb võimaluse korral vältida. Lühemad mõõtjooned tõmmatakse kujutisele lähemale, pikemad aga järk-järgult kaugemale.

Nurgale mõõdet andes tõmmatakse mõõtjoon kaarekujuliselt keskpunktiga mõõdetava nurga tipus, distantsjooned aga radiaalselt (joonis 2.3).

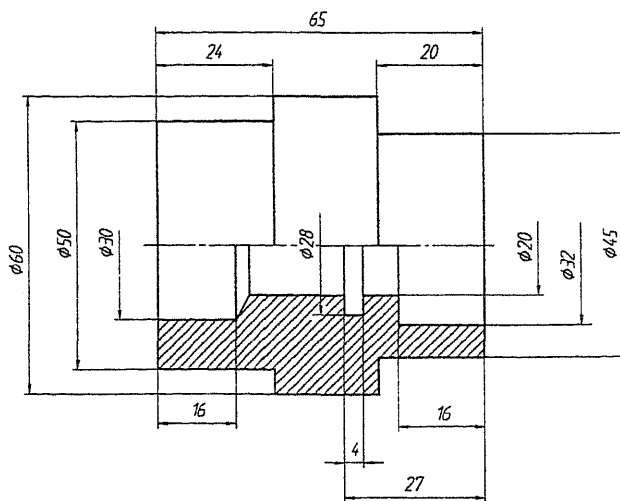
Kui mõõtjoone nooljas ots ületab kontuur-, distants-, viirutus- või muid jooni, siis viimased nooleotsa kohal katkestatakse (joonis 6.4, mõõde $\varnothing 28$).

Kui joonisel on kujutatud sümmeetriline või katkestatud ese, võib tõmmata pooliku, ühe nooleotsaga mõõtjoone. See peab ulatuma sümmeetriateljest või detaili katkestusjoonest kaugemale (joonis 6.4, mõõtmed $\varnothing 20$, $\varnothing 28$, $\varnothing 30$, $\varnothing 32$).

Ettekujutuse eseme tegelikust suurusast annavad mõõtjarvud, mis kirjutatakse normkirjas kirjakoõrgusega 3,5 mm mõõtjoone kohale sellega paralleelselt ja võimalikult tema keskkoha lähedale. Ükski joon ei tohi ületada mõõtjarvu või eraldada seda tema ees seisvast kujumärgist (\varnothing , \square , \circ jt.) Telg- ja viirutusjooned mõõtjarvu kohal katkestatakse. Kirjanurga teksti suhtes paralleelsed mõõtmed kirjutatakse horisontaalselt ja vertikaalsed mõõtmed paremalt vaadatuna alt üles (joonis 6.4).



Joonis 6.3



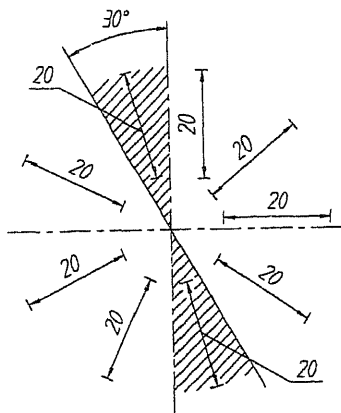
Joonis 6.4

Mitme paralleelse mõõtjoone puhul paigutatakse mõõtarpud malekorras (joonis 6.4).

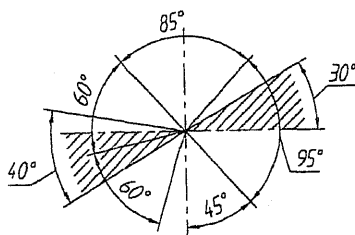
Mõõtarpud väljendatakse millimeetrites, mõõtühikut juurde märkimata.

Kui sirge mõõtjoon oma kalde poolest satub viirutustega näidatud sektorisse (joonis 6.5), kirjutatakse mõõtarp rõhtsale laudile.

Samuti toimitakse nurga mõõtmetega, kui viirutusega näidatud sektorisse satub nurga mõõtjoone keskkohht (joonis 6.6).



Joonis 6.5



Joonis 6.6

Mõõtarvu ette, kui see näitab mitme ühesuguse elemendi mõõdet, kirjutatakse elementide arv (joonis 6.2, mõõde $3 \times \varnothing 10$).

Üldine mõõtmete hulk joonisel peab olema minimaalne, kuid küllaldane toote valmistamiseks ja kontrollimiseks. Mõõtmed asetatakse eseme selle kujutise juurde, kus mõõdetava elemendi geomeetiline kuju paistab kõige ilmekamalt.

Ühe ja sama elemendi mõõtmeid ei ole lubatud erinevatel kujutistel korrata. On keelatud mõõtmeid kanda joonisele suletud

mõõtahelana (näiteks nii, et üksikute elementide pikkuste summa annaks gabariitmõõtme). Üks element peab jääma ilma mõõtmeta (joon 6.4).

Kui seda mõõdet on siiski peetud vajalikuks, siis paigutatakse see kui teatmemõõde ümarsulgudesse (joonis 6.2).

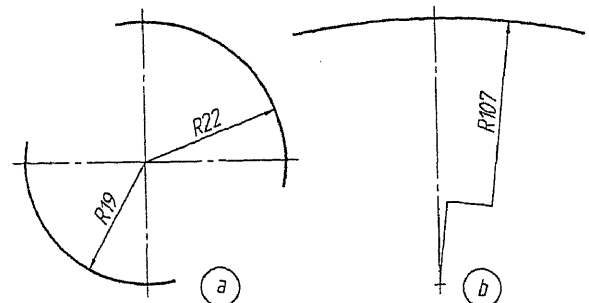
6.2 KUJUMÄRGID JA TÄHISED

6.2.1. Raadius

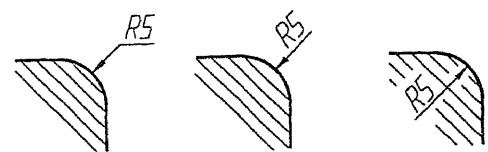
Raadiust tähistatakse suure tähega R, mis on ühekõrgune mõõtarvuga tema järel. Kui raadiuse abil mõõdet andes on vaja näidata ka kaare tsentri asukoht, siis kujutatakse viimast lõikuvate tsentrijoontega (joonis 6.7, a).

Suure raadiuse puhul võib tsentri tinglikult kaarele lähemale tuua. Mõõtjoon tõmmatakse sel juhul murdega 90° all (joonis 6.7, b).

Raadiuse mõõtjoon peab olema risti mõõdetava kaarjoone kujuteldava puutujaga (joonis 6.8).

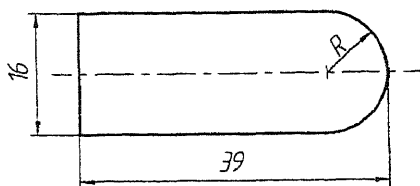


Joonis 6.7

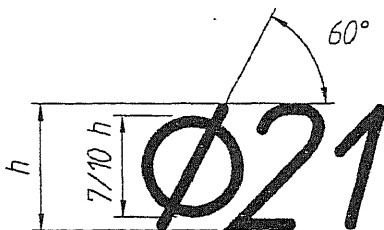


Joonis 6.8

Kui raadiuse suurus on tuletatav teistest mõõtmetest, tuleb kirjutada tema tähiseks vaid R ilma mõõtarvuta (joonis 6.9).



Joonis 6.9

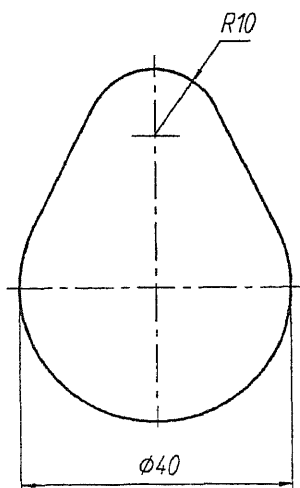


Joonis 6.10

6.2.2. Läbimõõt

Ringi või pöördkeha läbimõõtu (diameetrit) näitava mõõtarvu ette pannakse alati läbimõõdumärk (joonis 6.10).

Kui ringjoonest on kujutatud vähem kui pool, antakse mõõde raadiusega, vastasel juhul läbimõõduga (joonis 6.11).

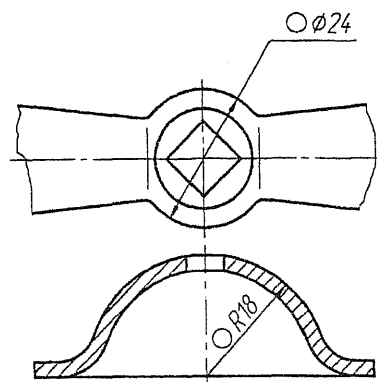


Joonis 6.11

Raadius märgitakse alati kaarjoonele, läbimõõtu on aga soovitatav näidata kujutisel, kus selgub pöördpinna moodustaja kuju (joonis 6.4).

6.2.3. Sfäär (kera)

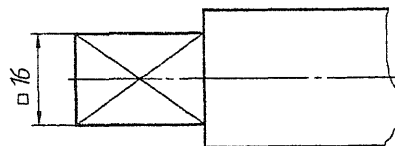
Sfääri ehk kerakujulise pinna puhul lisatakse läbimõõdumärgi või raadiusetähise ette sfäärimärk – mõõtarvukõrgune ringike (joonis 6.12).



Joonis 6.12

6.2.4. Ruut

Ruudule võib mõõtmeid anda ruudumärgi abil. Märk (joonis 6.13) näitab, et detaili prismaatilise osa ristlõige on ruudukujuline.

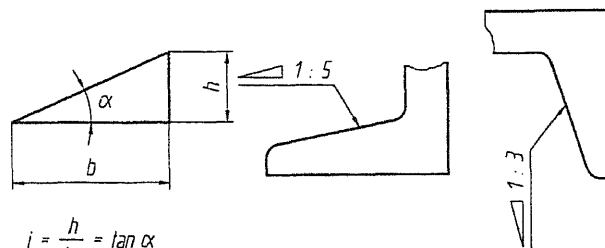


Joonis 6.13

6.2.5. Kalle

Kaldek (i) nimetatakse kaldpinna kõrguse ja aluse suhet. Selle suhte ette kirjutatakse kalde märk (joonis 6.14).

Märgi tipp näitab kalde suunda. Andmed kalde kohta kirjutatakse viitejoone laudile, mis tõmmatakse kaldpinna alusega paralleelselt.



$$i = \frac{h}{b} = \tan \alpha$$

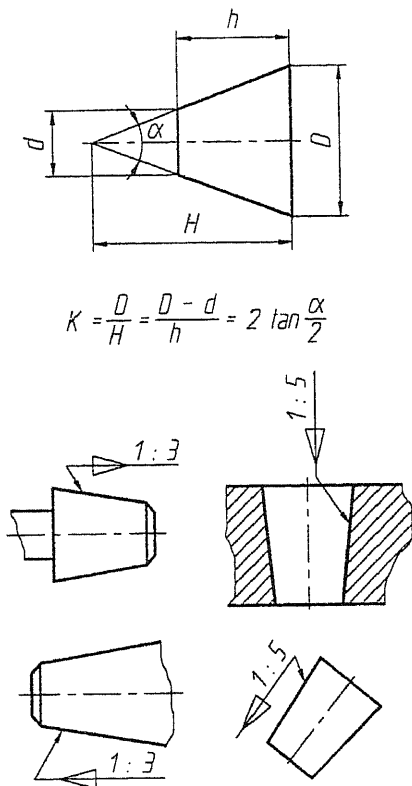
Joonis 6.14

6.2.6. Koonilisus

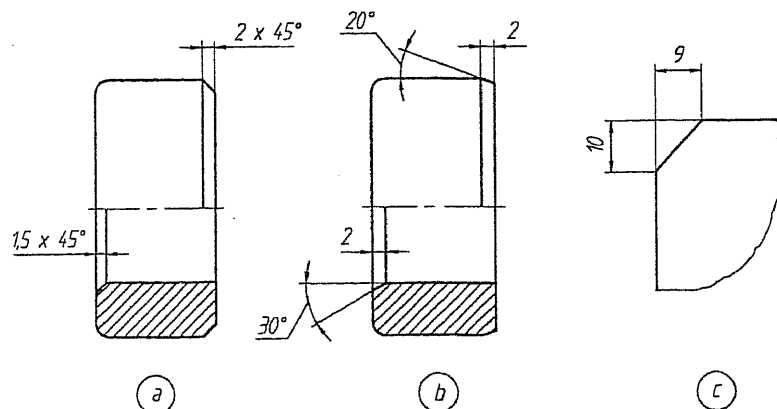
Koonilisuseks (K) nimetatakse koonuse põhja läbimõõdu ja kõrguse suhet. Tüvikoonuse korral avaldub see läbimõõtude vahe ja tüvikoonuse kõrguse suhtena.

Suhte ette asetatakse koonilisuse märk (joonis 6.15), mille teravik on suunatud koonuse tipu poole. Koonilisuse märgiks on võrdhaarne kolmnurk tipunurgaga 30° .

Andmed koonilisuse kohta kirjutatakse viitejoone laudile, mis tõmmatakse koonuse teljega paralleelselt. Koonilisus märgitakse vaid niisugustel koonilistel pindadel, mis töötavad koos ja peavad kindlustama tiheda ühenduse (näit. kraani kork ja korpus). Muudel juhtudel näidatakse koonuse mõõtmed läbimõõtude ja kõrguse abil.



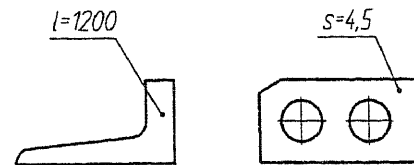
Joonis 6.15



Joonis 6.16

6.2.7. Faas

Faas on element (tavaliselt koonus või tasapind), mis tekib detaili teravate servade mahalõikamisel. Faasi mõõtmed näidatakse kolmel viisil: 45° faasi puhul – kaatete pikkuse ja nurga "korrutisena" (joonis 6.16, a), teiste faasinurkade puhul kas joon- ja nurgamõõtmega (joonis 6.16, b) või kahe joonmõõtmega (joonis 6.16, c).



Joonis 6.17

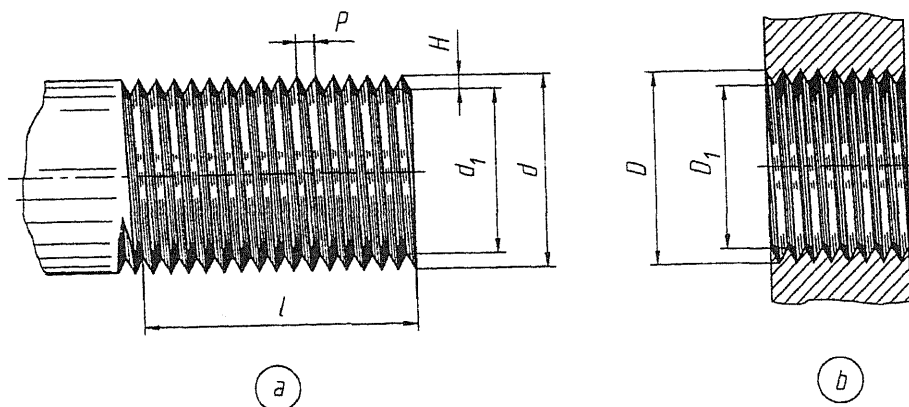
6.2.8. Detaili pikkus ja paksus

Muutumatu ristlõikega detaili võib joonestada ainult ühe kujutisega. Puuduv mõõde toote pikkuse või paksuse kohta antakse sel juhul viitejoone laudil, asetades mõõtaru ette vastavalt kas l või s (joonis 6.17).

6.3. Keermete leppeline tähistamine

Keeret iseloomustavad järgmised mõõtmed (joonis 6.18):

- D, d — keeme välisläbimõõt (vastavalt sise- ja väliskeermel)
- D_1, d_1 — keeme siseläbimõõt (vastavalt sise- ja väliskeermel)
- l — keeme pikkus,
- H — keermeprofiili kõrgus,
- P — keeme samm



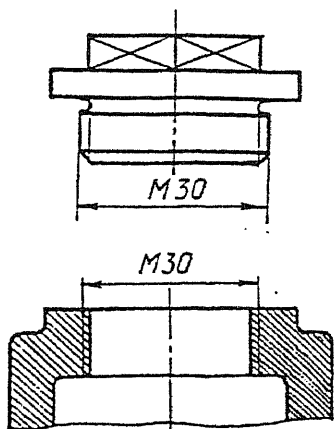
Joonis 6.18

Kasutusala järgi võib keermeid jaotada kahte gruppi: kinnituskeermeteks ja käigukeermeteks. Kinnituskeermetest kasutatavad on meeterkeere, tollkeere ja silindriline torukeere; käigukeermetest – trapetskeere ja ruutkeere.

Kõik nimetatud keermed peale ruutkeerme on standardsed, s.t. nende puhul on keerme valmistamiseks vajalikud mõõtmed antud vastavas standardis. Standardse keerme joonisele märgitakse vaid keerme tähis.

6.3.1. Meeterkeere

Meeterkeere on kolmnurkse profiiliga (profiili tipunurk 60°). Tema sümboliks on täht M. Meeterkeerme tähise moodustamisel lisatakse tähele M keerme välisläbimõõt mm-tes. Igale välisläbimõõdule vastab mitu erineva sammuga meeterkeeret. Kõige suurema sammuga keeret antud läbimõõdu puhul nimetatakse jämekeermeks (näit. M8). Väiksema sammuga keermeid nimetatakse peenmeeterkeermeteks ja nende tähises näidatakse ka keermesamm (näit. M10x1). Tähis kirjutatakse nii sise- kui ka



Joonis 6.19

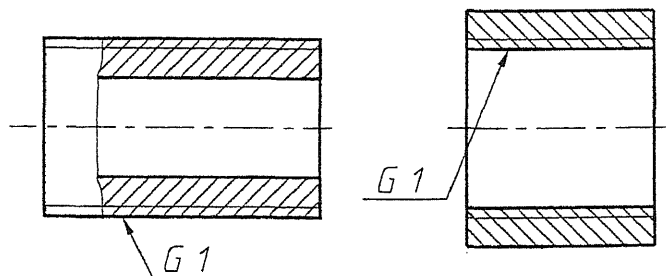
väliskeerme puhul keerme välismõõtu näitavale mõõtjoonele (joonis 6.19). Mõõtmed on lisas 2.

6.3.2. Tollkeere

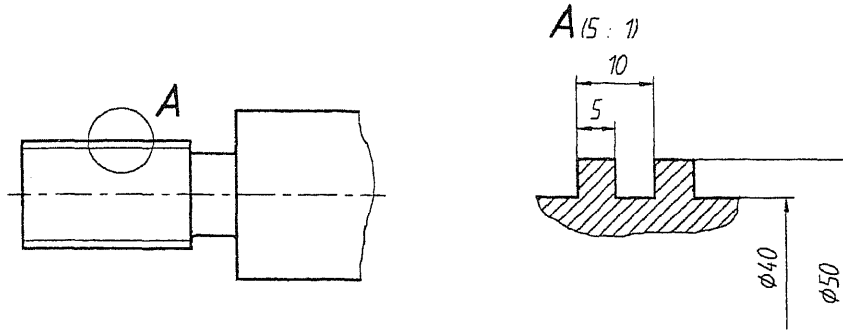
Tollkeere on kolmnurkse profiiliga (profiili tipunurk 55°). Tollkeerme tähiseks on keerme välisläbimõõt tollides (näit. $1/2''$). Meenutame, et $1'' = 25,4$ mm. Tähis kirjutatakse välisläbimõõtu näitavale mõõtjoonele nagu meeterkeermegi puhul. Mõõtmed on lisas 4.

6.3.3. Silindriline torukeere

Silindriline torukeere on kolmnurkse profiiliga (profiili tipunurk 55°). Tema tähiseks on lühend G, millele lisatakse toru siseläbimõõt tollides. Kuna tähis annab tinglikult toru siseläbimõõdu, kirjutatakse see vastu keermeharja kontuuri suunatud viitejoone laudile (joonis 6.20). Mõõtmed on lisas 3.



Joonis 6.20



Joonis 6.21

6.3.4. Trapetskeere

Trapetskeere on trapetsikujulise profiiliga (külgdevaheline nurk 30°). Tema tähis on lühend Tr, millele lisatakse keere välisläbimõõt, keere käigupikkus ja sulgudes veel keere samm (näit. Tr20x4(P2)). Trapetskeermel võib olla mitu rööpset keermeniiti. Niisugust keeret nimetatakse mitmekäiguliseks. Keere käigupikkus näitab telgsuunalist edasinihet kruvi ühe täispöörde jooksul, keermesamm aga kõrvuti asetsevate keermeniitide vahekaugust.

Seega tuleb käikude arvu (keermeniitide arvu) leidmiseks keere käigupikkus jagada keermesammuga (eeltoodu näitel on see 2).

Trapetskeere tähis kirjutatakse mõõtjoonele, mis näitab keere välisläbimõõtu (nagu meeterkeermelgi). Mõõtmed on lisas 5.

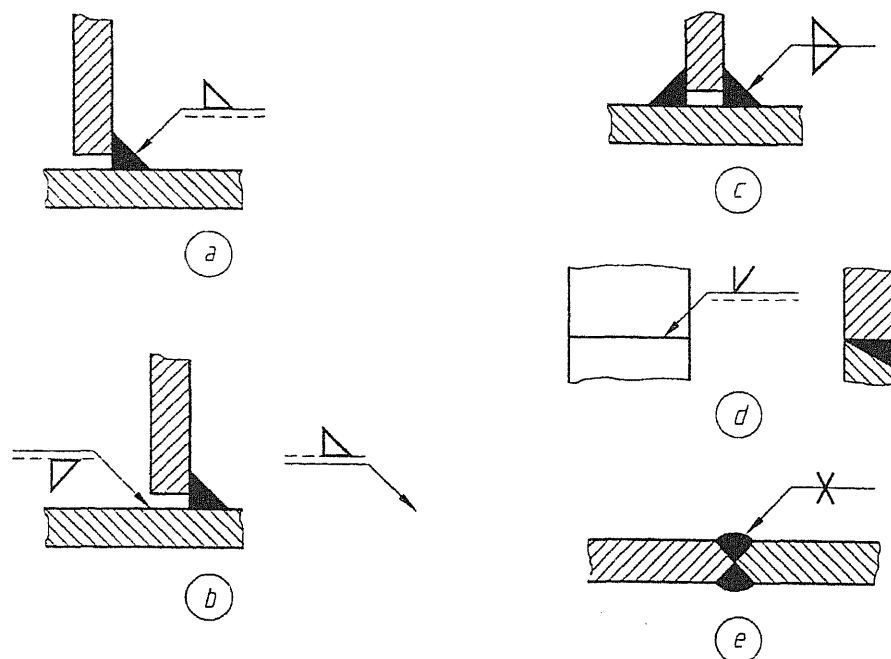
Kuna standardse keere kõiki mõõtmeid saab võtta vastavaist tabeleist, siis konkreetse keere tähise määramiseks tehakse esiteks kindlaks keere profiili tüüp ja käikude arv, siis mõõdetakse sise- või välisläbimõõt ning samm. Nüüd võib tabelite järgi määrata selle keere tähise.

6.3.5. Ruutkeere

Ruutkeere joonisele kantakse kõik keere valmistamiseks vajaminevad mõõtmed, kuna keere ei ole standardne. Mõõtmed näidatakse tavaliselt väljatoodud elemendi juures (joonis 6.21).

Õmbluse eskiis	Õmbluse määde (mm) ja tähis
	V
	s
	s
	sY
	sY
	a△
	z△
	z = a√2

Tabel 7.1. Keevisõmbluste tähistamine



Joonis 7.1. Põhimärkide paigutus: a — õmbilus asub noole pool; b — õmbilus asub noole vastaspool; c ja e — sümmeetriline õmbilus; d — õmbilusel peab viitenool olema suunatud faasitud servale

7. KEEVISÕMBLUSED

Keevitamisel luuakse kuumutamise ja (või) plastse deformatsiooni abil detailide aatomitevahelised sidemed, kusjuures tekib kinnisliide.

7.1. Keevisõmbuluse mõõtmestamine

Keevisõmbuluse mõõtmed kirjutatakse joonise teiste mõõtardudega võrdse suurusega. Kui projektsioonid paiknevad Euroopa süsteemis, kasutatakse kolmnurkse keevise ristlõike juures mõõdet a (näit. 3Δ), Ameerika süsteemis aga z (tabel 7.1). Kui seda reeglit ei järgita, peab keevise mõõtardu ees olema tingimata täht z või a (näit. $z 5\Delta$).

7.2. Keevisõmbuluse tähistamine

Joonisel tähistatakse keevisõmbilus viitenool ja viitenool laudiga, mille peale või alla kantakse õmblust tähistavad põhimärgid ja vajalikud mõõtmed.

Viitenool laudi koosneb kahest paralleeljoonest, millistest üks on pidev ja teine kriipsjoon. Laudi kriipsjoont võidakse kanda pidevjoonest üles- või allapoole, kusjuures põhimärk paigutatakse pideva joone poole, kui õmbilus on liite sellel poolel, kuhu osutab

viitenool. Põhimärk paigutatakse katkendjoonega joonestatud laudi poolele, kui õmbilus on noole vastasküljel. Sümmeetrilistel õmblustel kriipsjoont laudi juures ei kasutata (joonis 7.1).

8. PINNAKAREDUSED

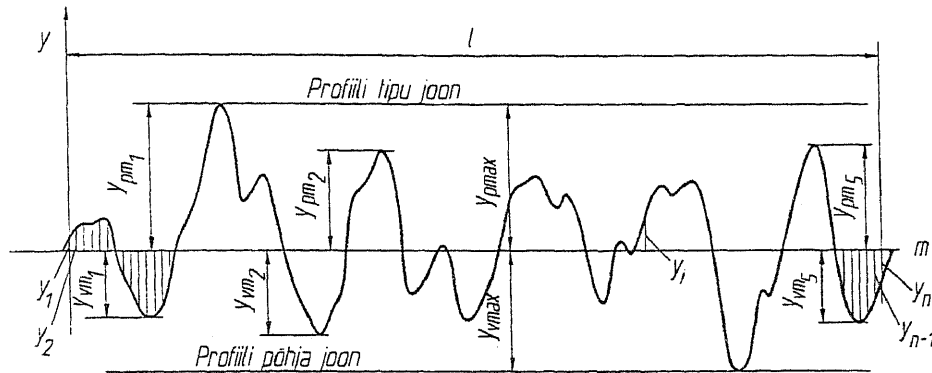
Detailide pinnad ei ole kunagi täiesti siledad. Pinnakareduse all mõistetakse konarusi, mis moodustavad pinna reljeefi (joonis 8.1). Konarusi vaadeldakse kindla pikkusega lõigul l , mida nimetatakse lähteks.

8.1. Pinnakareduse hindamise parameetrid

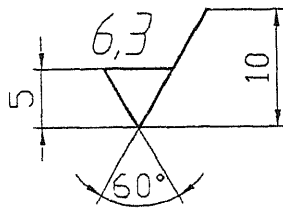
Pinnakaredust väljendatakse profiili keskmise hälbe R_a (μm), mille puhul vaadeldakse kõiki konarusi lähte l (mm) pikkusel lõigul.

Kui tõmmata konaruste läbilõikele keskjoon (joon m) ning profiili üksikuist punktidest joonestada selle keskjoone ristsirged, siis kauguste y_1, y_2, \dots, y_n absoluutväärtuste summa (mikromeetrites) jagamisel kauguste arvuga n saame profiili hälvete aritmeetilise keskmise keskjoone suhtes.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$



Joonis 8.1



Joonis 8.2. Pinnakareduse tähise mõõtmed 3,5 mm kirja suuruse puhul (Ra 6,3)

8.2. Pinnakareduse märkimine joonisele

Pinnakaredus kantakse selle kujutise juurde, kuhu on kirjutatud vastavad mõõtmed. Tähis koosneb teravikuga kas vastu detaili pinda, distantsjoont või viitejoone laudit toetuvast märgist ja Ra väärtusest, mille ette Ra ei kirjutata (vt. lisa 6)*. Märgi kõrgus sõltub kirja suurtähe kõrgusest h (joonis 8.2).

Joonisel 8.3, a on näidatud pinnakareduse sümbol, mille tähendus selgitatakse joonisel tehnilistes tingimustes.

Joonisel 8.3, b näitab märk, et antud karedusega pind tuleb töödelda materjalikihhi eraldamisega (treimisel, puurimisel jne).

Joonisel 8.3, c tähistab märk pinda, mis saadakse töötlemisel laastu eemaldamata (sepistamisel, valamisel jne.).

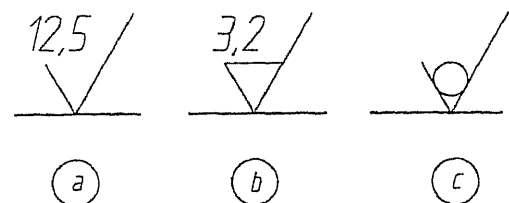
* Vastavalt standardile ISO 1302 : 1992 (E) tuleb joonisel edaspidi pinnakareduse väärtuse ette kirjutada siiski ka sümbol Ra.

Selle märgiga tähistatakse ka pindasid, mida ei töödelda antud joonise järgi. Sel juhul kantakse märk joonisele ilma pinnakareduse parameetrit.

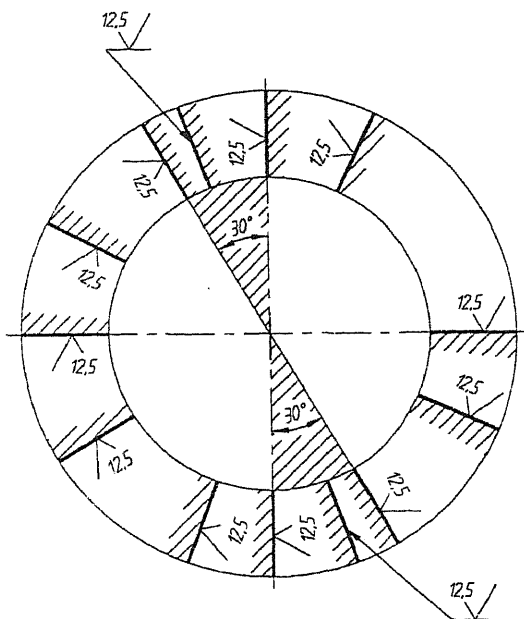
Joonisel 8.4 on näidatud erinevate nurkade all joonestatud pinnakaredusmärgid ja parameetri kirjutamissuunad. Kui pind on 30°-ses viirutatud tsoonis, siis paigutatakse märk ainult viitejoone laudile, kusjuures viitejoon lõpeb noolega.

Kui eseme kõik pinnad tuleb töödelda ühesuguse karedusega, siis näidatakse pinnakareduse sümbol kirjanurga kohal. Märgile võib lisada selgituse, näit. $\frac{12,5}{\nabla}$ Kõik pinnad

Juhul kui esemel on palju ühesuguse karedusega pindu ning veel mõned nendest erinevad pinnad, siis viimaste karedus näidatakse vahetult kujutise juures. Ühesuguste pindade karedust näidatakse kirjanurga kohal, kusjuures sümbolile lisatakse temast erinevate pinnakareduste sümbolid (joonis 8.5, a), "tühja" sümboli (joonis 8.5, b), või selgituse (joonis 8.5, c).



Joonis 8.3



Joonis 8.4

Keerme karedus näidatakse tinglikult kas mõõtme tarbeks tõmmatud distantsjoonel (joonis 8.6, a ja b) või otse keerme mõõt- või viitejoonel (joonis 8.6, c ja d).

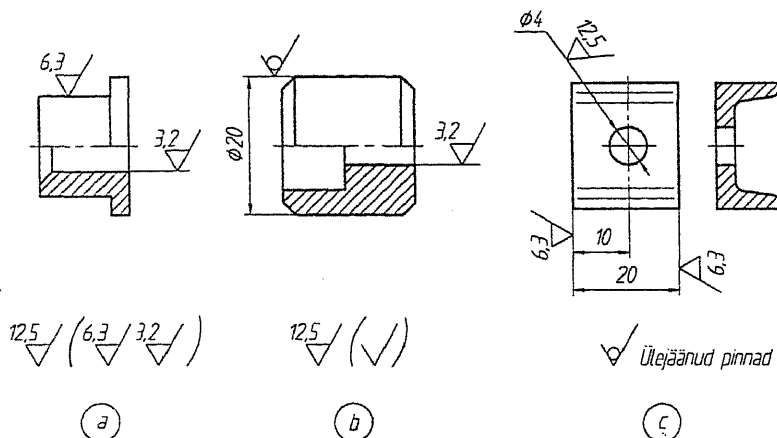
9. TOLERANTSID JA ISTUD

9.1. Tolerantsi mõiste

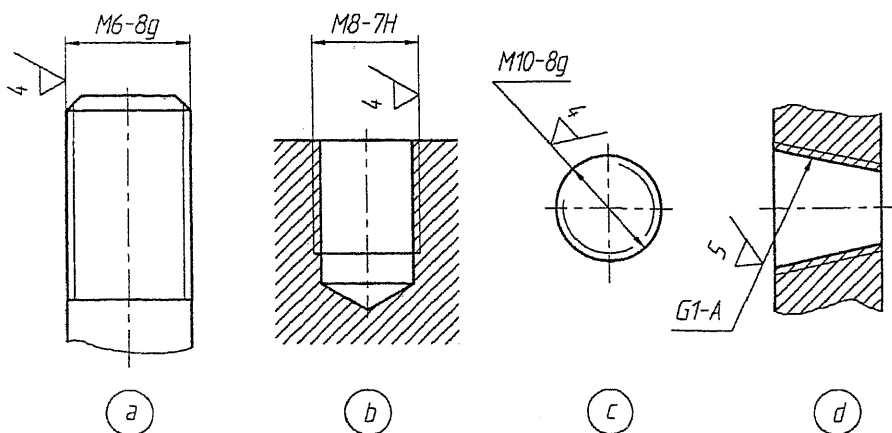
Töötlemise ebatäpsuste tõttu ei anna konstruktor igale mõõtmele mitte ühe lubatava väärtuse, vaid näitab alati igale mõõtmele kaks väärtust: suurima (max) ja vähima (min) piirmõõtmee. Suurima ja vähima piirmõõtme vahet nimetatakse tolerantsiks.

-0,020

Näiteks mõõtmel $\varnothing 20_{-0,053}$ on $\varnothing 20$ nimimõõde, suurim piirmõõde $\varnothing 19,98$, vähim piirmõõde $\varnothing 19,947$ ja tolerants 0,033.



Joonis 8.5



Joonis 8.6

Suurima piirmõõtmega ja nimimõõtmega algebralist vahet nimetatakse ülemiseks hälbeks ja vähima piirmõõtmega ja nimimõõtmega algebralist vahet alumiseks hälbeks. Eeltoodud näites on ülemine hälve 0,020 ja alumine — 0,053.

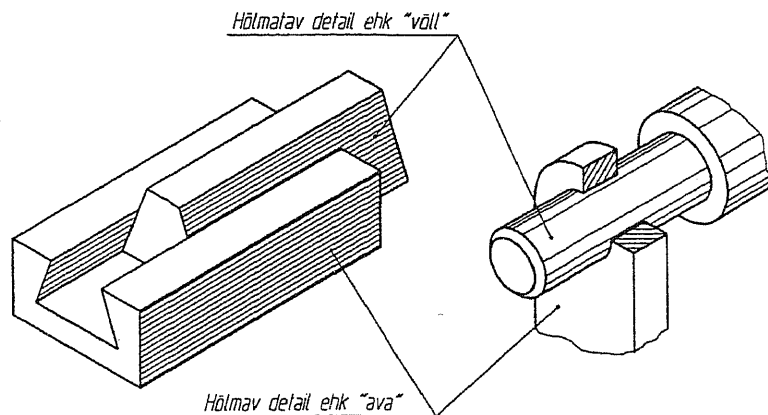
9.2. Istu mõiste

Kahe detaili liiteks masinaehituses on ava-võlli (joonis 9.1), kusjuures mõlemal, nii aval kui ka võllil on ühine nimimõõde. Ühise nimimõõtmega kokkupuutuvate pindade puhul nimetatakse avaks ja võlliks igasuguse kujuga hõlmavat ja hõlmatavat pinda.

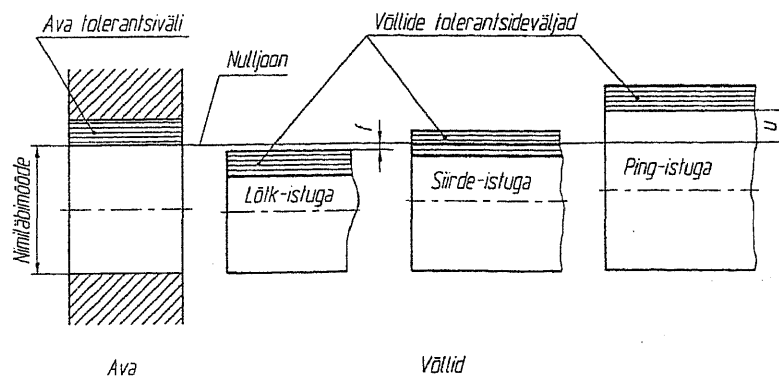
Istu määrab liite ühenduse tugevuse (pingu) või selle suhtelise liikumisvabaduse (lõtku). Vajalikud istud saadakse võrdsete nimimõõtmega juures ava ja võlli tegelike mõõtmete erinevusega sõltuvalt põhihälvetest, s.o. tolerantsivälja kaugusest nulljoonest (joonis 9.2, tähistatud f ja u).

Istud jaotatakse lõtk-, ping- ja siirdeistudeks (võimaldab nii pinguga kui ka lõtkuga istu). Kuna võll on kergemini töödeldav kui ava, paigutatakse tavaliselt ava tolerantsiväljale nii, et väiksem ava mõõt oleks nimimõõde ja ist saadakse võlli tolerantsivälja nihutamise ühele või teisele poole (joonis 9.2).

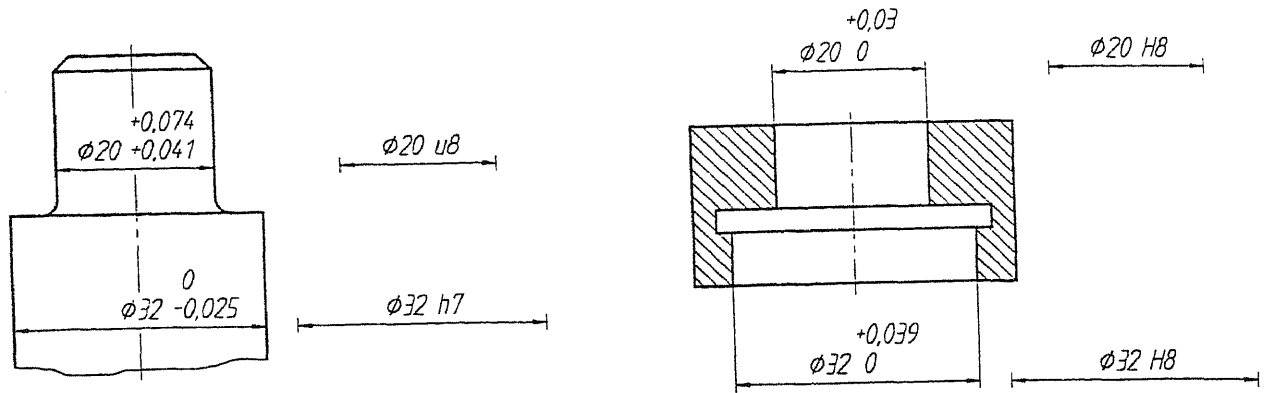
Mõõtmega täpsusastet nimetatakse kvaliteediks ja see märgitakse tingtähisesse araabia numbriga: 01; 0; 1; 2...18 täpsuse kahanemise järjekorras. Tolerantsivälja asendit nominaal- e. nimimõõtmega suhtes tähistatakse a va puhul ladina suurtähtedega, näit. H, võlli puhul aga väiketähtedega, näit. h. Tolerantsiväljade võimalikke asendeid on 27. Neid tähistatakse A, B, C, D ... Y, Z, ZA, ZB, ZC. Tolerantsivälja asendi nimimõõtmega suhtes määrab tema kaugus nulljoonest, s.o. põhihälve. Kvaliteedi arväärtused olenevad detaili nimimõõtmest. Tabelis 9.1 on



Joonis 9.1



Joonis 9.2



Joonis 9.3

näitena mõned piirhälvete väärtused μm -tes.

Kui ava tolerantsiväli on H6, siis lõtk-ist saavutatakse, näiteks, h6 võlli puhul, siirde-ist js6 võlli puhul ja ping-ist n6 puhul.

9.3. Tolerantside ja istude märkimine joonisele

Lubatud hälbed võib joonisele kanda numbriliste

väärtustega (näit. $\varnothing 32 -0,064$), tingtähisega (näit. $\varnothing 32f8$) või nii täheliste kui ka numbriliste

väärtustega (näit. $\varnothing 32f8 -0,064$). Ülemine hälve peab asetsema alumise kohal üleval (joonis 9.3).

Nimimõõtme suhtes sümmeetriliselt paikneva tolerantsivälja korral kirjutatakse hälbe absoluutväärtus \pm märgi abil nimimõõtme järele (näit. $65 \pm 0,015$).

Madala täpsusastmega ja sama tähistusega korduvaid tolerantsivälju ei kirjutata joonisel nimimõõtmete juurde. Need antakse kirjanurgas järgnevalt: H14, h14, $\pm IT14/2$.

Mõõtmete intervall (mm)	Tolerantsivälja tähis							
	H6	h6	js6	g6	n6	H14	h14	IT14
Üle 6 kuni 10	+9 0	0 -9	+4,5 -4,5	-5 -14	+19 +10	+360 0	0 -360	360
Üle 10 kuni 18	+11 0	0 -11	+5,5 -5,5	-6 -17	+23 +12	+430 0	0 -430	430
Üle 18 kuni 30	+13 0	0 -13	+6,5 -6,5	-7 -20	+28 +15	+520 0	0 -520	520
Üle 30 kuni 50	+16 0	0 -16	+8,0 -8,0	-9 -25	+30 +17	+620 0	0 -620	620
Üle 50 kuni 80	+19 0	0 -19	+9,5 -9,5	-10 -29	+39 +20	+740 0	0 -740	740
Üle 80 kuni 120	+22 0	0 -22	+11,0 -11,0	-12 -34	+45 +23	+870 0	0 -870	870
Üle 120 kuni 180	+25 0	0 -25	+12,5 -12,5	-14 -39	+52 +27	+1000 0	0 -1000	1000

Tabel 9.1. Piirhälvete näited (μm)

10. PINNAKAREDUSE JA TOLERANTSI VAHELINE SÕLTUVUS

Pinnakareduse väärtus võib moodustada ainult teatava osa mõõtme tolerantsist. Tavalise geomeetrilise täpsuse korral on see $Ra = \text{tolerants}/40$.

11. ESKIIS

Eskiis on niisugune joonis, mis valmistatakse ilma joonlaua ja sirkliita silma järgi valitud mõõtkavas (joonis 11.1). Seejuures aga peetakse kinni detaili üksikosade proportsioonidest. Eskiis tehakse kõikide joonestamisnormide kohaselt, kusjuures eskiisi sisu seletavad numbrid, tähised, nimetused ja märkused peavad olema kirjutatud normkirjas.

Eskiisimisel tuleks läbi teha järgmised operatsioonid:

1. Tutvuda detailiga ja määrata selle nimetus ning otstarve.
2. Määrata peakujutis, mis iseloomustaks detaili kõige ilmekamalt. Peakujutisel tuleks detail seada asendisse, mis vastaks tema valmistamise tehnoloogiale. Näiteks võlli või spindli telje asend peab olema horisontaalne (nagu treipingis töötlemisel).
3. Määrata teised vajalikud vaated, lõiked ja ristlõiked.
4. Valinud eelneva põhjal sobiva formaadi, tõmmata raamjoon ja paigutada kirjanurk.
5. Määrata kindlaks kujutiste paigutus lehel ja tõmmata kõigi kujutiste jaoks telg- ning tsentrijooned.
6. Joonestada kõigis kujutistes õrna peenjoonega välja detaili koostiselementideks olevate geomeetriliste kehade piirjooned, säilitades detaili üksikute osade proportsioonid.
7. Joonestada detaili üksikelemendid (augud, ümarused, faasid jne.).
8. Teha lõiked ja ristlõiked. Enne lõikepindade viirutamist kustutada abijooned.
9. Tõmmata distant- ja mõõtjooned.
10. Mõõta detail ja kirjutada mõõtardud.
11. Kanda eskiisile pinnakareduse tähised ja tolerantsid.
12. Tõmmata kontuurjooned üle pehme pliatsiga.
13. Täita kirjanurk.

Eskiisi järgi valmistatakse detaili tööjoonis. Tööjooniseid ei tehta standardsetest, ostetavatest ning lihtsatest profiil- ja lehtmaterjalist detailidest. Mõnikord aga kasutatakse eskiisi ka detaili tootmisel. Joonisel 11.1 on eskiisi näidis.

12. KOOSTEJOONIS

Koostejoonis on dokument, mis annab üksikdetailidest koostatava toote kokkumonteerimiseks ning kontrollimiseks vajalikud kujutised ja tehnilised andmed. Sellest tingitult valitakse kujutised nii, et selguks toote kõigi detailide vastastikune asend ja seadme tööprintsip ning koostu gabariidid (pikkus, laius, kõrgus).

12.1. Koostejoonise vormistamine

Kõige ülevaatlikum peab koostejoonisegi puhul olema peakujutis.

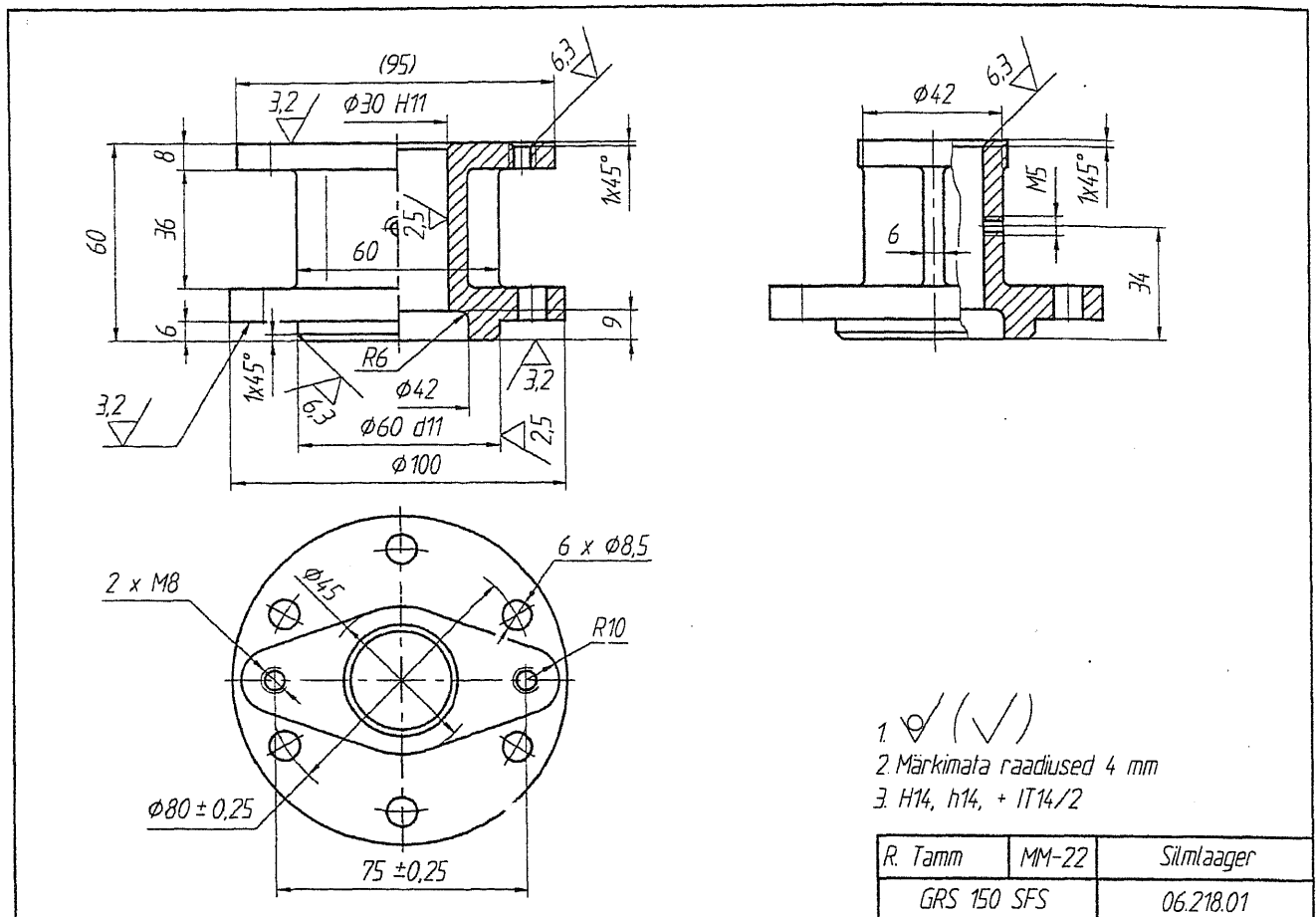
Tuleb jälgida, et koostejoonisel oleks ühe ja sama detaili viirutuse kalle lõigetes ja ristlõigetes ühesuunaline ja viirutusjoonte vahekaugus ühesugune. Kokkupuutuvad detailid viirutatakse erinevas suunas, kui aga see võimalik pole, tuleb viirutusjoonte vahekaugust muuta või kõrvalseisva viirutuse suhtes nihutada.

Koostejoonisel varustatakse iga detail numbriga, mis loob vastavuse joonise ja tükitabeli vahel. Soovitav on esmalt viitenumbriaga varustada koostu koosseisu kuuluvad alakoostud, siis detailid, standardsed tooted, materjalid ja komplektid. Numbrid kirjutatakse viitejoone laudile joonise kirjanurga suhtes paralleelselt. Numbrid peavad olema ühe kuni kahe standardse kirjakeeruse võrra suuremad kui joonisele kantavad mõõtardud.

Parema loetavuse huvides tuleb numbrid märkida kujutise kontuuridest väljapoole, grupeerides viitejoone laudid kas vertikaalsesse kolonni või rõhtsesse ritta. Nii laudi kui ka viitejoon tõmmatakse välja pideva peenjoonega teineteise suhtes nurga all.

Viitejoon lõpeb vastava kujutise pinnal punktikesega. Viitejooned ei tohi omavahel lõikuda ja peavad kulgema viirutuse kaldest erineva nurga all (joonis 12.1). Praktikas on välja kujunenud laudi pikkuseks umbes 10 mm.

Koostejoonisele kantakse gabariitmõõtmed



Joonis 11.1. Eskiis

(pikkus, laius, kõrgus) ning mõõtmed, millega tuleb arvestada antud koostu kokku monteerimisel ning ühendamisel teiste koostudega (näiteks kinnitusääriku, äärikus olevate avade ning avade jaotusringjoone mõõtmed).

Kui koostus ulatub mõni osa gabariidist väljapoole, siis hõlmatakse gabariitmõõtmetega ka nende liikumise ulatus.

Koostejoonise näide on joonisel 12.1.

12.2. Tükitalabel

Tükitalabeliks nimetatakse dokumenti, mis sisaldab koostu koostisosade loetelu (alakoostud, detailid, standardsed tooted,

materjalid, komplektid). Tükitalabeli võib ühildada koostejoonisega, nagu on näidatud joonisel 12.1.

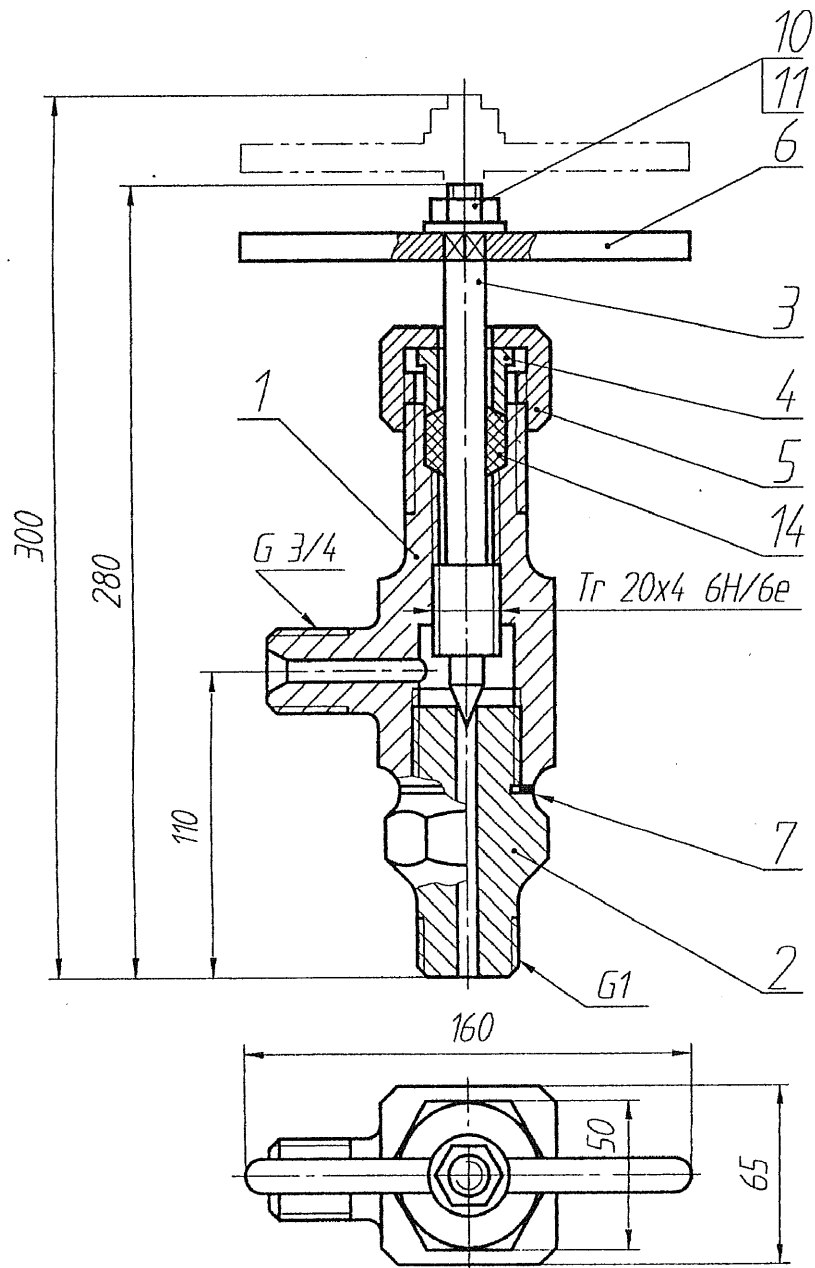
Tükitalabeli mõõtmed on joonisel 12.2.

12.3. Koostejoonisel kasutatavad lihtsustused

Koostejoonisel lubatakse teha mitmesuguseid lihtsustusi, nagu on näidatud joonisel 12.3.

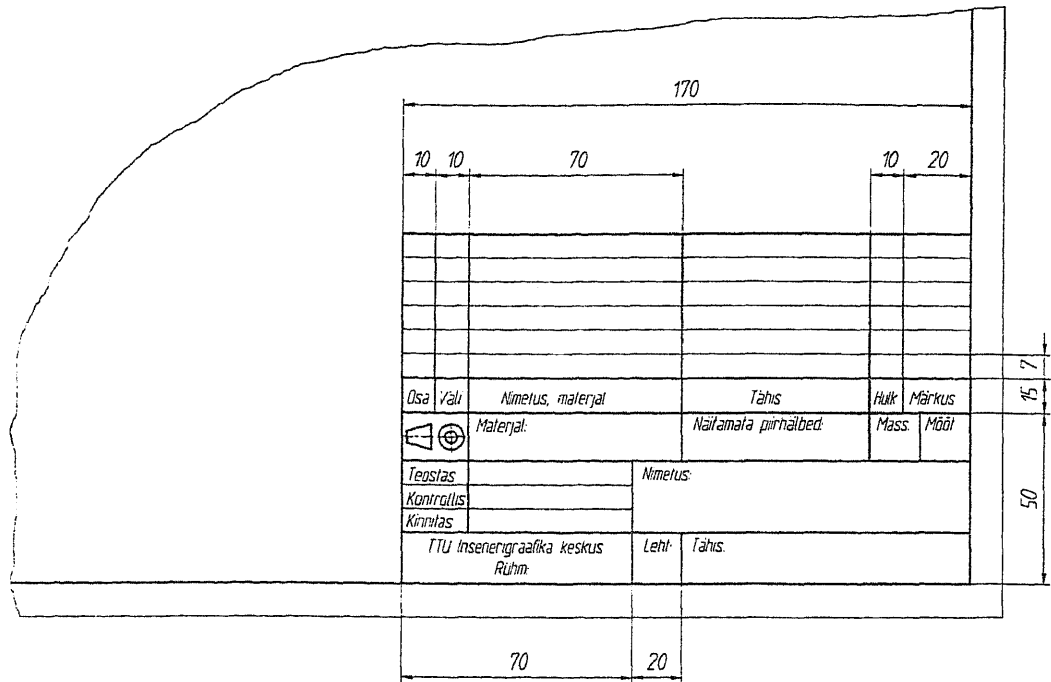
12.4. Koostejoonise lugemine

Koostejoonise lugemise all mõeldakse joonisel kujutatud toote otstarbe selgitamist ja tema ehituse ning üksikosade ühenduse ja koostöö lahtimõtestamist. Koostejoonise lugemine



14	Fluorplast $\varnothing M 3 \times 3$		140	mm
11	Seib 10 GOCT 11371-74		1	
10	Mutter M10,5 GOCT 5915-70		1	
7	Tihend	6.628.07	1	
6	Käepide	6.628.06	1	
5	Survemutter	6.628.05	1	
4	Puks	6.628.04	1	
3	Spindel	6.628.03	1	
2	Ühendustoru	6.628.02	1	
1	Kere	6.628.01	1	
Osa Väli	Nimetus, materjal	Tähis	Hulk	Märkus
	Materjal:	Näitamata pühälbed:	Mass: 3,9	Möö: 1 : 2
Teostas	H. Tõhk	Nimetus: Ventiil		
Kontrollis	V. Mäger			
Kinnitas				
TTÜ Insenerigraafika keskus Rühm AA-21		Leht:	Tähis: 6.628.00	

Joonis 12.1. Koostejoonis



Joonis 12.2. Tükitalbel

toimub järgmise skeemi kohaselt.

1. Määratakse kindlaks toote nimetus ja suurus ning tutvutakse koostejoonisel leiduvate ekspluatatsiooniliste andmetega.

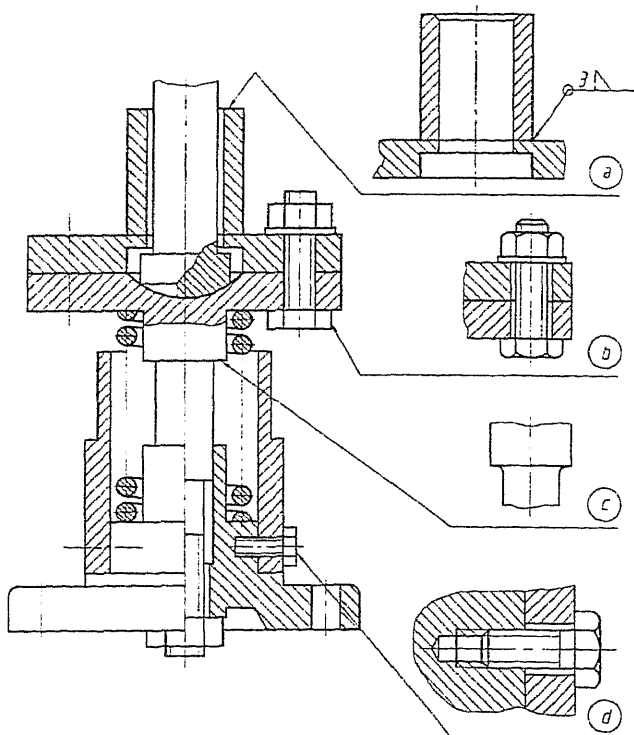
2. Tutvutakse joonisel olevate põhiliste ja lisakujutistega ning luuakse tootest üldine ettekujutus.

3. Mõtestatakse lahti iga üksiku detaili kuju ning leitakse tükitalbelist toote nimetus ja muud tema kohta esitatud andmed.

Detaili otsimist koostejoonisel alustatakse sellelt kujutiselt, kus ta on varustatud viitenumbriaga. Teistelt kujutistelt leitakse ta siis juba projektsioonilist seost ning lõigete viirutust jälgides.

4. Määratakse kindlaks detailide omavaheline ühendus liidete abil (keevis-, neetliist-, hammas-, keermesliited) ja ühenduse iseloom (kas liikuv või liikumatu), samuti töötamise ajal liikuvate osade ümberpaigutuse ulatus ja toote üldine tööprintsip.

5. Leitakse tükitalbelist kinnitusdetailid, mille abil toimub toote montaaž ning määratakse toote kokku- ja lahtimonteerimise järjekord.



Joonis 12.3 Koostejoonisel kasutatavad lihtsustused

12.5. Koostejoonise detailiseerimine

Detailiseerimiseks nimetatakse detaili eskiiside või tööjooniste valmistamist koostejoonise alusel. Detailiseerimisele ei kuulu standardsed, ostetavad ning lihtsad profiil- ja lehtmaterjalist detailid.

Detailiseerimine toimub järgnevalt.

1. Tehakse kindlaks detaili kuju.

Kui koostejoonisel on osa detailist teiste detailide poolt varjatud, tuleb mitternähtav osa konstrueerida vastavalt detaili otstarbele.

2. Tarvilikud kujutised valitakse ainult vaadeldava detaili joonestamise seisukohalt. Sisult ei tarvitse need sugugi kokku langeda koostejoonisel antud kujutistega.

3. Detaili üksikelementide suurus võetakse mõõtesirkliga või mõõtejoonlauaga otse koostejoonise pealt. Mõõtmete märkimisel arvestatakse koostejoonise mõõtsuhtega. Koos töötavatel pindadel (kaaspindadel) on üks ja sama nimimõõde.

4. Pärast eskiisimist tuleb joonise valmistamiseks valida sobiv mõõtsuhe, mis kõikide detailide jaoks ei tarvitse olla ühesugune.

Lisad

Lisa 1. Kordamisküsimused

1. Kui suur osa joonise pinnast peaks olema hõlmatud kujutiste, mõõtmete ja teksti abil esitatava informatsiooniga?

2. Kuidas moodustatakse ja tähistatakse joonise põhiformaadid?

3. Kuhu ja kui jämeda joonega tõmmatakse joonisel raamjooned.

4. Milline tähendus on mõõtsuhtel 1:1? Mida näitab suurendav või vähendav mõõtsuhe? Kuhu mõõtsuhe üldjuhul märgitakse? Kuidas kirjutatakse joonisel vahetult kujutise juurde kantav mõõtsuhe?

5. Millise kuju ja jämedusega tõmmatakse kontuurjoon, mõõte- ja distantsoon, katkestusjoon, varjatud kontuurjoon, sümmeetriatelg, lõikepinna kulgemist näitav joon, liikuvate osade äärmisi asendeid märkiv joon ning külgnevate detailide kontuurjoon?

6. Mitu korda võib peenjoon olla jämejoonest peenem?

7. Milline peab olema B-tüüpi kaldnormkirja kalle, joone jämedus ja väiketähtede kõrgus suurtähtedega võrreldes?

8. Millise kaldega tõmmatakse paralleelsed viirutusjooned ja millal tuleb seda kaldenurka muuta?

9. Missugused on peamised kujutiste liigid?

10. Kuidas vormistatakse joonisel

projektsiooniliselt sõltumatuid kujutisi?

11. Kuidas vormistatakse joonisel lisavaateid, osalisi vaateid ja kohtvaateid?

12. Kuidas vormistatakse joonisel ühe tasapinnaga tehtud lõikeid, sealhulgas poolvaatja kohtlõikeid? Millised on astmelise ja murdlõike valmistamise iseärasused?

13. Milline erinevus on lõike ja ristlõike vahel?

14. Kuidas vormistatakse joonisel väljatoodud ja pealejoonestatud ristlõikeid?

15. Kuidas vormistatakse joonisel väljatoodud elemente?

16. Kuidas rakendatakse joonisel tinglikke ja lihtsustatud kujutamismõtteid katkestuste, korduvate elementide, sümmeetriliste kujutiste, pindade lõikejoonte ja tasapinnaliste osade näitamisel?

17. Milliseid detaile või nende elemente ei kujutata lõigatuna pikisuunas ("keelatud" lõiked)?

18. Millise kujuga peavad olema mõõt- ja distantsooned ning missuguseid nõudeid tuleb nende joonisele paigutamisel silmas pidada?

19. Kuidas paigutatakse mõõtarvud sirgele või kaarjale mõõtjoonele nende erinevate asendite korral?

20. Milliseid kujumärke ja tähiseid kasutatakse mõõtmestamisel?

21. Mis erinevus on kaldel ja koonilisusel? Kuidas mõõtmestatakse joonisel teatud kaldega või koonilisusega elementi? Millised on kolm erinevat faasi mõõtmestamise viisi?

22. Kuidas kujutada tinglikult välis- ja sisekeeret ning keermesliidet?

23. Kuidas tähistatakse standardset meeter-, toru- ja trapetskeeret?

24. Kuidas ja milliste sümbolitega näidatakse joonisel pinnakaredust?

25. Mida nimetatakse nimimõõtmeks, piirmõõtmeks, põhihälbeks ja tolerantsiks?

26. Kuidas märgitakse joonisel tolerantse ja iste?

27. Mis on koostejoonis ja kuidas see vormistatakse?

28. Mis on tükitabel ja kuidas see vormistatakse?

29. Millises järjekorras vormistatakse eskiis ja millistest detailidest ei tehta tööjooniseid?

Lisa 2.
Meeterkeermed

Nimiläbimõõt $d = D$ mm			Siseläbimõõt $d_1 = D_1$ mm (ainult jäme - sammu korral)	Samm P mm	
1. rida	2. rida	3. rida		Jäme e. harilik keere	Peenkeere
3	–	–	2,459	0,5	0,35
–	3,5	–	2,850	(0,6)	0,35
4	–	–	3,242	0,7	0,5
–	4,5	–	3,688	(0,75)	0,5
5	–	–	4,134	0,8	0,5
–	–	(5,5)	–	–	0,5
6	–	–	4,918	1	0,75 ; 0,5
–	–	7	5,918	1	0,75 ; 0,5
8	–	–	6,647	1,25	1 ; 0,75 ; 0,5
–	–	9	7,647	(1,25)	1 ; 0,75 ; 0,5
10	–	–	8,376	1,5	1,25 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
–	–	11	9,376	(1,5)	1 ; 0,75 ; 0,5
12	–	–	10,106	1,75	1,5 ; 1,25 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
–	14	–	11,835	2	1,5 ; 1,25 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
–	–	15	–	–	1,5 ; (1)
16	–	–	13,835	2	1,5 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
–	–	17	–	–	1,5 ; (1)
–	18	–	15,294	2,5	2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
20	–	–	17,294	2,5	2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
–	22	–	19,294	2,5	2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75 ; 0,5
24	–	–	20,752	3	2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75
–	–	25	–	–	3 ; 1,5 ; (1)
–	–	(26)	–	–	1,5
–	27	–	23,752	3	2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75
–	–	(28)	–	–	2 ; 1,5 ; 1
30	–	–	26,211	3,5	(3) ; 2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75
–	–	(32)	–	–	2 ; 1,5
–	33	–	29,211	3,5	(3) ; 2 ; 1,5 ; 1 ; 0,75
–	–	35	–	–	1,5
36	–	–	31,670	4	3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	(38)	–	–	1,5
–	39	–	34,670	4	3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	40	–	–	(3) ; (2) ; 1,5
42	–	–	37,129	4,5	(4) ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	45	–	40,129	4,5	(4) ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
48	–	–	42,587	5	(4) ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	50	–	–	(3) ; (2) ; 1,5
–	52	–	46,587	5	(4) ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	55	–	–	(4) ; (3) ; 2 ; 1,5
56	–	–	50,046	5,5	4 ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	58	–	–	(4) ; (3) ; 2 ; 1,5
–	60	–	54,046	(5,5)	4 ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	62	–	–	(4) ; (3) ; 2 ; 1,5
64	–	–	57,505	6	4 ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	65	–	–	(4) ; (3) ; 2 ; 1,5
–	68	–	61,505	6	4 ; 3 ; 2 ; 1,5 ; 1
–	–	70	–	–	(6) ; (4) ; (3) ; 2 ; 1,5

Märkused:

- Keerme valikul tuleb eelistada esimest rida teisele ja teist kolmandale .
- Sulgudes olevaid keerme nimiläbimõõte ja samme võimaluse korral mitte kasutada .

Lisa 3.

Silindrilised torukeermed

Keerme tingtähis		Väisläbimõõt	Siseläbimõõt	Samm P mm	Keermeniitude arv 1" kohta
1. rida	2. rida	$d = D$ mm	$d_1 = D_1$ mm		
G 1/8	-	9,728	8,566	0,907	28
G 1/4	-	13,157	11,445	1,337	19
G 3/8	-	16,662	14,950	1,337	19
G 1/2	-	20,995	18,631	1,814	14
-	G 5/8	22,911	20,587	1,814	14
G 3/4	-	26,441	24,117	1,814	14
-	G 7/8	30,201	27,877	1,814	14
G 1	-	33,249	30,291	2,309	11
-	G 1 1/8	37,879	34,939	2,309	11
G 1 1/4	-	41,910	38,952	2,309	11
-	G 1 3/8	44,323	41,365	2,309	11
G 1 1/2	-	47,803	44,845	2,309	11
-	G 1 3/4	53,746	50,788	2,309	11
G 2	-	59,614	56,656	2,309	11
-	G 2 1/4	65,710	62,752	2,309	11
G 2 1/2	-	75,184	72,226	2,309	11
-	G 2 3/4	81,534	78,576	2,309	11
G 3	-	87,884	84,926	2,309	11

Märkus: Keerme valikul tuleb esimest rida eelistada teisele.

Lisa 4.

Tollkeermed

Keerme nominaal-läbimõõt tollides	Niitude arv ühe tolli kohta	Keerme samm mm	Keerme läbimõõt mm	
			Välimine	Sisemine
	n	P	d	d_1
3/16	24	1,058	4,8	3,4
1/4	20	1,270	6,4	4,7
5/16	18	1,411	7,9	6,1
3/8	16	1,588	9,5	7,5
(7/16)	14	1,814	11,1	8,8
1/2	12	2,117	12,7	10,0
(9/16)	12	2,117	14,3	11,6
5/8	11	2,309	15,9	12,9
3/4	10	2,540	19,1	15,8
7/8	9	2,822	22,2	18,6
1	8	3,175	25,4	21,3
1 1/8	7	3,629	28,6	23,9
1 1/4	7	3,629	31,8	27,1
(1 3/8)	6	4,233	34,9	29,5
1 1/2	6	4,233	38,1	32,7
(1 5/8)	5	5,080	41,3	34,8
1 3/4	5	5,080	44,5	37,9
(1 7/8)	4 1/2	5,644	47,6	40,4
2	4 1/2	5,644	50,8	43,6
2 1/4	4	6,35	57,2	49,0
2 1/2	4	6,35	63,5	55,4
2 3/4	3 1/2	7,257	69,6	60,6
3	3 1/2	7,257	76,2	66,9
3 1/4	3 1/4	7,815	82,6	72,5
3 1/2	3 1/4	7,815	88,9	78,9
3 3/4	3	8,467	95,3	84,4
4	3	8,467	101,6	90,8

Lisa 5.

Trapetskeermed

Läbimõõdud d mm			Sammud P mm		Läbimõõdud d mm			Sammud P mm		
1. rida	2. rida	3. rida			1. rida	2. rida	3. rida			
10			3	2			48	12	8	3
12			3	2	50			12	8	3
	14		3	2			52	12	8	3
16			4	2		55		12	8	3
	18		4	2	60			12	8	3
20			4	2			65	16	10	4
	22		8	5		70		16	10	4
		24	8	5			75	16	10	4
26			8	5	80			16	10	4
	28		8	5			85	20	12	5
		30	10	6		90		20	12	5
32			10	6			95	20	12	5
		34	10	6	100			20	12	5
	36		10	6		110		20	12	5
		38	10	6	120			24	16	6
40			10	6			130	24	16	6
		42	10	6		140		24	16	6
	44		12	8			150	24	16	6
		46	12	8	160			24	16	6

Märkus: Läbimõõtude valikul eelistada esimest rida teisele, teist aga kolmandale.

Lisa 6

Pinna otstarbele vastava pinnakareduse, tolerantsivälja ja kvaliteedi näiteid.

Detaili element	Ra [μ m]	Tolerantsiväli ja kvaliteet
Valupinnad	50 25	H14, h14, \pm IT14/2
Puuritud avad, korpuste ja kronsteinide toetuspinnad, treitud ja freesitud detailide mittekokkupuutuvad pinnad (v.a. allpool nimetatud pinnad)	12,5	
Poltide ja mutrite pinnad, hammas- ja liistliidete, samuti võllide, muhvide ja pukside mittekokkupuutuvad pinnad	3,2	
Vilttihendite soone pinnad		N9
Liistusoonte külgpinnad		
Kummist tihendusrõngaste ja kaelustihendite paigalduspinnad		
Hõõrduvad pinnad, millele ei esitata kulumise või püsiva lõtku säilitamise suhtes suuri nõudmisi (näit. liugurite tööpinnad, kaante tsentreerivad pinnad)	1,6	H8, h8
Veerelaagrite paigalduspinnad		H7, h6
Kulumiskindlad hõõrdepinnad (näit. liuglaagrite tööpinnad)	0,8	H6, k6
Liikumataste istudega ühendatud pinnad		H6, u6
Kummist tihendusrõngaste ja kaelustihendite alused tööpinnad, raskeltkoormatud detailide hõõrdepinnad, silindri ja kolvi hõõrdepinnad, klappide tööpinnad	0,4	H5, h5

Lisa 7.
Mõnede materjalide tähistamine

Materjal	Kasutusala	Materjali tähis				
		Saksa DIN, EN	Vene ГОСТ	Soome SFS	Rootsi SS	Suur- britannia BS
Süsinik- konstruktsiooniteras	masinaosad, kinnitusdetailid	Fe360D1	См3кп	Fe37C	1312	4360-40C
Kvaliteet- süsinikteras	kõrgemate tugevusnõuetega masinaosad	2C45	45	456	1672	080M46
Legeeritud konstruktsiooniteras	suure kulumiskindlusega masinaosad nagu võllid, hammasrattad ja teljed; roosteuvad detailid	Fe510D1	17ГC	Fe52C	2132	4360-50D
		X10Cr13	12X13	G-X12Cr13	2302	410S21
Hallmalm	valudetailid	GG25	C425	GRS251	0125-00	Grade 260
Tempermalm	dünaamilisi koormusi taluvad valudetailid	GTS-35-10	K435-10	GRT35	0815-00	B35-12
Pronks	valudetailid, masinaosad	G-CuAl10Fe	БрА9Ж3Л	CuAl10F3	5710	-
		CuSn6	БрОФ6,5- 0,15	CuSn6	5428	PB103
Messing	armatuur, puksid, laagrid	CuZn36Pb1,5	ЛC63-2	CuZn36Pb1	-	CZ119
Alumiinium- sulam	masinaosad	G-ALSi7Mg	AK7	G-ALSi7Mg	4244	LM25

Toome ühe näite süsinik-konstruktsiooniterase tähise joonisele kirjutamise kohta erinevate riikide normingute alusel:

Saksa: *Fe360D1 DIN*; sama euronormide järgi: *Fe360D1 EN*
 Vene: *СТ3кп ГОСТ*
 Soome: *Fe37C SFS*
 Rootsi: *1312 SS*
 Suur-
britannia: *4360-40C BS*

Kirjandus

1. J. Riives, A. Teaste, R. Mägi, Tehniline joonis. Õppeotstarbeline käsiraamat Tln. Valgus, 1996. 176 lk.
2. A. Teaste, J. Riives, J. Hrisoforov, Tehnilise joonestamise põhimõisted. TTÜ, 1991. 48 lk.
3. I. Märtson, Nimimõõde ja piirhälbed. Tln. Valgus, 1990. 200 lk.

SISUKORD

Eessõna	
1. Jooniste vormistamine	3
1.1. Formaadid	3
1.2. Mõõtkava	3
1.3. Jooned	4
1.4. Normkiri	4
1.5. Lõikepindade viirutamine	5
2. Ülevaade pindadest	7
3. Kujutise projekteerimine	8
4. Kujutised	9
4.1. Vaated	9
4.1.1. Põhilised vaated	9
4.1.2. Projektsiooniliselt sõltumatud vaated	9
4.1.3. Lisavaated	10
4.1.4. Osalised vaated	10
4.1.5. Kohtvaated	10
4.2. Lõiked	10
4.2.1. Lõigete pealkirjastamine	11
4.2.2. Lõiked ühe tasapinnaga	11
4.2.3. Lõiked mitme tasapinnaga	11
4.3. Vaatega ühendatud lõiked	13
4.4. Ristlõiked	13
4.4.1. Väljatoodud ristlõige	14
4.4.2. Pealejoonestatud ristlõige	14
4.5. Väljatoodud element	15
5. Lihtsustused ja tinglikkused joonisel	16
5.1. "Keelatud" lõiked	16
5.2. Katkestused	16
5.3. Korduvad elemendid	16
5.4. Sümmeetrilised kujutised	16
5.5. Radiaalselt asetsevate kujundite pööramine joonise tasapinda	17
5.6. Jaotusringjoonte kujutamine	17
5.7. Tasapindade eristamine pöördpindadest	17
5.8. Pindade lõikejooned	17
5.9. Keermete kujutamine	19
6. Joonise mõõtmestamine	19
6.1. Üldjuhised	19
6.2. Kujumärgid ja tähised	21
6.2.1. Raadius	21
6.2.2. Lähimõõt	22
6.2.3. Sfäär (kera)	22
6.2.4. Ruut	22
6.2.5. Kalle	22
6.2.6. Koonilisus	22
6.2.7. Faas	23
6.2.8. Detaili pikkus ja paksus	23
6.3. Keermete leppeline tähistamine	23
6.3.1. Meeterkeere	24
6.3.2. Tollkeere	24
6.3.3. Silindriline torukeere	24
6.3.4. Trapetskeere	25
6.3.5. Ruutkeere	25
7. Keevisõmblused	26
7.1. Keevisõmbluse mõõtmestamine	26
7.2. Keevisõmbluse tähistamine	26
8. Pinnakaredused	26
8.1. Pinnakareduse hindamise parameetrid	26
8.2. Pinnakareduse märkimine joonisele	27
9. Tolerantsid ja istud	28
9.1. Tolerantsi mõiste	28
9.2. Istu mõiste	29
9.3. Tolerantsi ja istu märkimine joonisele	30
10. Pinnakareduse ja tolerantsi vaheline sõltuvus	31
11. Eskiis	31
12. Koostejoonis	32
12.1. Koostejoonise vormistamine	32
12.2. Tükitabel	33
12.3. Koostejoonisel kasutatavad lihtsustused	33
12.4. Koostejoonise lugemine	33
12.5. Koostejoonise detailiseerimine	34
Lisad	35
Lisa 1. Kordamisküsimused	35
Lisa 2. Meeterkeermed	36
Lisa 3. Silindrilised torukeermed	37
Lisa 4. Tollkeermed	37
Lisa 5. Trapetskeermed	38
Lisa 6. Pinna otstarbele vastava pinnakareduse, tolerantsivälja ja kvaliteedi näiteid	38
Lisa 7. Mõnede materjalide tähistamine	39
Kirjandus	39