

Hergi Kruusimaa, Aare Helinurm

JOONESTAMINE

Lisaõppematerjal venekeelsele kutsekoolile

Tallinn 2008

Materjal on valminud Integratsiooni Sihtasutuse projekti “Eestikeelse õppe ja õppevara arendamine muukeelsetes kutsekoolides” raames (2005-2008). Euroopa Sotsiaalfondist rahastatud projekt kavandati vastavalt Uuringukeskuse *Faktum* uuringule "Kutsehariduse areng venekeelsetes kutseõppeasutustes" (2004). Projekti eesmärgiks oli luua tingimused kvaliteetse eesti keele õppe läbiviimiseks ning arendada eestikeelse õppe metoodikat kutseõppeasutuste venekeelsetes rühmades. Projekti käigus koolitati üle 300 õpetaja ning anti välja 23 (e-)õppematerjali ja metoodikaraamatut. Materjalid asuvad veebikeskkonnas *kutsekeel.ee*.

Materjali soovitab riiklik õppekavarühma nõukogu

Sisunõustamine: Jaak-Evald Särak
Terminitoimetamine: Harri Annuka
Keeletoimetamine: Katre Kutti
Retsensent: Rein Mägi
Küljendaja ja kujundaja: Aivar Täpsi
Toimetaja: OÜ Miksike
Autoriõigus: Integratsiooni Sihtasutus

Tasuta jaotatav tiraaž

SISSEJUHATUS

Õppematerjal “Joonestamine” on mõeldud kasutamiseks kutseõppeasutustes eesti- ja venekeelsetes õppe- rühmades.

Õppematerjali sisu on kooskõlas Rahvusvahelise Standardiseerimise Organisatsiooni (ISO) standardite nõuetega.

Kutseõppeasutuses on joonestamine oluline õppeaine üld-erihariduslikust tsüklist. Selles õppeaines saadud teadmised on aluseks ka teistele tehnilistele ainetele ja reaalainetele, nagu nt lukksepatööd, elektritööd, keevitamistööd, masinaehitusmaterjalid ning üldainetele, nagu matemaatika, füüsika jne.

Suur rõhk on asetatud ruumilise mõtlemise arendamisele.

Aines õpitakse tundma ISO ja Eesti standardeid.

Mistahes tootmine, hooldus, teenindamine ei ole tänapäeval mõeldav jooniste ja skeemideta. Neilt saab enamuse informatsioonist objekti kohta, selgituse seadmete ehitusest ja tööpõhimõtetest, erinevate detailide ja sõlmede koostööst.

Jooniselt selguvad detaili kuju, mõõtmed, materjal ja teised vajalikud andmed, nagu pinnakaredus, tolerants, kõvadus, termiline töötlemine, pinna katmise viisid jne.

Detaili tööjooniste alusel valmistatakse detailid, seejärel koostatakse nendest koostejooniste järgi sõlmed, seadmed, masinad, mis ühendatakse elektri-, pneumo-, hüdraulikaskeemide alusel koostatud juhtorganitega.

Õppeaine “Joonestamine” omandamine ei ole mõeldav teoreetiliste teadmiste kinnistamiseta tegelikkuses, praktiliste ülesannete lahendamiseta.

Selles aitabki nii õpilasi kui õpetajaid käesolev õppematerjal.

Joonestamine aitab kujundada tulevase oskustöölise kutsetööks vajalikke teadmisi ja oskusi. Joonestamise peaesmärk on õpetada joonist lugema ning kasutama.

Joonis on tehnikakeel. Joonisega on võimalik edasi anda eseme kuju, mõõtmeid, arusaadavalt kirjeldada tehnoloogilist protsessi.

SISUKORD

<i>SISSEJUHATUS</i>	3
<i>ESIMENE OSA. JOONESTUSVAHENDID. GEOMEETRILINE JOONESTAMINE</i>	6
1. Joonestusvahendid	6
Pliiats	6
Joonestuspaber	6
Kustutuskumm	6
Joonlaud	6
Joonestuskolmnurgad	6
Sirklikarp	7
Lekaalid	7
2. Jooniste vormistamine	7
Joonte liigid ja kasutusala	7
Kirjanurk	9
Mõõtkava	9
3. Geomeetrilisi konstruktsioone	10
Sirglõigu ja nurga jaotamine	10
Korrapäraste kõõlhulknurkade ehitamine ringjoone sisse	10
Joonte sujuvühendid	11
Kordamisküsimused	12
<i>TEINE OSA. KUJUTAVA GEOMEETRIA ALUSED JA PROJEKTSIOONJONESTAMINE</i>	<i>14</i>
Kujutamise üldised põhimõtted	14
4. Punkti ja sirge projekteerimine	14
Punkti kaksvaade	14
Punkti kolmvaade	15
Sirglõigu kaksvaade	16
Sirglõigu kolmvaade	16
Projekteerivad sirged ja nivoosirged	17
Sirglõigu originaalpikkuse leidmine tema projektsioonide järgi	17
5. Tasandi projekteerimine	18
6. Aksonomeetria	19
7. Geomeetriliste kehade kujutamine	22
Püramiidi lõikamine tasandiga	22
8. Geomeetriliste kehade lõikumine	23
Kahe prisma lõikumine	23
<i>Kolmas osa. Tehniline joonestamine</i>	<i>27</i>
Kujutised	27
9. Vaated	28
Vaadete pealkirjastamine	28
Terminid	29
Lisavaated	29
Osalised vaated	30
Kohtvaated	30
10 Lõiked	30
Terminid	32
Liitlõiked	32
Vaatega ühendatud lõiked	32

Ristlõiked	33
Väljatoodud element	34
„Keelatud” lõiked	35
11 Mõõtmete kandmine joonisele.....	35
Üldjuhiseid mõõtmete kandmiseks	35
Mõõt- ja distantsjoonte elementide suhted.....	36
Nurga mõõtmestamine	36
Kõõlu mõõtmestamine	36
Kaare pikkuse mõõtmestamine	37
Raadiuste tähistamine.....	37
Välise ja sisemiste ümardusraadiuste märkimine	37
Läbimõõdumärk	37
Sfäärilise ehk kerakujulise pinna mõõtmestamine	38
Katkestused ja ruumi puudusel mõõtmete kandmine joonisele	38
Ruudumärk	38
Mõõtmestamise erijuhte	38
Faas.....	39
12. Eskiis.....	40
13. Keermete kujutamine	40
Välis- ja sisekeerme kujutamine	42
Keermesliited	42
14. Keevisõmbluste tähistamine	43
15. Pinnakareduse ja tolerantside märkimine joonisele	45
Pinnakaredus	45
Tolerantsid ja istud ning nende märkimine joonistel	46
16. Tööjoonised	47
Detaili tööjoonis	47
Koostejoonis.....	47
Tükitabel.....	49
Koostejoonise lugemine	50
Koostejoonise detailiseerimine	50
Kordamisküsimused.....	50
Kasutatud kirjandus	53
EESTI-VENE SÕNASTIK.....	54

ESIMENE OSA

JOONESTUSVAHENDID. GEOMEETRILINE JOONESTAMINE

1. Joonestusvahendid

Tänapäeva kutseõppeasutustes valmistatakse jooniseid nii pliitsiga paberil kui ka arvutigraafika-programme kasutades, s.o. AutoCAD, CAD/CAM, CAD/KEY, Solid Edge, MasterCAM jt.

Joonise käsitsi valmistamisel kasutatakse joonestusvahendeid ja materjale: pliitsid, joonestuspaber, kustutuskumm, joonlaud, joonestuskolmnurgad, sirklikarp, lekaalid.

Pliits

Peenjoonte tegemiseks sobivad pliitsid grafiidi kõvadusega 3H, 2H, H, F. Jämejoonte joonestamiseks H ja F ning mõõtarvude ja teksti osa kirjutamiseks F ja HB.

Joonisel kasutatakse kahte jämeduse poolest erinevat joont – jämejoont ja peenjoont. Jäme- ja peenjoone jämeduste suhe peab olema vähemalt 2:1. Standardi järgi võib valida väga erineva jämedusega jooni, kuid praktikas kasutatakse masinaehituslike jooniste valmistamisel enamasti järgmisi joonte jämedusi: jämejoonte jämedus 0,7 – 0,9 mm ja peenjoonte jämedus 0,25 – 0,30 mm.

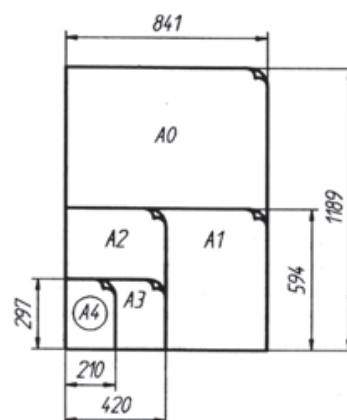
Joonestuspaber

Joonestuspaberi põhiformaatide suurused millimeetrites on: A4-210x297; A3-297x420; A2-420x594; A3-594x841; A0-841x1189.

Põhiformaadid saadakse 1 m² suuruse pindalaga paberi, mille mõõtmed on 841x1189 mm, järkjärgulisel jaotamisel lühema serva suhtes paralleelsete lõikejoonte abil pooleks.

Lisaformaadid moodustatakse põhiformaatide lühema serva täiskordse suurendamisega. Lisaformaadi tähiseks kujuneb vastava põhiformaadi tähis koos tema lühema külje kordajaga. Näiteks:

A4x3 (297x630 mm); A4x4 (297x841 mm) kuni A4x9 (297x1892 mm)
A3x3 (420x891 mm); A3x4 (420x1189 mm) kuni A3x7 (420x2080 mm)
A2x3 (594x1261 mm); A2x4 (594x1682 mm); A2x5 (594x2102 mm)
A1x3 (841x1783 mm); A1x4 (841x2378 mm)
A0x2 (1189x1682 mm); A0x3 (1189x2523 mm)



Sele 1. Joonise põhiformaadid

Kustutuskumm

Kustutuskumm on töökõlblik siis kui ta on pehme, ei kraabi ega libise paberil, eemaldab grafiiti ning ei määri paberit. Liigseid pliitsijooni on otstarbekas maha kustutada läbi õhukese kustutusplaadi avade või pilude.

Joonlaud

Sirgjoonte tõmbamiseks kasutatakse põhiliselt joonlaudu, kuid ka kolmnurki. Joonlaud peab olema sirge ning ilma täketeta. **Mõõtjoonlaud** on eriti täpse skaalaga ning seda kasutatakse pikkuste ülekandmiseks joonisel, samuti joonisel olevate pikkuste mõõtmiseks. Rõhtsate rööpjoonte tõmbamiseks sobib T-kujuline juhtklotsiga joonlaud, nõörjoonlaud, rullikuga rööpjoonlaud ja mehaanilised koordinaattüüpi või pantograaftüüpi rööplaudad. Rullikuga rööplaud võimaldab mugavalt tõmmata paralleelsirgeid suvalise nurga all. Rullikuga rööplaudu ei ole soovitatav kasutada üksteisest liiga kaugel asuvate rööpjoonte (näiteks üle 150 mm) tõmbamisel.

Joonestuskolmnurgad

Joonestuskolmnurki on kahesuguseid: teravnurkadega 30° ja 60° ning teravnurkadega 45° ja 45°. Joonestamisel läheb tarvis mõlemat kolmnurka, kusjuures eriti täpne peab olema nende täisnurk. Joonestuskolmnurkadega võib lahendada mitmesuguseid graafilisi ülesandeid, nagu rist- ja paralleelsirgete tõmba-

mine, kindla suurusega nurkade ehitamine, sirglõigu ja ringjoone võrdseteks osadeks jagamine, mõnede korrapäraste hulknurkade ehitamine jne.

Sirklikarp

Mitmesuguse suuruse ja riistade hulgaga karpidest on meile sobivad sirklikarbid, mis on mõeldud konstrueerimistööks pliitsiga.

Lekaalid

Mitteringjooneliste kõverate ehk lekaalkõverate joonestamisel kasutatakse puidust või plastmassist šabloone – lekaale.



Terminid

joonestuskolmnurk – чертёжный треугольник
joonestuspaber – чертёжная бумага
joonlaud – линейка
korrapärane hulknurk – правильный многоугольник
kustutuskumm – резинка для стирания
lekaal – лекало

mõõtjoon – размерная линия
mõõtjoonlaud – измерительная линейка
pliats – карандаш
sirge – прямая линия
sirklikarp – готовальня
teravnurk – острый угол

2. Jooniste vormistamine

Joonte liigid ja kasutusala

Jooniste ilmekuse suurendamiseks ning lugemise hõlbustamiseks kasutatakse neil mitut liiki ja mitmesuguse jämedusega jooni. Rahvusvaheline standard ISO 128 kehtestab kindlad joonte liigid, ühtlasi ära määrates nende võimalikud kasutusala (vt tabel 1).





Terminid

kriipsjoon – штриховая линия
kriipskaspunktreenjoon – штрих-пунктирная с двумя точками тонкая линия
kriipspunktjamejoon – штрих-пунктирная утолщенная линия
kriipspunktreenjoon – штрих-пунктирная тонкая линия

pidev jämejoon – сплошная основная линия
 pidev reenjoon – сплошная тонкая линия
 pidev vabakäejoon – сплошная волнистая линия
 poolitama – деление на две части

Tabel 1. Joone liigid ja kasutusala.

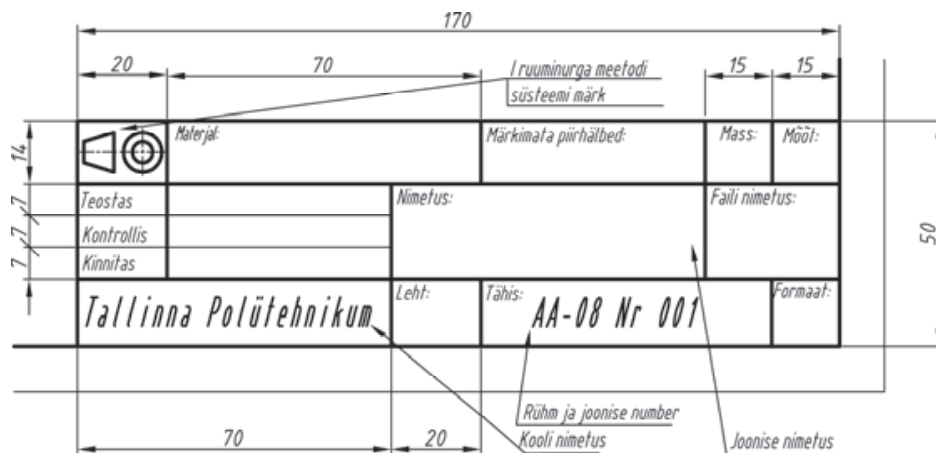
Joone liik	Nimetus	Kasutusala
A 	Pidev jämejoon Pidev laijoon	A1 Nähtavad kontuurjooned A2 Nähtavad ülemineku- ja servajooned
B 	Pidev peenjoon Pidev kitsasjoon (nii sirge kui kõver)	B1 Kujutletavad pindade üleminekujooned B2 Mõõtjooned B3 Distsantsjooned B4 Viitejooned B5 Viirutusjooned B6 Vaate peale joonistatud ristlõike kontuurid B7 Lühikesed tsentrijooned B9 Keerme põhajooned selle tinglikul kujutamisel B10 Hammasratta jalgaderingjoon selle tinglikul kujutamisel vaates B11 Väljatoodud elemendi eraldusjoon vaadatel, lõigetel ja ristlõigetel B12 Projektsioonipindade ühisjooned ehk teljed (x, y, z, u) B13 Tasapinna jälgjooned B14 Iseloomulike punktide konstruktsioonijooned B15 Painutusjooned pinnalaotusel
C1  C2 	Pidev vabakäe- peenjoon Murretega peenjoon	C1 Katkestusjooned; vaate ja lõike eraldusjooned, kui sel puhul ei kasutata kriipspunktpeenjoont C2 Sama, mis C1
E  F 	Jäme kriipsjoon Peen kriipsjoon	E1 Varjatud kontuurjooned E2 Varjatud ülemineku- ja servajooned F1 Varjatud kontuurjooned F2 Varjatud ülemineku- ja servajooned
G 	Kriipspunkt- peenjoon	G1 Pikad tsentrijooned (vaata ka B7) G2 Sümmeetriateljed
H 	Kriipspunktjämejoon lõikepinna otstes ja murdekohtades.	H1 Lõikepindade kulgemist näitavad jooned
J 	Kriipspunkt- jämejoon	J1 Märgistusjoon pindade jaoks, mille kohta kehtivad erinõuded (pinnakate, termiline töötlus v. m.)
K 	Kriipskakspunkt peenjoon	K1 Päärde- e. külgnevate detailide kontuurid K2 Liikuvate osade teisi või äärmisi asendeid märkivad jooned K3 Raskuskeset märkivad jooned K4 Esemekontuur enne painutamist K5 Lõikepinna ees asuvate elementide kontuurid

Kirjanurk

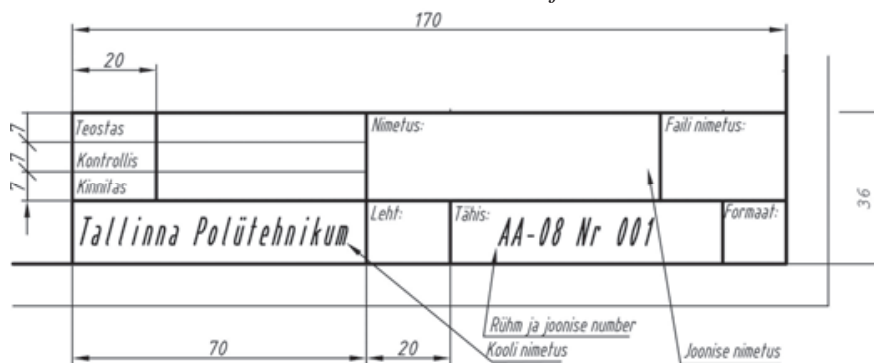
Kirjanurk asub joonisel alumises parempoolses nurgas. Vastavalt standarditele ISO 7200 ja ISO 7573 leiab iga firma ise endale kõige sobivama kirjanurga vormi. Õppeotstarbeks on soovitatav kasutada lihtsus-tatud kirjanurka. Seel 2 ja seel 3 on toodud Tallinna Tehnikaülikooli mehaanikateaduskonnas kasutatavad kirjanurgad.

Sele tähendab joonisekujulist selgitust.

Raamjoon tõmmatakse vähemalt 0,5 mm paksuse pideva jämejoonega. Selle kaugus mõõtulõigatud paberi servadest on formaatidel A4, A3, A2 vähemalt 10 mm, kuid formaatidel A1 ja A0 on see kaugus vähemalt 20 mm. Ääred on vajalikud joonise kinnitamiseks.



Sele 2. Joonise esimese lehe kirjanurk



Sele 3. Joonise järglehtede, samuti tekstidokumentide kirjanurk

Mõõtkava

Eseme (objekti) ja temast tehtud kujutise suuruse vahetõkorda joonisel selgitab mõõtkava ehk mastap.

Standard ISO 5455 määrab kindlaks järgmised mõõtsuhted:

suurendamise korral 2:1; 5:1; 10:1; 20:1 ja 50:1

loomuliku suuruse puhul 1:1

vähenduse korral 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000 ja 1:10000

Joonisele kirjutatakse tingimata eseme (objekti) tegelikud mõõtmed, olenemata mõõtsuhtest, mida eseme kujutamisel kasutati.



Terminid

ese (vt objekt) – предмет, объект

kirjanurk – основная надпись

kujutis – изображение

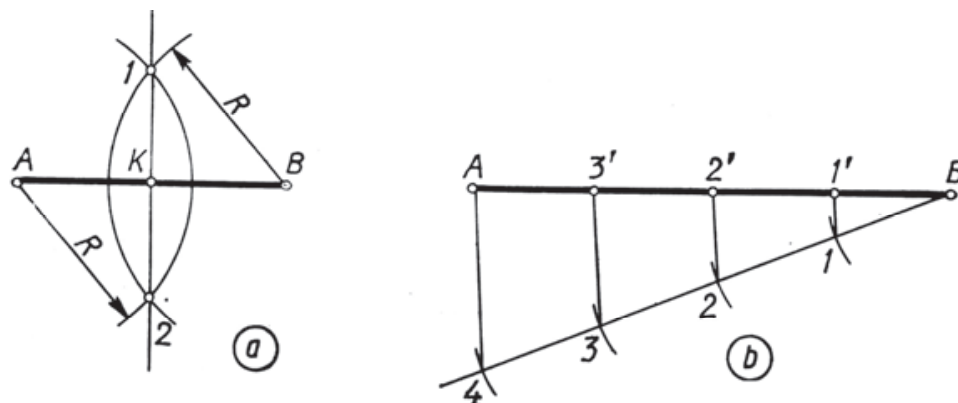
mõõtkava – масштаб

mõõtsuhe – масштаб численный

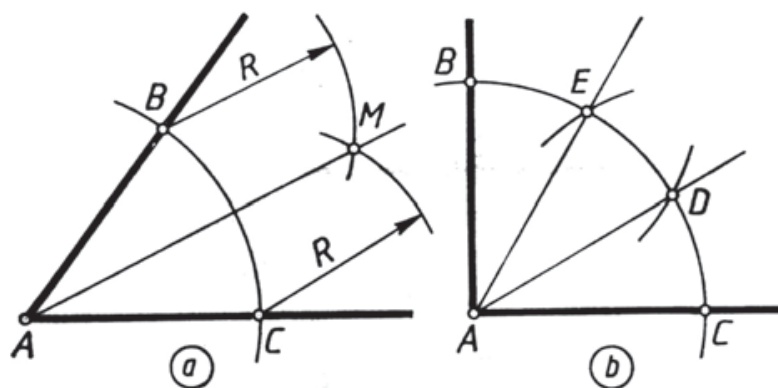
objekt (vt ese) – предмет, объект

3. Geomeetrisi konstruktsioone

Sirglõigu ja nurga jaotamine



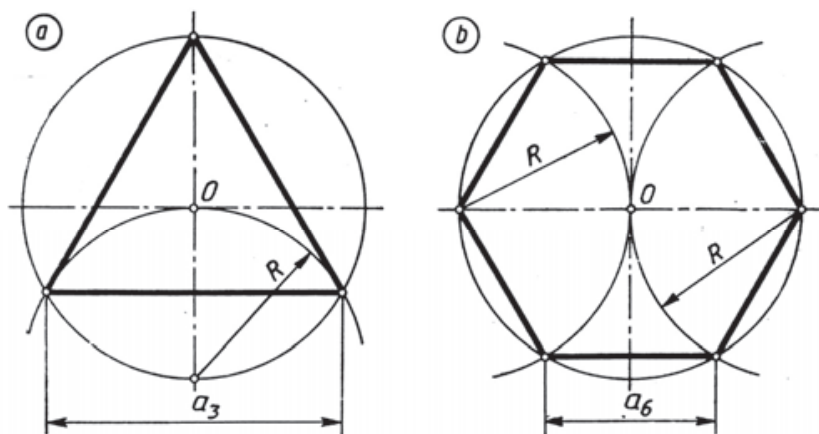
Sele 4. Sirglõigu jaotamine: **a** – sirglõigu poolitamine; **b** – sirglõigu jaotamine etteantud arvuga võrdseteks osadeks



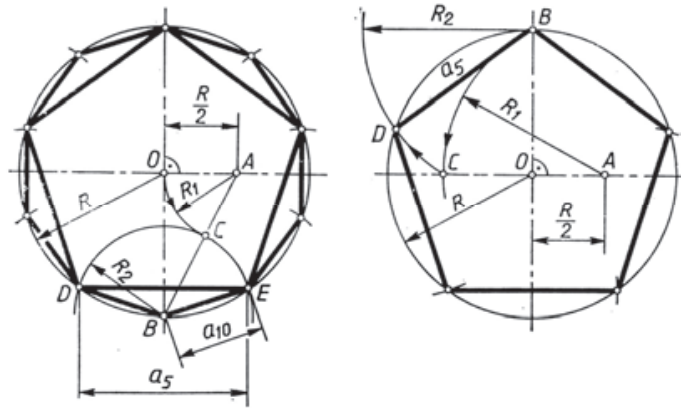
Sele 5. Nurga poolitamine (**a**) ja täisnurga jaotamine kolmeks võrdseks osaks (**b**)

Korrapäraste kõõlhulknurkade ehitamine ringjoone sisse

Korrapärane kõõlhulknurk saadakse ringjoone sees ristdiameetrite otspunktide järjestikusel ühendamisel kõõludega. Tekkiv nelinurk on ruut.



Sele 6. Korrapärane kõõlkolmnurk (**a**) ja – kuusnurk (**b**)



Sele 7. Korrapärane kõõlviisnurk

Joonte sujuvühendid

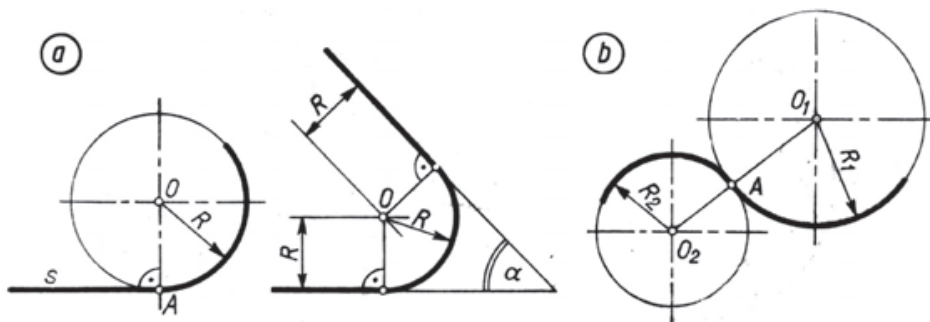
Sujuvühend – siis kui liitepunktis on ühine puutuja. Joone sujuvühendi korral läheb üks joon teiseks üle sujuvalt, ilma et liitekoht oleks nähtav.

Sujuvühendid konstrueeritakse:

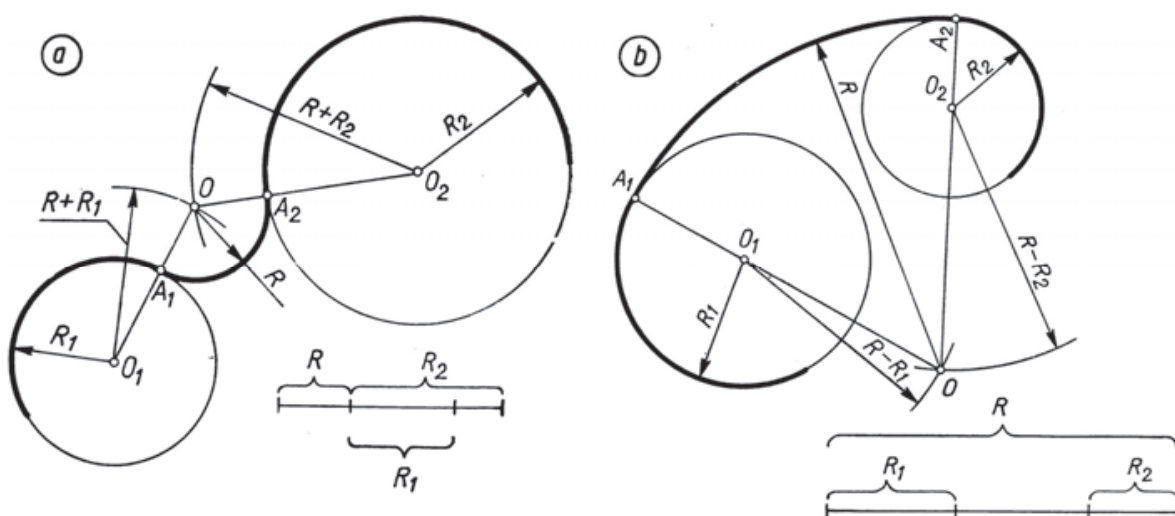
- 1) sirge ja sirkliga tõmmatava kaarjoone abil;
- 2) mitme kaarjoone omavahelise üleminekuna.

Kõikidel puhkudel tuleb leida:

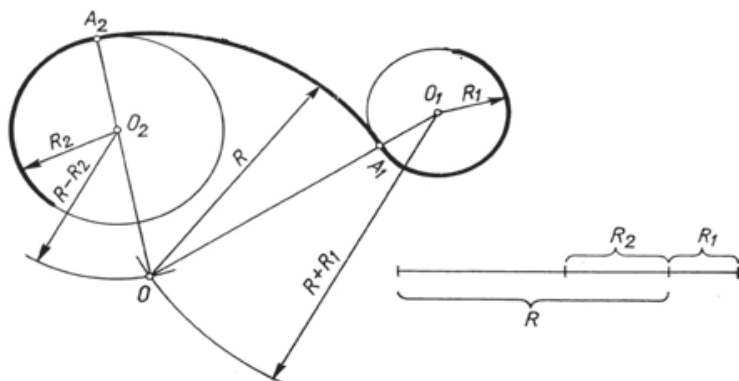
- 1) liitepunkt;
- 2) ühenduskaare tsenter.



Sele 8. Sirge ja ringikaare sujuvühend; nurga ümardamine (a); puutuvate ringjoonte sujuvühendid (b)



Sele 9. Kahe ringikaare sujuv ühendamise kolmandaga. a – käändühend; b – lookühend



Sele 10. Kahe ringikaare sujuv ühendamine kolmandaga nn segaühendi abil



Terminid

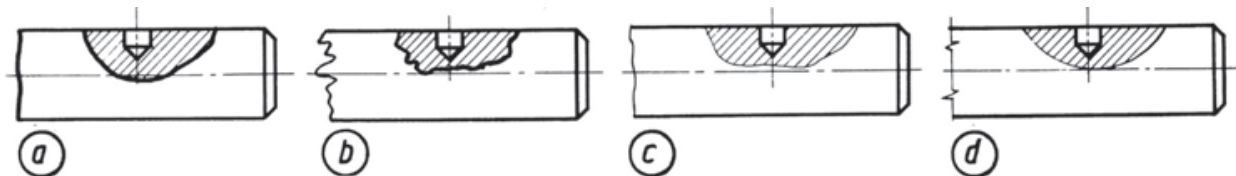
mõõtsuhe – масштаб численный
 nurga ümardamine –
 закругление угла
 raamjoon – обрамляющая линия
 ringikaar – дуга окружности

ringjoon – окружность
 lisaakraani võtte – способ перемены плоскостей проекции
 nurk – угол
 paralleel – параллель

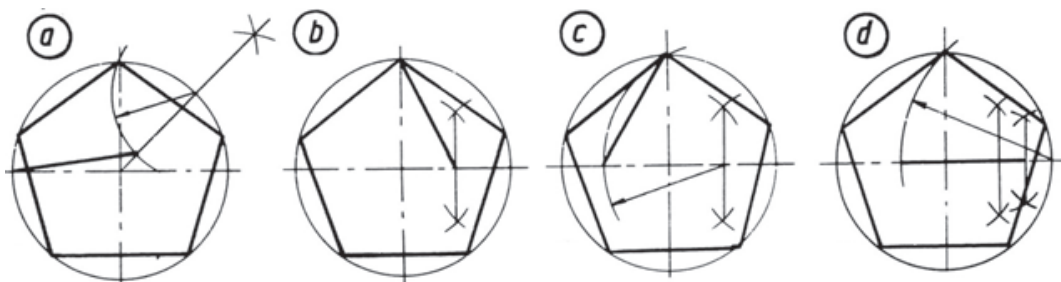


Kordamisküsimused

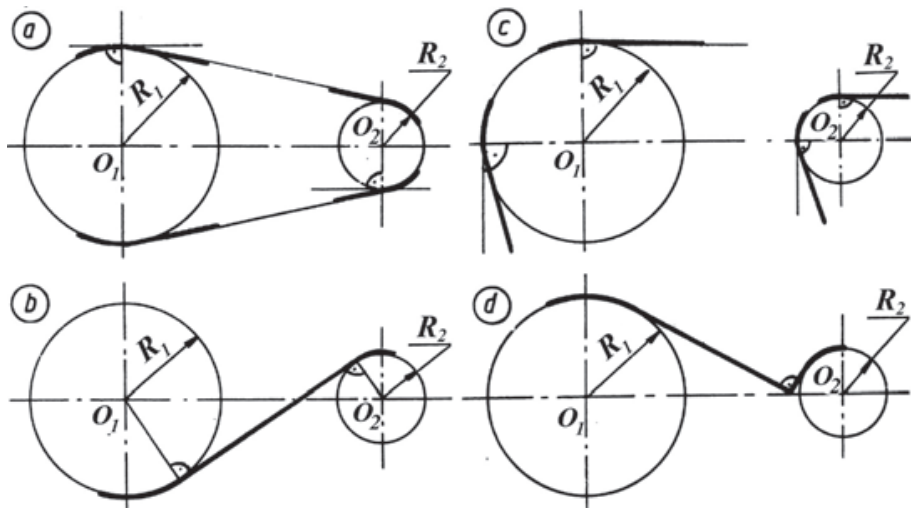
1. Kui suur on jäme – ja peenjoone jämeduse erinevus?
2. Kus kasutatakse järgmisi joonte liike: jämejoon, peenjoon, jämekriipsjoon, kriipspunktpeenjoon?
3. Millistest joontest alustatakse joonise valmistamist?
4. Millised on formaadi A4 mõõtmed?
5. Mitu formaati A4 sisaldab formaat A0?
6. Kui kaugele joonestuspaberi servadest tõmmatakse raamjoon?
7. Kus asub joonisel kirjanurk?
8. Millist informatsiooni peab sisaldama kirjanurk?
9. Kui on antud mõõtsuhe 1:2, kas siis eseme (objekti) kujutis on joonisel suurem või väiksem kui tema tegelik suurus?
10. Milline mõõt arv tuleb kirjutada joonisele, kui eseme pikkus on 1250 mm, eseme (objekti) kujutise mõõtsuhe aga 1:10?
11. Kas lubatakse kasutada sellist mõõtkava, mida eurostandardiga ei ole ette nähtud?
12. Missugusel joonisel on õigesti kujutatud pidevat vabakäejoont?



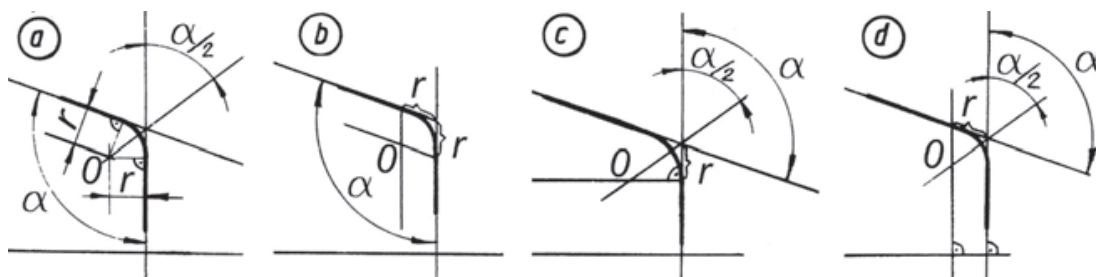
13. Missugusel joonisel on kõõlviisnurka kõõl õigesti leitud?



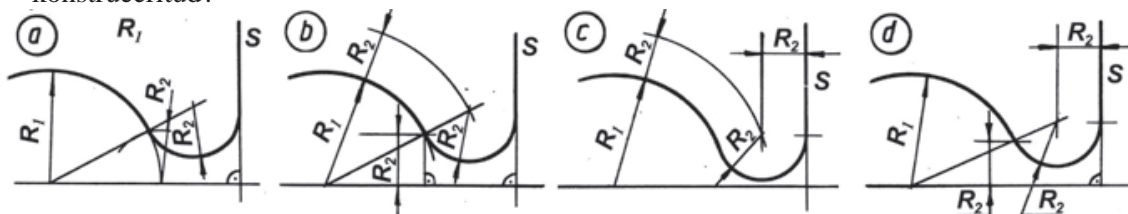
14. Missugusel joonisel on konstrueeritud vajalikud elemendid ringjoone ja sirge sujuvaks üleminekuks?



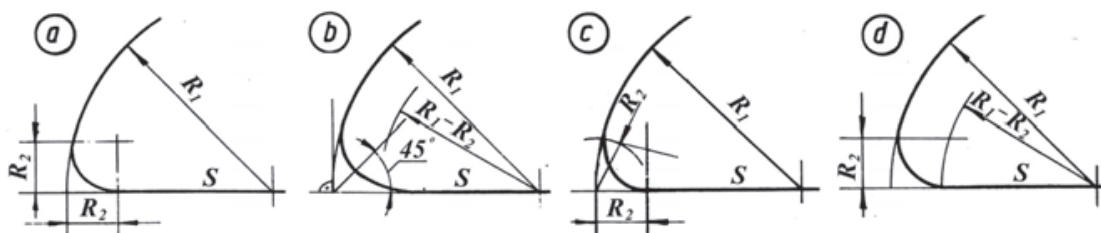
15. Missugusel joonisel on nurk α ümardatud antud raadiusega r ?



16. Missugusel joonisel on ringjoont R_1 ja sirget s sujuvalt ühendava ringjoone R_2 tšenter õigesti konstrueeritud?



17. Missugusel joonisel on ringjoont R_1 ja sirget s sujuvalt ühendava ringjoone R_2 tšenter õigesti konstrueeritud?



TEINE OSA

KUJUTAVA GEOMEETRIA ALUSED JA PROJEKTSIOONJONESTAMINE

Kujutamise üldised põhimõtted

Kujutise saamise toimingut nimetatakse projekteerimiseks. Projekteerimine on toiming, milles esinevad järgmised elemendid:

- 1) projekteerivad kiired ehk kujutamiskiired;
- 2) projekteeritav ese ehk objekt;
- 3) projektsioonitasand ehk ekraan;
- 4) eseme (objekti) projektsioon ehk kujutis – toimingu tulemus ekraanil.

Kujutise saamiseks projektsioonitasandil ehk ekraanil suunatakse mõttes läbi eseme (objekti) iseloomulike ja seda eset määravate punktide projekteerivad kiired ehk kujutamiskiired.

Ühes punktist lähtuvate kujutamiskiirtega projekteerides saadakse kujutis, mida nimetatakse tsentraalprojektsiooniks ehk perspektiiviks.

Kui kujutamiskiired kulgevad paralleelsetena, on projekteerimise tulemuseks paralleelprojektsioon. Ekraanile kaldu langevad paralleelkiired annavad kaldprojektsiooni. Ekraani suhtes risti võetud paralleelkiired võimaldavad saada eseme (objekti) kujutise ristprojektsioonis ehk ortogonaalprojektsioonis.

Tehnilistel joonistel kasutatakse paralleelprojekteerimisega tuletatavat ristprojektsiooni.

Kujutava geomeetria seda osa, mis käsitleb kujutiste tuletamist geomeetrilistest kehast projekteerimise teel, nimetatakse projektsiooniliseks joonestamiseks.

4. Punkti ja sirge projekteerimine

Punkti kaksvaade

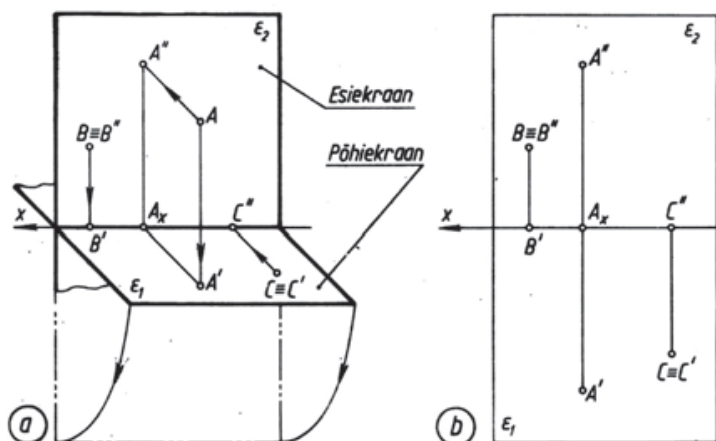
Võetakse kaks teineteisega ristuvat tasandit (sele 11a) ja nimetatakse see, mis on horisontaalasendis – **põhiekraaniks** ning teine, mis on vertikaalasendis – **esiekraaniks**. Ekraanide ühisosa nimetatakse **teljeks** x .

Tuletatakse ruumipunkti A ristprojektsioonid kummalgi ekraanil. Selleks suunatakse läbi võetud punkti A kaks projekteerivat kiirt: üks risti põhiekraaniga ϵ_1 , millel tekkinud kujutist nimetatakse **pealtvaateks** A' ja teine risti esiekraaniga ϵ_2 , kus saadud kujutist nimetatakse punkti **eestvaateks** A'' .

Punkti A kaugust põhiekraanist AA' nimetatakse selle punkti **põhikvoodiks**. Kaugust esiekraanist AA'' nimetatakse punkti **esikvoodiks**.

Kui põhiekraan ϵ_1 koos kujutisega pööratakse kaarnoolte suunas ühtivaks esiekraaniga ϵ_2 (sele 11b), saadakse kaks teineteisega seotud ristprojektsiooni. Need asuvad ühel ja samal tasandil (joonise pinnal). Tekkinud ristprojektsioonide paari nimetatakse punkti **kaksvaateks**. Telg x on **kaksvaate telg**. Punkti projektsioone ühendav sirge $A''A'$ on **sidejoon**. Sidejoon on kaksvaate teljega alati risti.

Selel 10 ja edasi on piltkujutisena kasutatud kaldaksonomeetrist projektsioon ehk kabinetprojektsiooni (moondeteguriga $m_x:m_y:m_z=1:1/2:1$). Täpsemalt vaata sele 21c.



Sele 11. **a** – punkti projekteerimine kahele ekraanile; **b** – kaksvaade

Kui punkt asub esiekraanil, siis langeb tema eestvaade kokku punkti enesega ($B \equiv B''$), pealtvaade aga projekteerub x -teljele (sele 11b). Põhiekraanil asuva punkti pealtvaade langeb samuti kokku iseenesega ($C \equiv C'$), tema eestvaade aga tekib x -teljel.

Punkti kaksvaade määrab selle punkti asukoha ruumis kummagi ekraani suhtes üheselt.

Esemete kujutamist kaksvaate abil nimetatakse selle võtte looja Gaspard Monge'i nime järgi *Monge'i meetodiks*. Monge'i meetod koosneb kahest etapist: 1) ruuminurgas olev ese (objekt) projekteeritakse ekraanidega risti olevate projekteerivate kiirtega ekraanidele 2) ekraanid pööratakse esiekraaniga ühte tasapinda.



Terminid

eestvaade – вид
спереди

esiekraan – фронтальная плоскость проекции

kaksvaade (vt mituvaade) –
комплексный чертеж

kaksvaate telg – ось проекции

kujutav geomeetria – начертательная
геометрия

pealtvaade – вид сверху

põhiekraan – горизонтальная плоскость
проекции

telg – ось

Punkti kolmvaade

Keerukama ehitusega detailidest tuletatakse lisaks kahele projektsioonile ka kolmas ristprojektsioon, see saadakse esi- ja põhiekraani suhtes ristiseisval tasandil, mida nimetatakse külgekraaniks (ε_3).

Selel 12a selgitatakse näitlikult ruumpunkti A kujutiste tekkimist kolmele ristasapinnale. Ekraanil ε_3 saadud punkti ristprojektsiooni A''' nimetatakse punkti *vasakultvaateks*. Kaugust külgekraanist (AA''') nimetatakse selle punkti *külgekvaadiks*.

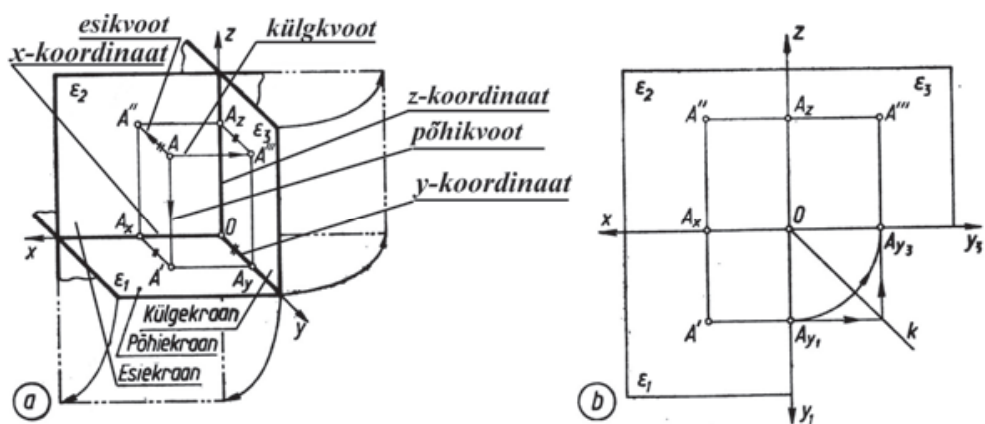
Punkt A_x on punkti A projektsioon x -teljel, punkt A_y projektsioon vastavalt y -teljel ning ja A_z projektsioon vastavalt z -teljel.

Punkti koordinaatideks nimetatakse tema kvoote ehk kaugusi ekraanist mõõdetuna mööda telgi (lõik $0A_x$ – x -koordinaat ja tähistatakse x_A , $0A_y$ – y -koordinaat ja tähistatakse y_A , $0A_z$ – z -koordinaat ja tähistatakse z_A). Kuna ekraanid on omavahel risti, on tegemist *ristkoordinaadistikuga*. X , y ja z on *koordinaatteljed*, nende lõikepunkt 0 on koordinaatide alguspunkt. Koordinaatide alguspunkt jaotab kõik teljed positiivseteks ja negatiivseteks suundadeks. Mistahes ruumpunkti asukohta teljestiku suhtes võib väljendada koordinaatidega. Nii on selel 12 punkti A koordinaadid $A(x_A, y_A, z_A)$: x_A on x -koordinaat ehk *abstsiss*, y_A on y -koordinaat ehk *ordinaat*, z_A on z -koordinaat ehk *aplikaat*.

Esi-, põhi- ja külgekraan lõikuvad omavahel paarikaupa mööda jooni x , y ja z , mis on üksteise suhtes risti, moodustades ristteljestiku $Oxyz$. Punkt O on telgede ühispunkt. Nüüd pööratakse ekraanid ε_1 ja ε_3 koos nendele projekteerunud punkti kujutistega vastavalt nooltega näidatud suunas ühtivusse esiekraaniga ε_2 (sele 12b). Tekib punkti *kolmvaade*. Seejuures on telg y nähtav kahes kohas: z -telje pikendusena koos ekraaniga ε_1 , mil ta kannab tähist y_1 , ning x -telje pikendusena koos ekraaniga ε_3 , mil ta tähis on y_3 .

Punkti A projekteerimiseks vaja läinud joontest on tekkinud risttahukas, et selle neli kriipsukestega märgitud serva on ühepikkused, siis saadakse välja kirjutada järgmised võrdused: $AA'' = A'A_x = 0A_y = A'''A_z$. Need võrdused on kolmvaate konstrueerimise aluseks.

Punkti A pealtvaate (A') kaugus x -teljest võrdub tema vasakultvaate (A''') kaugusega z -teljest. Seda projektsioonide omadust nimetatakse kolmvaate *peaomaduseks*.



Sele 12. **a** – punkti projekteerimine kolmele ekraanile; **b** – punkti kolmvaade.
 Vasakultvaade leidmine: 1) sirklikaare abil; 2) nurgapoolitaja **k** abil



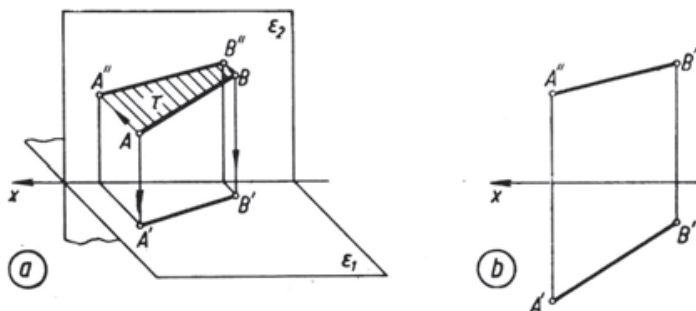
Terminid

külgekraan – профильная плоскость проекции
 nurgapoolitaja (vt bisektor) – биссектриса

vasakultvaade – 1. вид сбоку,
 2. профильная проекция
 vasakultvaade – вид слева

Sirglõigu kaksvaade

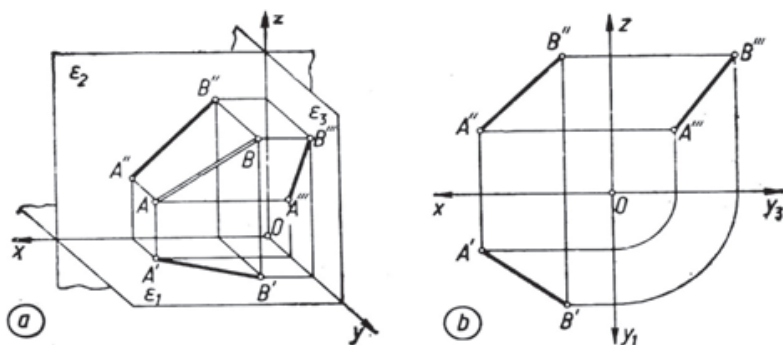
Et tuletada sirglõigu AB ristprojektsioonid kahel ekraanil, leitakse selle lõigu mõlema otspunkti ristprojektsioonid kummalgi ekraanil (sele 13a ja 13b). Lõigu otspunktide samanimeliste projektsioonide ühendamisel tekib ekraanil ϵ_1 punktide A' ja B' vahel lõigu AB pealtvaade ning ekraanil ϵ_2 punktide A'' ja B'' vahel eestvaade. τ on sirglõiku AB esiekraanile projekteeriv tasapind, ehk sirglõiku esiekraanile projekteerivate kiirte tasapind.



Sele 13. **a** – sirglõigu projekteerimine ekraanile; **b** – sirglõigu kaksvaade

Sirglõigu kolmvaade

Kui sirglõik AB on antud oma eest- ja pealtvaatega, siis vasakultvaade leitakse sel teel, et tuletatakse lõigu kummagi otspunkti vasakultvaated A''' ja B'''. Nende ühendamisel sirgega tekibki otsitav projektsioon A'''B''', mis koos antud projektsioonidega A'B' ja A''B'' moodustab sirglõigu AB kolmvaade (sele 14a ja 14b).



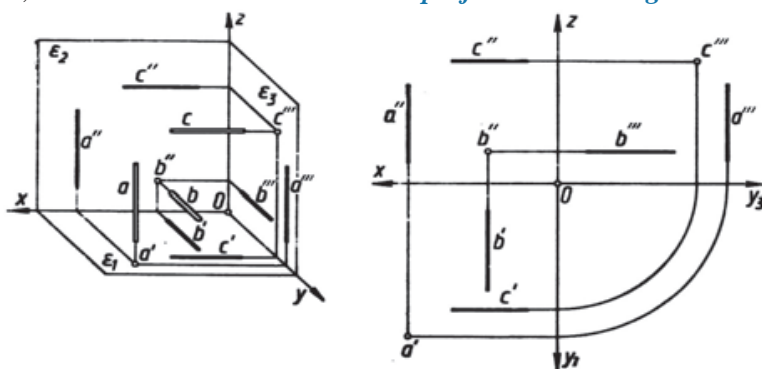
Sele 14. **a** – sirglõigu projekteerimine kolmele ekraanile; **b** – sirglõigu kolmvaade

Projekteerivad sirged ja nivoosirged

Kui sirge on mingi ekraani suhtes risti või sellega paralleelne, siis nimetatakse teda **eriasendiliseks sirgeks**.

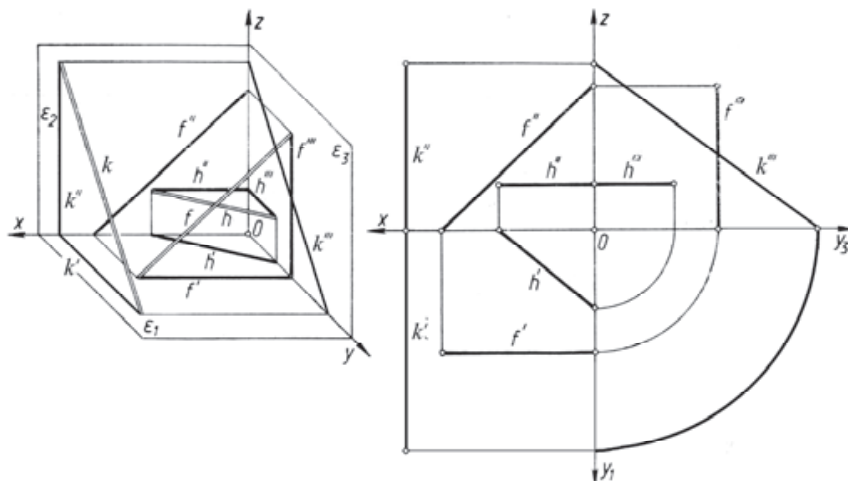
Eriasendilist sirget, mis on ekraaniga risti, nimetatakse selle ekraani suhtes **projekteerivaks sirgeks** (sele 15).

Sele 15. Projekteerivad sirged: sirge **a** – põhiekraani projekteeriv sirge; sirge **b** – esiekraani projekteeriv sirge; sirge **c** – külgekraani projekteeriv sirge



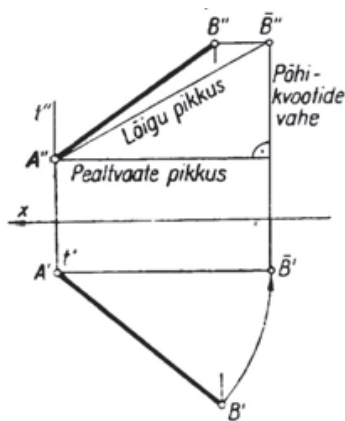
Eriasendilist sirget, mis on mingi ekraaniga paralleelne, nimetatakse selle ekraani suhtes **nivoosirgeks**. Põhiekraani nivoosirget nimetatakse **horisontaalsirgeks**, esiekraani nivoosirget **frontaalsirgeks**, külgekraani nivoosirget **profüilsirgeks** (sele 16).

Sele 16. Nivoosirged: sirge **f** – frontaalsirge; sirge **h** – horisontaalsirge; sirge **k** – profüilsirge



Sirglõigu originaalpikkuse leidmine tema projektsioonide järgi

Kaksvaates on antud üldasendiline sirglõik AB (sele 17). Kumbki vaade pole pikkuselt võrdne sirglõiguga ruumis. Ekraaniga paralleelse sirglõigu projektsioon võrdub sirglõigu enesega. Järelikult on vaja üldasendiline sirglõik pöörata ekraaniga paralleelseks. Selleks võetakse pöördeteljeks põhiekraani ristsirge **t** läbi sirglõigu ühe otspunkti **A**. Seega punkt A jääb pööramisel paigale, punkt B liigub aga mööda horisontaalset ringjoont. Pööramine lõpetatakse siis, kui sirglõik on frontaalne, see tähendab esiekraaniga paralleelne. Selle seisu tunnuseks on sirglõigu pealtvaate paralleelasend x-telje suhtes. Sirglõigu AB originaalpikkust esindab seel 17 uus eestvaade $A''\bar{B}''$.



Sele 17. Lõigu originaalpikkuse leidmine lõigu projektioonide järgi

Eeskiri sirglõigu originaalpikkuse leidmiseks: **sirglõigu originaalpikkus võrdub hüpotenuusiga täisnurkses kolmnurgas, mille üheks kaatetiks on sirglõigu pealtvaate pikkus, teiseks kaatetiks aga sirglõigu otspunktide põhikvootide vahe.**



Terminid

aksonomeetria – аксонометрия
 eriasendiline sirge – прямая частного положения
 frontaal – фронталь
 hüpotenuus – гипотенуза
 kaatet – катет
 kujund – фигура
 külgekraan – профильная плоскость проекции
 nurgaroolitaja (vt bisektor) – биссектриса

profiil – профиль
 projekteeriv sirge – проецирующая прямая
 punkt ruumis – точка в пространстве
 rist sirged – перпендикулярные прямые
 tasand – плоскость уровня
 tasapinna jälg – след плоскости
 telgpunkt (tasandil), jälgpunkt – точка схода следа
 üldasendiline sirge – прямая общего положения

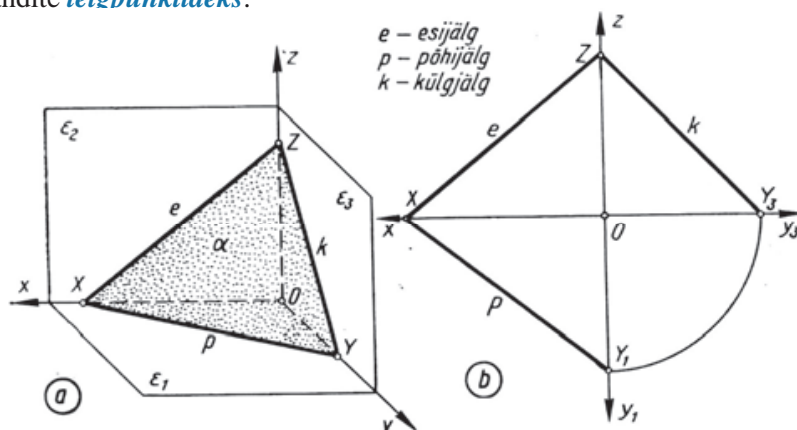
5. Tasandi projekteerimine

Tasandi asend on ruumis määratud järgmiste geomeetriliste elementide kaudu:

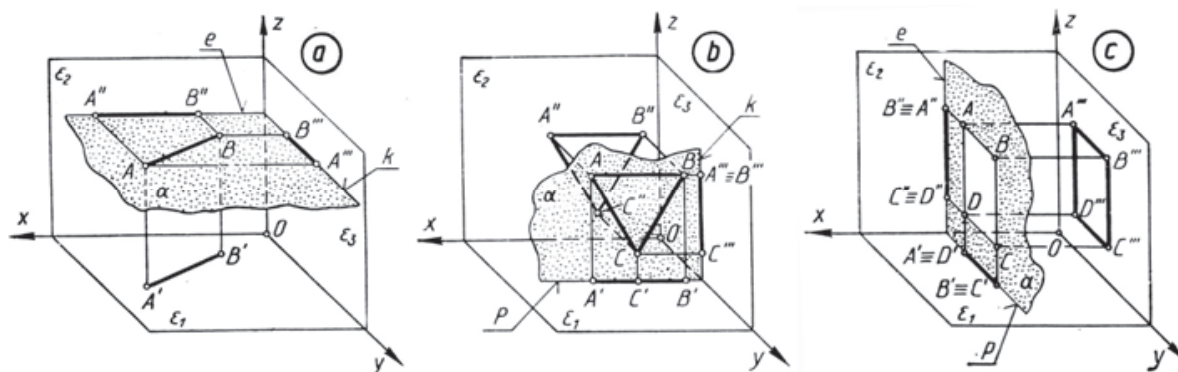
- 1) kolm punkti, mis ei asetse ühel sirgel
- 2) sirge ja väljaspool seda asetsev punkt
- 3) kaks lõikuvat sirget
- 4) kaks paralleelset sirget
- 5) mistahes tasandiline kujund, näiteks hulknurk või ring

Jäljeks nimetatakse seda sirget, mida mööda antud tasand lõikab ekraani (sele 18). Tasandi jälgede ühispunkti telgedel nimetatakse tasandite **telgpunktideks**.

Sele 18. Tasandi kujutamine tasandi jälgedega: **a** – tasandi α jäljed esi-, põhi- ja külgekraanil; **b** – tasandi α jälgede kolmvaade

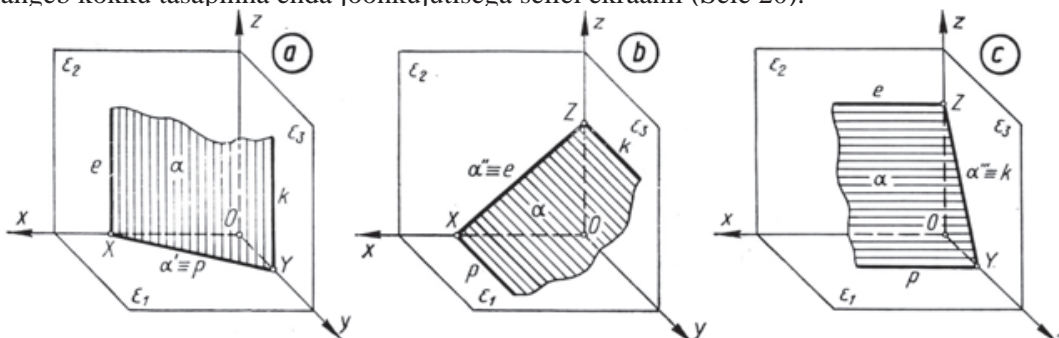


Ekraaniga paralleelset tasandit nimetatakse selle ekraani suhtes **nivootasapinnaks**. Kahe ülejäänud ekraaniga on nivootasapind risti. Nivootasapinnal on ainult kaks jälge. Ekraanil, millega ta on paralleelne, jälg puudub. Nivootasapinda põhiekraani suhtes nimetatakse **horisontaalpinnaks**; nivootasapinda esiekraani suhtes – **frontaalpinnaks** ja nivootasapinda külgekraani suhtes – **profiilpinnaks** (Sele 19).



Sele 19. Nivootasapinnad: **a** – horisontaalpind (α) sirglõiguga AB ; **b** – frontaalpind (α) kolmnurgaga ABC ; **c** – profiilpind (α) nelinurgaga $ABCD$

Ekraaniga risti olevat tasapinda nimetatakse **projekteerivaks tasapinnaks**. Projekteeriva tasapinna jälg langeb kokku tasapinna enda joonkujutisega sellel ekraanil (Sele 20).



Sele 20. Projekteerivad tasapinnad: **a** – põhiekraani ristasapinna (α) pealtvaade projekteerub jooneks p ; **b** – esiekraani ristasapinna (α) eestvaade projekteerub jooneks e ; **c** – külgekraani ristasapinna (α) vasakultvaade projekteerub jooneks k

6. Aksonomeetria

Aksonomeetriaks nimetatakse niisugust kujutamisi, milles kujutise konstrueerimisel kasutatakse objekti punktide koordinaate. Sellel viisil valmistatud kujutisi nimetatakse **aksonomeetrilisteks kujutisteks**.

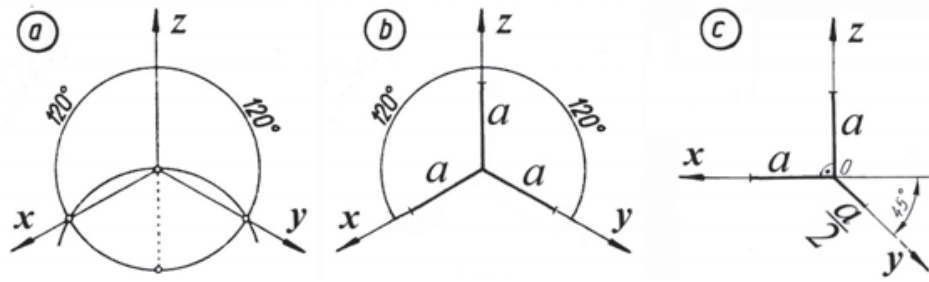
Aksonomeetrilise kujutamisi taotletakse esmajoones kujutise ilmekust. Kujutis on seda ilmekam, mida üldisem on objekti asend kujutamiskiirte ja ekraani suhtes.

Aksonomeetrias leiab kujutamist kahest objektist – teljestikust ja objektist koosnev süsteem.

Ese (objekt) seotakse teljestikuga võimalikult lihtsas vastastikus asendis. Sellega saab objekti iga punkt endaga kindlad koordinaadid selles teljestikus, nagu näites sele 22 punkt $A(x_A; y_A; z_A)$. Kujutamiskiirtega vahetult projekteerimise teel tuletatakse ainult teljestiku kujutis, objekti punktide kujutised aga leitakse juba koordinaatide abil.

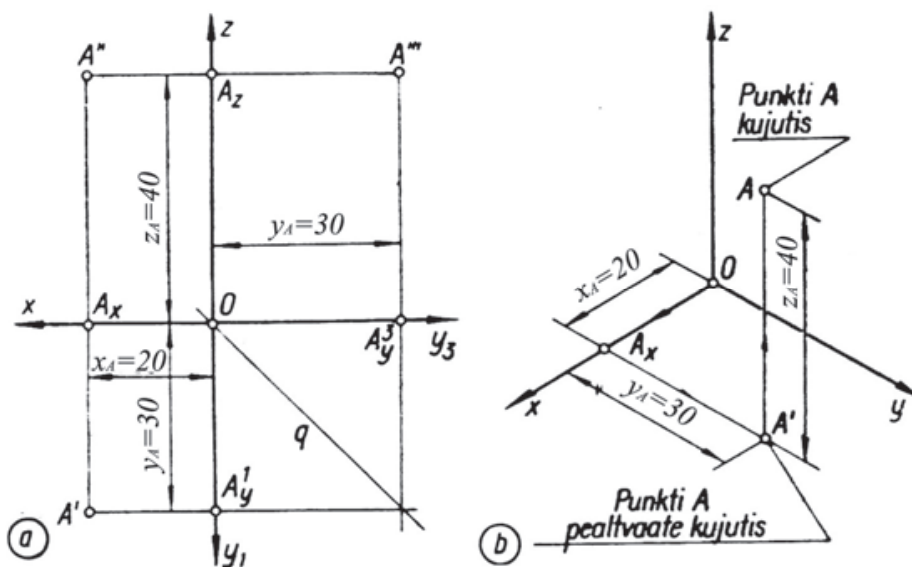
Sõltuvalt sellest, kas teljestiku projekteerimisel kiired võetakse ekraani suhtes risti või kaldu, saadakse teljestikust (ja temaga seotud objektist) kas ristprojektsioon või kaldprojektsioon. Vastavalt sellele liigitatakse ka aksonomeetria **rist-** ja **kaldaksonomeetriaks**.

Kui kujutamiskiired on ekraaniga risti ning teljestik on paigutatud ekraani suhtes nii, et kõik teljed moodustavad ekraaniga võrdseid nurki, siis teljestikust saadav ristprojektsioon tuleb isomeetiline ehk võrdmõõduline; vastavat kujutamisi nimetatakse **ristisomeetriaks**. Nurgad telgede kujutiste vahel tulevad sel juhul võrdsed, suurusega 120° .



Sele 21. a – aksonomeetrilise kujutise teljestiku joonestamine; b – ristisomeetriline projektsioon (moondeteguriga $m_x:m_y:m_z=1:1:1$); c – kaldaksonomeetriline projektsioon ehk kabinetprojektsioon (moondeteguriga $m_x:m_y:m_z=1:1/2:1$)

Näide 1. Antud on punkt A (20;30;40) oma kolmvaatega (A', A'', A'''), (sele 22a). Tuletada punkti A ristisomeetriline kujutis (sele 22b).



Sele 22. a – punkt A antud oma kolmvaatega; b – sama punkti A ristisomeetriline kujutis

1. Konstrueeritakse teljestiku kujutis vastavalt selele 21
2. Kantakse x-telje kujutisele x-koordinaatlõik (abstsiss) $OA_x=20$
3. Punktist A_x tõmmatakse sirge paralleelselt y-telje kujutisega ning kantakse sellele y-koordinaatlõik (ordinaat) $A_xA'=30$, saades nii punkti A pealtvaate A' aksonomeetrilise kujutise.
4. Kujutisest A' tõmmatakse sirge paralleelselt z-telje kujutisega ning kantakse sellele z-koordinaatlõik (aplikaat) $A'A=40$. Sellega saadaksegi punkti A aksonomeetriline kujutis.



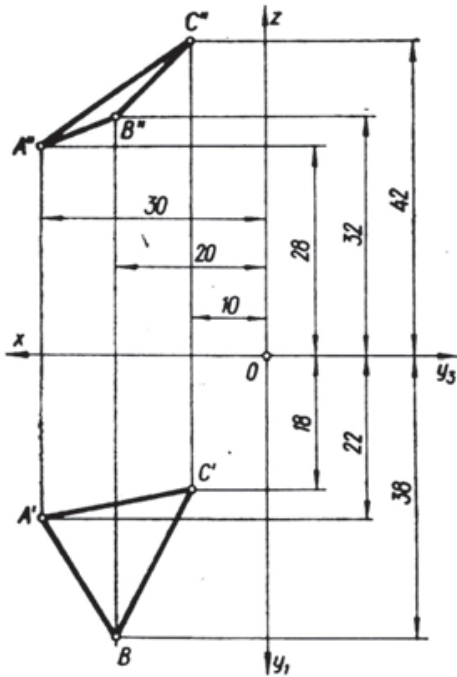
Terminid

aksonomeetriline projektsioon – аксонометрическая проекция
kujutamiskiired – лучи изображения

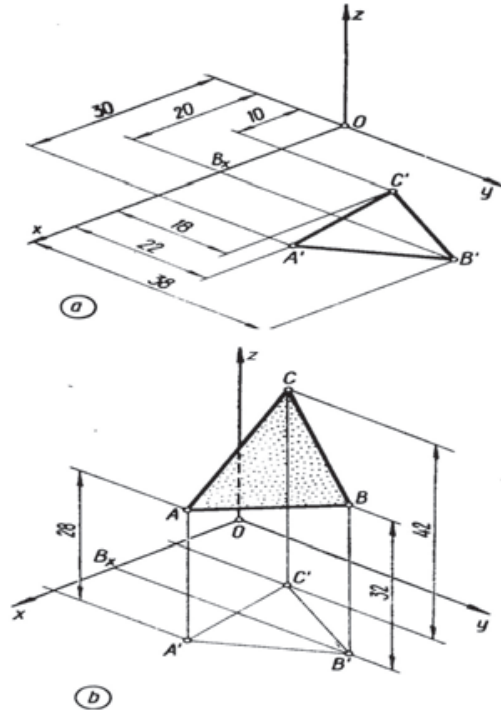
mõõtarv – размерное число
projekteeriv kiir – проецирующий луч
ristisomeetria – ортогональная изометрия

Näide 2. Antud on kolmnurga ABC kaksvaade, kus tippude kvoodid (koordinaadid) on määratud mõõtarmudega $A(30;22;28)$, $B(20;38;32)$ ja $C(10;18;42)$ (sele 23). Tuletada selle kolmnurga ristisomeetiline kujutis.

Lahenduskäik selgub sel 22, kus eelmise näite eeskujul on esmalt tuletatud kolmnurga tippude pealtvaate aksonomeetriselised kujutised ning nende järgi juba tippude eneste aksonomeetriselised kujutised.



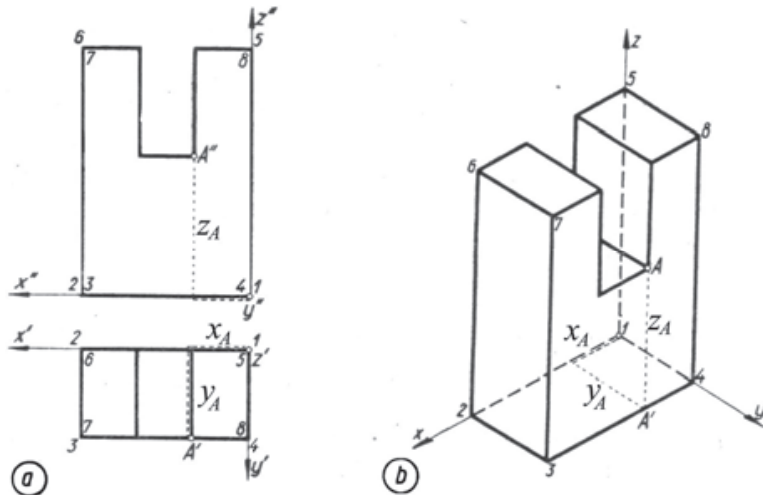
Sele 23. Kolmnurga ABC kaksvaade, kus tippude määratud mõõtarmudega



Sele 24. Sel 23 antud kolmnurga ABC ristisomeetiline kujutis

Näide 3. Sel 25a on antud väljalõikega prisma kaksvaade. Sel 25b on antud väljalõikega prisma ristisomeetiline kujutis.

Eseme sidumine teljestikuga viiakse läbi antud kaksvaatel. Käesoleval juhul on teljestik sobitatud eseme (objekti) külge nii, et teljed ühtivad tipust 1 lähtuvate servadega (sele 25). Tipud 1, 2, 4 ja 5 kantakse kohe sirkliga kaksvaatelt üle aksonomeetriselisele telgedele. Risttahuka ülejäänud tipud tulevad siis välja telje paralleelide kaudu. Keha tipule $A(x_A; y_A; z_A)$ vastav koordinaatmurdjoon on nii kaksvaatel kui ka aksonomeetrisel kujutisel tehtud punktiirjoonena. Koordinaatmurdjoone ehitamisel liigutakse teljestiku alguspunkti kõigepealt x-telje mööda (x-koordinaadi võrra), siis y-teljega paralleelselt (y-koordinaadi võrra) ning lõpuks z-teljega paralleelselt (z-koordinaadi võrra). Iga punkti kõik koordinaatlõigud võetakse kaksvaatelt otseselt sirkli haarade vahele ja kantakse üle aksonomeetriselisele kujutisele.



Sele 25. a – kaksvaatega antud detailist; b – ristisomeetriselise kujutise tuletamine

7. Geomeetriliste kehade kujutamine

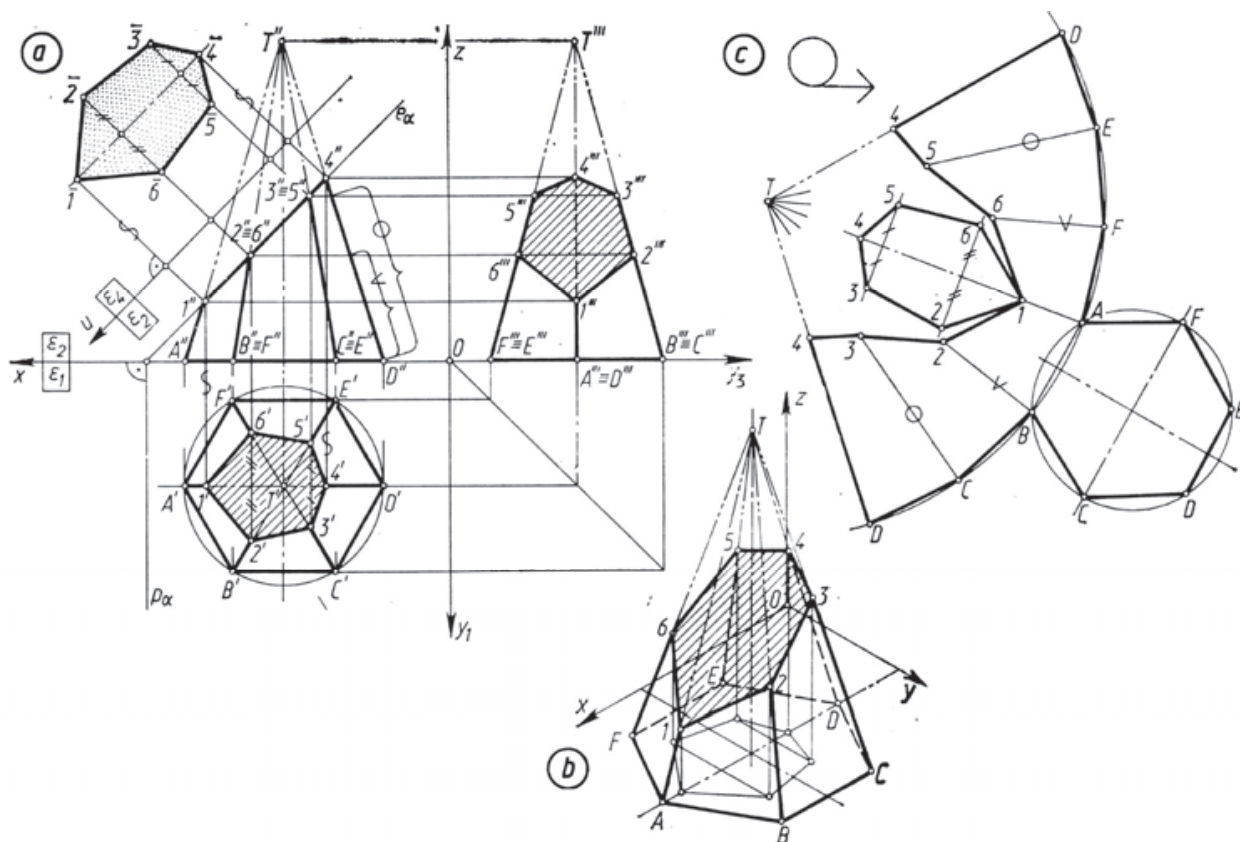
Püramiidi lõikamine tasandiga

Korrapärasest kuuetaahulise püramiidi lõigatakse kaldtasandiga α (e, p), mis on esiekraani suhtes risti ($\alpha \perp \varepsilon_2$), läbides püramiidi kõiki tahke ja servi (sele 26).

Eestvaates projekteeruvad lõikekujundit määravad punktid 1''...6'' kõik tasandi α esijäljjoonele e_α , kusjuures kaks punktipaari langevad kokku: 2''=6'' ja 3''=5''. Punktide pealt- ja vasakultvaated leitakse eestvaatest lähtuvate sidejoonte abil püramiidi tippu koonduvate külgservade vastavate projektioonidelt. Lõikekujundi pealtvaade saadakse punktide 1''...6'' järjestikusel ühendamisel sirgetega.

Lõikekujundi tegelik kuju leitakse lisaekraani võttega. Selleks võetakse lõikekujundiga paralleelne ja temast vabal kaugusel lisaekraan ε_4 koos lõikekujundi loomulikus suuruses projekteerunud kujutisega ja pööratakse ümber telje u vastu ekraani ε_2 . Ühtemoodi märgistatud punktide 1 ja 4 võrdne esikvoot, mis võetakse pealtvaatelt, paneb paika tegeliku kuju sümmeetriatelje 14. Sellest kummaldi pool leitud punktide 2 ja 6 ning 3 ja 5 vastavalt võrdsed kaugused pärinevad samuti pealtvaatelt.

Pinnalaotust alustatakse püramiidi külgservade lahtikantimisega. Selleks tõmmatakse punktist T kõigepealt abikaar, mille raadius võrdub püramiidi külgserva tõelise pikkusega. Kuna servad TA ja TD on esiekraaniga paralleelsed, siis raadiusena kasutatakse just nende servade eestvaateid, kas $T'A''$ või $T'D''$. Abikaarele kantakse kuus võrdset lõiku $AB, BC, \dots FA$, mille tõelised pikkused $A'B', B'C', \dots F'A'$ saadakse püramiidi pealtvaatelt. Kõõlude otspunktid ühendatakse tipuga T . Veel vajatakse lõiketasandist allapoole jäävate külgserva osade tõelisi pikkusi. Need võetakse eestvaatelt. Servad $A1=A''1''$ ja $D4=D''4''$, kui esiekraaniga ε_2 paralleelsed lõigud kantakse üle kohe pinnalaotusele. Ülejäänud servade tõelised pikkused saadakse, kui pööratakse need servad esiekraaniga paralleelseks. Erinevalt märgistatud loogelised sulud eestvaates juhatavad kätte servade $B2$ ja $F6$ ning $C3$ ja $E5$ tõelised pikkused. Pinnalaotus lõpetatakse püramiidi põhja ja lõikekujundi tegeliku kuju juurdejoonestamisega.



Sele 26. Püramiidi lõikamine tasandiga: **a** – kolmvaade; **b** – ristsomeetiline kujutis; **c** – pinnalaotus

Ristisomeetria saamiseks ehitatakse algul püramiid lõikamata kujul. Seejärel kantakse aksonomeetrias põhjaga samasse tasandisse lõikehulknurga pealtvaade. Viimase tipust z-telje sihis tõmmatud joontele mõõdetakse eestvaatelt nende tippude kõrgused. Kui senine tuletuskäik on olnud täpne, satuvad lõikekujundi nummerdatud punktid aksonomeetrias lõikekujundi külgservadele.



Terminid

kaldtasand – наклонная плоскость
pinnalaotus – развертка
püramiid – пирамида
ristisomeetria – ортогональная изометрия

sümmeetriatelg – ось симметрии
tasand, tasapind – плоскость
tõeline suurus, tegelik suurus –
действительный размер

8. Geomeetriliste kehade lõikumine



Terminid

kõrgus – высота
lõikumine – пересечение
mituvaade (vt kaksvaade, kolmvaade) – комплексный
чертеж
pindade lõikumine – пересечение поверхностей

prisma – призма
püramiid – пирамида
tahk – грань
ühispunkt – точка пересечения

Kahe prisma lõikumine

Omavahel lõikuvad kaks kolmetahulist **prismat**, üks püst- ja teine horisontaalasendis. Tervikkehana käsitletakse seejuures horisontaalset prisma, mis püstprismast läbi tungib.

Pindade lõikejoone määravad punktid tekivad kohtades, kus ühe prisma servad tungivad teise prisma tahkudesse ja vastupidi, kus teise prisma serv tungib läbi esimese prisma tahkude.

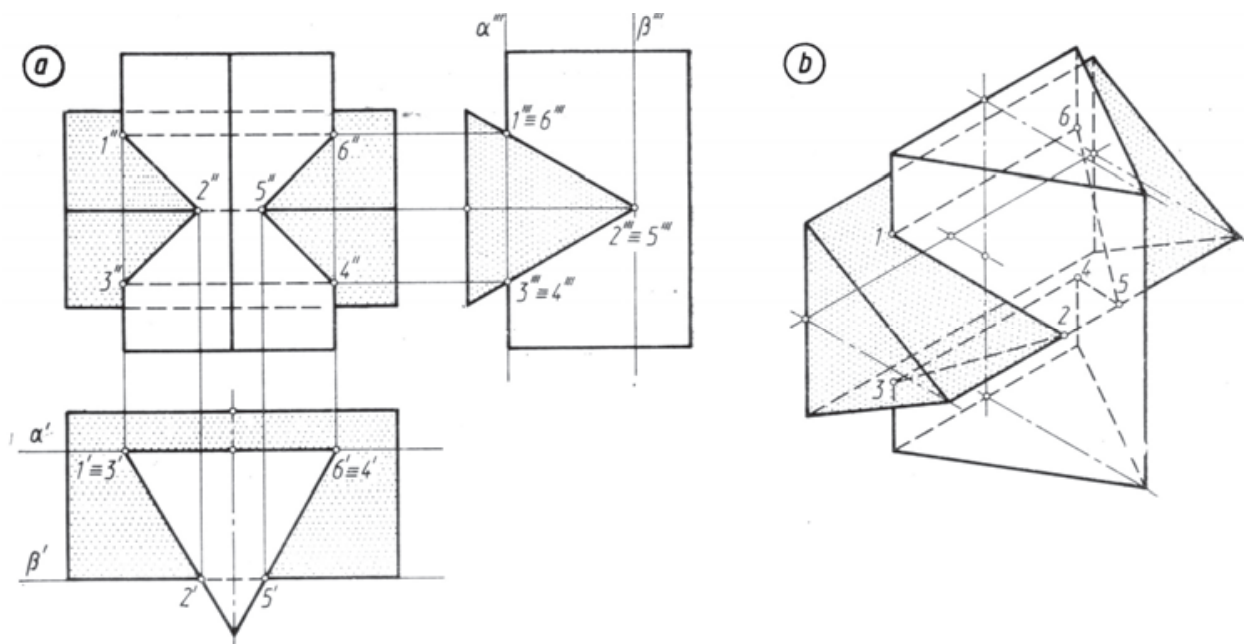
Pealt- ja vasakultvaates jäävad pindade lõikejoone punktid kord ühe, kord teise prisma otsakolmnurga varju. Seega saab ühisjoonest konstrueerida vaid eestvaate.

Horisontaalse prisma tahkudesse lõikub püstprisma kaks külgserva, kolmas külgserv lõikumisest osa ei võta. Kui pannakse läbi nende kahe püstise külgserva abitasand α , ühtib see esiekraani ε_2 suhtes paralleelse püstprisma tahuga. Põikpidist prismat läbides annab tasand α lõike

kujundiks ristküliku. Viimase servadel eestvaates (s.o vasakultvaates lähtuvatel sidejoontel) tekivadki püstprisma kummagi serva ja põikprisma tahkude ühispunktide projektsioonid 1" ja 3" ning 6" ja 4".

Põikprismal võtab lõikumisest osa ainult üks serv. Läbi selle serva pandud abitasand β võimaldab tuletada eelneva põhjal ühispunktide 2 ja 5 eestvaated 2" ja 5".

Kahe prisma servade ja tahkude ühispunkte loogiliselt sirgetega ühendades saadakse nende prismade välispinnale kuuluv ühisjoon.

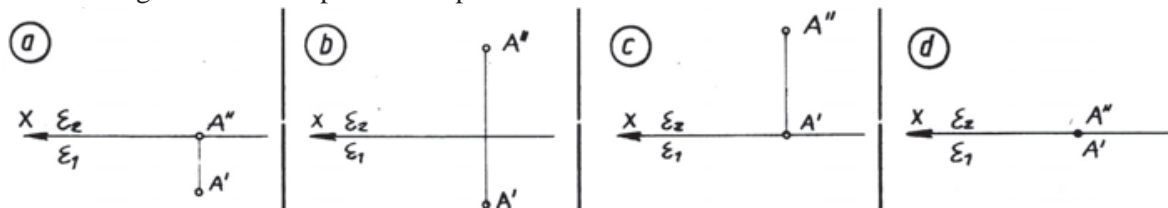


Sele 27. Kahe prisma lõikumine: **a** – kolmvaade; **b** – ristisomeetiline vaade

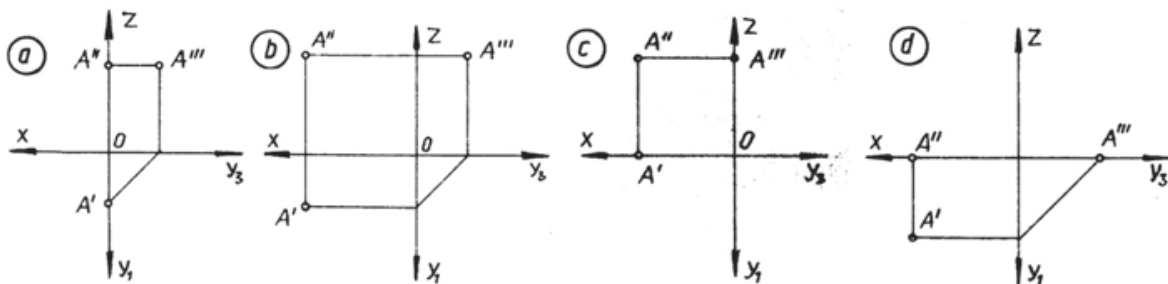


Kordamisküsimused

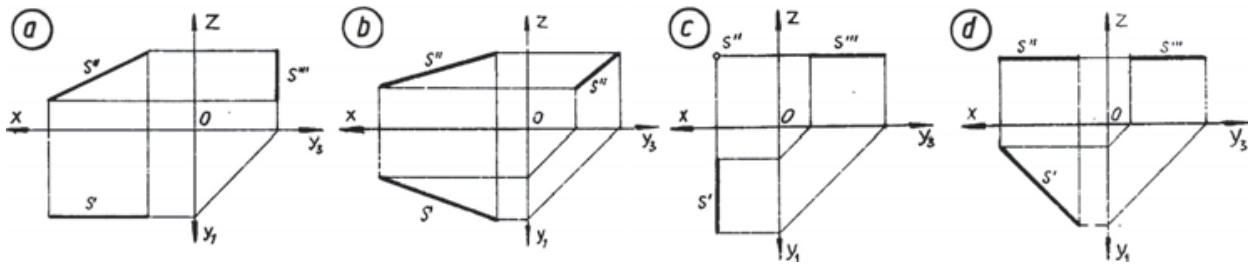
1. Mis on projektsioon?
2. Mis tingimustel geomeetrilise keha tahk projekteerub sirgeks ja mis tingimustel tegelikus suurus?
3. Mis tingimustel geomeetrilise keha serv projekteerub punktiks ja mis tingimustel tegelikus suurus?
4. Kuidas asetsevad projektsioonitasandid üksteise suhtes?
5. Mida nimetatakse mituvaateks?
6. Mida tähendab projektsiooniline seos?
7. Milline kujutis võetakse joonisel peakujutiseks?
8. Kuidas valmistatakse objekti joonis kolmes projektsioonis?
9. Millistel geomeetrilistel kehadel on kõik projektsioonid ühesugused?
10. Missuguse kaksvaate puhul asub punkt esiekraanil?



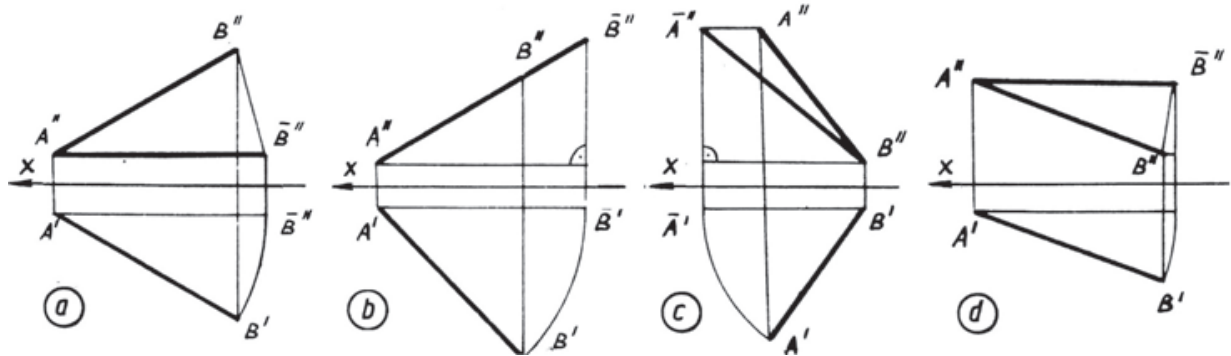
11. Määrata kolmvaade, kus punkt asub külgekraanil?



12. Määrata kolmvaade, kus sirge on paralleelne ainult põhiekraaniga?

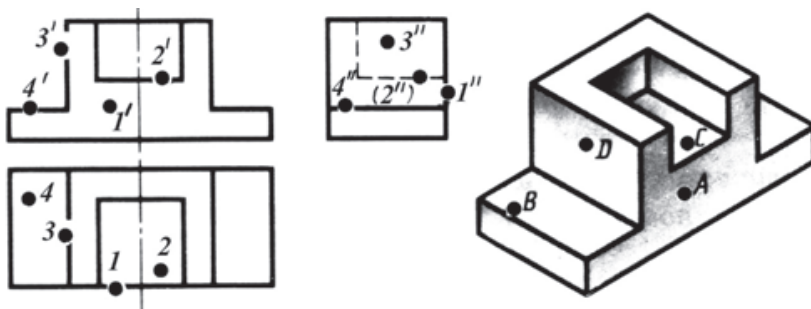


13. Millisel juhul on sirglõigu AB tegeliku suuruse leidmine teostatud õigesti?

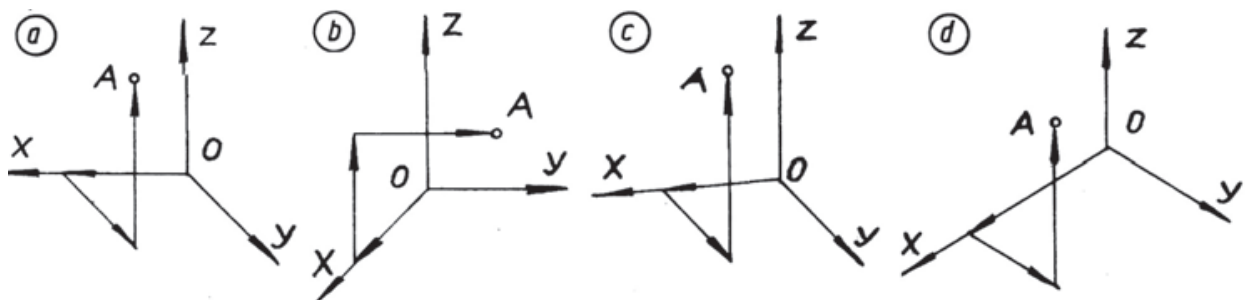


14. Millised numbritega tähistatud punktid objekti vaadetel vastavad tähtedega tähistatud punktile sama objekti aksonomeetrilisel kujutisel?

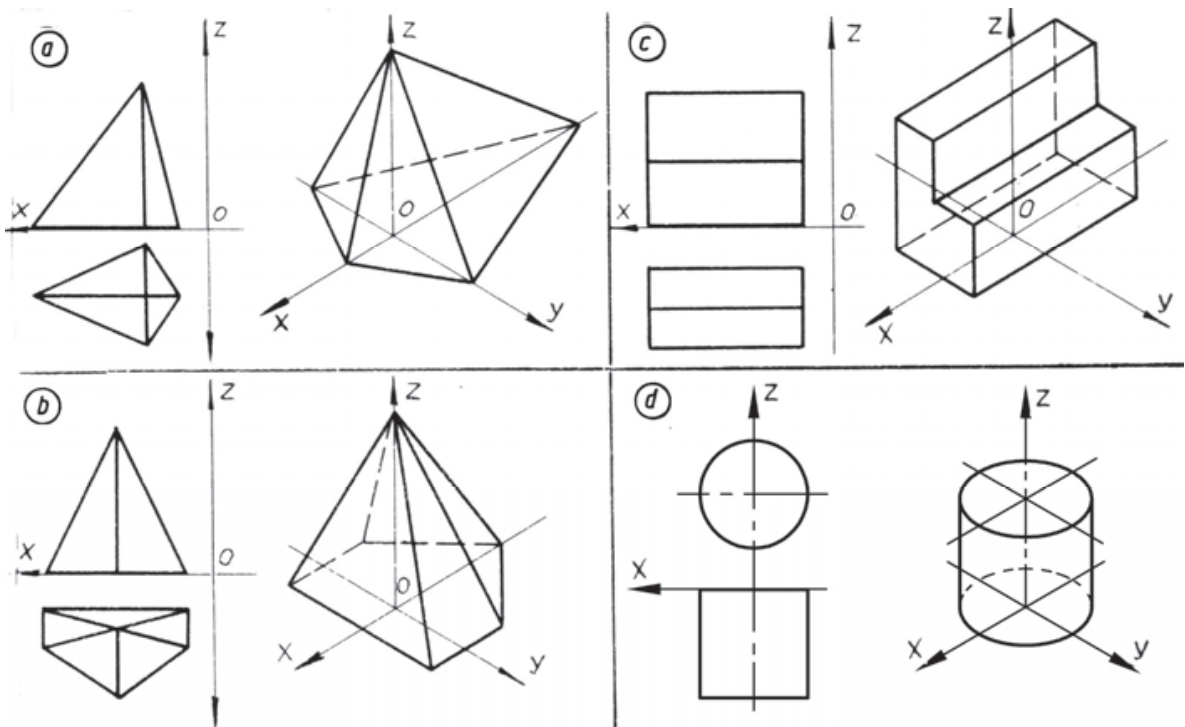
Numbritega tähistatud punktid vaadetel	1	2	3	4
Tähtedega tähistatud punktid aksonomeetrilisel kujutisel				



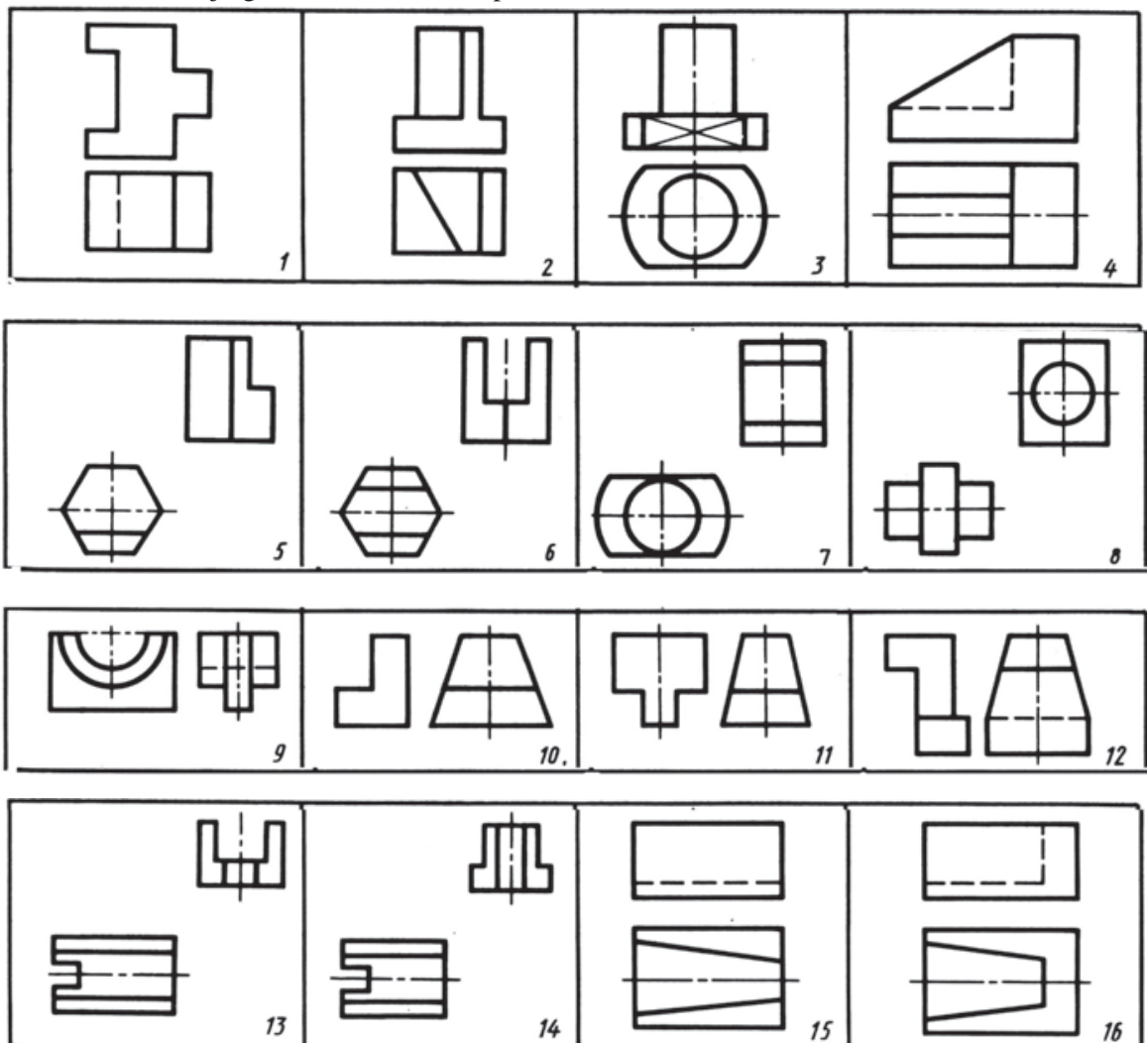
15. Määrata punkti A ristisomeetriline projektsioon?

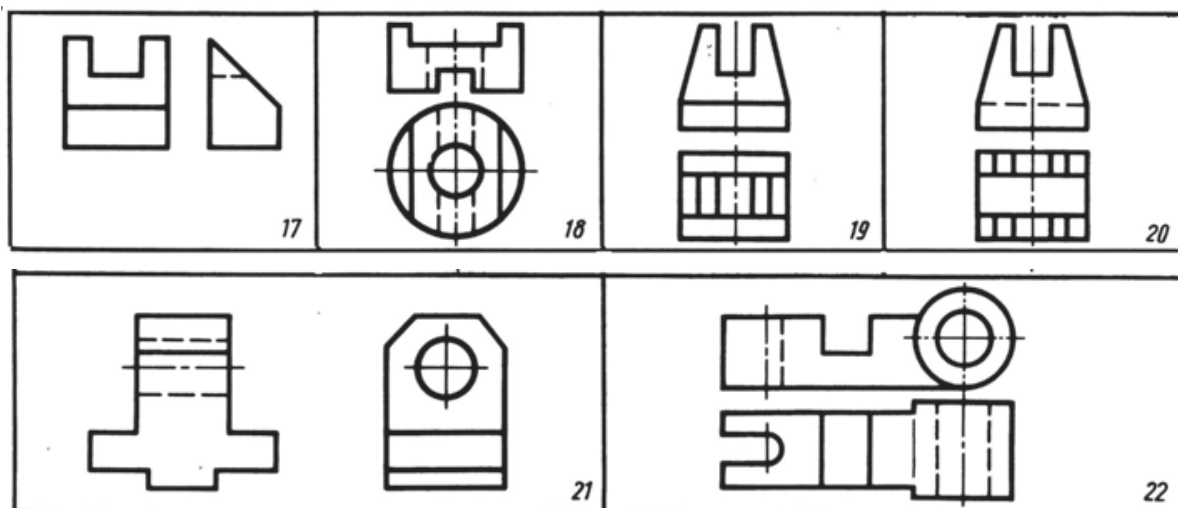


16. Neli erinevat geomeetrilist keha on antud üheaegselt rist- ja aksonomeetrilises projektsioonis. Määrata juhtum, kus keha ristprojektsioon on teljelises vastavuses oma aksonomeetrilise projektsiooniga.



17. Konstrueerida järgnevates ülesannetes puuduv kolmas vaade.





18. Seel 19a on kujutatud horisontaalpind (α) sirglõiguga AB kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle horisontaalpinna (α) jälgede ja sirglõigu AB kolmvaade.
19. Seel 19b on kujutatud frontaalpind (α) kolmnurgaga ABC kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle frontaalpinna (α) jälgede ja kolmnurgaga ABC kolmvaade.
20. Seel 19c on kujutatud profiilpind (α) nelinurgaga ABCD kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle profiilpinna (α) jälgede ja nelinurgaga ABCD kolmvaade.
21. Seel 20a on kujutatud põhiekraani risttasapind (α) oma jälgedega e, k ja p kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle põhiekraani risttasapinna (α) jälgede kolmvaade.
22. Seel 20b on kujutatud esiekraani risttasapind (α) oma jälgedega e, k ja p kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle esiekraani risttasapinna (α) jälgede kolmvaade.
23. Seel 20c on kujutatud külgekraani risttasapind (α) oma jälgedega e, k ja p kaldaksonomeetrilises ehk kabinetprojektsioonis. Joonestada selle külgekraani risttasapinna (α) jälgede kolmvaade.

Kolmas osa. Tehniline joonestamine

Kujutised

Joonisel kasutatavad kujutised jagatakse: *vaated*, *lõiked*, *ristlõiked* [vastab standarditele ISO 128-30:2001(E), ISO 128-34:2001 (E) ja ISO 128-40:2001 (E)].

Kujutised on vaated, lõiked ja ristlõiked objektist.

Tehnilisel joonisel esitatakse kujutised ristprojektsioonis omavahel mõtteliselt seotud projektsioonide näol.

Kujutiste tuletamisel võib juhinduda kahest võrdsest projekteerimise meetodist: kas I ruuminurga meetodist (varem tuntud meetodina E-süsteemis s.o Euroopa süsteemis) või III ruuminurga meetodist (varem A-süsteemis, s.o Ameerika süsteemis). Kasutatav meetod näidatakse kirjanurgas süsteemimärgiga (sele 2 ja sele 31).

Tehnilisel joonisel ei näidata projektsioonitasandite ehk ekraanide piirdejooni ega ekraanide ühisjooni-telgi x, y ja z. Samuti ei näidata kujutistevahelisi sidejooni.

Objekti iseloomustavate kujutiste hulk peab olema minimaalne, kuid samal ajal piisav.

Mõnikord aitab kujutiste hulka miinimumi viia leppemärkide, nagu läbimõõdumärgi \emptyset , ruudumärgi \square , sfäärimärgi $S\emptyset$ või SR (sele58), samuti l = pikkuse ja t = paksuse sümbolite kasutuselevõtt mõõt arvude ees.

Kujutisi võib nende abil pakutava informatsiooni järgi liigitada:

- 1) vaadeteks
- 2) lõigeteks
- 3) ristlõigeteks



Terminid

altvaade – вид снизу

lõige – разрез

paremaltvaade – вид справа

ristlõige – сечение

tagantvaade – вид сзади

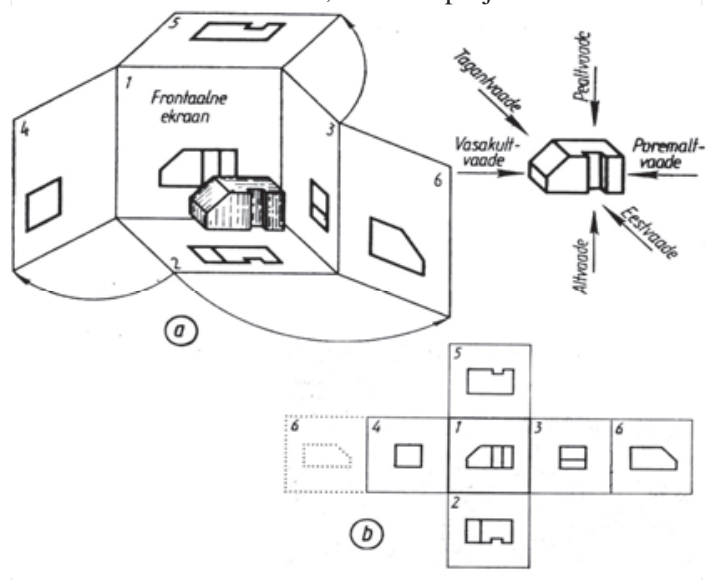
vaade – вид

9. Vaated

Vaade on kujutis vaatleja poolt paistvatest objekti pinnaosadest.

Kujutiste hulga vähendamise eesmärgil on lubatud näidata jämeda kriipsjoonega ka varjatud, s.o sisemisi kontuure.

Põhilised vaated - kõik projektsioonilises seoses olevad vaated, mis on projekteeritud esimese ruuminurga ekraanidele.



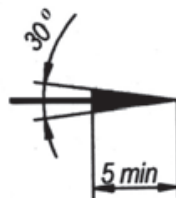
Sele 28. Põhilised ekraanid:

- a) põhiliste ekraanide moodustumine
- b) kujutised põhilistel ekraanidel

1. Eestvaade (peavaade)
2. Pealtvaade
3. Vasakultvaade
4. Paremaltvaade
5. Altvaade
6. Tagantvaade

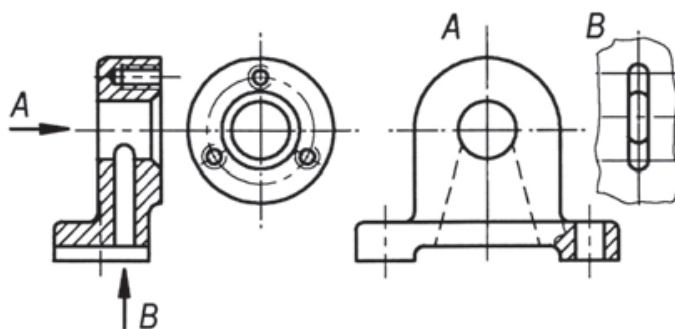
Vaadete pealkirjastamine

Kui joonisele antud vaade on peakujutisega õiges projektsioonilises seoses, siis teda ei pealkirjastata. Vastasel korral tuleb kasutada vaate suunda näitavaid nooli.



Sele 29. Vaate suunda näitav nool

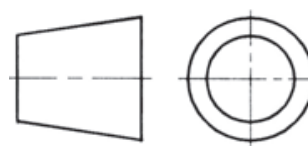
- 1) vaade on peakujutise suhtes nihutatud; 2) vaadet eraldab peakujutisest mõni kolmas kujutis;
- 3) vaade ei asu peakujutisega ühel ja samal lehel.



Sele 30. Peakujutisest paremal ja selle telgjoonega seotud kohtvaade: A – peakujutisest eraldatud vaade; B – osaline vaade

Vaate suundi näitavaid nooli kasutatakse koos ladina tähestiku algusest võetud suurtähtedega. Sama täht kirjutatakse vastava vaate kohale või selle alla. Täht-tähise suurus võetakse mõõtarmude kirjast kaks korda suurem.

Kui joonisel paiknevad kõik kujutised peakujutise suhtes projektsiooniliselt valel kohal, peavad nad kõik olema tähistatud.



Sele 31. Esimese ruuminurga-järgse projektsioonimeetodi erisümbol - **tüvikoonus**



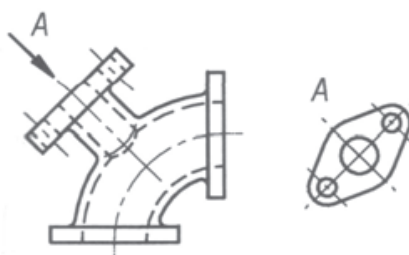
Terminid

tähistama – обозначать

tüvikoonus – усеченный конус

Lisavaated

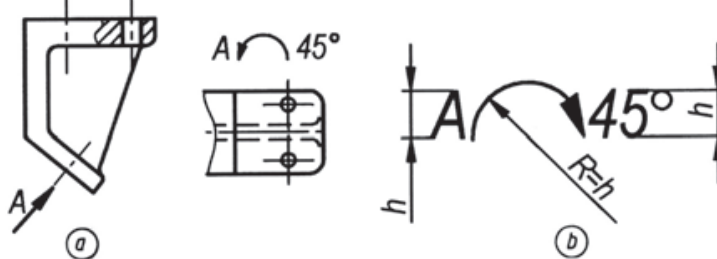
Kui detaili mõni element projekteerub põhilistele ekraanidele moonutatud kuju või mõõtmetega, kasutatakse tema kujutamiseks lisavaadet. Element projekteeritakse sobivasse asendisse seatud lisaekraanile.



Sele 32. Lisavaade

Lisavaatega on tegemist ka siis, kui mõnda kujutist ei ole joonisel võimalik paigutada vastavuses kirjanurgas näidatud sümboliga (sele 31). Lisavaade tähistatakse samuti: noole ja suurtähelga näidatakse vaate suunda, kujutis aga märgitakse sama täht-tähisega.

Kui lisavaade on joonestatud pööratud asendis, näidatakse lisavaate tähise juures ka pööramise märk. Olenemata vaate suunast, tuleb täht-tähised kiriutada naralleelselt ioonise alumise äärega.



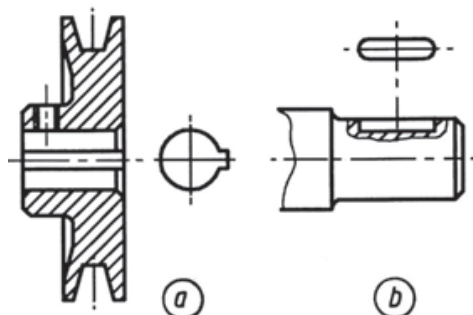
Sele 33. a – pööratud lisavaade; b – pöörämismärgi kuju ja mõõtmed

Osalised vaated

Näitavad objekti kitsapiirilisi osi. Osaline vaade ümbritsetakse pideva peenjoonega või murretega peenjoonega (vt *sele 30 vaade B*)

Kohtvaated

Kui objekti vaadeldav osa on mõni selgelt eristatav geomeetiline vorm, võib selle esitada kohtvaatena. Kohtvaade seotakse põhilise kujutisega kriips-punktpeenjoone abil ja joonestatakse välja pideva jämejoonega kolmanda ruuminurga-järgse projektsioonimeetodi süsteemis (*sele 30*, *sele 34a* ja *sele 34b*).

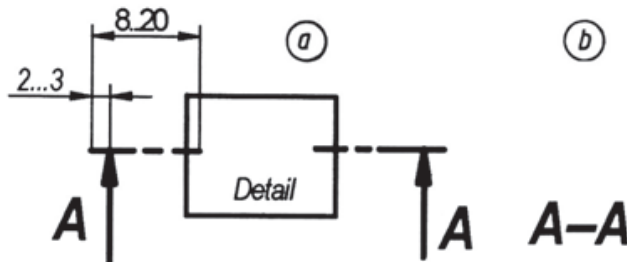


Sele 34. Kohtvaated

10. Lõiked

Lõikeid kasutatakse detaili sisemise ehituse näitamiseks [ISO 128-40:2001 (E), ISO 128-44:001 (E) ja ISO 128-50:2001(E) järgi].

Lõige on kujutis, mis saadakse objekti mõttelisel lõikamisel ühe või enam kui ühe tasandiga, kusjuures näidatakse seda, mis jääb lõikepinnale ja sellest tahapoolle. Lõike tegemine ühes kujutises ei kohusta seda tegema teises kujutises.



Sele 35. a – lõikepinna märkimine ja tähistamine lõigatava detaili vaate juures; b – lõikekujutise pealkirjastamine

Üldjuhul kuuluvad lõiked tähistamisele ja pealkirjastamisele. Lähtekujutise juures võib näidata lõikava pinna või pindade kulgemist ka kriipspunktpeenjoonega, mis on otstest ja võimalikest murdekohtadest jämedad.

Lõike suunda näitavad nooled (noole saba on pidev jämejoon) paigutatakse risti lõikepinnaga 2...3 mm kaugusele lõikepinnamärkide välimistest otstest. Tähed (mõõtarmudest kaks korda suuremad suurtähed) kirjutatakse noolte lähedale väljapoole nooli. Sama suurte tähtedega pealkirjastatakse lõige.

Olenemata jämedate kriipsude ja vaate suunda näitavate noolte asendist, kirjutatakse täht-tähised alati paralleelselt joonise alumise servaga.

Lõikepinnad joonisel viirutatakse.

Lihtlõiked – detaili lõiked ühe tasandiga.

Kui lõikav tasand on paralleelne põhiekraaniga, saadakse **horisontaallõige**.

Kui vertikaallõike saamiseks kasutatav tasand on paralleelne esiekraaniga, saadakse **frontaallõige**.

Kui vertikaallõike saamiseks kasutatav tasand on paralleelne külgekraaniga, saadakse **profüüllõige**.

Kui lõikav tasand ei ole paralleelne ühegi põhilistest ekraanidest, saadakse **kaldlõige**.

Horisontaal-ja vertikaallõiked on soovitatav asetada joonisel vastavate põhiliste vaadete kohale.



Terminid

frontaallõige – фронтальный разрез

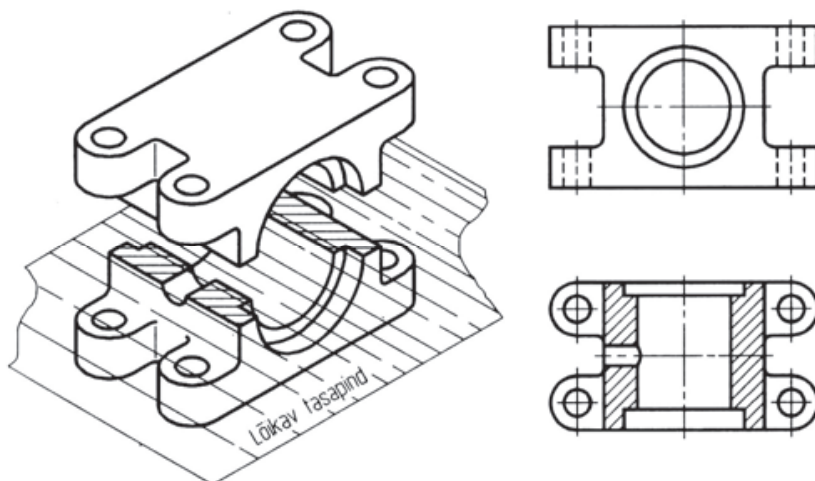
horisontaallõige – горизонтальный разрез

kaldlõige – наклонный разрез

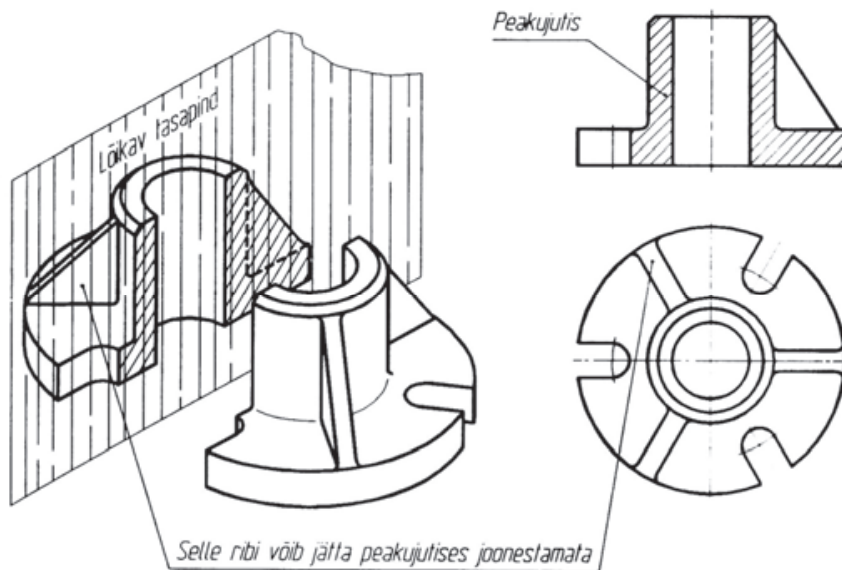
lihtlõige – простой разрез

lõikav tasapind – секущая плоскость

profiillõige – профильный разрез

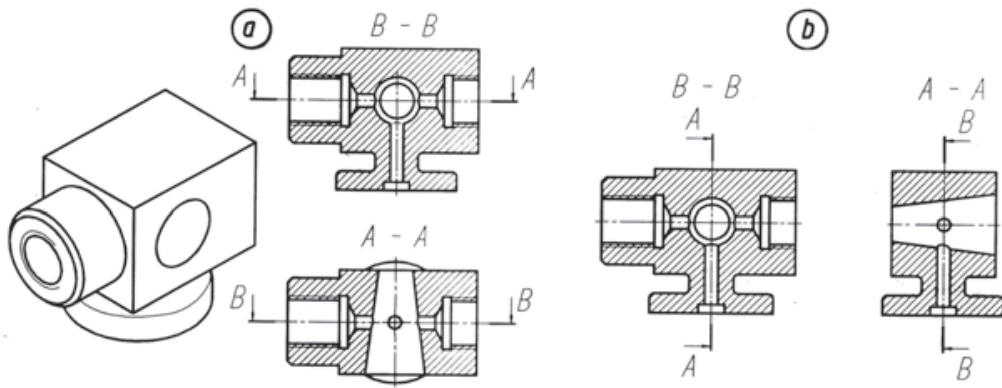


Sele 36. Horisontaallõiget siin ei tähistata ega pealkirjastata, sest lõikepinna asend on üheselt mõistetav



Sele 37. Vertikaalse tasandiga saadud tähistamata ja pealkirjastamata lõige

Selel 38 näidatud detaili võib kujutada kahte moodi: a osas on peakujutis esitatud vertikaallõikega B-B, selle all aga selgitab horisontaallõige A-A detaili keskosas olevat koonilist ava. Joonise b osas on peakujutis samuti tehtud vertikaalse lõikega B-B, kuid koonilist ava näitab teine vertikaalne lõige A-A.



Sele 38. Ühe tasandiga tehtud lõiked:

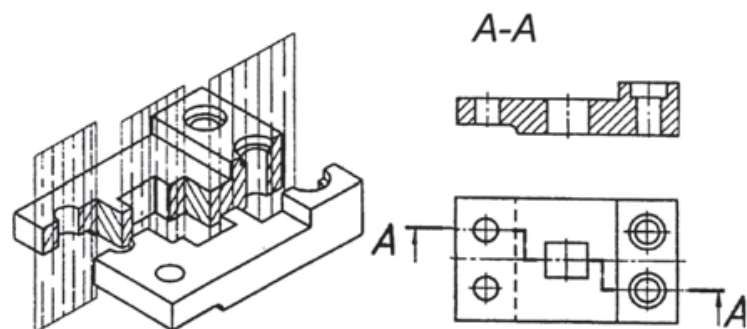
a – A–A on saadud horisontaalse ja B–B vertikaalse tasandiga

b – A–A ja B–B on mõlemad saadud vertikaalse tasandiga

Liitlõiked

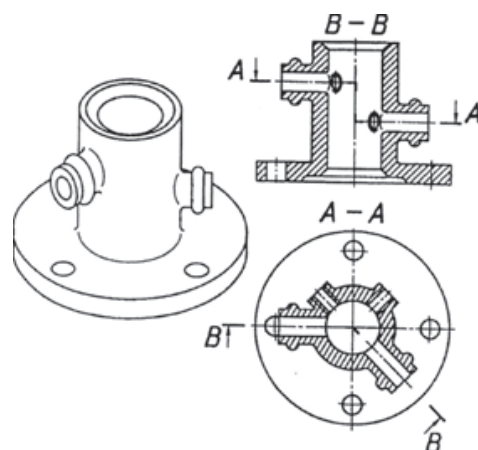
Sellised lõiked vormistatakse *astmelise lõike* ja *murdlõike* kujul [ISO 128-40:2001 (E), ISO 128-44:2001 (E), ISO 128-50:2001 (E) järgi]. Mõlemal juhul tuleb jämedate kriipsudega ära näidata lõikava pinna kulgemise muutus: astmelisel lõikel astmete koht, murdlõikel murdekoht.

Astmelisel lõikel paiknevad lõikepinnad astmeliselt ja on objekti läbides üksteisega paralleelsed. Kõikidele astmetele langevaid elemente kujutatakse ühel tasandil asuvatena, kusjuures astmete vahejooni välja ei joonestata.



Sele 39. Astmeline lõige

Murdlõike puhul lõikepinnad lõikuvad omavahel mingi nurga all. Nad asetatakse läbi detaili sümmeetriliste elementide telgjoonte.



Sele 40. A–A astmeline lõige, tehtud kahe horisontaalse tasandiga; B–B murdlõige, tehtud kahe teineteise suhtes nurga all oleva vertikaalse tasandiga

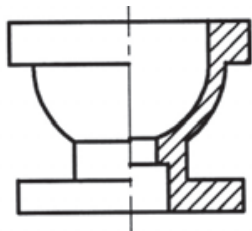
Vaatega ühendatud lõiked

Vaatega ühendatud lõiked on *poolvaatlõiked* ja *kohtlõiked* [ISO 128-40:2001 (E), ISO 128-44:2001 (E) ja ISO 128-50:2001 (E) järgi].

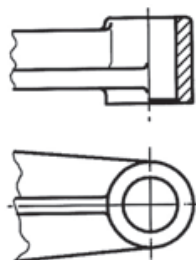
Mõlemad on ühe tasandiga tehtavad lõiked, seejuures lõigatakse objekti ainult teatud osas, joonestades lõigatud osa kokku lõikamata jäänud vaateosaga.

Poolvaatlõige joonestatakse ainult sümmeetrilistest kehadest, kusjuures vaate ja lõike osa eraldusjooneks on sümmeetriatelg (kriips-punktpreenjoon). Poolvaatlõiget ei tähistata.

Poolvaatlõiget võib kasutada ka selliste esemete juures, mis tervikuna ei ole sümmeetrilised, kuid omavad pöörkkeha kujulist sümmeetrilist elementi.

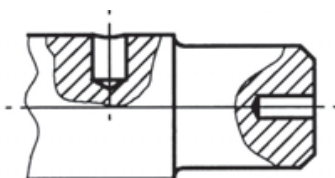


Sele 41. Poolvaatlõige



Sele 42. Detaili sümmeetriline osa poolvaatlõikes

Kohtlõiget kasutatakse eseme sisemise konstruktsiooni näitamiseks kitsalt piiratud kohas. Kohtlõige eraldatakse vaateosast kas pideva peene vabakäejoonega või murretega peenjoone abil.

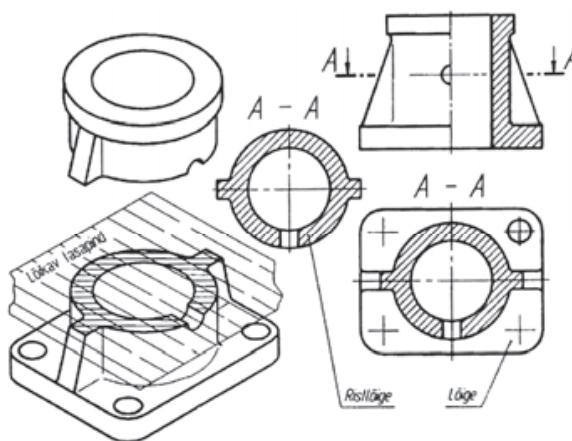


Sele 43. Kohtlõiked

Ristlõiked

Ristlõige on kujutis, mis saadakse detaili mõttelisel läbilõikamisel tasandiga [vastab standardile ISO 128-40:2001 (E), ISO 128-44:2001 (E) ja ISO 128-50:2001 (E)].

Ristlõike joonisel kujutatakse üldjuhul ainult lõikavale tasandile jäävaid detaili elemente. Ristlõige ja lõige pealkirjastatakse ühtemoodi. Joonestamisel tuleb aga jälgida – kui lõikepind läbib sellise ava või süvendi telgjoont, siis tuleb ristlõikes kujutada ka selle lõikepinna taha vaatesse jääva pöördpinna kontuurid.



Sele 44.

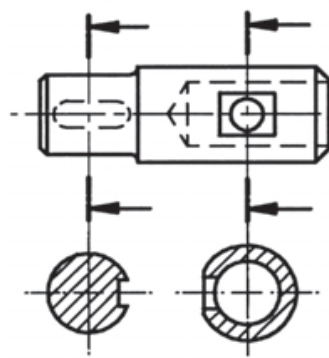
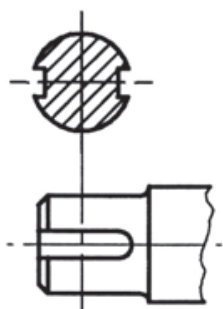
Lõike ja ristlõike võrdlus



Terminid

kohtlõige – 1. местный разрез, 2. частичный разрез
poolvaatlõige – половинчатый разрез

Väljatoodud ristlõike kujutis joonestatakse pideva jämejoonega. Kui kujutis joonestatakse lähtekujutise vahetusse lähedusse ja seotakse sellega kriips-punktpeenjoone abil, siis väljatoodud ristlõiget ei tähistata. Sümmeetrilise ristlõike korral ei näidata ka vaate suunda, ebasümmeetrilise lõikepinnaga ristlõike korral tuleb vaate suund noolega näidata.

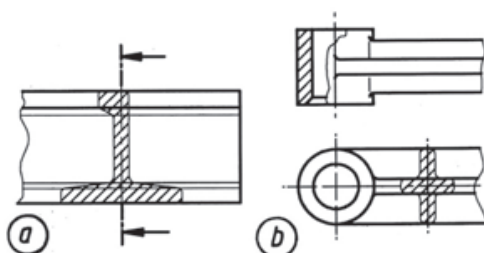


Sele 45. Väljatoodud sümmeetrilised ristlõiked

Sele 46. Väljatoodud ebasümmeetrilised ristlõiked. Nooled näitavad vaate suunda

Muudel juhtudel väljatoodud ristlõiked tähistatakse ja pealkirjastatakse ning paigutatakse joonise vabale pinnale (sele 44).

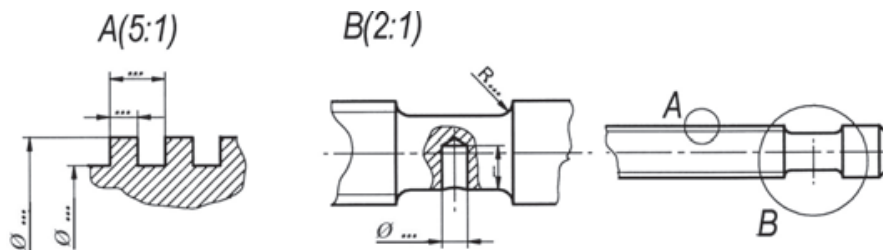
Pealejoonestatud ristlõige joonestatakse pideva peenjoonega detaili vaate peale selle detaili kontuure katkestamata. Pealejoonestatud ristlõiget ei tähistata. Sümmeetrilise ristlõike korral ei näidata ka vaate suunda.



Sele 47. Pealejoonestatud ristlõiked: a – ebasümmeetriline ristlõige (nooltega näidatakse vaate suund); b – sümmeetriline ristlõige

Väljatoodud element

Kasutatakse objekti mõne elemendi konstruktsiooni täpsemaks seletamiseks [vastab standardile ISO 128-34:201 (E)]. Element joonestatakse joonise vabale pinnale võimalikult põhikujutise lähedale suurendavas mõõtkavas. **Väljatoodud element** võib sisaldada üksikasju, mis põhikujutisel näiliselt puuduvad. Väljatoodud element võib oma põhikujutisest erineda ka sisu poolest, näiteks põhikujutis on vaates väljatoodud element lõikes. Põhikujutisel ümbritsetakse väljatoodud element peenjoonringiga, mille juurde märgitakse tähisena suurtäht. Väljatoodud elemendi pealkirjaks on sama suurtäht koos sulgudes lisatud mõõtsuhtega (sele 48).



Sele 48. Väljatoodud elemendid

„Keelatud” lõiked

Pikitelje sihis ei lõigata polte, tikkpolte, kruvisid, splinte, neete, kiilusid, liistusid, tihvte, vardaid, võlle. Samuti ei lõigata kodaraid, tugevdusribisid paralleelselt pinnaga, hammasrataste hambaid pikisuunas, veerelaagrite kuule ja rulle ning koostejoonisel seibe ja kinnitusmutreid. Kui loetletud detaile või elemente läbib lõikepind, siis neid ei viirutata (vt sele 37). On aga nendes mõni ava või süvend, näidatakse neid kohtlõike abil (vt sele 43).

11. Mõõtmete kandmine joonisele

Objekti suurusest annavad ülevaate joonisele kantavad mõõtmed.

Mõõtmestamiselementideks joonisel on *distsantsjooned*, *mõõtjooned*, *mõõtjooneotsad* (nooled, kaldkriipsud), ühisnullpunktid ja mõõtarvud.

Mõõtmestamise olulisemad reeglid.

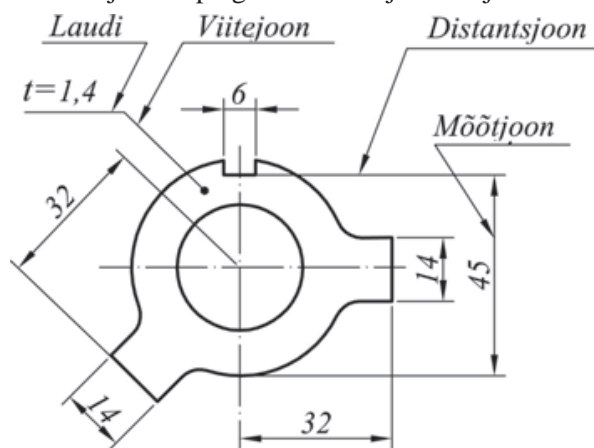
1. Mõõtjooned tõmmatakse kontuurjoontest vähemalt 10 mm kaugusele. Mõõtjoonte omavahelised kaugused olgu kogu joonisel võrdsed ja vähemalt 7 mm.
2. Mõõtjoon ei tohi olla kontuurjoone ega mõne muu joone pikenduseks.
3. Lühemad mõõtjooned paigutatakse kujutisele ligemale, pikemad aga järk-järgult kaugemale.
4. Mõõtmed ei tohi korduda, st iga mõõdet antakse ühel ja samal joonisel ainult üks kord.
5. *Mõõtarvud* kirjutatakse mõõtjoonte kohale võimalikult nende keskkoha lähedale, suunaga vasakult paremale või alt üles.
6. Numbrid tehakse normkirjas kogu joonise ulatuses ühesuguse kõrgusega (3,5 või 5 mm).
7. Tehakse vahet *joonmõõtmete* (pikkused, läbimõõdud, raadiused, kaared) ja *nurgamõõtmete* (nurgakraadid) vahel.
8. Joonmõõtmed antakse kõigil joonistel millimeetrites, kusjuures mõõtarv näitab alati joonisel kujutatud objekti tegelikku suurust, st ei sõltu joonise mõõtkavast. Ühiku sümbolit (mm) mõõtarvu juurde ei märgita.
9. Ringjoone diameetri mõõtarvu ette kirjutatakse läbimõõdumärk \varnothing , raadiuse mõõtarvu ette aga täht R.

Istude ja tolerantside märkimine joonisele toimub standardite ISO 406 ja ISO 129 järgi.

Üldjuhiseid mõõtmete kandmiseks

Mõõtmete kandmisel joonisele tuleb lähtuda rahvusvahelise standardi ISO129 – 1:2004 nõuetest.

Mõõtjoon kulgeb paralleelselt mõõdetava lõiguga. Tema mõlemas otsas on nooled, mis toetavad vastu distants- või *kontuurjooni*. Mõõtjooned paigutatakse üldjuhul kujutisest väljapoole.



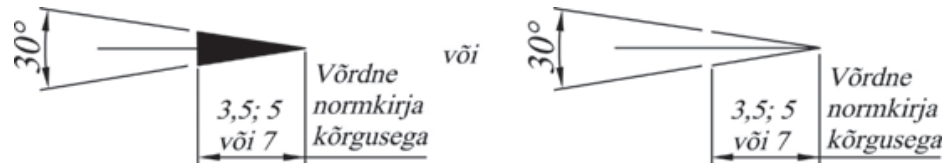
Sele 49. Mõõt- ja distantsjooned



Terminid

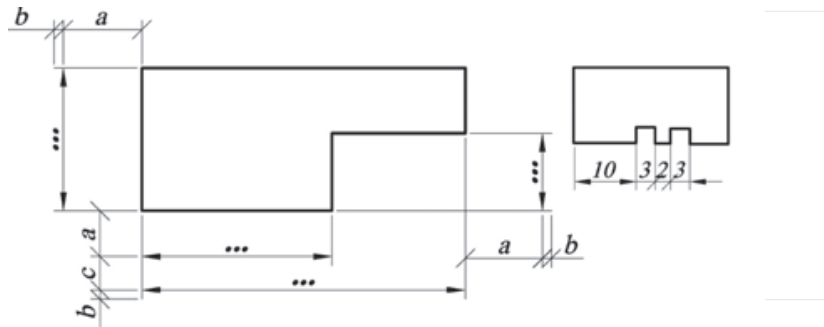
distsantsjoon – выносная линия
 kontuurjoon – контурная линия
 mõõtari – размерное число
 mõõtjoon – размерная линия
 mõõtmestamine – нанесение размеров
 normkiri – стандартный шрифт

võll – вал
 väljatoodud element – выносной элемент
 väljatoodud ristlõige – выносное сечение
 viitejoon – линия выноски
 viitejoone laudi – полка линии-выноски



Sele 50. Mõõtjoone ots

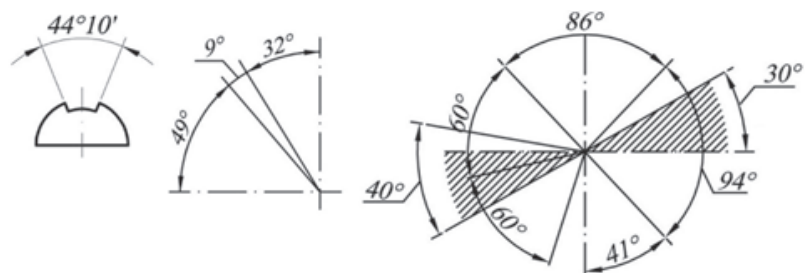
Mõõt- ja distantsjoonte elementide suhted



Sele 51. Mõõt- ja distantsjoonte elementide suhted: $a=10$ min (mm) $b=2 \dots 4$ (mm); $c=7$ min (mm)

Kui mõõtjoone noolte paigutamiseks pole piisavalt ruumi, võib nad asendada 45° kaldega kaldkriipsuga.

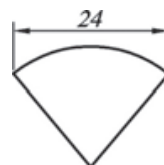
Nurga mõõtmestamine



Sele 52. Nurga mõõtmestamine

Kui nurgamõõtmestega mõõtjoone keskkohast satub oma kalde poolest viirutusega näidatud “ebamugavasse” sektorisse või ruumipuudusel võib mõõtari kirjutada viitejoone rõhtsale laudile.

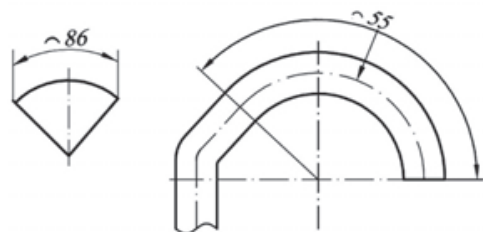
Kõõlu mõõtmestamine



Sele 53. Kõõlu mõõtmestamine

Kõõlu pikkus antakse kõõluga paralleelse mõõtjoone abil. Distsantsjooned on kõõluga risti ja lähtuvad tema otspunktidest.

Kaare pikkuse mõõtmestamine



Sele 54. Kaare pikkuse mõõtmestamine

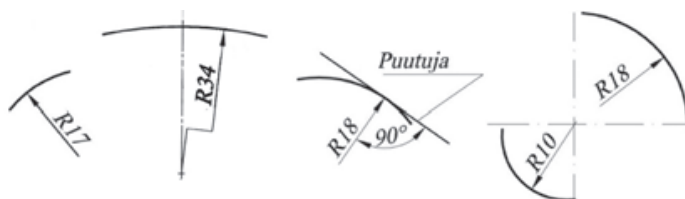


Terminid

kerä – шар
kõõl – хорда

Ringi kaare pikkus (millimeetrites) määratakse kaarega kontsentriselt tõmmatud mõõtjoone abil. Distsantsjooned on kaarele vastava nurga poolitajaga paralleelsed. Mõõtarvu ette märgitakse väike kaareke. Kui radiaalsuunaliste distantsjoonte vahele on haaratud mitu kontsentrist kaarjoont, tuleb tingimata näidata, millise juurde mõõtarv kuulub.

Raadiuste tähistamine



Sele 55. Raadiuste tähistamine

Raadiuse mõõtjoon peab alati olema risti mõõdetava kaarjoone kujuteldava **puutujaga**. Kui pole oluline näidata kaare tsentri asukohta, võib raadiuse mõõtjoone jätta tsentrini tõmbamata. Suure raadiuse puhul võib tsentri tinglikult kaarele lähemale tuua. Mõõtjoon tehakse sel juhul murdega.

Väliste ja sisemiste ümardusraadiuste märkimine



Sele 56. Väliste ja sisemiste ümardusraadiuste märkimine

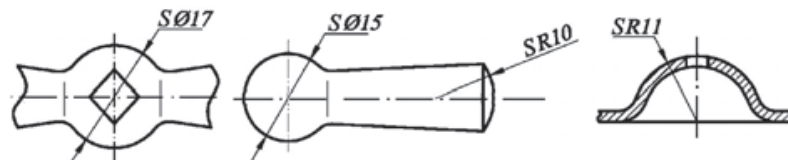
Läbimõõdumärk



Sele 57. Läbimõõdumärkimine joonisel

Raadius märgitakse alati kaarjoonele, **läbimõõtu** on aga soovitatav näidata kujutisel, kus selgub pöördpinna (silinder, koonus jm) moodustaja kuju.

Sfäärilise ehk kerakujulise pinna mõõtmestamine



Sele 58. Sfäärilise ehk kerakujulise pinna mõõtmestamine

Kerakujulise pinna puhul lisatakse läbimõõdumärgi või raadiusetähise ette mõõtarvu kõrgune täht S.

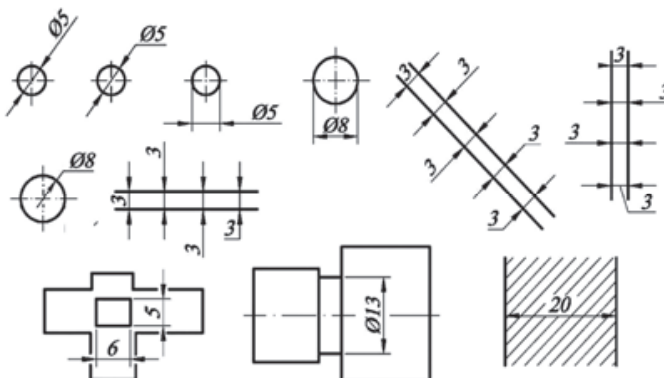


Terminid

puutuja – касательная
tsentrijoon – центровая линия

viirutusjoon – линия штриховки
ümardusraadius – радиус скругления

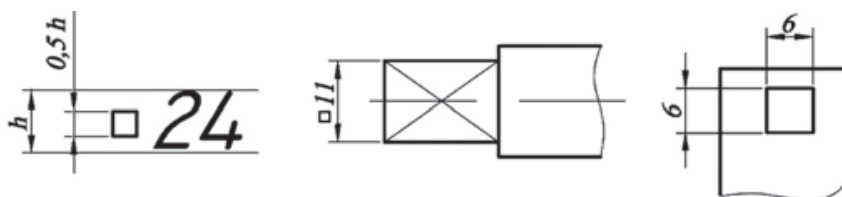
Katkestused ja ruumi puudusel mõõtmete kandmine joonisele



Sele 59. Mõõtmestamine

Kui mõõtejoone nooleots ületab **kontuur**-, **distsants**-, **viirutus**- või muid jooni, siis viimased katkestatakse noole otsa kohal. Mõõtarvu kirjutamiseks ei ole lubatud katkestada nähtavat kontuurjoont ega kirjutada ka mõõt-, telg- või tsentrijoonte lõikumise kohale. **Telg**-, **tsentri**- ja **viirutusjooned** katkestatakse mõõtarvu ja tema juurde kuuluvate leppemärkide kohal.

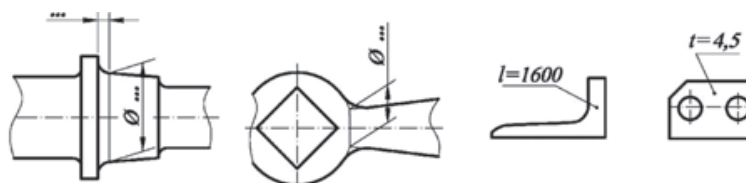
Ruudumärk



Sele 60. Ruudumärk ja selle kasutamine

Ruudule võib mõõtmeid märkida kahel viisil: kas ruudumärgi abil või ruudu kahe serva pikkust ära näidates. Silindriliste pindade lähedal asuvad tasapinnalised elemendid tähistatakse pidevate peente diagonaaljoontega.

Mõõtmestamise erijuhte



Sele 61. Detaili elementide mõõtmestamine



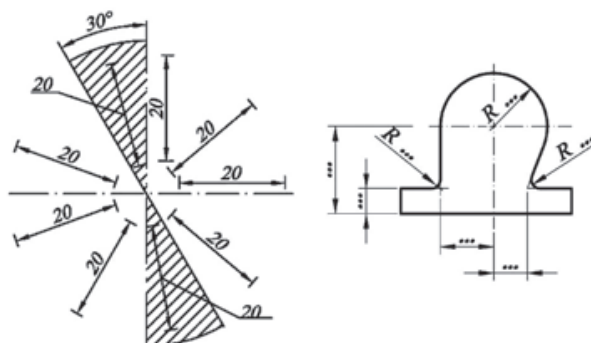
Terminid

distsantsjoon – выносная линия
kontuurjoon – контурная линия

telg – ось
viirusjoon – линия штриховки

Elementide mõõtmestamiseks, kus distantsjooned kulgeksid pikas ulatuses kontuuride läheduses, lubatakse distantsjoonest, mõõdetavast lõigust ja mõõtjoonest moodustada rööpkülik.

Kui muutumatu ristlõike või paksusega detail on antud ainult ühe kujutisega, märgitakse viitejoone laudile tema pikkus $l=$ või paksus tähega $t=$. Viitejoon algab detaili pinnalt punktikesega.

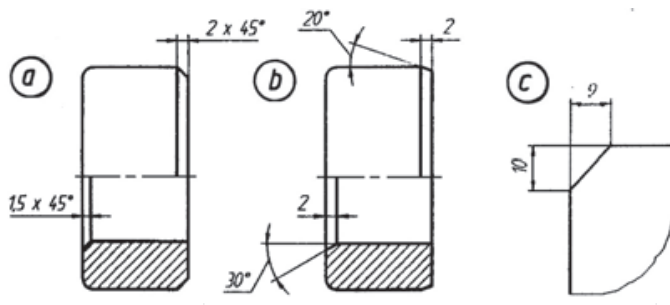


Sele 62. Mõõtarvu kirjutamine sõltuvalt mõõtjoone asendist

Ümardatava nurga tipu või ümarduskaare tsentri näitamisel lähtuvad distantsjooned nurga tipust või ümarduse tsestrist. Viirutusega näidatud sektoris võib märkida mõõtarvu viitejoone laudile.

Faas

Faas on element, mis tekib detaili teravate servade mahalõikamisel. Faasi mõõtmeid näidatakse kolmel viisil: 45° faasi puhul kaateti pikkuse ja nurga „korrutisena” (sele 63a), teiste faasinurkade puhul kas joon – ja nurgamõõtmega (sele 63b) või kahe joonmõõtmega (sele 63c).



Sele 63. Faasi mõõtmete näitamine



Terminid

faas – фаска
kaatet – катет

rööpkülik – параллелограмм

12. Eskiis

Korraliku ja täpses mõõtkavas tööjoonise tegemine on suur ja aeganõudev töö, eriti keerulisemate detailide korral. Aega aitab kokku hoida eskiis.

Eskiisi kasutatakse puhta tööjoonise eelvisandina, samuti kasutatakse eskiisi arvutiga joonestamisel.

Eskiis on niisugune joonis, mis valmistatakse ilma joonestusvahenditeta silma järgi valitud mõõtkavas.

Seejuures peetakse tähelepanelikult kinni detaili üksikute osade proportsioonidest. Eskiisitav objekt lahutatakse mõttes üksikuteks geomeetrilisteks kehadeks ja nende kehade endi suurust ning vastastikust asendit määravaid mõõtmeid võrreldakse pidevalt mõne vabalt ühikuks võetud pikkusega.

Eskiis valmistatakse võimalikult korrektselt.

Projektsioonilises seoses joonistatud kujutised varustatakse mõõtmetega. Kõik märkused eskiisil (mõõtarvud, pinnakaredus, tolerantsid, istud, termiline töötlemine, andmed materjali kohta) tehakse normkirjas. Peetakse kinni joonte jämeduse nõudest ja joonte liikidest ning joonise formaadist.

Kuna eskiis on mõeldud ühekordseks kasutamiseks (tema põhjal valmistatakse tööjoonis), siis võib teda vormistada mistahes käepärast olevale puhtale materjalile.

Visandamisel kasutatakse pehmemaid pliiatseid. (HB).

Korraliku eskiisi saame üksnes siis, kui selle valmistamisel järjekorrast hoolikalt kinni peame.

- 1) Tutvuda detailiga ja määrata selle nimetus ja otstarve.
- 2) Määrata peakujutis, mis iseloomustab detaili kõige ilmekamalt.
- 3) Teha kindlaks teised kujutised (vajalikud vaated, lõiked ja ristlõiked).
- 4) Valinud eelneva põhjal sobiva formaadi, tõmmata raamjoon ja paigutada kirjanurk.
- 5) Tõmmata kõigi kujutiste jaoks sümmeetriateljed ja teised telg- ja tsentrijooned. Sellega määratakse kindlaks kujutise paigutus lehel.
- 6) Joonestada kõigis kujutistes õrna peenjoonega välja detaili koostiselementideks olevate geomeetrislike kehade piirjooned. Pidades kinni silmamõõdu järgi valitud mõõtsuhtest, tuleb säilitada üksikute osade proportsioonid.
- 7) Määrata detaili üksikelemendid (augud, ümardused, valuraadiused, faasid jne).
- 8) Teha lõiked ja ristlõiked. Enne lõikepindade viirutamist kustutada kõik abijooned.
- 9) Tõmmata distant- ja mõõtjooned, lähtudes seejuures konstruktsioonilisest ja tehnoloogilisest baasist.
- 10) Mõõta detail ja kirjutada mõõtarvud. Kontrollida, kas mõõtmisel saadud mõõt arv on kooskõlas standardse normaaljoonmõõtmete reaga.
- 11) Kanda eskiisile pinnakareduse märgid.
- 12) Tõmmata kontuurjooned üle jämedama joonega.
- 13) Täita kirjanurk, seejuures märkida ära detaili materjal, ent jätta tühjaks mõõtsuhte lahter.
- 14) Eskiis kontrollida ja alla kirjutada.

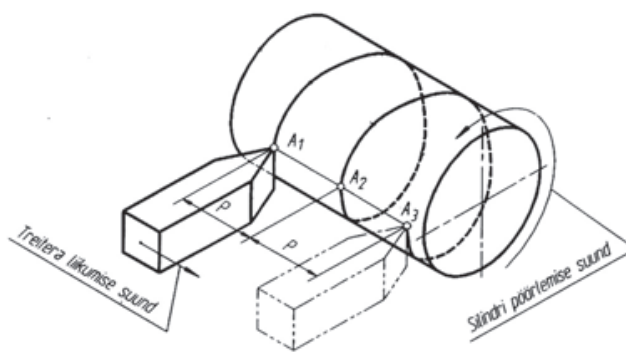
Kui eskiisi järgi tehakse mõõtkavale vastav joonis, peab eelnema eskiisi põhjalik analüüs. Eskiis peab andma vastuse:

- 1) kas eskiis sisaldab täielikke andmeid detaili valmistamiseks (kirjanurk, kujutised, mõõtmed, pealkirjad, märkused, pinnakaredused);
- 2) kas peakujutis on küllalt ilmekas ja otstarbekas;
- 3) suhtuda kriitiliselt ülejäänud kujutistesse, selgitada, kas ei saaks nende arvu vähendada (tavaliselt pakub selleks võimalusi ratsionaalsemalt valitud lõigete, ristlõigete, kohtvaadete, väljatoodud elementide jne kasutuselevõtt);
- 4) kas eskiisile kantud mõõtmete alusel on võimalik valmistada detaili;
- 5) vaadata üle pealkirjad ja märkused ning kontrollida nende paikapidavust.

13. Keermete kujutamine

Keere tekib mingi tasapinnalise kujundi (kolmnurk, ruut, trapets jt) liikumisel mööda silindrilist või koonilist krurvijoont, kui kujundi üks külg toetub vastu silindri või koonuse moodustajat ja tema tasand läbib kogu liikumise jooksul vastava pöördkeha telge. Kui pöördkeha kujutada koos temal tekkinud keermeniidiga jäiga tervikkehana, siis saame üldises mõttes keermega kruvi. Kruvi telgjoonest kõige kaugemal olevat keermeniidi ala nimetatakse **keerme harjaks**, kahe niidi vahelist nõgu – **keerme põhjaks**.

Sele 64. Silindrilise kruvijoone moodustamine sirgjooneliselt liikuva treitera ja vastupäeva pöörleva silindrilise varda üheaegse liikumise tulemusena



Olenevalt keermeniiti moodustanud tasapinnalise kujundi liigist eristatakse järgmise profiiliga keermeid (sele 65):

- a – kolmnurkkeere, kui keerme profiiliks on kolmnurk
- b – ruutkeere, kui keerme profiiliks on ruut
- c – trapetskeere, kui keerme profiiliks on trapets
- d – ümarkeere, kui keerme profiiliks on poolring



Terminid

keere – резьба

keerme harjajoon – линия уровня вершины резьбы

keerme põhjajoon – линия уровня впадины резьбы

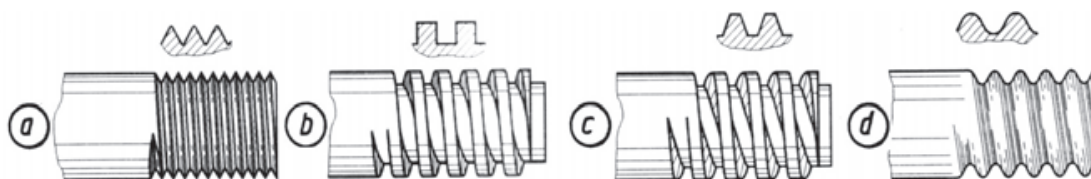
kolmnurkkeere – треугольная резьба

lõikumine – пересечение

ruutkeere – прямоугольная резьба

trapetskeere – трапецидальная резьба

ümarkeere – круглая резьба



Sele 65. Keermete liike: a – kolmnurkkeere; b – ruutkeere; c – trapetskeere; d – ümarkeere

Keeret iseloomustavad põhimõtted

Keeret iseloomustavad järgmised põhimõtted (ISO 6410-1981 järgi):

$D \approx d$ - keerme välisläbimõõt (vastavalt sise- ja väliskeermel);

$D_1 \approx d_1$ - keerme siseläbimõõt (vastavalt sise- ja väliskeermel);

l – keerme tööosa pikkus;

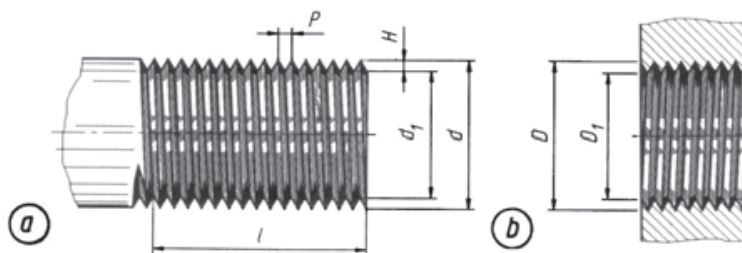
H – keerme profiili kõrgus;

P – keerme samm, st keerme kahe naaberniidi vahekaugus

Kui paralleelselt töödeldakse mitu keermeniiti, saadakse mitmekäiguline keere, mida iseloomustab veel:

Ph – keerme käik ehk tõus (kui keere on ühekäiguline, siis $Ph = P$). Mitmekäigulisel keermel:

$Ph = n \times P$, kus n on keermekäikude arv.



Sele 66. Keerme põhimõtted:

a – väliskeermega „poldil”;

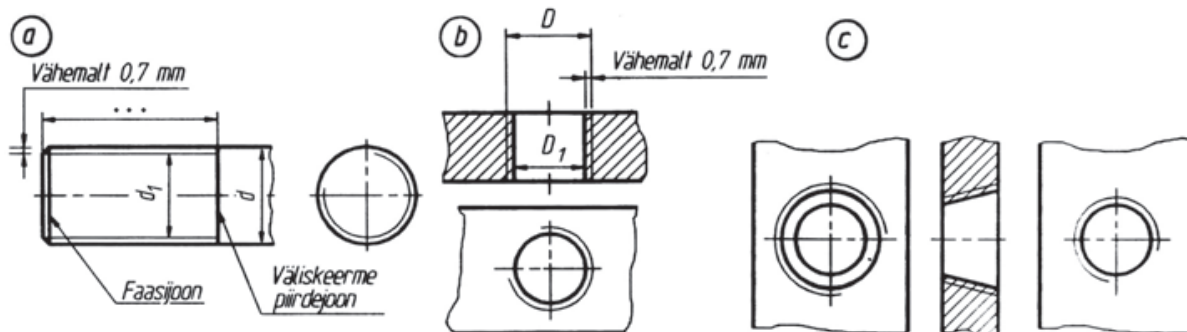
b – sisekeermega „mutril”

Välis- ja sisekeermete kujutamine

Kõiki keermeliike kujutatakse ISO 6410:1981 (E) järgi joonisel tinglikult. Nende projektioonilisel täpse kuju üksikasjalik väljajoonestamine oleks tülikas ja aeganõudev töö.

Varda pinnale lõigatud keere on **väliskeere**, keermestatud avadel on **sisekeere**.

Joonisel kujutatakse nii välis- kui sisekeermete harjad pideva jämejoonega. Kui keermega detail on kujutatud veel otsast vaadatuna, tähistab keermete harja pideva jämejoonega tõmmatud ringjoon, keermete põhja aga $\frac{3}{4}$ ringjoone ulatuses tõmmatud pidev peenjoon. Viimane ei alga ega lõpe telgjoonel.



Sele 67. Keermete piirdejoonte kujutamine joonisel: a – silindri väliskeere; b – silindri sisekeere; c – kooniline sisekeere



Terminid

sisekeere – внутренняя резьба

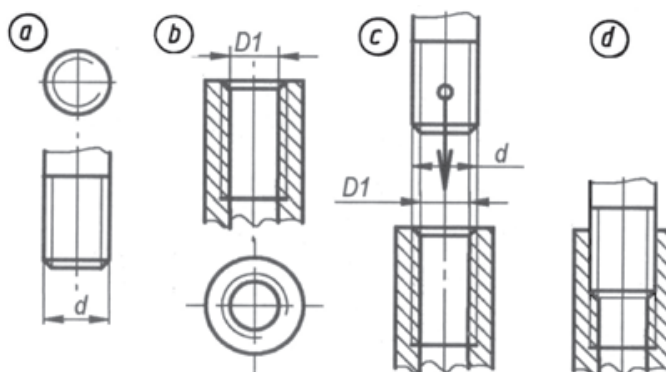
väliskeere – наружная резьба

Kui keere on antud lõikes, tõmmatakse viirutusjooned üle põhjasid tähistava peenjoone vastu jämeda joonega näidatud keermete harjajoont.

Joonisel näidatakse täisprofiiliga keermeliidete lõpus **keermepiirdejoon**. Väliskeermete puhul tõmmatakse see pideva jämejoonega vastu harjajooni, sisekeermete puhul aga üle harjajoonte kuni peenjoonega tähistatud põhjajoonteni.

Keermesliited

Keermesliidet (s.o sise- ja väliskeeret ühendatult) kujutatakse sele 68d ja sele 69 näidatud viisil. Väliskeermega detail joonestatakse täies ulatuses välja, sisekeeret aga joonestatakse niipalju välja, kui väliskeermega detail seda vabaks jätab. Keermestatud detailide ja keermesliidete kujutamine joonisel on määratud standardites ISO 5845-1:1995, ISO 6410-1:1993 ja ISO 6410-3:1993. Keermesliidete tekkimine on näidatud seel 64.

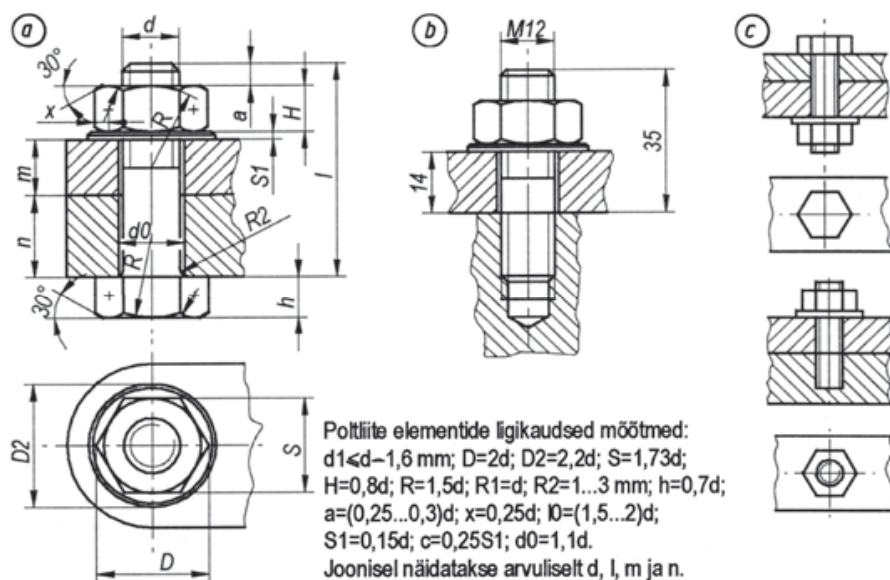


Sele 68. Keermesliidete kujutamine: a – väliskeermega detail; b – sisekeermega detail; c – keermesliidete tekkimine; d – keermesliide



keermesliide – резьбовое соединение

keemisliide – сварное соединение

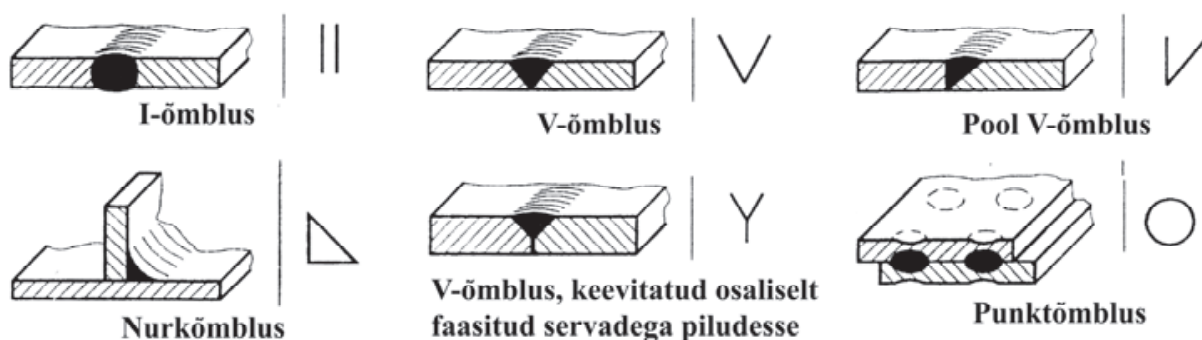


Sele 69. Näiteid keermesliidetest: a – poltliite joonis; b – tikkpoltliite joonis; c – liidete lihtsustatud kujutised

14. Keevisõmbuste tähistamine

Keevitamisel luuakse sulatamise ja (või) plastse deformatsiooni abil detailide aatomivahelised sidemed, kusjuures tekib kinnisliide. Nähtavaid keevisõmbusi kujutatakse joonisel tinglikult pideva jämejoonega. Keevisõmbuste tüübid tähistatakse põhimärkidega ja õmbuse pinna kuju lisamärkidega. Tähise juurde kirjutatakse keevisõmbuse mõõde ja vajaduse korral lisatakse täiendavad märgid.

Enamkasutatavad keevisõmbuste põhimärgid on toodud joonisel sele 70 ja lisamärgid sele 71.

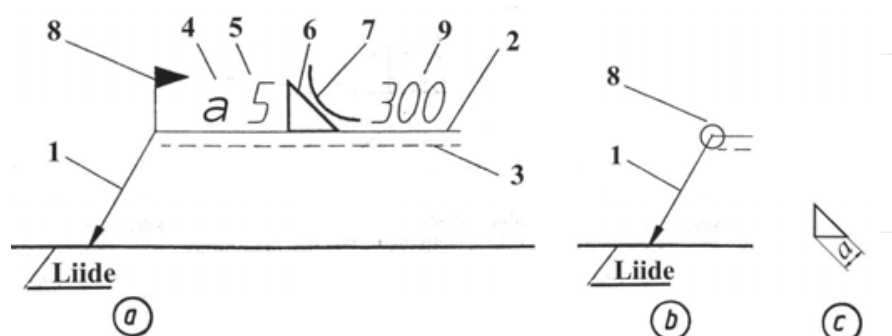


Sele 70. Enamkasutatavad keevisõmbuste põhimärgid



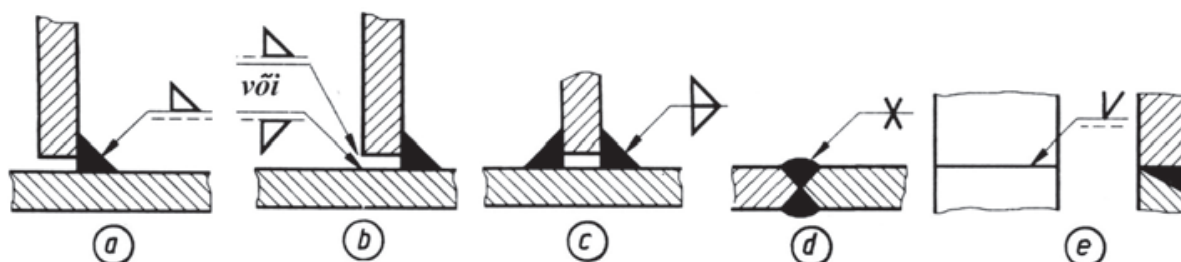
Sele 71. Enamkasutatavad keevisõmbuste lisamärgid

Joonisel tähistatakse keevisõmblus viitenooli ja viitenooli laudiga, mille peale või alla kantakse õmblust tähistavad märgid ja vajalikud mõõtmed. Viitejoone laudi koosneb kahest paralleeljoonest, millest üks on pidev- ja teine kriipsjoon. Laudi kriipsjoont võidakse kanda pidevjoonest üles- või allapoole, kusjuures põhimärk paigutatakse pideva joone poole, kuhu osutab viitenool. Põhimärk paigutatakse katkendjoonega joonestatud laudi poolele, kui õmblus on noole vastasküljel.



Sele 72. Joonisel keevisõmbluse tähistamine. a – koosteõmblusega; b – kontuurõmblusega; c – kolmnurkse keevisõmbluse ristlõike mõõde a

Joonisel sele 72 on: 1 – viitejoon, 2 – viitenooli laudi pidev joon, 3 – viitenooli laudi kriipsjoon, 4 – kolmnurkse keevisõmbluse ristlõike mõõtme tähis, 5 – õmbluse mõõt, 6 – põhimärk, 7 – lisamärk, 8 – täiendav märk (koosteõmblus, O – kontuurõmblus), 9 – keevisõmbluse pikkus.



Sele 73. Näiteid põhimärkide paigutusest joonisel.: a – õmblus asub noole pool; b – õmblus asub noole vastaspoolel; c ja d – sümmeetriline õmblus; e – õmblusel peab viitenool olema suunatud faasitud servale (V- ja Y-õmblused selel 70)

Viitejoone laudi peaks eelistatult olema paralleelne joonise kirjanurgaga. Kui see pole aga võimalik, siis on lubatud joonestada ta risti kirjanurgaga.



Terminid

elekterkaarkeevitus – электрическая дуговая сварка
faasitud serv – скос
кромки
gaaskeevitus – газовая
сварка
kahepoolne – двухсторонний
keevisõmblus – сварной шов
keevitamine, keevitus –
сварка
kinnisliide – неразъемные соединение

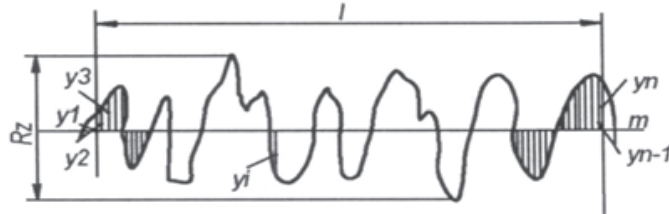
kontaktkeevitus – контактная сварка
lisamärk, abimärk – вспомогательный
знак
nurkõmblus, vastakõmblus – тавровый
шов
punktkeevitus – точечная сварка
rõkkõmblus – стыковой шов
sulatamine, kokkusulatamine –
расплавление
õmblus – шов

15. Pinnakareduse ja tolerantside märkimine joonisele

Pinnakaredus

Detailide pinnad ei ole kunagi täiesti siledad, sest ka kõige hoolikamal töötlemisel jätab löikeriist sinna üksteisega kõrvuti paiknevaid konarusi (sele 74), rääkimata töötlemata jäetud valu- ja sepistatud pindadest.

Pinnakareduse all mõistetakse töötlemisel detaili pinnale tekkivaid konarusi, mis moodustavad selle pinna reljeefi.



Sele 74. Pinnakareduse R_a määramine ja pinnakaredus R_z

Pinnakaredust iseloomustatakse profiili **keskmise hälbega** R_a [μm], mida vaadeldakse kindla pikkusega lõigul l (lähe) või **pinnakonaruste keskmise kõrgusega** R_z . Eelistatavam on R_a – profiili hälvete aritmeetiline keskmine.

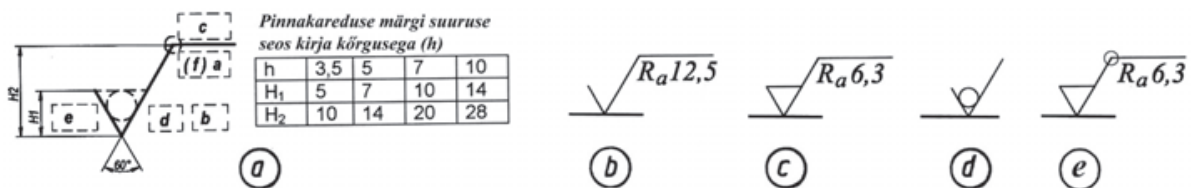
Pinna otstarbele vastava orienteeruva pinnakareduse R_a [μm] mõned näited.

Detaili element [μm],	R_a
Valatud detaili pinnad	50
Puuritud avad, treitud ja freesitud pinnad	12,5
Poltide ja mutrite pinnad, völli- ja pukside teiste detailidega mittekokkupuutuvad pinnad	6,3
Istuvabalt paigaldatud detailide kokkupuutuvad pinnad	3,2

Pinnakareduse märkimise joonisele määrab standard ISO 1302:2002 (E). Pinnakareduse märkimisel joonisele tuleb jälgida:

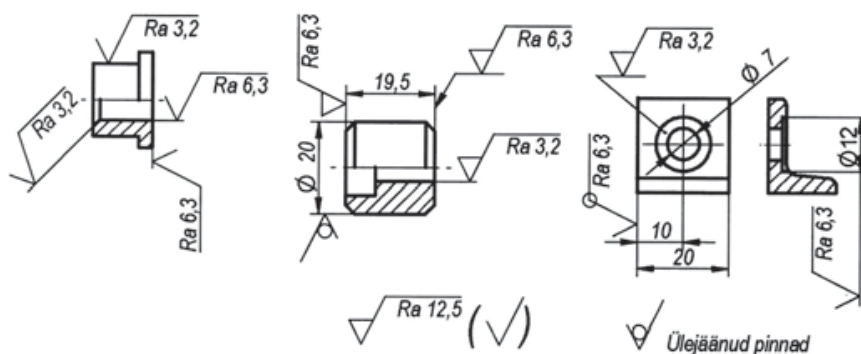
- 1) pinnakareduse märgid kantakse joonisele, kus on ka mõõtmed selle elemendi kohta
- 2) sama pinna kohta käivaid kareduseandmeid ei korrata erinevatel vaadetel
- 3) joonist ei koormata märkidega üle, kuid kõikide pindade pinnakaredus peab olema jooniselt määratav

Pinnakareduse märkimiseks joonisele kasutatakse eri märki (vt sele 75). Kui detailil on palju ühesuguse karedusega pindu ja mõned neist on erinevad, siis need erinevad näidatakse vahetult joonisel, aga ühesuguste pindade karedus näidatakse kirjanurga kohal (vt sele 76).



Sele 75. Pinnakaredust näitava märgi erinevad kujud: a – kõige üldisem märgi kuju, mõõtmed ja struktuur; b – märk ei määra, kuidas töödeldud pinnal pinnakaredus ($R_a=12,5$) saadakse; c – antud karedusega pind tuleb töödelda ($R_a=6,3$) materjalikihi eraldamisega; d – pind, mida antud joonise järgi ei töödelda; e – kogu objekti piirav kontuurpind töödeldakse materjalikihi eraldamisega ($R_a=6,3$)

Selel 75a on tähistatud: a – min või max pinnakareduse väärtus (μm); b – teine pinnakaredus; c – töötlemisviis; d – konaruste kuju ja sihi märk; e – töötlemisvaru; f – lähte pikkus ja muud.



Sele 76. Pinnakareduse märkimise variante

Keerme pinnakaredus märgitakse tinglikult kas mõõtme distantsjoonel otse keerme mõõt- või viitejoonele. Kui ei teki kahtlust, mille kohta karedus kehtib, siis võib kirjutada ka mõõtjoonele mõõtme taha.

Tolerantsid ja istud ning nende märkimine joonistel

Detaili tööjoonisele annab konstruktor igale mõõtmele nimiväärtuse – nimimõõtme ja lisaks veel suurima ja vähima väärtuse – *suurima piirmõõtme* ja *vähima piirmõõtme*. Suurima ja vähima piirmõõtme vahet nimetatakse *tolerantsiks*. Suurima piirmõõtme ja nimimõõtme algebralist vahet nimetatakse *ülemiseks hälbeks*, alumise piirmõõtme ja nimimõõtme algebralist vahet nimetatakse *alumi-seks hälbeks*. Tolerantsi graafilist kujutist nimetatakse *tolerantsiväljaks*.

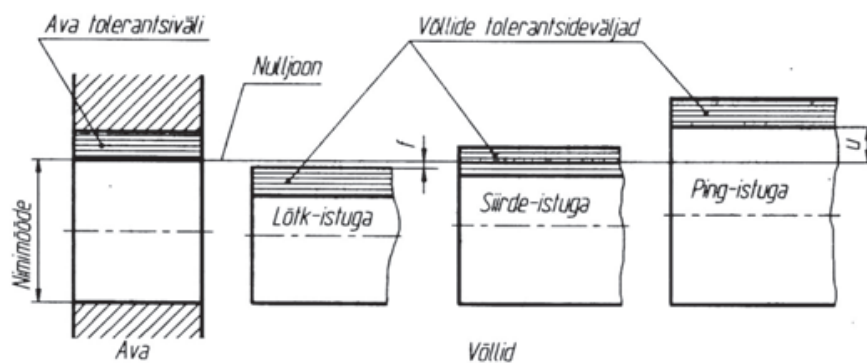
Sageli kasutatakse masinates avade ja völli ühendusi, seejuures on mõlemal ühendataval detailil, nii aval kui völli ühine *nimimõõde*, kuid tolerantsiväljad paiknevad mõlemal erinevalt. Olenevalt tolerantsiväljade vastastikusest asendist saadakse ühenduse iseloom – *ist*. Võib tekkida kas liikuv ühendus – *liikuv ist*, mil ava ja völli vahel on lõtk, või liikumatu ühendus – *kinnisist*, mil ava ja völli vahel valitseb ping. Viimasel juhul toimub ava ja völli ühendamisel nende elastne või plastne deformeerimine.

Lõtk on ava ja völli läbimõõtude positiivne vahe ($D_{ava} - d_{völli} > 0$).

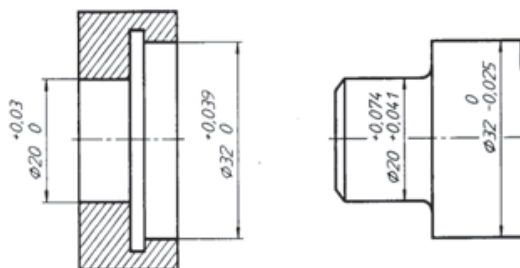
Ping on ava ja völli läbimõõtude negatiivne vahe ($D_{ava} - d_{völli} < 0$).

Kolmas liik iste – *sürdeistud* on sellised, kus ava ja völli tolerantsiväljad kas osaliselt või täielikult katuvad. Siis on võimalikud nii lõtkud kui ka pingud, kumb variant realiseerub, see selgub koostamise käigus.

Ava ja völli tööjoonistele kirjutatakse nimimõõt ja selle järel põhihälbe tähis ja tolerantsijärgu number. Koostejoonisele kirjutatakse nii ava kui ka völli ühine nimimõõt ja selle järel murrujoon, mille lugejas antakse andmed ava kohta ja nimetajas andmed völli kohta. Mõlemal juhul võib sulgudes lisada hälvete numbrilised väärtused.



Sele 77. Istud ja tolerantsiväljad



Sele 78. Tolerantside ja istude märkimine joonisele



Terminid

hälve – отклонение

ist – посадка

koostejoonis – сборочный чертеж

lõtk-ist – посадка с зазором

nimimõõde – номинальный размер

ping-ist – посадки с натягом

pinnakaredus – шероховатость

siirde-ist – переходная посадка

tolerants – допуск

ülemine piirmõõde – наибольший предельный размер

16. Tööjoonised

Detaili tööjoonis

Tööjoonisteks nimetatakse dokumente, mis sisaldavad tarvilikke andmeid toote valmistamiseks, kontrollimiseks ja katsetamiseks. Iga tööjoonis sisaldab toote kohta informatsiooni veel ka teksti kujul (mõõtmed, märkused, nõuded, juhised jne).

Detaili **tööjoonistele** esitatakse nõuded:

- 1) detaili tööjoonis peab olema vormistatud korrektselt vastavalt standardile;
- 2) detaili tööjoonis peab määrama detaili täpse kuju ja suuruse üheselt, st joonis peab olema tehtud nii, et seda saab tõlgendada ainult ühte moodi. Selleks joonestatakse detaili tööjoonisel kõik vajalikud kujutised – vaated, lõiked, ristlõiked jne;
- 3) detaili tööjoonisele kantakse kõik tema valmistamiseks vajalikud mõõtmed koos nende tolerantsidega;
- 4) joonisele kantakse kõikide detailide pindade kvaliteediandmed – pinnakaredusmärgid;
- 5) tööjoonisel peavad olema andmed detaili materjali kohta, tema termilise töötlemise ja lõpliku viimistlemise kohta (pinnakatted jm);
- 6) vajadusel lisatakse kirjanurga kohal märkustes nõuded joonisel näitamata ümardusraadiuste, valukallete ja muude tehniliste nõuete kohta;
- 7) tööjooniseid ei tehta standardsetest (kruvid, mutrid, poldid, seibid jne) ja ostetavatest toodetest.

Koostejoonis

Koostejoonis on tehniline dokument, mis annab üksikdetailidest koostatava toote kokku panemiseks, kontrollimiseks ja katsetamiseks vajalikud kujutised ja tehnilised andmed. Seetõttu valitakse koostu kujutised nii, et joonise järgi selguks toote kõigi üksikute detailide vastastikune asend, seadme tööpõhimõte, gabariidid (pikkus, laius, kõrgus) ja ühenduse viis ning mõõdud külgnevate koostudega. Kirjanurga kohale kirjutatakse tehnilised andmed (lühike seadme tehniline iseloomustus). Koostejoonise vormistamisel tuleb arvestada, et kõige ülevaatlikum koostejoonisel peab olema tema peakujutis.

Jälgida, et koostejoonisel oleks ühe ja sama detaili viirutuse kalle kõikides lõigetes ja ristlõigetes ühesuunaline ja ühesuguse tihedusega. Kokkupuutuvad detailid viirutatakse aga erinevas suunas. Kui see ei ole võimalik, siis muuta viirutusjoonte vahekaugust või nihutada kõrvalseisva viirutuse suhtes.

Koostejoonisel antakse igale detailile oma number (osanumber), mis on vastavuses tükitabelisse kantavate detailide osanumbritega (vastab standardile ISO 6433-1981). Esmalt võiks nummerdada koostu koosseisu kuuluvad alakoostud ja jätkata sellises järjekorras: detailid, standardsed tooted, materjalid ja komplektid. Osanumberite suurus peab olema mõõtarvudest ühe kuni kahe kirjakeeruse astme võrra suurem ja kirjutatakse nad kirjanurga suhtes paralleelselt viitejoone otsa juurde laudile (riiulile) või rõnga sisse. Osanumbrid paigutatakse joonise kontuuridest väljapoole grupeerides nad kas vertikaalselt tulpa või horisontaalselt ritta. Viitejoon, laudi ja rõngas tõmmatakse välja pideva peenjoonega. Viitejoon ja laudi peavad olema teineteise suhtes nurga all, viitejoon lõpeb vastava osa pinnal punktikese või noole otsaga. Viitejooned ei tohi omavahel lõikuda ja detaili pinnal ei tohi olla viirutusjoontega paralleelsed. Laudid peavad ühel joonisel olema kõik ühepikkused (≈10 mm).

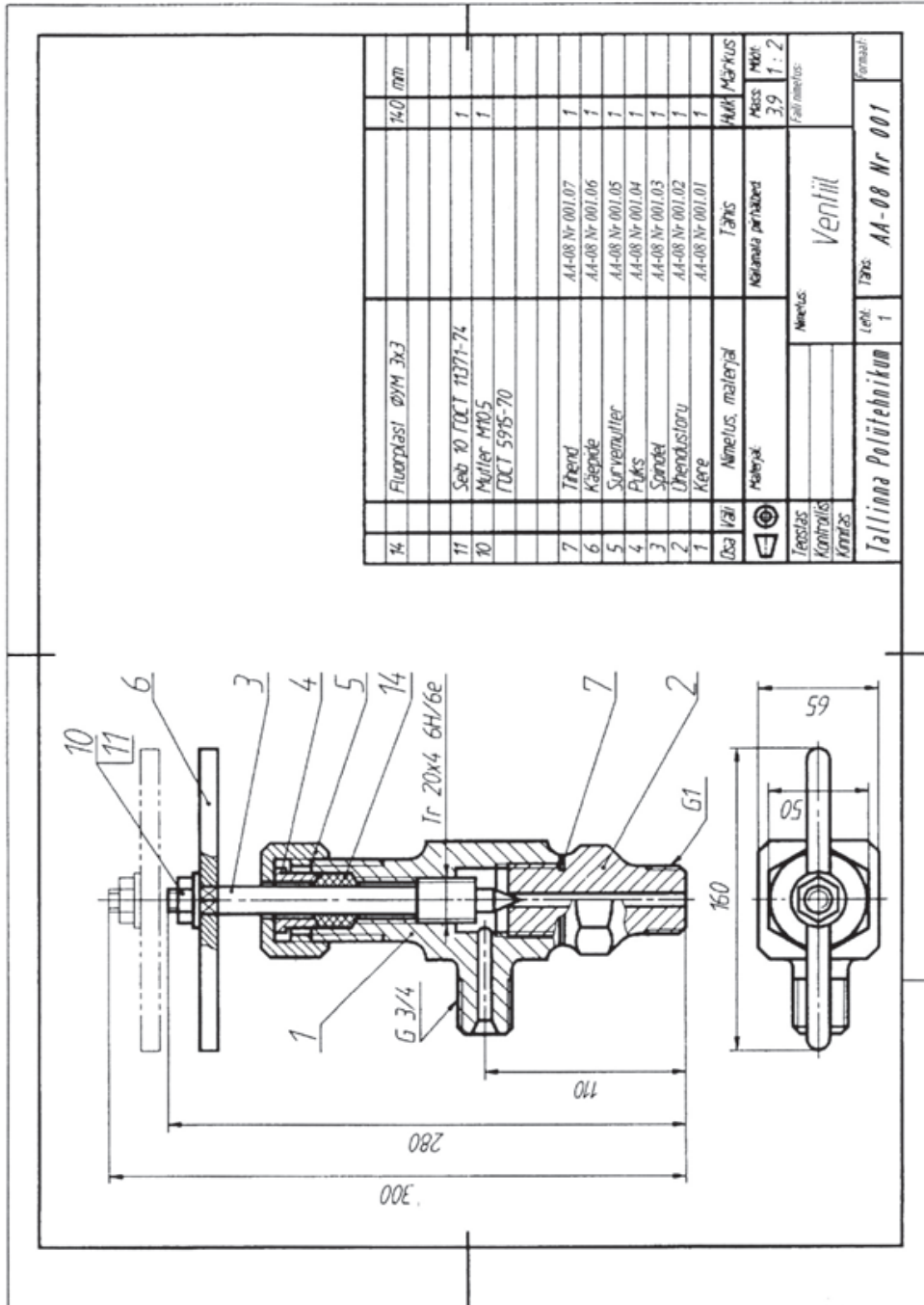
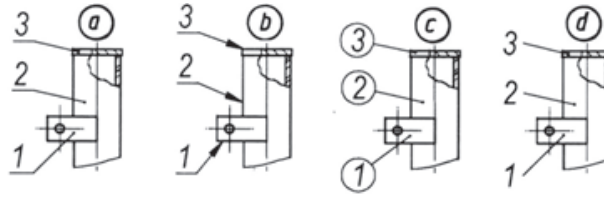
Koostejoonisele tuleb kanda järgmised mõõtmed:

- 1) gabariitmõõtmed (pikkus, laius, kõrgus);
- 2) mõõtmed, millega tuleb arvestada koostu kokkupanemisel;

- 3) ühendusmõõtmed (ühendamiseks teiste piirnevate detailide või koostudega, näiteks äärikul antakse ava läbimõõt ja avade jaotusringjoone läbimõõt);
- 4) eksploatatsiooniks vajalikud mõõtmed.

Kui koostus ulatub mõni osa tema liikumisel gabariidist väljapoole, siis gabariitmõõtme kirjutamisel haaratakse kaasa ka nende liikumise ulatus.

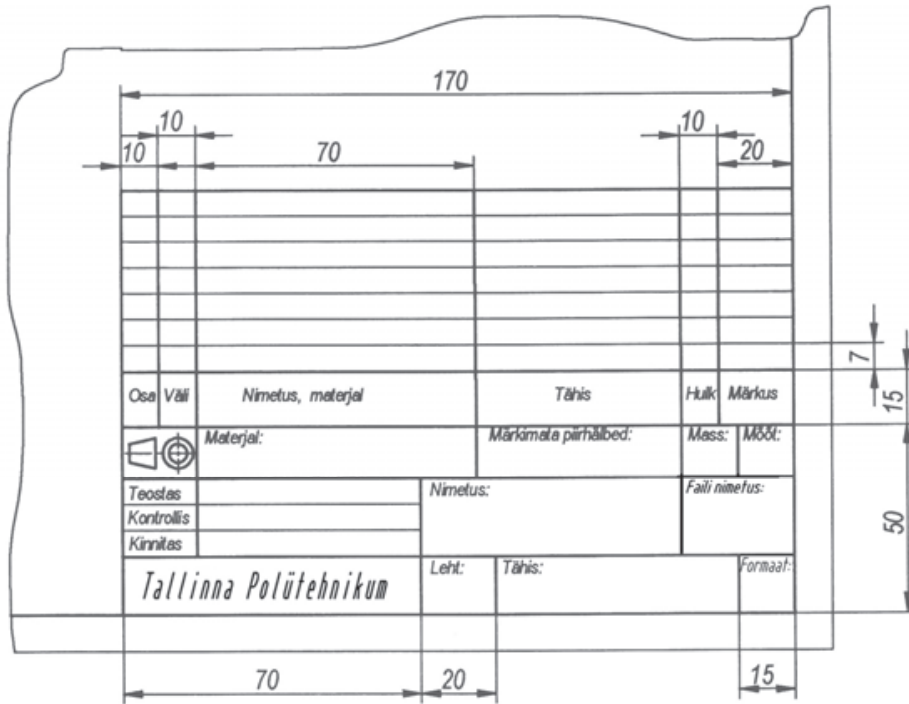
Sele 79. Osanumbrite kandmine joonisele



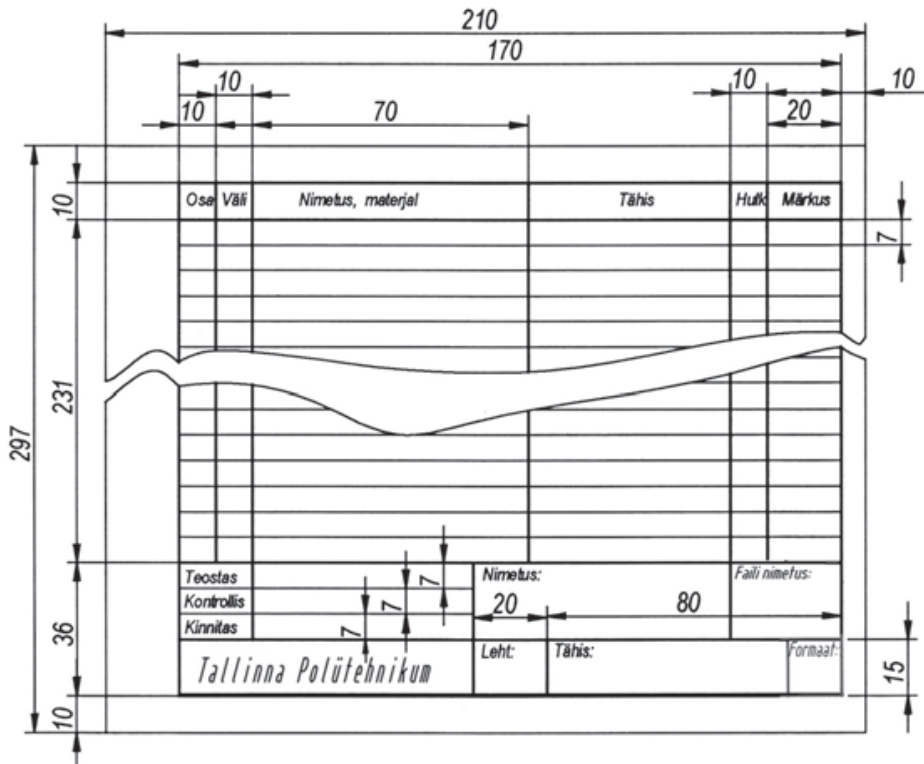
Sele 80. Koostejoonise näidis

Tükitabel

Tükitabel on koostu juurde kuuluv dokument, mis sisaldab koostu koostisosade loetelu (järjekorras: alakoostud, detailid, standardsed tooted, materjalid ja komplektid), nende arvu koostus jm andmeid. Tükitabeli võib ühildada koostejoonisega (juhul kui osanumbrite arv on väike) ja joonestada ta kirjanuruga peale nagu on näidatud seel 81 või vormistada ta eraldi formaadil A4 (sele 82). Kui tükitabel ühildatakse kooste tabeliga, siis tabeli täitmist alustatakse alumistest ridadest suunaga üles, kui aga tükitabel on eraldi lehel, siis vastupidi, ülevalt alla.



Sele 81. Tükitabel ühildatud koostejoonisega



Sele 82. Tükitabel eraldi lehel formaadis A4

Koostejoonise lugemine

Koostejoonise lugemine, s.o joonisel kujutatud toote otstarbe selgitamine, tema ehituse ja üksik-osa ühenduse ning koostöö lahtimõtestamine.

Koostejoonise lugemine toimub järgmise skeemi kohaselt:

- 1) määrata kindlaks toote nimetus, suurus ja tutvuda koostejoonisel leiduvate eksploatatsiooniliste andmetega;
- 2) tutvuda joonisel olevate põhiliste ja lisakujutistega ning luua tootest üldine ettekujutus;
- 3) mõtestada lahti iga üksiku detaili kuju ja leida tükitabelist toote nimetus ja muud tema kohta toodud andmed. Detaili otsimist koostejoonisel alustatakse alati sellelt kujutiselt, kus detail on nummerdatud osanumbriga, edasi jälgida projektsioonilist seost ja lõigete viirutust; määrata kindlaks detailide omavaheline ühendus (kas *keevis*-, *neet*-, *liist*-, *hammas*- või *keermeliited*), ühenduse iseloom (kas liikuv või liikumatu);
- 4) liikuvate osade liikumisulatus nende töötamise ajal ja toote üldine tööpõhimõte;
- 5) leida tükitabelist kinnitusdetailid, mille abil toimub toote koostamine ja määrata toote kokkuning lahtimonteerimise järjekord.

Koostejoonise detailiseerimine

Koostejoonise *detailiseerimine*, s.o koostejoonise alusel sellesse koostu kuuluvate detailide eskiiside või tööjooniste valmistamine.

Detailiseerimisel toimitakse järgnevalt:

- 1) teha kindlaks detaili kuju;
- 2) valida vajalikud detaili kujutised (valikul lähtuda ainult detaili joonestamise seisukohalt ja need kujutised ei pruugi langeda kokku koostejoonisel olevate kujutistega);
- 3) detaili üksikelementide mõõtmed määratakse otse koostejooniselt mõõtes mõõtsirkliga või mõõtjoonlauaga. Mõõtmete märkimisel arvestada koostejoonise tegeliku mõõtsuhtega (kontrollida joonisele kantud mõõtmete järgi). Koos töötavatel pindadel on üks ja sama nimimõõde;
- 4) pärast eskiisimist valida detaili tööjoonise valmistamiseks sobiv mõõtsuhe (kõikide detailide jaoks ei tarvitse see olla ühesugune).



Terminid

detaili kujutis – изображение детали

detailiseerimine – детализирование

jaotusringjoon – делительная окружность

kalle – наклон

koostisosa number – позиционный номер

osanumber – позиционный номер

tolerantsiväli – поле допуска

tükitabel – спецификация

ühendusmõõt – соединительный размер

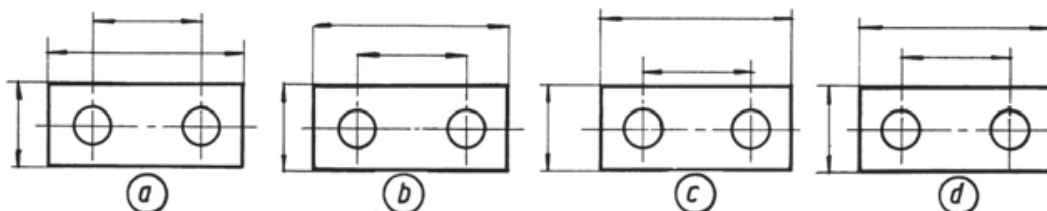
ülemine piirmõõde – наибольший предельный размер



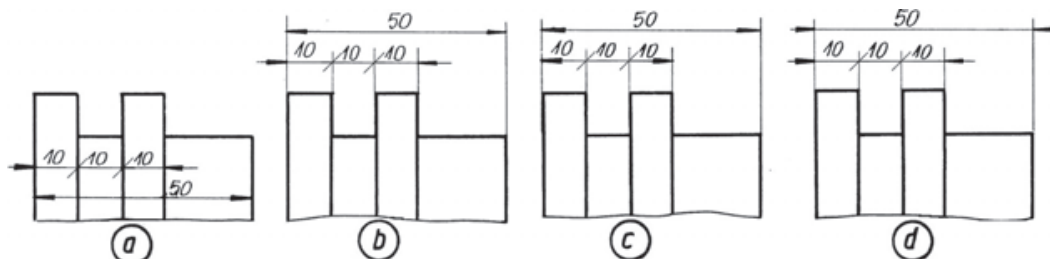
Kordamisküsimused

1. Milleks kasutatakse joonistel lõikeid?
2. Kuidas muutub kujutis, kui tema vaate asemel anda lõige?
3. Kas muutub pealtvaade ja vasakultvaade kui peakujutis asendada lõikega ?
4. Mille põhjal lõiked jaotatakse vertikaalseteks, horisontaalseteks ja kaldlõigeteks?
5. Millistel juhtudel horisontaal-, frontaal- ja profiillõikeid ei tähistata?
6. Millistel juhtudel soovitatakse ühendada poolvaadet ja poollõiget?
7. Milline joon eraldab poolvaadet ja poollõiget?
8. Kas on vaja poolvaatlõike puhul näidata vaate pool eseme sisemisi kontuure? Miks?

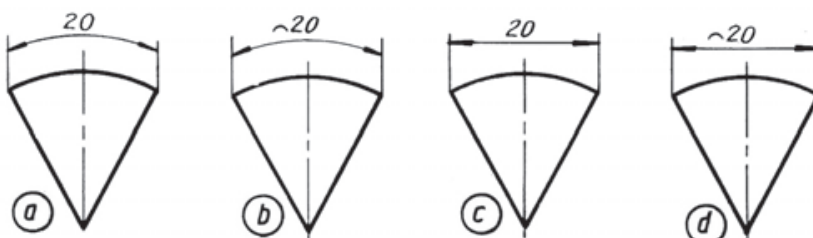
9. Mis on poolvaatlõike kujutise puhul mõõtmestamisel eriline?
10. Millal kasutatakse kohtlõiget?
11. Millise joonega eraldatakse kohtlõige? Kas see joon võib ühtida joonise teiste joontega?
12. Millise detaili elemente, mis satuvad lõikavale tasandile, ei viirutata?
13. Millise jämedusega joontega viirutatakse lõikesse sattunud detaili pinda? Millise nurga all toimub viirutus?
14. Mille poolest erineb liitlõige lihtlõikest?
15. Kuidas jagatakse liitlõiked sõltuvalt lõikavate tasandite asendist?
16. Kuidas liitlõikeid tähistatakse?
17. Milleks kasutatakse ristlõiget?
18. Kuidas jagatakse ristlõiked vastavalt nende paigutusele joonisel?
19. Milliste joonte jämedustega joonestatakse väljatoodud ristlõige ja pealejoonestatud ristlõige?
20. Kas ristlõike puhul näidatakse lõikava pinna taha vaatesse jäävaid objekti pinnaosi?
21. Millistel juhtudel ristlõige pealkirjastatakse? Milliseid tähiseid sel puhul kasutatakse?
22. Kuidas kujutatakse ristlõike puhul ava kontuurid, kui lõikav tasapind läbib pöördkeha telge?
23. Millistes mõõtühikutes väljendatakse tehnilisel joonisel joonmõõtmed (kui mõõtühikut ei ole antud)?
24. Kuidas paigutatakse mõõtjarvud mõõtjoone suhtes?
25. Milline vahekaugus jäetakse mõõtjoone ja kontuurjoone vahele? Paralleelsete mõõtjoonte vahele?
26. Mida tähendab tingmärk \emptyset mõõtjarvu ees?
27. Millisest suunast tuleb lugeda mõõtjarvu, mis on kirjutatud vertikaalsele mõõtjoonele?
28. Kuidas mõista pealkirja 3×45^0 ?
29. Missugusel joonisel on distants- ja mõõtjooned õigesti peale kantud?



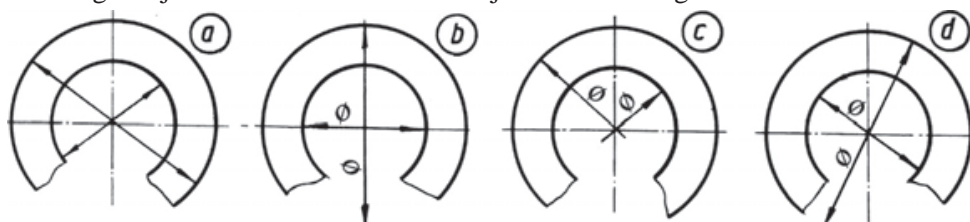
30. Missugusel joonisel on mõõtjooned ja nooled õigesti peale kantud?



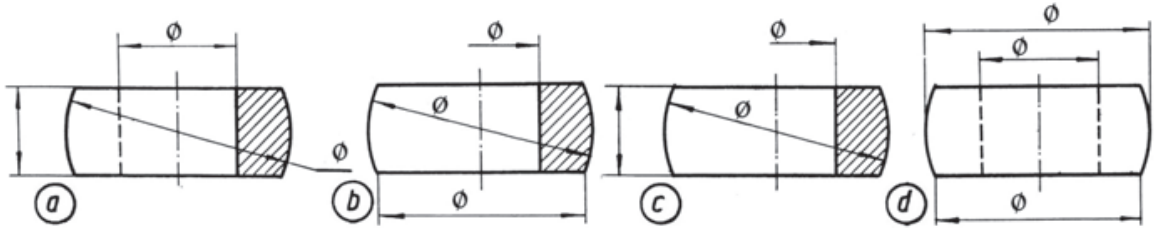
31. Missugusel joonisel on kaare mõõt õigesti peale kantud?



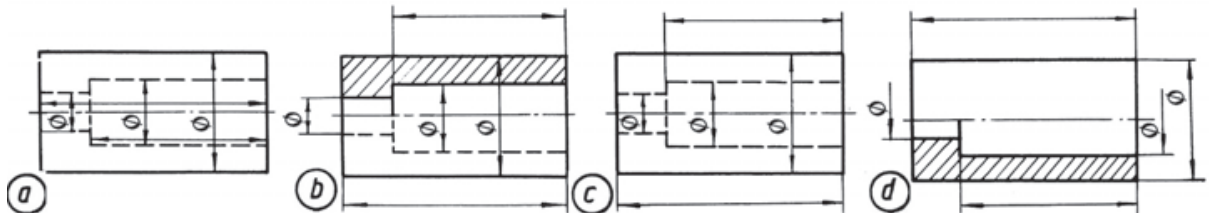
32. Missugusel joonisel on läbimõõdu mõõtjoonte asetus õigesti näidatud?



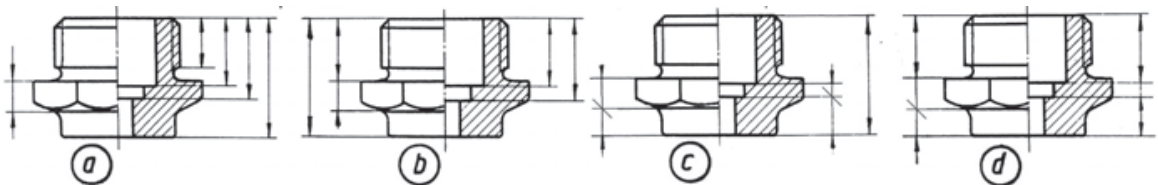
33. Missugusel joonisel on kujutis õigesti välja joonestatud ja mõõtmed õigesti peale kantud?



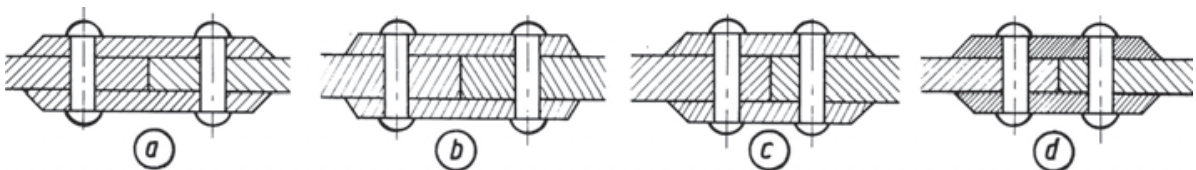
34. Missugusel joonisel on kujutis õigesti välja joonestatud ja mõõtmed õigesti peale kantud?



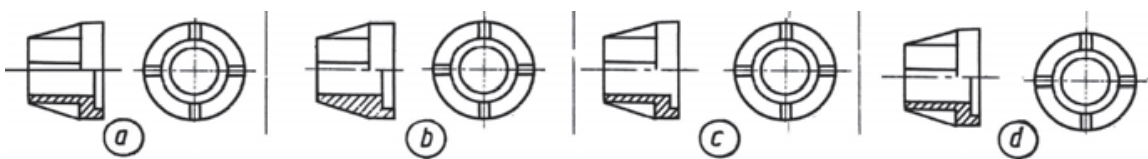
35. Missugusel joonisel on mõõtmed õigesti peale kantud?



36. Missugusel joonisel on graafiliselt õigesti kujutatud tingtähistus, kui kahele külgnevale pinnale liitub kolmas?



37. Missugusel joonisel on täidetud nõuded vaadete ja lõigete kohta?



Kasutatud kirjandus

1. Koloviski, A., Säarak, J-E.. Insenerigraafika. Juhendmaterjal kaugõppe üliõpilastele. Tln Tallinna Tehnikakõrgkool 2006, 104lk.
2. Angelstok, F. Insenerigraafika. Siseakadeemia kirjastus, Tln. 2001
3. Ratner, V. Tehniline kommunikatsioon, Tln. 2001
4. Riives, J., Teaste, A., Mägi, R. Tehniline joonis. Õppeotstarbeline käsiraamat. Tallinn „Valgus”, Tln. 1996
5. Riives, J., Tihase, K. Joonestamine. Tallinn „Valgus”, Tln .1983
6. Rünk, O., Targo, E., Tihase, K. Joonestamise ja joonistamise põhikursus. Tallinn „Valgus”, Tln .1970
7. С.К.Боголюбов Черчение. Учебник для средних специальных учебных заведений. 2-е изд. М. Машиностроение, 1989
8. И.С.Вышнепольский Техническое черчение с элементами программированного обучения. М. Машиностроение, 1984
9. С.В.Розов Сборник заданий по черчению Для техникумов М. Машиностроение, 1988
10. Л.А.Баранова, А.П.Панкевич Основы черчения Учебник для техникумов. М. Высшая школа, 1978

Иллюстрации

11. Koloviski, A., Säarak, J-E. 2006. Insenerigraafika. Juhendmaterjal kaugõppe üliõpilastele. Tln Tallinna Tehnikakõrgkool, 104lk.
12. Angelstok, F. Insenerigraafika. Siseakadeemia kirjastus, Tln. 2001.
13. Ratner, V. Tehniline kommunikatsioon, Tln. 2001
14. Riives, J., Teaste, A., Mägi, R. Tehniline joonis. Õppeotstarbeline käsiraamat. Tallinn „Valgus”, Tln. 1996.
15. Riives, J., Tihase, K. Joonestamine. Tallinn „Valgus”, Tln .1983.
16. Rünk, O., Targo, E., Tihase, K. Joonestamise ja joonistamise põhikursus. Tallinn „Valgus”, Tln .1970.
17. С.К.Боголюбов Черчение. Учебник для средних специальных учебных заведений. 2-е изд. М. Машиностроение, 1989
18. И.С.Вышнепольский Техническое черчение с элементами программированного обучения. М. Машиностроение, 1984
19. С.В.Розов Сборник заданий по черчению Для техникумов М. Машиностроение, 1988
20. Л.А.Баранова, А.П.Панкевич Основы черчения Учебник для техникумов. М. Высшая школа, 1978

EESTI-VENE SÕNASTIK

<i>EESTIKEELNE VASTE</i>	<i>VENEKEELNE VASTE</i>	<i>LK.</i>
a ksonomeetria	аксонометрия	19
aksonomeetriline projektsioon	аксонометрическая проекция	19, 20
altvaade	вид снизу	28
alumine piirhälve	нижнее предельное отклонение	46
alus	основание	
astmeline lõige	ступенчатый разрез	32
ava	отверстие	31
b isektor (vt nurgapoolitaja)	биссектриса	16
d etaili kujutis	изображение детали	50
detailiseerimine	деталирование	50
distsantsjoon	выносная линия	8, 35, 36, 38, 39
e estvaade	вид спереди	14, 15
elekterkaarkeevitus	электрическая дуговая сварка	44
eriasendiline sirge	прямая частного положения	17, 18
ese (vt objekt)	предмет, объект	9, 14
esiekraan	фронтальная плоскость проекции	14, 15
f aas	фаска	39
faasitud serv	скос кромки	44
formaadijoon	внешняя рамка	
frontaal	фронталь	18
frontaallõige	фронтальный разрез	30, 31
g aaskeevitus	газовая сварка	43, 44
gabariitmõõt	габаритный размер	47
geomeetriline konstruktsioon	геометрическое построение	6, 7
h aar	сторона угла	21
hammasliide	зубчатое соединение	
horisontaal	горизонталь	15
horisontaallõige	горизонтальный разрез	30, 31
hulknurk	многоугольник	6, 7
hälve	отклонение	46, 47
hüpoteenus	гипотенуза	18
i nstrumendi töökorra seadmine	наладка инструмента	
ist	посадка	46, 47

jaotusringjoon	делительная окружность	50
joonestuskolmnurk	чертёжный треугольник	6
joonestuspaber	чертежная бумага	6
joonestusvahend	чертежный прибор	6
joonis	чертеж	6
joonise pind	поле чертежа	6
joonise vormistamine	оформление чертежа	6
joonlaud	линейка	6
joonsirkel	круговой циркуль	6
joonsulg	рейсфедер	
juhtjoon	направляющая линия	
jälgpunkt (tasandil)	точка схода следа	18
kaar	дуга	6, 12
kaatet	катет	39
kahepoolne	двухсторонний	44
kaksvaade (vt mituvaade)	комплексный чертеж из двух видов	14, 15
kaksvaate telg	ось проекции	14, 15
kaldlõige	наклонный разрез	30, 31
kaldprojektsioon	косоугольная проекция	14
kaldtasand	наклонная плоскость	22, 23
kalle	наклон	50
keere	резьба	40, 41
keerme harjajoon	линия уровня вершины резьбы	40, 41
keerme põhjajoon	линия уровня впадины резьбы	40, 41
keermesliide	резьбовое соединение	42, 43
keervisliide	сварное соединение	43, 44
keervisõmblus	сварной шов	43, 44
keevitamine, keevitus	сварка	43, 44
kerä	шар	37
keskristsirge	серединный перпендикуляр	
kiivsirged	скрещивающиеся прямые	
kinnisliide	неразъемное соединение	43, 44
kirjanurk	основная надпись	6, 9, 12, 27
kohtlõige	1. местный разрез, 2. частичный разрез	32, 33
kohtvaade	местный вид	28, 29
kolmnurkkeere	треугольная резьба	40, 41
kontaktkeevitus	контактная сварка	44
kontuurjoon	контурная линия	35, 36, 39
koordinaat	координата	15
koostejoonis	сборочный чертеж	47
koostisosa number	позиционный номер	47
korrapärase hulknurk	правильный многоугольник	6, 7, 10
kriipsjoon	штриховая линия	6, 7, 8

kriipskakspunktpeenjoon	штрих-пунктирная с двумя точками тонкая линия	8
kriipspunktjämejoon	штрих-пунктирная утолщенная линия	8
kriipspunktpeenjoon	штрих-пунктирная тонкая линия	8
kruvisirkel	кронциркуль	
kujund	фигура	17, 18
kujutamiskiired	лучи изображения	19, 20
kujutav geomeetria	начертательная геометрия	14, 15
kujutis	изображение	14
kujutise katkestus	разрыв изображения	37
kumerus	выпуклость	
kustutusumm	резинка для стирания	6
kustutusplaat	стирательная пластинка	6
kõrgus	высота	22, 23
kõõl	хорда	6, 36, 37
käändühend	внешнее сопряжение	11
külgekraan	профильная плоскость проекции	14, 15, 16
lahtise mõõtahelaga mõõtmestamise meetod	цепной способ нанесения размеров	11
lekaal	лекало	6
lihtlõige	простой разрез	30, 31
lihtsustus	упрощение	
liistliide	шпоночное соединение	
liitepunkt	точка сопряжения	11
lisaakraani võte	способ перемены плоскостей проекции	12
lisamärk, abimärk	вспомогательный знак	43, 44
lisavaade	дополнительный вид	29
lookühend	внутреннее сопряжение	11
lõige	разрез	27, 28
lõikav tasapind	секущая плоскость	30, 31
lõiked mitme tasapinnaga	сложные разрезы	
lõiked ühe tasapinnaga	простые разрезы	30, 31
lõikepind	площадь разреза	30, 31
lõikumine	пересечение	22, 23, 41
lõikuvad sirged	пересекающиеся прямые	
lõtk-ist	посадка с зазором	46, 47
lähisnurk	прилежащий угол	
lähtekujutis	исходное изображение	31
lühem diagonaal	малая диагональ	
mall	транспортёр	
mitmekülgne	многогранный	

mituvaade (vt kaksvaade, kolmvaade),	комплексный чертеж	14, 15
moodustaja	образующая	40
moondetegur	коэффициент искажения	15
murdekoht	разлом	32
murdloige	ломаный разрез	32
murretega peenjoon	сплошная тонкая с изломами линия	
mõõt	размер	43, 44, 46, 47
mõõtahel	цепочка измерения	
mõõtarv	размерное число	20, 35, 36
mõõtjoon	размерная линия	6, 35, 36
mõõtjoonlaud	измерительная линейка	6
mõõtkava	масштаб	9
mõõtmestamine	нанесение размеров	36, 37
mõõtmete ülekandmine	перенос размеров	
mõõtsirkel	измерительный циркуль	
mõõtsuhe	численный масштаб	9
n eetliide	заклепочное соединение	
nimimõõde	номинальный размер	46
nivoosirge	прямая уровня	17
normkiri	стандартный шрифт	35, 36
normkirja kirjutamine	начертание шрифта	
nurgapoolitaja (vt bisektor)	биссектриса	16
nurga tipp	вершина угла	
nurga ümardamine	закругление угла	12
nurk	угол	10
nurkõmbus, vastakõmbus	тавровый шов	43, 44
nõgusus	вогнутость	
nähtav kontuurjoon	видимая контурная линия	8
nürinurk	тупой угол	
o bjekt (vt ese)	предмет, объект	14
osaline vaade	частичный вид	
osanumber	позиционный номер	47, 48
p ainutusjoon pinnalaotusel	линия сгиба на развертке	
paralleel	параллель	6
paralleelprojektsioon	параллельная проекция	14
paremaltvaade	вид справа	28
realejoonestatud ristlõige	наложенное сечение	34
realkiri	подпись	
realtvaade	вид сверху	28
reavaade	главный вид	28
pidev jämejoon	сплошная основная линия	8

pidev peenjoon	сплошная тонкая линия	8
pidev vabakäejoon	сплошная волнистая линия	8
piirdenurk	вписанный угол	
piirhälve	предельное отклонение	
pikem diagonaal	большая диагональ	
pindade lõikumine	пересечение поверхностей	22
ping-ist	посадки с натягом	46, 47
pinnakaredus	шероховатость	45, 47
pinnakonarus	неровность поверхности	45
pinnalaotus	развертка	22, 23
pliiats	карандаш	6
poolitama	деление на две части	6
poolvaatlõige	половинчатый разрез	32, 33
prisma	призма	23
prismaatiline pind	призматическая поверхность	
profiil	профиль	18, 41
profiillõige	профильный разрез	30, 31
projekteerimine	проецирование	14, 15
projekteeritav ese	проецируемый предмет	14, 15
projekteeriv kiir	проецирующий луч	20
projekteeriv sirge	проецирующая прямая	17, 18
projektsioonitasand ehk ekraan	плоскость проецирования	27
projektsioonjoonestamine	проекционное черчение	6
punkt	точка	6
punktkeevitus	точечная сварка	43, 44
punkt ruumis	точка в пространстве	17
puutuja	касательная	38,
rõhiekraan	горизонтальная плоскость проекции	14, 15
rõhilised vaated	основные виды	28, 29
rõkkõmblus	стыковой шов	43, 44
rööramise võte	способ совмещения	17
püramiid	пирамида	22, 23
raadius	радиус	13
raamjoon	обрамляющая линия	9
ringikaar	дуга окружности	11
ringjoon	окружность	6, 9
ringjoone sisse joonestatud hulknurk	вписанный многоугольник	11
ringjoone ümber joonestatud hulknurk	описанный многоугольник	
ristisomeetria	ортогональная изометрия	19, 20
ristlõige	сечение	28, 33
ristprojektsioon	ортогональная проекция	15, 17, 25
ristsirged	перпендикулярные прямые	17
ruumiline kujutis	пространственное изображение	
ruutkeere	прямоугольная резьба	40, 41

rööpjoonlaud	рейшина	6
rööpkülik	параллелограмм	39
rööplüke	параллельный перенос	
samasus	идентичность	
segamõõtmestamine	комбинированный способ нанесения размеров	
segaiühend	смешанное сопряжение	11
serv	ребро	7, 12, 15
sfäär	сфера	38
sidejoon	линия проекционной связи	15
siirde-ist	переходная посадка	46, 47
silinder	цилиндр	41
sirge	прямая линия	6, 14
sirglõik	прямой отрезок	6, 14
sirkel	циркуль	6
sirkli haarad	ножки циркуля	22
sirklikarp	готовальня	6
sisekeere	внутренняя резьба	42
sujuvad ringid	пологие круги	
sujuvühend	сопряжение	11
sujuv üleminek	плавный переход	
sulatamine, kokkusulatamine	расплавление	43, 44
suurtähed	1. прописны буквы 2. заглавные буквы	29
sümmeetriatelg	ось симметрии	22, 23
tagantvaade	вид сзади	28
tahk	грань	23
tahukate lõikumine	пересечение поверхностей	
tasand	плоскость уровня, уровень	18
tasapind	плоскость	18
tasapinna jälg	след плоскости	17, 18
telg	ось	38, 39
telgpunkt (tasandil)	точка схода следа	18
teravnurk	острый угол	6
teritama	заточить	
tinglikkus	условность	
tipunurk	угол при вершине	
tolerants	допуск	46, 47
tolerantsiväli	поле допуска	46, 47
tollkere	дюймовая резьба	
trapets	трапеция	40, 41
trapetskeere	трапецеидальная резьба	41
tsentraalprojektsioon	центральная проекция	14
tsentrijoon	центровая линия	37, 38

tõeline kuju, tegelik kuju	действительный вид	22, 23
tõeline suurus, tegelik suurus	действительный размер	19...22, 35
tähistama	обозначать	29
täisnurk	прямой угол	6, 9
täke (sälk)	зазубрина	6,7
tükitabel	спецификация	49, 50
tüvikoonus	усеченный конус	29
tüvipüramiid	усеченная пирамида	
vaade	вид	28
vaatega ühendatud lõige	разрез совмещенный с видом	30
varjatud kontuurjoon	невидимая контурная линия	8
varjatud kontuurjoon	линия невидимого контура	8
vasakultvaade	1. вид сбоку, 2. профильная проекция	
vasakultvaade	вид слева	28
vastastikune lõikumine	взаимное пересечение	
viirutusjoon	линия штриховки	8, 38, 39
viitejoon	линия выноски	8, 36
viitejoon laudi	полка линии-выноски	35, 36
võll	вал	35
võrdhaarne kolmnurk	равнобедренный треугольник	
väiketäht	строчная буква	
väliskeere	наружная резьба	42
väljatoodud element	выносной элемент	34, 36
väljatoodud ristlõige	выносное сечение	34, 36
õmblus	шов	43, 44
ühendatavad ringikaared	сопрягаемые дуги окружности	
ühenduskaar	сопрягающая дуга окружности	11
ühendusmõõt	соединительный размер	48
ühispunkt	точка пересечения	15
ühisest baaspinnast mõõtmestamine	координатный способ нанесения размеров	
üldasendiline sirge	прямая общего положения	17
ülemine piirmõõde	наибольший предельный размер	46, 47
ületõmbamine	обводка	
ümardusraadius	радиус скругления	37
ümarkeere	круглая резьба	41