

Teema 1

Põhimõisted alustuseks.

1.1 Sissejuhatus

♦ ACAD kuulub CAD (ComputerAidedDesign=projekteerimine arvuti abil) tarkvara gruppi. Traditsioonilisel projekteerimisel kulub konstruktoril ~70% kogu tööajast jooniste väljatöötamisele/vormistamisele; ~15% muudatuste tegemisele ja arhiivide organiseerimisele ja ainult ~15% tegelikule projekteerimisele, arvutustele, kooskõlastustele jne. Arvuti aitab vähendada jooniste vormistamisele ja muudatuste tegemisele kuluvat aega. Ehkki joonise sisulise väärtuse üle saavad otsustada vaid asjatundjad on tihti käsitsi joonestatud graafiline ebakorrektsus silmnähtav igapähele, millest on vaba masinjoonestamine.

♦ Projekteerimisel võib arvutit kasutada: 1. kui "elektroonset joonestuslauda" (eesmärk joonis, mis parandab jooniste kvaliteeti ja vähendab vormistamisele kuluvat aega eriti kui loodud graafikat kasutada mitmekordselt. 2. ruumilise geomeetriselise mudeli valmistamiseks (millest kerge koostude ning detailide jooniseid vormistada), et teha tugevuse ja kinemaatilisi arvutusi; kontrollida seadme koostamise tehnoloogiat, üksikosade paigutust jt.

1.2 Töö alustamine programmiga ACAD13.

♦ ACAD13 käivitamine: Hiirega topeltklõps töölaual (desktop) oleva ACAD'i ikoonil või selle puudumisel moodustada programmi MyComputer C:\R13\WIN\ACAD.exe ACAD'i kiirkorralduse (shortcut) ikoon töölauale.

♦ Peale käivitamist avaneb uue seadistamata joonise (prototüüp ACAD.dwg) ekraan. Selleks, et avaneks uus eelnevalt ettevalmistatud joonise põhi, tuleb see joonis koostada ja menüüst File/New avanevas dialoogiaknas (vt. kõrvalolevat) "Prototype" reale kirjutada. Märkides "Retain as Default" ("Jääb kui vaikimisi avatavaks") kontrollkasti avaneb see joonis (meil tunnis "ACADTPT.dwg") peale igat käivitamist automaatselt.

1.3 ACAD13 graafikaredaktori ekraan.

Diagram illustrating the AutoCAD 13H1 DWG interface components:

- Titelriba koos avatud joonise nimega.
- Menüüriba koos allalangevate alammenüüdega
- Standardne töövahendite riba (Win+ACAD)
- Objektide (kihid, joonetiip, jt) omadused.
- Töövahendite gruppide ümberpaigutatavad ribad.
- Graafiline tsoon joonestuseks.
- Ekraanimenüü
- Vertikaalne ja horisontaalne kerimisriba
- Käsuread (Käskude klaviatuurilt)
- Olekurida (Koordinaatide, teadete ja nupudega joonestuse režiimide

♦ Ekraanimenüü sisse-/väljalülitamine toimub menüüst: (vt. kõrval pilti) Options/Preferences/System kontrollkasti ScreenMenüü märgistamisega. ♦ Puuduvate töövahendite gruppide ribad ekraanile toomine toimub menüüst: Tools/Toolbars/(vastava grupi pealkirja valikuga). Sulgemine grupi vasakul ülarnurgas asetseva "-" kujulise sulgemislüliti abil.

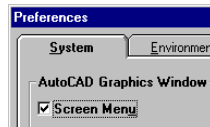
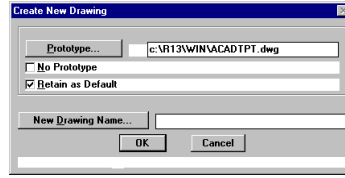
1.4 Käskude (Command) sisestamine/valimine

võib toimuda järgnevalt:

♦ käskude valikuga ekraanimenüüst hiire või klaviatuurilt kursoriklahvidega. Põhikäsu valikul tuuakse ekraanimenüüs ära ka kogu dialoogiks vajalik valikumenüü. Käsk "AutoCAD" toob ekraanile algmenüü; käsk **** menüü sageli kasutatavate käskudega. Ekraanimenüüd kasutatakse harva, sest käskude valik aeganõudev.

♦ käskude klaviatuurilt sisestamisega käsurealt. Peale käsu sisestamist ilmub käsureale valikuks alammenüü (nimedest võib sisestada suured tähed valikuks) või ekraanile dialoogkast. Vaikimisi pakutud valikuks (< > oleva) kasutada "tühiku-" või "Enterklahvi". Käsurealt käskude valik kiire kuid nõuab nende teadmist peast.

♦ käskude valikuga Menüüribast koos allalangevate alammenüüdega. Kasutatakse AutoCAD'i üldiste käskude (Help, File, jt), seadistuste (Option, Tools jt) valikuks.



♦ käskude valikuga ikoonidega varustatud töövahendite gruppide ribadelt. Hoides kursorit töövahendi nupul tuuakse ekraanile tema nimetus. Väikese kolmnurgaga varustatud nuppu all hoides avaneb alamkäske sisaldav nupurida. Peale käsu valikut tuleb ekraanile ilmuvast dialoogkastist või käsurealt teha edasine valik.

1.5 Käskude (Command) tühistamine.

Võib toimuda järgnevalt:

♦ **ESC** – klahv peatab täitmisel oleva käsu ja taastab uue käsu ootamise olukorra (Käsureal: **Command**);

♦ **Enter** klahv või **hiire parempoolne** nupp – lõpetab ACAD'i korduvad nõuded objekti valikuks ilma käsu täitmist katkestamata.

Nupp 1- **UNDO** – võimaldab tühistada viimase käsuga tehtu. Võib korrata mitu korda järjest, kuid tühistada saab ainult neid, mis on sooritatud viimase seansi jooksul ACADiga. Nupp 2- **REDO** – taastab eelnevalt UNDOga tühistatud käsud.



1.6 Ekraani juhtimise käsud.

Standardsel töövahendite ribal olevate uuesti ekraani pildi. Soovides ekraani pilti regeneereerida mälust tuleb **käsurealt** sisestada käsk: **Regen. 2**

Pan – võimaldab liigutada joonist ekraani suhtes.

3 Zoom In – suurendab joonise kuvamise astet. **4 - Zoom**

Out vähendab joonise kuvamise astet. **5 - Zoom Window**

suurendab aknaga valitud osa kuvamise astet **6 - Zoom**

All – toob ekraanile kogu joonisevälja.

1.7 Limits (piirid), Units (mõõtühikud)

Limits - käsk töövälja suuruse määramiseks. Tööväljal on kasutaja poolt määratav ristkülikukujuline ala. Näidata tuleb vasakul all ja üleval paremal nurkades asuvad punktid. Kuigi ACAD'is saame kasutada piiramatud joonestusvälja, on kasulik piirata töötamise tsooni mille ületamisel ACAD meile seda teadustab. Piiride määratakse Menüüribalt Data/DrawingLimits või käsurealt käsuga "Limits".

Units. ACAD on universaalne (geoloogid, arhitektid, masinaehitajad, peenmehaanikud jt). Joonestamine paberile on seotud paberilehe suurusega, sellepärast paberile joonestamisel kasutatakse vähendus/suurendus mastaape. ACAD'i kasutades võib alati joonestada mastaabis 1:1. Kui on vaja saada joonis paberile mõnes teises mastaabis, siis saab seda teha enne väljastamist. Ekraanil kasutatakse tinglikke mõõtühikuid, mida operaator saab kasutada nii millimeetritena kui ka kõigi teiste mõõtühikutena (m, km, toll jt). Seadistus toimub dialoogaknas mida avatakse menüüribalt: Data/Units või käsurealt käsuga "Units". Nurga 0° suund on ida ja positiivne nurk kellaosuti vastassuund.

1.8 Joonestamise režiimid ja abikäsud (Drawing Aids).

Menüüst Options / Drawing Aids

♦ **Ortho** – võimaldab joonestada ainult koordinaattelgedega paralleelseid jooni. (**F8**)

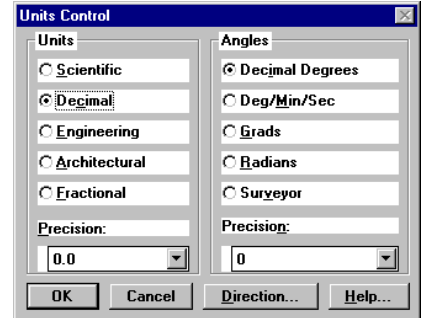
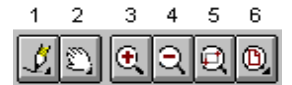
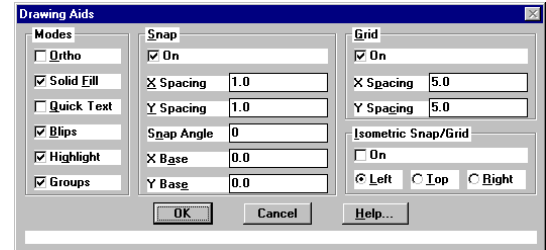
♦ **SolidFill** – kuvab solid (hulknurga), trace (riba), donut, laia Pline'i seest värvitult/värvimata.

♦ **Blips** – ajutiste markerite ekraanile kuvamine/ei

♦ **Snap** - kursori liikumine sammhaaval või ei. Samm (spacing) tuleb sisestada allpool. (**F9**)

♦ **Grid** - Loob ekraanile "võrgu" punktidest abiks joonestusele. Sisestada tuleb samm.

♦ **IsometricSnap/Grid** - Isomeetriselise režiimi kuvamine



Teema 2 Joonestamine koordinaatide sisestamisega klaviatuurilt.

2.1 Koordinaatide sisestamise moodused ja nende tüübid.

Koordinaatide sisestamine ACADis võib toimuda kahel moodusel:

- ♦ **graafilise kursori kasutamisega** mida liigutatakse ekraanil osutamise seadme (hiir, digitaierlaud jt) abil. Hiire vasempoolse nupu vajutusel sisestatakse koordinaadid, seejuures olekureal on toodud nende numbrilised väärtused. Olekureal koordinaate kuvatakse **dünaamilisena** (näitab kursori hetkeasendit), **staatilisena** (näitab valikuhetke koordinaate) või kujul: **valiku vahekaugus < nurk** (kuvatakse olekureal objekti joonestamisel). Staatilise/dünaamilise kuvamise ümberlülitus klahviga <F6> või klahvidega **CTRL +D**. Joonestamist kergendavate režiimide ORTO (**F8**) ja SNAP (**F9**) sisse/väljalülitamist saab teostada ka olekurealt (vaata ka punkt 1.8)

Peale hiire nupu vajutust võib jääda ekraanile väike ristike (marker), mis kaob peale kujutise ekraanil liigutamist (ümberjoonestamist) või käskudega **Redraw** või **Regen**. Nende ajutiste markerite kuvamist/väljalülitamist vaata punkt 1.8 **Blips**.

- ♦ peamiselt kasutatakse tehnilises joonestamises **koordinaatide** (tasapinnalise-2D) **sisestamist klaviatuurilt**, kuna see moodus võimaldab koordinaatide täpset sisestamist (kuni 14 arvukohaga).

ACADi käsuraale kirjutatavad **ristkoordinaadid** (Descarde'i) võivad olla: **absoluutkoordinaadid X,Y** (koordinaatide nullpunkt [abs. Null] asub joonestusala vasakul all nurgas) või **suhtelised koordinaadid @X,Y** (nullpunkt on liikuv, st. nullpunktiks võetakse viimasena kasutatud koordinaatpunkt); märk @ (ASCII kood Alt+64) näitab, et koordinaadid on suhtelised. Absoluutsed **polaarkoordinaadid** kirjutatakse **L< α** ja suhtelised **polaarkoordinaadid @L< α** (kus L – joonestatava objekti pikkus (näit sirglõik) ja α nurk (nurka loetakse positiivseks X-tele positiivsest sihist vastupäeva)

Töötamisel UCS koordinaatsüsteemis saab sisestada WCS koordinaate kasutades märki *.
Näited: 20.5,237.17 – absoluutsed ristkoordinaadid X=20.5 ja Y=237.17 möödetud ACADi absoluutsest nullpunktist; *20.5,237.17 WCS koordinaadid töötamisel UCS süsteemis.

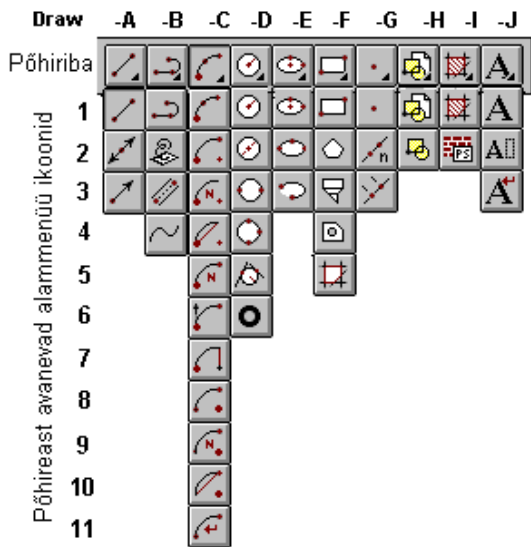
@20.5,-237.17 – suhtelised ristkoordinaadid st. viimasele sisestatud koordinaadi Xile on juurdekasv 20.5 ja Y koordinaadi vähenemine on 237.17 ühikut.

20.5<237 – absoluutsed polaarkoordinaadid st. lõik pikkusega 20.5 ühikut ja nurk 237° loetud X-tele positiivsest suunast kellaosuti liikumisele vastassuunas.

@20.5<-237 – suhtelised polaarkoordinaadid st. lõik pikkusega 20.5 ühikut ja nurk 237° loetud X-tele positiivsest suunast kellaosuti liikumise suunas.

2.2 Menüü Draw ikoonide selgitus.

Menüüst Tools/Toolbars/Draw töövahendite riba



Punktis 1.4 toodud käskude sisestamise moodusest on algajale kõige kergemi omandatav käskude valik ikoonidega varustatud töövahendite gruppide ribadelt. Edaspidine viide tekstis: Line (vaata ikoon Draw-A1) osutab menüüst Tools/Toolbars/Draw avatavast põhiribast veeru **Draw-A** alammenüü ikooni number 1.

D-A1 Line 0-laiusega sirglõik. *Command:* *_line From point*. Close (sulgub alguspunkti); ENTER(jätkab joont)

-A2 **Construction Line** mõlemis suunas lõpmatu sirge, kasutatakse objektide konstrueerimisel.

-A3 **Ray** punktist alates ühes suunas lõpmatu sirge (kiir), mida kasutatakse objektide konstrueerimisel.

D-B1 Polyline Sirgetest ja kaartest etteantud jämedusega polüjoon. Peale alguspunkti määramist saab valida: Arc(kaar), Close(sulgub alguspunkti), Halfwidth(poollaius), Length(pikkus), W(laius), Line(sirglõik).

-B2 **3D-Polyline** Joonestab ruumilise polüjoone sirglõikude segmenditest.

-B3 **Multiline** Joonestab etteantud vahega(scale) paralleeljooni. Justification (sisestus punktide asukoht).

-B4 **Spline** Joonestab sujuva kõverjoone läbi antud punktide

D-C1 Arc 3-points 0-jämedusega kaar läbi 3e punkti.

-C2 **Arc Start Center End** 0-jämedusega kaar läbi alguspunkti ja kaare lõpppunkti, määratud tsentriga.

-C3 **Arc Start Center Angle** 0-jämedusega kaar läbi alguspunkti, tsentri ja kesknurga järgi.

-C4 **Arc Start Center Length** 0-jämedusega kaar läbi alguspunkti, tsentri ja kõõlu pikkuse järgi.

-C5 **Arc Start End Angle** 0-jämedusega kaar läbi alguspunkti ja kaare lõpppunkti, määratud keskurgaga.

-C6 **Arc Start End Direction** 0-jämedusega kaar läbi algus- ja lõpppunkti, määratud puutuja suunaga.

-C7 **Arc Start End Radius** 0-jämedusega kaar läbi alguspunkti ja kaare lõpppunkti, määratud raadiusega.

-C8 **Arc Center Start End** 0-jämedusega kaar määratud tsentriga läbi alguspunkti ja kaare lõpppunkti.

-C9 **Arc Center Start Angle** 0-jämedusega kaar tsentri ja kesknurga järgi läbi alguspunkti.

-C10 **Arc Center Start Length** 0-jämedusega kaar tsentri ja kõõlu pikkuse järgi, läbi alguspunkti.

-C11 **Arc Continue** jätkab viimati sisestatud punktist kaare joonestamist.

D-D1 Circle Center Radius 0-jämedusega ringjoon, määratud tsentri ja raadiusega.

-D2 **Circle Center Diameter** 0-jämedusega ringjoon, määratud tsentri ja diameetriga.

-D3 **Circle 2 point** 0-jämedusega ringjoon läbi 2e punkti (diameetri otspunktid).

-D4 **Circle 3 point** 0-jämedusega ringjoon läbi 3e suvalise punkti.

-D5 **Circle Tan Tan Radius** 0-jämedusega ringjoon määratud raadiusega, mis on puutujaks 2ele objektile

-D6 **Donut** Rõngas sise- ja välisläbimõõduga. *Command:* *Fillmode: 0* (seest värvimata), *1* (värvitud)

D-E1 Ellipse Center 0-jämedusega ellips antud tsentri ja pooltegedega.

-E2 **Ellipse Axis End** 0-jämedusega ellips antud telje ja poolteljega. Isocircle (ring isomeetrias)

-E3 **Ellipse Arc** 0-jämedusega ellips antud tsentri ja pooltegedega kaare lõpppunktide alusel. Isocircle.

D-F1 Rectangle 0-jämedusega ristkülik 2e diagonaalservas asetseva nurga järgi.

-F2 **Polygon** Korrapärane hulknurk. Küsitakse: külgede arvu; Center/Edge (hulknurk serva või tsentri järgi) ja kas joonestada hulknurk ringi sisse (Inscribed) või välja (Circumscribed).

-F3 **2D Solid** 3e-, 4ja-nurksed seest värvitud(fillmode=1) või värvimata (fillmode=0) kujundid. Nurga punktide näitamise järjekord tähtis.

-F4 **Region** Moodustab LINE ja POLYLINEiga joonestatud kinnisestest objektidest **regiooni** (piirkonna).

-F5 **Boundary** Määrab piirkonna kattuvatest regioonidest või kinnise POLYLINEiga piiratud objektidest (kasutatakse näiteks viirutuseks).

D-G1 Point 0-mõõdudega punkt. Kasutatakse osutamiseks (ringi keskpunkt jt). PDMODE - punkti sümboli kuju, PDSIZE - selle sümboli suurus.

-G2 **Divide** Jagab primitiivi (sirglõik, kaar, ring, pline jt) etteantud arvuks võrdseks osaks paigutades märgi (või ploki jagamise kohtadesse).

-G3 **Measure** Paigutab märgid (ka plokid) pikki objekti (sirglõik, kaar, ring, pline jt) etteantud vahemikuga.

D-H1 Insert Block Käsuga BLOCK moodustatud kujundi sisestamine joonisesse.

-H2 **Block** Moodustab graafikaelementidest kujundi, mida käsitletakse kui tervikut (kustutamisel, liigutamisel, sisestamise jne – näiteks joonise kirjanurk, elektriline sümbol jt)

D-I1 Hatch Viirutusel on 3 erinevat viirutamise stiili: Normal (viirutatakse üle ühe teineteise sees asetsevad kinnised kontuurid), Outer (viirutatakse ainult väline kinnine kontuur), Ignoring (viirutamisel ignoreerib sisemisi kontuure)

-I2 **Post Script Fill** Täidab viirutusega 2-D polyline kontuuri PostScript formaadis näidisega.

D-J1 Mtext Paragrahvi teksti sisestamine. Tuleb määrata pind kuhu kirjutatakse tekst dialoog kasti abil.

-J2 **Dtext** Joonisele soovitud kõrguse, kalde ja suunaga teksti kandmine.

-J3 **Single-Line Text** Joonisele teksti kandmine, mis tuuakse ekraanile alles peale käsu lõpetamist.

Teema3 Joonestamine OSNAPi (Object Snap) kasutamisega.

3.1 Koordinaatide sisestamise sidumine objektidega.

Uute objektide koordinaatide sisestamisel võib neid siduda juba joonisel olevate objektide geometriaga. Sellist sisestamise moodust nimetatakse **objektidega sidumiseks**. See võimaldab **täpselt** näidata selliseid punkte nagu näiteks lõigu või kaare keskpunkti, kaare või ringi tsentrit, kaare ja sirglõigu puutepunkti jne. On arusaadav, et neid punkte pole võimalik määrata lihtsa ekraanil hiiriga punkti näitamise teel.

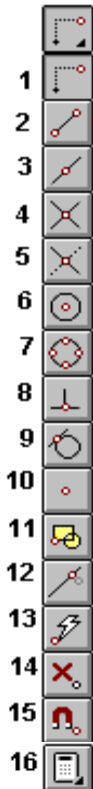
Iga kord kui ACAD küsib punkti tuleb aktiveerida objektidega sidumise mehhanism. Ristikujuulisele kursorile lisatakse seejuures ruudukujuline sihik objekti valimise kergendamiseks.

Objektidega sidumine pole iseseivad käsud vaid nad toimivad ainult mingi käsu sees, võimaldades osutada graafiliste objektide iseloomulikele punktilede.

3.2 Menüü OSNAP ikoonide selgitus

Menüüst **Tools/Toolbars/Object Snap** saab ekraanile tuua Object Snap'i ümberpaigutatava töövahendite riba. Sama töövahendite riba avaneb Standardse töövahendite ribal allpool näidatud ikooniga nupule vajutamisel.

OSNAP-A



1 From Võimaldab määrata vajaliku punkti asukoha mingi teise punkti suhtes.

2 Endpoint Haarab joone

või kaare lähimast lõpp-punktist

3 Midpoint Haarab joone

või kaare keskpunkti

4 Intersection Haarab joone, kaare või ringjoone omavahelistest lõikepunktidest

5 Apparent Intersection Haarab joone, kaare või ringjoone oletatavast omavahelisest lõikepunktist.

6 Center Haarab kaare või ringjoone tsentrist.

7 Quadrant Haarab kaare või ringjoone lähimast kvadrantpunktist (punktid 0°, 90°, 180°, 270° kohal)

8 Perpendicular Haarab joone, kaare või ringjoone punktist, mis moodustab normaali ühele nimetatud objektist.

9 Tangent Haarab kaare või ringjoone punktist, mis moodustab puutujai ühele nimetatud objektist

10 Node Haarab punktobjektist, mis on joonestatud käsuga Point.

11 Insertion Haarab ploki, teksti, atribuudi või atribuudi definitsiooni sisestuspunktist.

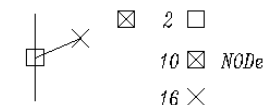
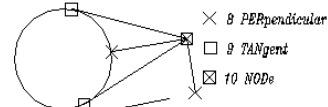
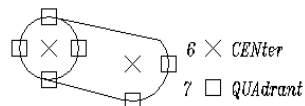
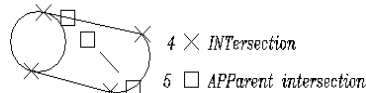
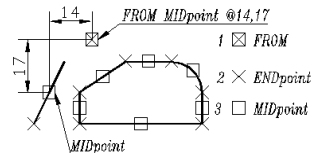
12 Nearest Haarab joone, kaare, ringjoone või punkti kursorile lähemalasuvast punktist.

13 Quick Täiendav valik eelnevaile. Haarab esimese leitud punkti, mis rahuldab valikut.

14 None Katkestab viimasena tehtud valiku, ei haara kinni ühestki punktist.

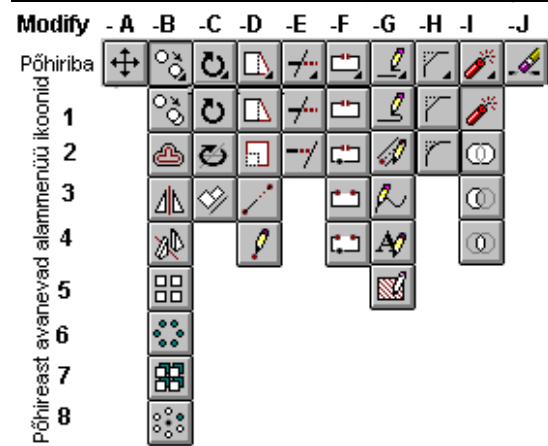
15 Running ObjectSnap Valiku teostamine Running ObjectSnap dialogakna abil.

16 Calculator Lubab punkti määramiseks kasutada matemaatilisi avaldusi või teostada arvutusi.



LINE From point: MID
TO point: Valida calculator
>>Expression: (MID+NOD)/2
Select entity of MID snap
Select entity of NOD snap

3.4 Menüü Tools/Toolbars/Modify ikoonide selgitus



Edaspidine viide tekstis: Rotate (vaata ikoon Modify-C1) osutab Menüüst Tools/Toolbars/Modify avatavast põhiribast 3ndast veerust alammenüü nuppu number1.

Käsk U (Undo) tühistab viimase käsuga tehtu. Käsku U võib korrata ka mitu korda järjest kuni jooksva seansi alguseni.

-A Move Valitud elementide liigutamine teise kohta joonisel.

-B1 Copy Object Valitud objektide kopeerimine.

-B2 Offset Valitud objektiga sarnase objekti moodustamine objekti punktide paralleelnihke teel.

-B3 Mirror Objektist peegelkujutise saamine, eemaldades või säilitades seejuures originaali.

-B4 3D Mirror Ruumilise objektist peegelkujutise saamine 3D (3e dimensioonilises) ruumis.

-B5 Rectangular Array Mitme koopia saamine objektist paigutades need ristkoordinaat struktuurina.

-B6 Polar Array Mitme koopia saamine objektist paigutades need polaarkoordinaat struktuurina.

-B7 3D Rectangular Array Ruumilise (3D) Rectangular Array (ristkoordinaadistikus masiivi) saamine.

-B8 3D Polar Array Ruumilise 3D) Polar Array (polaarkoordinaadistikus masiivi) saamine.

-C1 Rotate Valitud objektide pööramine ümber määratava punkti.

-C2 3D Rotate Valitud objektide pööramine ümber määratava punkti 3D (3e dimensioonilises) ruumis.

-C3 Align Valitud objekti liigutamine, keeramine või kallutamine nii, et see joonduks teise objektiga.

-D1 Stretch Venitamine: valitud jooniseosa liigutamine nii, et säilib side ülejäänud jooniseosaga.

-D2 Scale Suurendab või vähendab objektide mõõtmeid. Kui sisestav arv 0..1 siis vähenadab, >1 suurendab

-D3 Lengthen Saab muuta kaare nurka või mitteduletud sirglõigu, kaare, polyline või spline pikkust.

-D4 Point Liigutab valitud punkti või Line'i otspunkti näidatud kohta.

-E1 Trim Valitud sirglõikude, kaarte-, või 2D polyline'ide lõikuvate joonte vaheliste osade eemaldamine.

-E2 Extend Objekti pikendamine kuni teise valitud objekti servani.

-F1 1Point Graafikaelemendi katkestamine valitud punktis.

-F2 1Point Select Eelnevalt valitud graafikaelemendi katkestamine valitud punktis.

-F3 2Points Graafikaelemendi kahe valitud punkti (või ühe punkti ja alguse) vahelise osa eemaldamine.

-F4 2Points Select Sama mis eelmine kui eelnevalt valitud graafikaelemendil.

-G1 Edit Polyline Võimaldab redigeerida Polyline joont.

-G2 Edit Multiline Võimaldab redigeerida Multiline'i.

-G3 Edit Spline Spline'i (sujuva kõvera) redigeerimine.

-G4 Edit Text Lubab redigeerida teksti dialoogakna kaudu.

-G5 Edit Hatch Lubab redigeerida viirutust dialoogakna kaudu.

-H1 Chamfer Faas: Kahe lõikuva sirge lühendamine näidatud kauguselt ristumiskohast ja nende lõikekohtade ühendamine sirgega.

-H2 Fillet Elementide (sirglõik, kaar, polyline segmentide) osade sujuv ühendamine antud raadiuse abil.

-I1 Explode Jagab ploki, 2Dpolyline'i või mõtekomplekti üksikuteks (millest nad koostatud) algosadeks.

-I2 Union Loob uue keha olemasolevate liitmise teel.

-I3 Subtract Loob uue keha olemasolevatest ühest kehast teise lahutamise teel.

-I4 Intersection Loob uue keha olemasolevate kehade ühisosa allesjätmise teel.

-J Erase Valitud objekti eemaldamine (kustutamine). Kustutatut ennistamiseks käsud: **OOPS** ja **UNDO (U)**

3.3 Objektide valimine.

Enamus käskudel on vajalik valida objektid.

Objektide valik võib toimuda lihtsalt kursoriga osutamise teel. Valik lõpetatakse **ENTER**, **tühiku** klahvi või **hiire parempoolse** klahvi vajutusega. Kui on valikus ekslikult osutatud valele objektile saab seda eemaldada valikust allavajutatud **Shift** klahviga teistkordselt objektile osutamiseks.

Aknaga valikul paremalt vasemale valitakse ainult need objektid mis täielikult asuvad valikuakna sees.

Aknaga valikul vasemale paremalt valitakse kõik objektid mis kasvõi osaliselt satuvad valikuakna sisse.

Teema 4 Lihtsad graafikaelemendid.

Selgituste osas on jäetud vaatemata need graafikaelemendid, millede kasutamine ei tekita raskusi.

4.1 Tekst joonisel.

Kõigil tekstiliikidel on järgmised ühised omadused: **joondumine** (justify) ja **kirjastiil** (style).

◆ **Joondumine (Jystify)** annab Dtext ja SingleLineText'ile alljärgneva valiku:

Align – tuleb sisestada 2 punkti, mis võetakse teksti alg- ja lõpp-punktiks. Teksti suurus sõltub tähtede arvust reas, sest tähtede mõõtkaava muudetakse proportsionaalselt nii, et kogu kahe punkti vahe on täidetud.

Fit – sama mis Align, kuid teksti kahe punkti vahele paigutamisel jäetakse teksti kõrgus muutmatuks. Tähe kuju muutub väljavenitatuks või kokkusurutuks. Sobib kirjanurkade täitmisel, sest tähe kõrguse muutmine paistab vähem ebakorrektsena ja horisontaalselt on ruum kirjanurgas piiratud.

Center – sisestatud punkt võetakse teksti alusjoone keskpunktiks ja tekst tsentreeritakse horisontaalselt.

Middle – sisestatakse punkt, mille järgi tsentreeritakse tekst nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt.

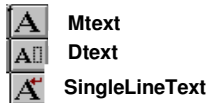
Start point – Näidatakse algpunkt (sõna vasakul all nurgas asuv punkt). On vaikimisi määratud võimalus.

Right – Näidatakse punkt (viimase sõna paremal all nurgas asuv punkt). Tekst sellest punktist vasakule.

TL, TC, TR, ML, MC, MR, BL, BC, BR – joondamise valikus tähendavad tähed:

T – Top (ülaser), L – Left (vasakserv); C – Center; R – Right; M – Middle; B – Bottom (alumine serv)

◆ **Style** - Kuna kõigil joonistel peab olema ühesugune 15° paremale kaldu normkiri siis tundides pole vajadust kirjatüüpi vahetada, küll kirja kõrgust. Normkirja nimi olgu Standard ja kui aga see on õpilaste poolt rikutud, siis taastamiseks või kõrguse muutmiseks. Menüüst: **Data/TextStyle** käsurea küsimusele: Text Stylename (or ?)<Standard>: kirjutada **Standard1** Edasi valida dialoogiaknast Fond file: ISOCP.shx; Height -<0.0>:3.5 (või 5, 7, 10, 14, 20); Width factor <1.0>: 1.0 (alla 1.0 saame kokkusurutud teksti ja vastupidi) Obliquing angle <0>: 15; Backwards <N>: N; Upside-down<N>: N. **Standard2**- sama ainultkõrgus 5 jne.



◆ **SingleLineText** Üherealise teksti info joonisesse sisestamiseks. Tekst ilmub joonisele käsurealt alles peale ENTER klahvi vajutust.

◆ **Dtext** (DynamicalText) on kõige paindlikum teksti (ka mitmerealise) sisestuseks. Näidates kursoriga teist kohta joonisel jätkatakse seal teksti sisestust edasi. Käsu lõpetamiseks 2 korda ENTER.

◆ **Mtext** (MultilineText) kasutatakse joonisel pikemate tekstide sisestamiseks

kus tekst rea lõppedes ise läheb järgmisele reale.

4.2 Polyline (PLINE).

Polyline (ikoon **Draw D-B1**) on muudetava paksusega joon (sirge kui ka kõverjoon) mida töödeldakse kui tervikut. Joonestamist alustatakse alati algpunkti määramisega ja alles seejärel antakse valik:

Kasulik on hiirega tömmata ekraani äärt nii, et oleks käsureale vähemalt üks rida ülespoole rohkem näha, sest midu võib pakutav valik jääda graafilise töötsooni ääre taha. Vaata järgmist pilti!



Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/ <Endpoint of Lines>:

Valiku teostamiseks aitab valiku sõnade suurelt kirjutatud tähed kirjutada käsureale.

Undo tühistab viimase käsu või väärtalt joonestatud joone.

Width – Tavaliselt peale alguspunkti näitamist ekraanil valitakse polyline'i laius W tähe sistamisega.

Joonisel lubatud **joonte jämeduste** rida: 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,4 ja 2

4.3 Päringud (Inquiry).

-A – Object Creation Avab dialoogakna millest saab valida objektile joonises olemasolevaid Värv, kihte, joonetüüpe ja tekstistiile.

-B – MultilineStyle Avab dialoogakna millest saab tuua joonisesse, valida olemasolevaid paljujoonelisi stiile, muuta neid jt omadusi, lisada jooni.

-C – Properties Avab dialoogakna milles saab muuta Värv, kihte,

joonetüüpe ja olenevalt objektis ka muid omadusi (vt järgmised tunnid).

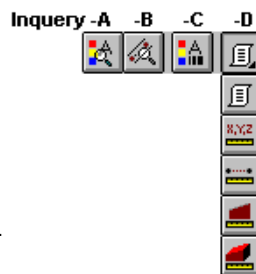
-D1 – List Toob info (pikkus, pindala, koordinaadid jt) valitud objekti kohta.

-D2 – Locate point (ID) Ekraanil valitud punkti koordinaatide kuvamine.

-D3 – Distance Pikkus, koordinaatide juurdekasv, nurk valitud punktide vahel.

-D4 – Area Arvutab pindala, ümbermõõdu objektile või defineeritud pinnale.

-D5.- MassProperties Arvutab piirkonna või tahkete ruumiliste objektide omadusi (pindalad, ruumalad, inertsmomendid jt). Vaata 3D objektide osast.



4.4 Joonise .004 ülesannete lühiselgitused.

Ülesanne 1

Etapp1: ARC (Draw-C9); <Center>:(Näidata kursoriga); <StartPoint>:@-10,0; <Include angle>: 270

Etapp2: Polyline (Draw-B1); <FromPoint>: (OSNAP-A1); <FromPoint>: (OSNAP-A6); <Cen of>: (Näidata kaart); <Offset>: @8.5,0 <Endpoint of line>: A(rc); <Endpoint of Arc>: R; <Radius>:8.5 <Endpoint>: @-17,0 <Endpoint of Arc>: CL(ose)

Etapp3: Polygon (Draw-F2); <Number of Side>: 6 , <Center of Polygon>: (OSNAP-A6); <Cen of>: (Näidata kaart/riingi); <I/C>: C; <Radius of Circle>: 15

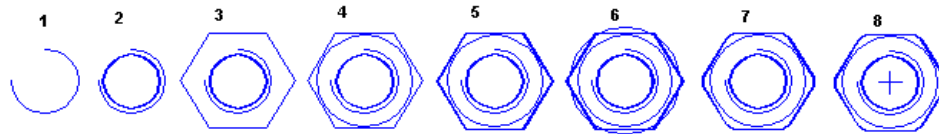
Etapp4: Circle(Draw-D1); <Centerpoint>: (OSNAP-A6); <Cen of>: (Näidata kaart); <Radius>: (OSNAP-A16); <Expressions>: 0.95*30/2

Etapp5: Edit Polyline (Modify-G1); (Näidata kuuskanti); <X>: W(idth); <New width for all segments>: 0.35

Etapp6: Circle(Draw-D1); <Centerpoint>: (OSNAP-A6); <Cen of>: (Näidata kaart); <Radius>: D; <Diameter>:33.3

Etapp7: TRIM(Modify-E1); <Select Object>: (Valida aknaga kogu mutter); (Näidata välisringi osad ja kuuskandi teravad osad mida trimmida); Soovitatav F9 klahviga Snap välja lülitada.

Etapp8: Analoogselt Etapp5-ga mutri ümardused muuta laiuseks 0.35 ja käsuga DIM-H (CenterMark)



Ülesanne 2

1 objekt:Noolega kaare joonestamine;

Polyline(Draw-B1); <From point>: (Näitame alguspunkti); <Endpoint of lines>: W ; <Starting width 0.0>: 10 <Ending width 10>: 1 ; <Endpoint of Line>: A(rc); <Endpoint>: R ; <Radius>: 15; <End point>: @30,0 ; <Endpoint of arc>: L(ine); <Endpoint of Line>: W ; <Starting Width 1>: 10; <Ending width>: 0; <End point of Line>: @0,7.5

2e objekt joonestada iseseisvalt analoogia alusel 1se objektiga. Kui on vajadus Polyline-Arc (kaare) joonistamisel kasutada suunda kellaosuti liikumise suunas saab seda teha Polyline-Arc valikust D(Direction) suuna näitamisega.

Ülesanne 3

Rectangle (Draw-F1) joonestatakse viimase Polyline(Draw-B1) joone laiusega, sellepärast enne risküliliku joonestamist muuta polyline joone laius nõutavaks. Juba joonestatud risküliliku joonelaiust muudetakse

EditPolyline (Modyfy-G1) käsuga. Ülejäänud teksti joonestamist vaata punkt 4.1.

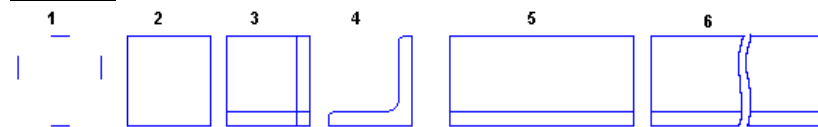
Ülesanne 4

Nõutud suurused saab teada järgnevalt:

Pindala ja ümbermõõdu saab teada **List** (Inquery-D1) päringust. Tuleb ainult näidata objekt.

Distantsi ja näidatud punktide vahelise **kauguse summat** saab teada **Distance** (Inquery-D3) päringust. Tuleb olla tähepaneliik millist punkti enne näidata, sest see võetakse ka nurga tipuks.

Ülesanne 5



Etapp1: Offset (Modify-B2); <Through>: 25 ;<Select object> (Näidata kursoriga mida kopeerida); <Side to offset>: (Näidata kursorkuuse poole kopeerida) ;<Select object> Korrata offset'i ka teise lõiguga.

Etapp2: Chamfer (Modify-H1);<Select first line>:D(istance); <Enter first .. 10>: 0 ; <Enter second .. 10>: 0 ;

Uuesti käsk Chamfer hiire parema klahviga klõpsuga. (Näidata ristuvad lõigud – mida siis pikendatakse)

Etapp3:Offset(Modify-B2); <Through>: 4 ;<Select object> (Näidata kursoriga mida kopeerida); nagu Etapp1

Etapp4: 1.2mm raadiuse seadistamine.**Fillet**(Modify-H2); <Select first object>:R(adius); <Enter radius>: 1.2;

Uuesti käsk Fillet. (Näidata ristuvad lõigud – mida ümardada 1.2mm). Korrata Etappi4 raadiusele 3.5

Etapp5: Kopeerida küljed, Line käsuga ühendada otsad ja Offset käsuga 4mm alumise joone kopeerimine.

Etapp6: Käsitsoon menüüst: Tools/Toolbars/Miscellaneous/Sketch: <Record increment 1.0>: 0.1 ;

(Tõmmata käsitsoon altpoolt ülespoole ja joone lõpetamiseks kohe hiire parempoolne nupp).

Lõpuks **Trim** (Modify-E1) käsitsti katkestusjoonte vahelised osad.

Teema 5 Objekti omaduste

5.1 Objekti omaduste muutmine.

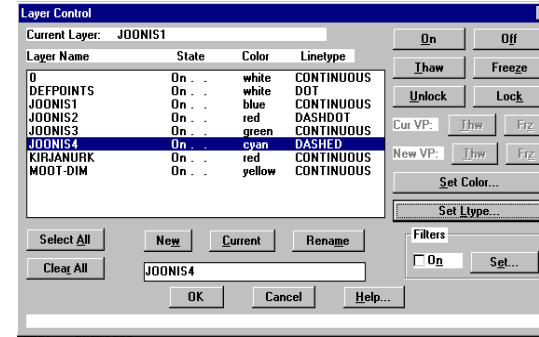
Kõiki graafikaelemente iseloomustavad järgmised ühised lihtsamad omadused: värvus, joonetüüp ja kuulumine kindlasse kihti.

Järgnevas teemas vaadeldakse juba joonestatud objektide ülalnimetatud omaduste muutmist.

- 1 Uue ja jooksva kihi tegemine, ümbernimetamine.
Kihi lukustamine; nähtavaks ja nähtamatuks tegemine
- 2 Jooksva kihi:
Lukustus / lukustusest vabastamine. Kiht on nähtav kuid ei saa redigeerida. Kõll saab kihti täiedavalt joonestada.
Thaw(Nähtav) / Freeze(Nähtamatu).
- ON (Nähtav) / OFF (Nähtamatu)
Näitab jooksva kihi värvust.
Näitab jooksva kihi nime. Joonestamine toimub alati jooksvasse kihti.

- 3 Avab akna, millest saab valida joonestavale objektile värvu olememata kihi värvusest.
- 4 Avab joonises kasutatava joonetüüpide dialoogakna.
Uue joonetüübi joonisesse toomine.
- 5 Joonestata objekti joonetüübi valik olememata kihi joonetüübist
- 6

8 Properties Avab dialoogakna, kus saab muuta:
Värvi, kihti, joonetüüpi



5.2 Kuidas muuta olemasoleva objekti omadusi (värv, kiht, joonetüüp)

1 Valida objekt (joon, ring jne)

2 Nupuga nr. 8 Properties avanevas dialoogaknas ModifyProperties muuta vastavalt värvu, kihti, joonetüüpi või joonetüübi mõõtkava (Linetype Scale) muutes selle 10 ks.



5.3 Kuidas muuta olemasoleva joone laiust

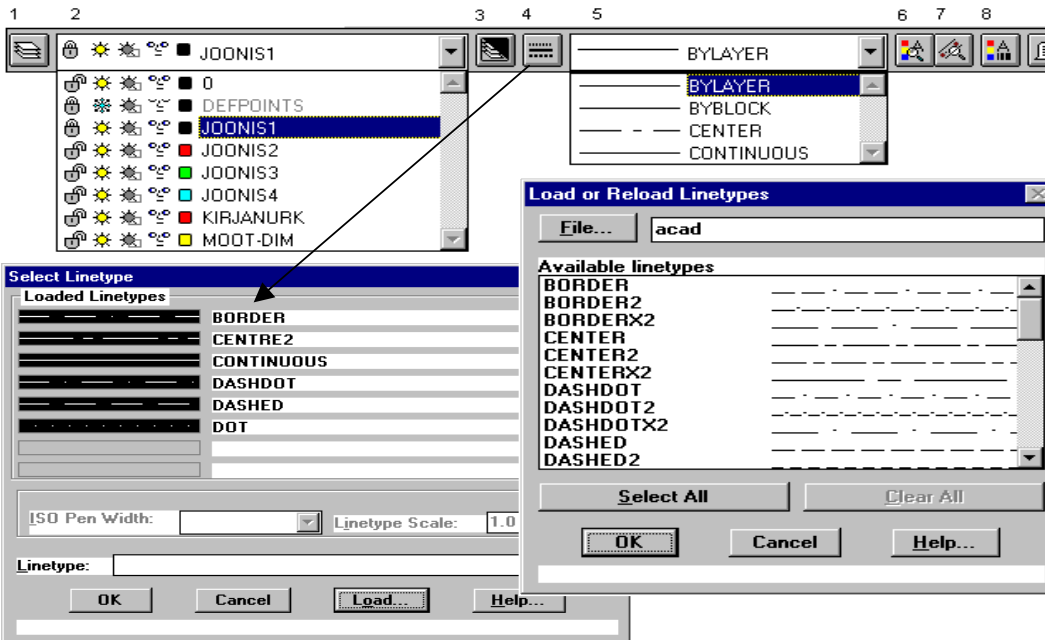
1 Valida joon

2 Nupuga EditPolyline käsureal tekkivale küsimule:

See objekt pole polyline, kas muudame selleks <Y> : Vastata Y

2 Tekkivast käsurea menüüst valida : W(idth)

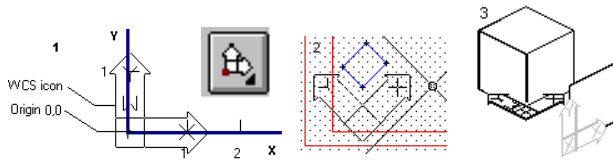
Järgnevalt anda vajalik joone paksus.



Teema 6 Traditsioonilise joonestamise võtete kasutamine arvutil

6.1 Koordinaatide süsteem.

ACAD'is kasutatakse ristkoordinaatide süsteemi ja ka kõik koordinaadid säilitab ACAD selles koordinaatsüsteemis, mida nim. **WCS** (World Coordinate System). WCS nullpunkt asub vasakul all ning X-ja Y- teljed on paralleelsed ekraani

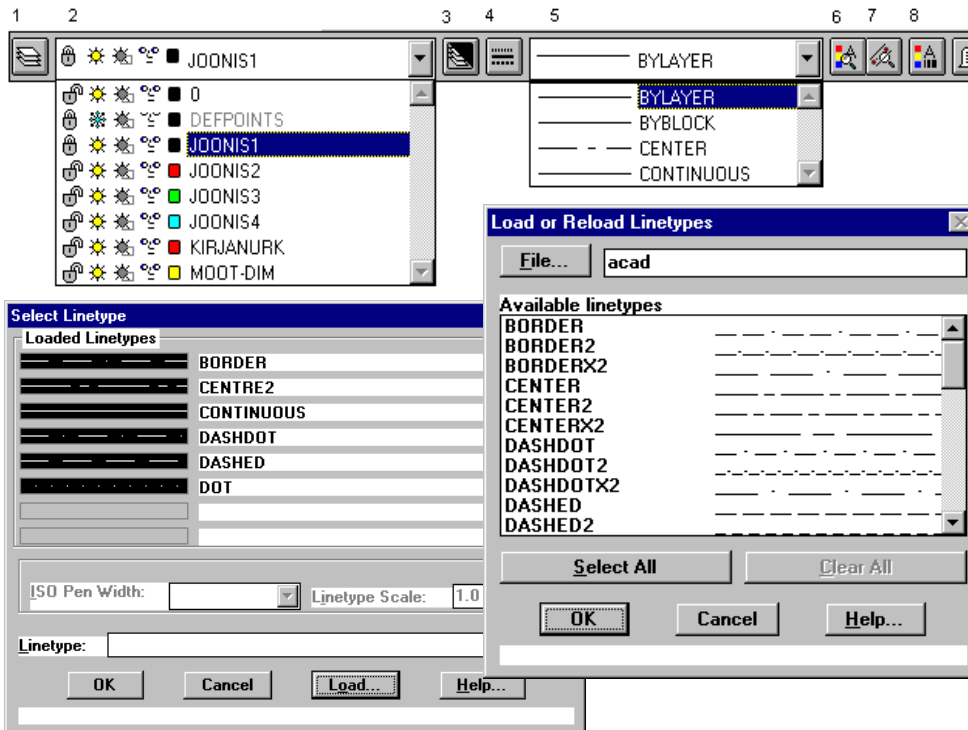


äärtega (vt. pilt1) Z- telg on suunatud (kruviireegel) vaataja poole WCS ikoonil. Kasutajal võimalus luua ja salvestada erinevate nimede all ka oma koordinaatsüsteeme –**UCS** (User CS – ikoonil puudub **W** täht) vt. pilt 2, 3. Ekraani vasakul all on pidevalt jooksva koordinaatide süsteemi ikooni. Kui ikoon asetseb WCS või UCS alguspunktis (0,0) on ikoonil rist. Kui ikoon omandab katkendliku pliitsi kuju siis X,Y-tasapind on risti vaatenurgaga (ekraaniga) ja see hoiatab, et hiirega koordinaatide sisestamine on ebasoovitav.

◆UCS luuakse järgmiselt: Standard töövahendite ribalt nupuga (pildilt 1 sisaldab palju alammenüüsid) või menüüribalt: View/Set UCS/Origin.

6.2 Graafikaelementide omadusi.

Kõiki graafikaelemente iseloomustavad teatud omadused. Kõige lihtsamad nendest on värv ja joone tüüp. Lisaks nendele on aga ACADis veel omadused, nagu kuuluvus kihti, tase ja kõrgus. Kuna kaks viimast iseloomustavad ruumilisi detaile, siis vaadeldakse neid hiljem. Kõiki neid omadusi saab muuta menüüst Tools/Toolbars/ObjectProperties avatavast töövahendite ribast (vaata 1.3).

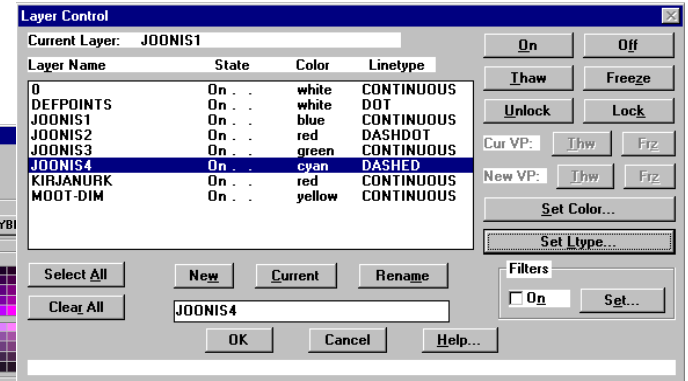
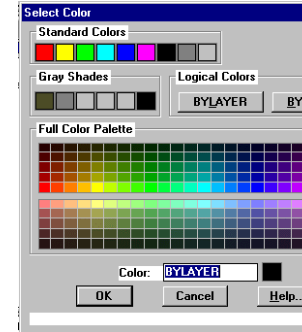


Igale objektile tema joonestamisel saab määrata joone tüübi ja selle värvuse.

◆Joonetüübi **nupp 4** avab joonises kasutatavate joonetüüpide dialoogkasti (Select Linetype), millest saab valida joonestuseks vajalikke joonetüüpe. Joonetüübi mõõtkava (LinetypeScale) suurendades saab joonisesse tuua sobiva punkte ja kriipse kasutatavate joonetüübi. Kui ei leia sellest dialoogkastist sobivat

avatatakse nupuga Load (SelectLinetype dialoogkasti) ACAD'is olevad joonetüübid, millest saab vajalikke tuua joonisesse.

◆ **Nupp 3** (ColorControl) avab dialoogkasti (Select Color), millest saab valida joonestatavale joonele värvi olenemata kihi värvusest.



Kihti (nagu läbipaistvaid kilesid) võib vaadelda kui joonise osa, millel asub teatud hulk teatud gruppi koondatud elemente (möödud; abijooned; kirjanurk; tekstiline osa; koostu iga detail eraldi jne). 0-kihti ei saa ümber nimetada ja see on mõeldud spets. otstarveteks nagu plokkide joonistamiseks jt. Tavalist joonestamist ei ole soovitatav sooritada 0-kihis.

◆Töövahendite ribas (vaata 1.3) **nupu 1** poolt avatavas **LayersControl** dialoogkasti olevate nuppude otstarve, mille abil on võimalik sooritada järgnevat operatsiooni:

Nupp **New** – võimaldab uusi kihti joonisesse teha ja valida sellele Statusse, Värvuse(Color) ja Linetype'i.

Nupp **Current**. Valides kihti ja vajutades siis Current nupule muutub see kiht aktiivseks – edaspidi joonestatakse selles kihis.

Nupp **Rename** abil saab olemasolevaid kihte ümber nimetada.

Nupud **SelectAll** ja **ClearAll** võimaldava vastavalt kõike kihte korraga valida või valik tühistada.

Nupud **On** ja **Off** teevad kihtides joonestatud vastavalt nähtamatuks või jälle nähtavaks, kuid ka nähtamatus kihis objektid on joonise osad ja võtavad osa joonise regenereerimisel.

Nupud **Thaw** ja **Freeze** vastavalt külmutavad või sulatavad kihtides joonestatu see tähendab Freeze korral on kihis joonestatu mitted nähtav ja ei osale regenereerimisel.. ZOOM käskude kasutamisel kiirus suureneb.

Nupud **Lock** ja **Unlock** vastavalt blokeerib või vabastab kihtides joonestatu blokeeringust. Kihi Freeze oleku korral (ei saa nendes olevate objektidega operatsioone teha kuigi kihtides joonestatu on nähtav) saab sellesse kihti objektide juurde joonistada, teha selles olevate kohta päringuid jt.

Nupp **Set Color** avab ülaltoodud SelectColor dialoogkasti.

Nupp **Set Linetype** avab ülaltoodud Select Linetype dialoogkasti.

◆Töövahendite ribas (vaata 1.3) **nupu 2** poolt avatakse **LayersControl** allalangev menüü ikoonidega mis on otstarvelt sama kui **nupu 1** poolt avatav, kui kasutatakse kiireks valikuks ja muudatuste tegemiseks kihis.

◆Töövahendite ribas (vaata 1.3) **nupu 5** poolt avatakse **LinetypeControl** allalangev menüü ikoonidega mis on otstarvelt sama kui **nupu 4** poolt avatav.

◆Töövahendite ribas **nupu 6** poolt avatakse objekti loomisel värvuse, kihi, joonetüübi, teksti stiili jt kiirendatud korras valikuks.

◆Töövahendite ribas **nupu 8** poolt avatavas **ModifyProperties** dialoogkasti saab juba loodud objektide ülalnimetatud omadusi muuta.

◆Töövahendite ribas **nupu 9** poolt avatavas "Teksti ekraanil" tuuakse valitud objekti kõik ülalnimetatud omadused ja lisaks selle objekti geomeetriselised omadused.

Tund 7 Dimensioneerimine joonisel.

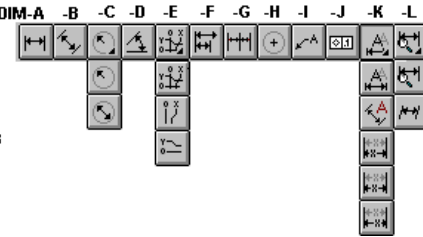
7.1 Dimensioneerimine ACAD'is.

Käsitsi joonestamisel on mõõtude joonisele kandmine üks vastutusrikas ja tömahukas protsess. Masinprojekteerimisel on seda protsessi suures ulatuses automatiseeritud tuues sisse spetsiaalse primitiivi – dimension. Primitiiv dimension ACAD'is võib koosneb tegelikult mõõtjoonest, mõõtjoone otstest, distantsjoonest, mõõtjarvudest, hälvetest, viitejoonest, tsentri või telgjoone markerist, alternatiivsest mõõtühikust (mm mõõdu järel sulgudes tollis mõõt) ja tekstist. Nendeks osadeks jaguneb ka primitiiv dimension peale EXPLODE (lõhkuma) käsku kaotades seejuures oma spetsiaalsed omadused. Seoses ülalnimetatuga on vaja ACAD'i dimensioneerimise režiimi vaja seadistada nn. muutujate abil, mis on olnud standardite erinevusest, joonestuse valdkonnast ja samuti isegi samal joonisel konstruktori soovist.

7.2 Mõõtude automatiseeritud joonisele kandmine.

Joonestamine toimub ACAD'is reeglina 1:1 mõõtkaavas või ACAD'ile teada antud muutujana (DIMSCALE) teises mõõtkaavas. Kui on joonestamisel kasutatud koordinaatide klaviatuuri sisestamist ja OSNAP'i käske siis võib lasta ACAD'i genereerida sisestatud koordinaatide järgi joonisele vajalikud mõõdud.

7.3 Menüü Tools/Toolbars/Dimension ikoonide selgitus.



- A Linear – mõõtejooned paralleelsed X,Y-telgedega
- B Aligned – " " " " sirge alg-, lõpp-punktiga
- C1 Radius – tekib tekstita ringile, kaarele raadiuse mõõte
- C2 Diameter – " " " " ringile, kaarele diameetri mõõte
- D Angular – 2e sirge või 3e punkti vaheline nurk
- E1 Automatic – X ja Y koord. UCS(WCS) 0-punkti
- E2 X-Datum – X koordinaat UCS(WCS) 0-punkti
- E3 Y-Datum – Y koordinaat UCS(WCS) 0-punkti
- F Baseline – jätkab mõõte eelmise mõõdu algpunktist
- G Continue – " " " " " " lõpp-punktist
- H Center Mark – ringi, kaare tsester või telgjooned
- I Leader – Viitejooned
- J Tolerance – gemeetrislike hälvete sümbolite lisamine
- K1 Home – mõõte tekstiosa joondumine vaikimisi asendisse
- K2 Rotate – mõõte tekstiosa redigeerimine: pööramine
- K3 Left – mõõte tekstiosa redigeerimine: joondumine vasemale
- K4 Center – mõõte tekstiosa redigeerimine: " " tsestrisse
- K5 Right – mõõte tekstiosa redigeerimine: " " paremale
- L1 Dimension Style – Dialogaken DIM stiilide muutmiseks
- L2 Oblique Dimension – mõõtegarbriitjoonte muutmine viltuseis

-H Center Mark – ringi, kaare tsester või telgjooned

-I Leader – Viitejooned

-J Tolerance – gemeetrislike hälvete sümbolite lisamine

-K1 Home – mõõte tekstiosa joondumine vaikimisi asendisse

-K2 Rotate – mõõte tekstiosa redigeerimine: pööramine

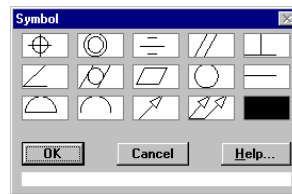
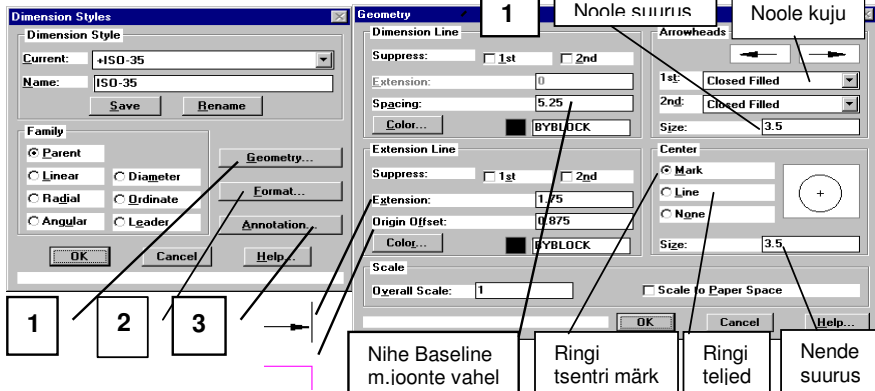
-K3 Left – mõõte tekstiosa redigeerimine: joondumine vasemale

-K4 Center – mõõte tekstiosa redigeerimine: " " tsestrisse

-K5 Right – mõõte tekstiosa redigeerimine: " " paremale

-L1 Dimension Style – Dialogaken DIM stiilide muutmiseks

-L2 Oblique Dimension – mõõtegarbriitjoonte muutmine viltuseis

1 Noole suurus

2 Noole kuju

3 Nihe Baseline m. joonte vahel

4 Ringi tsestri märk

5 Ringi teljed

6 Nende suurus

ACAD'is on võimalik saada järgmised spetsiaalsed sümbolid:

∅ - kirjutades %%c

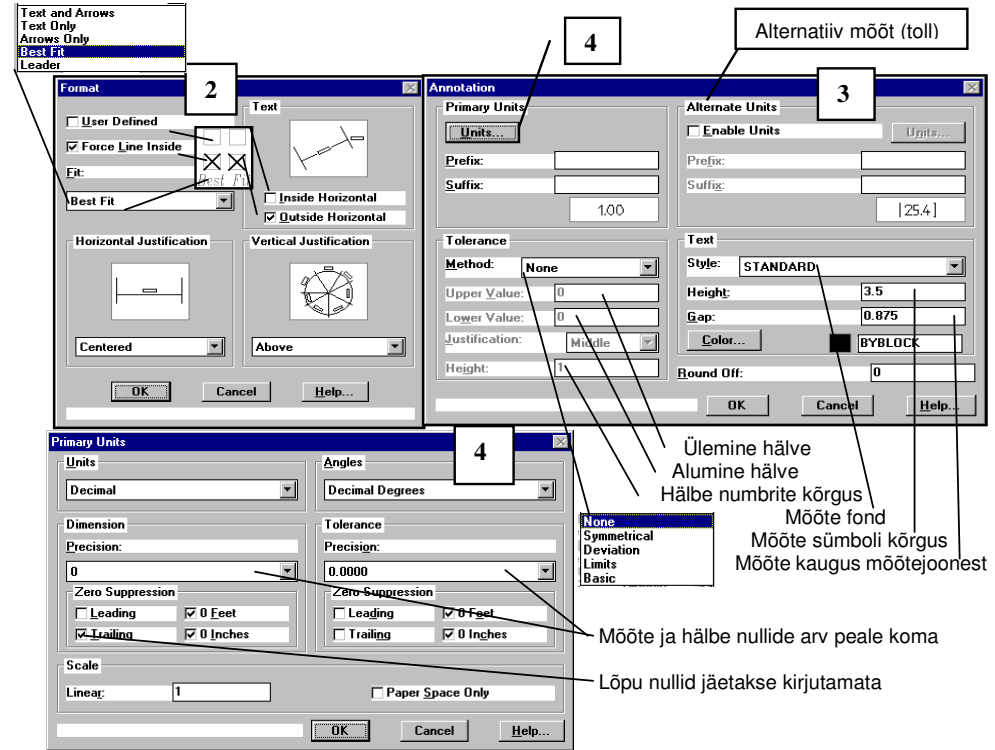
° - kirjutades %%d

± - kirjutades %%p

% - kirjutades %%%

Allajoonitud tekst - %%u

Ülajoonega tekst - %%o



4

Alternatiiv mõõt (toll)

3

Ülemine hälve

Alumine hälve

Hälve numbrite kõrgus

Mõõte fond

Mõõte sümboli kõrgus

Mõõte kaugus mõõtjoonest

None

Symmetrical

Deviation

Limits

Basic

Mõõte ja hälbe nullide arv peale koma

Lõpu nullid jäetakse kirjutamata

7.4 Joonise .007 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Kui märgitakse "UseDefined" kastike siis võib hiirega mõõtu tirida ringist välja või ringi tagasi.

Ülesanne2

1 Enne keskmise objekti mõõtude joonisele kandmist tuleb "Annotation" (aken3) dialoogaknas Precision valida aken kahe kohaga peale koma ja märkida kastike Trailing (viimased nullid arvus).

2 Nurga mõõdule tuleb valida dialoogaknast "Primary Units"(aken 4) DecimalDegrees asemele Deg/Min/Sec

3 Enne keskmise objekti nurgamõõdu joonisele kandmist tuleb ajutiselt "Annotation" (aken3) dialoogaknas Text Gap aknas 1mm asendada suuremaga - näiteks 3. Mitte unustada selle tagasimuutmist 1-ks.

Ülesanne3

Esimesel joonisel horisontaalmõõtudele kasutatud käsku X-Datum (DIM-E2) ja vertikaalis Baseline (DIM-F). Teisel joonisel horisontaalmõõtudele kasutatud käsku Continue (DIM-G) ja vertikaalis Baseline (DIM-F). Tuleb käsitsi kirjutada ava mõõdule lisaks 8ava sest arvuti ei tea seda.

Ülesanne4

1 Hälvete numbrite kõrguse muutmine toimub kui "Annotation" dialoogaknas kasti "Hälve numbrite kõrgus" kirjutada 1st väiksem arv.

2 Diameetri märgi paneb ACAD automaatselt siis kui on joonisel näidata ringi või kaart. Ülesande4 vaates neid nähe ei ole ja diameetri märgid tuleb peale mõõtude genereerimist juurde lisada järgnevalt:

Avada ikooniga EditText (Modify-G4) Mtext'i muutmise aken ja kirjutada <> märgile ette %%c (<> on mõõt).

3 Alati on võimalik mõõte täiendada kui leia automaatselt panekuks sobivat. Toodud näites mõõtjooned.

Ülesanne5

1 Täiendavalt ülalöeldud: teatmemõõdule lisatakse märgile <> sulud; allajoonitud mõõdu (teatmemõõdu) saamiseks märgistatakse hiirega <> ja täidetakse kastike "Underline". Kustutades märgid <> ja asendades need muu numbriga kaotab mõõt automaatselt muutumise omaduse.

2 Mõõt 8±0.2 nihutamiseks paremale lisame <> märgi ette tühikud.

Tund 8 Redigeerimine joonisel.

8.1 Lengthen ja Edit Polyline ACAD'is.

◆ **Lengthen** (Modify-D3) Muudab avatud objektide (sirge, kaare, polyline jt) pikkust. **Valik:**

Delta – Angle/<Enter delta length>: Liidab sirglõigule näidatud pikkuse (või kaarele nurga) juurde hiirega osutatud otspunktile. Kordab sama pikkuse (nurga) liitmist käsu kordamisel.

Percent – Liidab juurde pikkuse (nurga) protsetuaalselt võttes olemasoleva pikkuseks 100%.

Total – Liidab juurde (või lahutab) pikkuse (nurga) nii, et saadakse näidatud kogupikkus (nurk).

Dynamic – Lubab hiirega pikendada/lühendada lõigu ühte otsa soovitud punkti kui teine ots on liikumatu.

◆ **Edit Polyline**

Command: `_pedit Select polyline:`

Open/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo/eXit <X>: e

Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit <N>:

Open – Avab kinnise Polyline'i alguse- ja lõpptipu vahel. **Close** – Suleb avatud Polyline'i alguse- ja lõpptipu.

Join – Ühendab avatud Polyline'i lõppu sirglõike, kaari, Polyline't kui otsad puutuvad kokku.

Width – Uue joonejämeduse polyline'ile Sirglõike, kaari võib enne joonejämeduse muutmise Join'iga liita.

Fit ja **Spline** – tekitavad sujuva kõverjoone. Spline kasutab tippe kui kontrollpunkte kõverjoonele. Fit iga tippude paari kaarte abil.

Ltype gen – ON/OFF; Kui Ltype gen on OFF- iga tipp algab ja lõpeb punkt-kriips joone puhul kriipsjoonega.

Edit vertex avab teise rea valikuks:

Next ja **Previous** abil toimub polyline tippude valik redigeerimiseks.

Break – katkestab valitud tippude vahel polyline'i

Insert – lisab valitud tipu järele uue tipu.

Move – lubab valitud tippu liigutada.

Straighten – Valitud tippude vaheline osa asendatakse ühe neid tippe ühendava sirgiga.

Tangent – lubab määrata puutuja suuna, mida kasutab ära käsk Fit kõverjoone konstrueerimisel

8.2 Joonise .008 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Teostada redigeerimine **Lengthen** kasutades punktis 7.1 toodud lühiselgitusi.

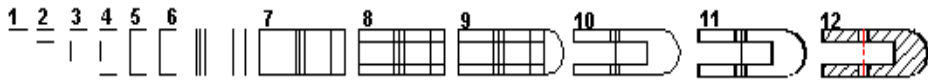
Break 2pointSelect – eemaldame ülemised osad OSNAP INTERsection kasutamiseks.

Break 1point – tekitame alumistes osades katkestused ja Move käsuga eemaldame tekkivad kaks osa.

Edit Polyline – Püüda iseseisvalt konstrueerida.

Ülesanne2

Toodud on Etappidel kasutatud põhilised käsud ja nende tulemus. Püüda iseseisvalt jõuda lõpptulemuseni.



Etapp1: Antud suvaline sirglõik.

Etapp2: Copy: @0,-3;

Etapp3: Rotate 90°

Etapp4: Copy või Offset: @0,-12; Etapp5: Extend (Joone pikendamine lõikumiseni teise joonega)

Etapp6: Copy (Multiple) vastavalt antud mõõtudele.

Etapp7: Extend (nagu Etapp5)

Etapp8: Copy (Multiple) horisontaalsed sirglõigud. Etapp9: Fillet kahe äärmise joone vahele.

Etapp10: Trim ja Erase mittevajalikud sirglõigud.

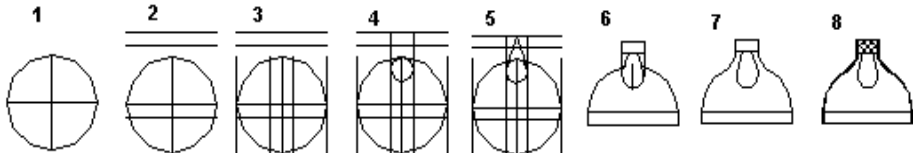
Etapp11: EditPolyline joone paksuseks 0.5mm

Etapp12: Hatch (viirutus) ja telgjoon viia kihti "teljed" ja joonetüüp Center2

Etapp13: Dim käskudega tuua joonisele mõõdud.

Ülesanne3

Toodud on Etappidel kasutatud põhilised käsud ja nende tulemus. Püüda iseseisvalt jõuda lõpptulemuseni.



Etapp1: Circle Ø40 ja sellele ringile kvadrapunktidest diagonaalid.

Etapp2: Copy (Multiple) horisontaalset diagonaali.

Etapp3: Copy (Multiple) vertikaalset diagonaali.

Etapp4: Pikendame sirglõike ja joonestame väikese ringi (TanTanRadius=Puutuja Raadius)

Etapp5: Tõmbame sirge puutujaks väikesele ringile ja kõige ülemise sirge keskpunktist (SnapMidpoint) läbi.

Etapp6: Trim ja Erase käskudega eemaldame mittevajalikud osad. Kui midagi valesi - U(ndo) taastab.

Etapp7: Fillet käsuga teostame ümardusraadiused 5mm.

Etapp8: Hatch mustriga Net (scale=20 ja rotate Angle=45d) saame viirutuse. EditPolyline'iga kontuurjoon =0.7mm

Etapp9: Kanname joonisele mõõdud ja väikese ringi tsentrist läbi valgusti äärepunktide jooned Ray (kiir).

Ülesanne4

Etapp1: **Kiht:** Joonis1. **Polygon** (Draw-F2): <Number of Side>: **6**; <Center of Polygon>: **Näidata ekraanil hiirega**; <I/C>: **C**; <Radius of Circle>: **20**

Rectangle (Draw-F1): <First Corner>: **Näidata ekraanil hiirega**; <Other Corner>: **@16,5**

Kiht: Teljed; **Line** (Draw-A1): <From Point>: **Snap to Midpoint**; (Näidata kuuskandi alumist külge); <To Point>: ; (Näidata kuuskandi ülemist külge); Joonestada iseseisvalt horisontaalne telg kuuskandi tippudest.

Etapp2: **Move** (Modify-A): <Select Object>: (Näidata risküliku); <Basepoint of displacement>: **Snap to Midpoint**; (Näidata risküliku alumist külge); <Second point of>: **Snap to Midpoint** (Näidata kuuskandi alumist külge);

Etapp3: Lõhume kuuskandi koostisosadeks: **Explode** (Modify-I1) (Näitame kuuskanti)

Erase (Modify-J) (Kustutame kuuskandi ülemise osa)

Etapp4: **Trim** ime (Modify-E1) alumisel serval vaheosa kaks korda. (Kuuskandi ja nelinurga küljel).

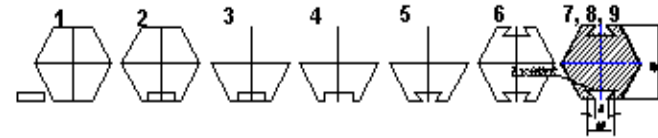
Etapp5: **Stretch** (Modify-D1) käsuga venitame risküliku tipud vastavalt: **@4,0 ja @-4,0**

Etapp6: **Mirror** (Modify-B3) Valime allesjäänud osa. <First (ja Second) Point mirror line>: Näitame horisontaal telje punkte

Etapp7: **Edit Polyline** (Modify-G1) (alul näitame ühe lõigu) <X>: **Join** (Valime aknaga ülejäänud ja Shift Hiirega arvame valikust välja teljed); <X>: **W(idth) <New Width.>**: 0.7

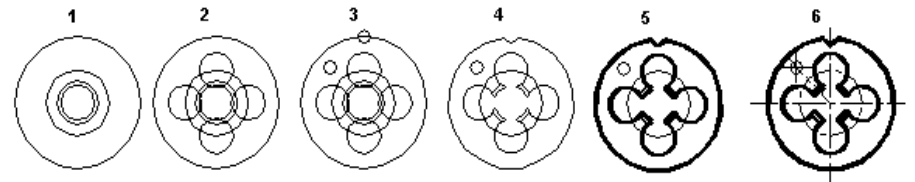
Etapp8: Valime teljed –siis menüüst Edit/Properties dialoogaknast muudame telgjooned: **Center2** (Scale =20) joonteks; kui vaja Load käsuga toome Center2 joonisesse. Kanname detailile vajalikud **mõõdud**.

Etapp9: Käsuga **Hatch** (Draw-I1) viirutame detaili, enne lülitame **telgede kihi –OFF**'i (Silmad kinni).



Ülesanne5

Toodud on Etappidel kasutatud põhilised käsud ja nende tulemus. Püüda iseseisvalt jõuda lõpptulemuseni.



Etapp1: Joonestame käsuga Circle kontsentriselised ringid Ø30, Ø15, Ø10 ja Ø8.

Etapp2: Joonestame käsuga Circle ringid Ø7 nelja kvadrapunkti.

Etapp3: Joonestame käsuga Circle kaks ringi Ø3. Üks kvadrapunkti ja teine üldisest tsentrist :@11.7<135.

Etapp4: Trim ja Erase mittevajalikud ringilõigud.

Etapp5: EditPolyline käsuga muudame detaili kontuurjoonte laiuseks 0.5mm.

Etapp6: Kihis "Teljed" tõmbame Center2 joonetüübiga detaili teljed ja menüüst Edit/Properties muudame ringikujulise telje joonetüübi "Center2"ks ja samaaegselt viime kihti "Teljed".

Tund 9 Massiivid joonisel.

9.1 Massiivid (Array) ACAD'is.

Massiiv (Array) ACAD'is on valitud objektist mitmekordse koopia tegemine määratud sammudega rist- või polaarkoordinaatides.

Massiivide ristkoordinaatides joonestamiseks tuleb valida objektid, edasi küsitakse mitmes reas (rows) ja veerudes (columns) neid objekte paigutada ja kui suur on kaugus ridade ja veergude vahel.

Massiivide polaarkoordinaatides joonestamiseks tuleb valida objektid ja edasi küsitakse: kopeerimise tsentrit, koopiade arvu, kas kopeerimisel objekti keerata tsentri sihis ning mitme kraadi ulatuses ringist täidetakse objektidega.

9.2 Joonise .009 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Etapp1 Polyline (Draw-B1), <From point>: (Näitame ekraani punkti); <Endpoint of line>: W'(idth); 0.35; A(rc); <Endpoint of Arc>; R; <Radius>; 10; <Endpoint>: @20,0; <Endpoint of Arc>: CL(lose)

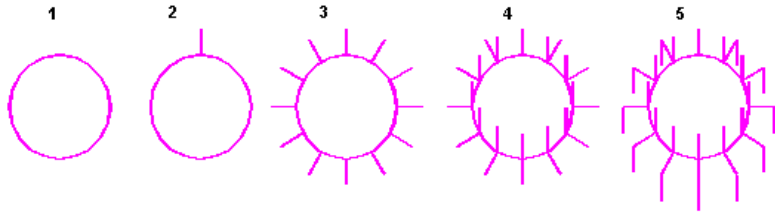
Etapp2 Polyline (Draw-B1), <From point>: Osnap-ülemine kvadrantpunkt; <Endpoint of line>: @0,5

Etapp3 Polar Array (Modify-B6); <Select Object>: (Valime sirglõigu); <Center point of array>: (OSNAP- Snap to Center) <Number of Items>: 12 <Angle to fill>: 360 <Rotate object as they are copied>: Y

Etapp4 Polar Array (Modify-B6); Sama mis eelmine etapp3 ainult viimasele küsimusele vastata N

Etapp5 Rotate (Modify-C1) <Select object>: (Valime sirglõigu etapist2) <Base point>: (OSNAP-Midpoint) <Rotation angles>: 180

Polar Array (Modify-B6); Sama mis etapp4; viimasele küsimusele vastata samuti: N



Ülesanne2

Etapp1 Circle (Draw-D1) <Center of Radius>: (Näitame keskpunkti); <Radius>: 30

Circle (Draw-D1) <Center of Radius>: (Näitame OSNAP'iga keskpunkti); <Radius>: 25

Etapp2 Line (Draw-A1) <From point>: (OSNAP – ülemine kvadrant punkt) <To point>: @0,-8

Etapp3 Rotate (Modify-C1) <Select Object>: (Näitame sirglõiku) <Base point>: (OSNAP – ringide tcenter) <Rotation angle>: -120

Etapp4 Kordame Etappe2 ja 3 keskmisele ja väiksemale skaala jaotusele.

Etapp5 Polar Array (Modify-B6) <Select Object>: (Näitame skaala suuremat jaotust) <Center point of array> (OSNAP to Center) <Number of Items>: 5 <Angle to fill>: 240 <Rotate objects..>: Y

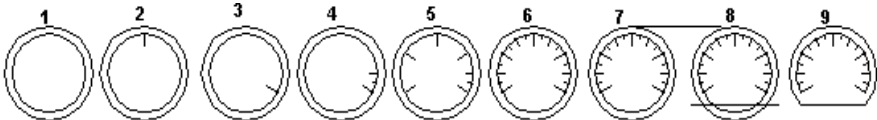
Etapp6 Kordame Etappi5 keskmisele ja väiksemale skaala jaotusele.

Etapp7 Line (Draw-A1) <From point>: (OSNAP – ülemine kvadrant punkt) <To point>: @60,0

Etapp8 Move (Modify-A) Select Object>: (Näitame Etapp7e sirglõiku) <Base point>: (OSNAP – Selle lõigu keskpunkti) <Second point>: @-30,-50

Etapp9 Trim (Modify-E1) <Select object> (Valime aknaga kõik) <Select object to trim>: Näitame lõike mida eemaldada.

Etapp10 Edit Polyline (Modify-G1) käsuga muudame joonte jämedused: välimine gabariitjoon – 0.5; suurim skaala jaotus – 1.5



Ülesanne3

Etapp1 Line (Draw-A1) <From point>: (Näitame punkti) <To point>: @72,0 @0,15 @-72,0 C(lose)

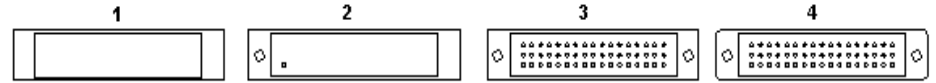
Line (Draw-A1) <From point>: (OSNAP Snap from) <from Base point>: (Näitame vasak all punkti) <Offset>: @7.5,1 <To point>: @57,0 @0,13 @-57,0 C(lose)

Etapp2 Circle (Draw-D1) <Center of Radius>: (OSNAP Snap from) <from Base point>: (Snap from End) (Näitame vasak all punkti) <Offset>: @12,4.5; <Radius>: 0.6

Etapp3 Rectangular Array (Modify-B5) <Select object>: (Näitame ringi Ø1.2) <Number of rows>: 3 <Number of Columns>: 3 <Distance between rows>: 3 <Distance between columns>: 3

Copy (Modify-B1) <Select object> (Näitame ringi Ø3.2) <Base point> (Näitame OSNAP'iga ringi tsentrit) <Second point>: @65,0

Etapp4 Fillet (Modify-H2) käsuga ümardame välimise raami nurgad R=1.4 ja sisemise raami R=0.9



Ülesanne4

Etapp1 Rectangular (Draw-F1) <First corner>: (Näitame hiirega) <Other corner>: @16,1.5

Circle (Draw-D1) <Center point>: (Snap From) <Base point>: (Midpoint) (Näitame parempoolset serva) <Offset>: @-24,0

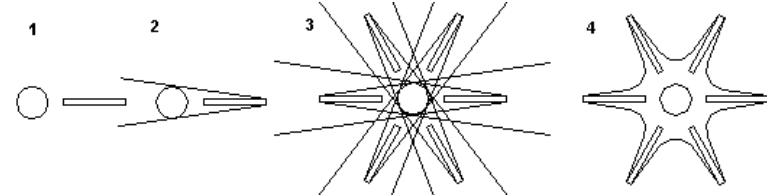
Etapp2 Ray (Draw-A3) <From point>: (Snap from Endpoint) (Näitame paremat ülemist tippu) <Through point>: @20<172

Ray (Draw-A3) <From point>: Sama mis eelmine kuid alumise tipuga <Through point>: @20<-172

Etapp3 Polar Array (Modify-B6) <Select object>: (Valime ristküliku koos 2e kiirega) <Center point of array>: (Snap to Center) <Center of> (Näitame Ø8 ringi tsentrit) <Number of items>: 6 <Angle of fill>: 360 <Rotate object as they are copied>: Y

Etapp4 Fillet (Modify-H2) <Select first object>: R <Enter fillet radius>: 5

Fillet (Modify-H2) <Select first object>: (Näitame kordamööda hiirega Ray(kiire) paare millede vahele tuleb kõverusraadius)



Ülesanne5 (Antud ainult etappide toimingud)

Tekitame kihi "ABI". Teeme selle aktiivseks ja joonestame sellesse Etapi1 ringid ja Etapi3 sirglõigud.

Etapp1 Joonestame kaks kontsentrist ringi Ø66.5 ja Ø6 ning 4 küljega 6mm Circumscribed Polygon Kiht "Joonis1" aktiivseks.

Etapp2 Joonestame ringi (R=20) välisringi kvadrant punktist ja Polar Array käsuga kopeerime 5 korda.

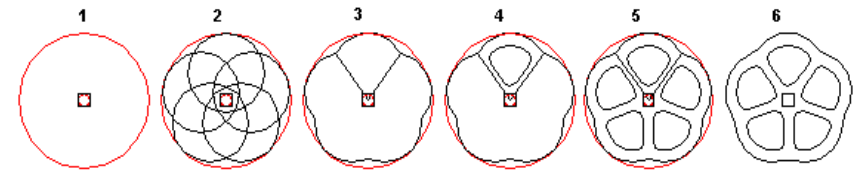
Etapp3 Trim'ime ja kustutame mittevajalikud ringide osad. Kaks sirglõiku tsentrist kaare ristumisteni.

Etapp4 Offset käsuga teeme kaarest nihkega 6mm ja sirglõikudest nihkega 2.5mm koopiad.

Fillet (R=4mm) käsuga ümardame tekkinud kujundi nurgad.

Etapp5 Polar Array käsuga kopeerime tekkinud kujundit 5 korda.

Etapp6 Välimiste kaarte ristumiskohad ümardame (R=6). Viime etapis3 joonestatud 2 sirglõiku kihti "Abi" ja lülitame kihi "Abi" välja (OFF või ikoonil "silmad kinni").



Tund 10 Plokid joonisel.


10.1 Plokk (Blocks) ACAD'is.

Graafikaelementid mida joonises käsitletakse kui ühte tervikut saavad ACAD'is olla lihtsad (line, circle jt), keerulised (ruumilised elementid) või teisi elemente sisaldavad. Viimaseid nimetatakse plokkideks. Plokkideks võivad olla: joonise formaadid koos kirjanurgaga, skeemi sümbolid, mehaanilise kinnituse elementid, hammasratta hammas jne.

Plokkide kasutamisel on mitmeid eeliseid:

- plokk hoiatakse joonises eraldi ning sama plokk saab kasutada joonisel soovitud arv kordi;
- tunduvalt vähendavad kasutatud arvuti mälu mahtu (vaja arvutil teada ploki asukoht, sisestus punkt, mõõtkava pöördnurk).
- plokk saab asetada joonisele igas mõõtkavas (eraldi X ja Y sihis) soovitud nurga võrra keerates
- mõned käsud Measure, Divide jt töötavad ainult plokkidega.
- soovi korral saab enamkasutatavatest elementidest luua oma "kogu", mida saab kasutada ka teistel joonistel
- Plokk erinevad teistest graafikaelementidest selle poolest, et loomisel omistatakse nimeid. Samanimelisi plokk samaaegselt joonises olla ei saa. Kui luua juba olemasoleva nimega uus plokk, siis asendatakse see plokk kogu joonises uuega. Vana kustutatakse ära.


10.2 Plokkide (Blocks) loomine ACAD'is.

Käsk **Block** või samanimelise ikooniga nupp  Ploki moodustamisel esitatakse järgmised küsimused:

- ploki nimi
- lisamispunkt (kuhu paigutatakse ploki baaspunkt ja mis saab aluseks ploki toomisel joonisesse)
- valida elementid, mis moodustavad ploki

- ♦ Plokk eemaldatakse loomise lõpul joonisel, kuid soovi korral saab seda taastada käsuga **OOPS**.
- ♦ Plokkis säilitavad primitiivid oma loomise omadused (kiht, värv), kui aga loodud **0-kihis** siis joonisesse tuuakse plokk **aktiivses kihis**.
- ♦ Loodavaid plokk hoiatakse ainult joonises kus see loodi. Selleks et kasutada sama plokk mõnes teises joonises, tuleb ta salvestada eraldi failina (laiend nagu jooniselgi .dwg) kõvaketalle käsuga **WBLOCK**. Kasulik moodustada neist eraldi kataloog, mis kergendab nende kasutamist.

10.3 Plokkide (Blocks) sisestamine

Käsk Insert või samanimelise ikooniga nupp 

Insert Block aknas nupp **Block** avab loetelu selles failis loodud plokkidest.

File avab loetelu kõvaketall olevatest ACAD failidest nende sisestamiseks joonisesse plokkina.

Explode kastikese märkimisel tuuakse plokk joonisesse koosnevana üksikuist koostisosadest.

Märkides kastikese **Specify parameters on Screen** saab sisestuspunkti (InsertionPoint) mõõtkava (Scale) ja pöördnurka (Rotation) määrata ekraanil hiire ja käsurealt mitte dialoogakna kaudu.

Block

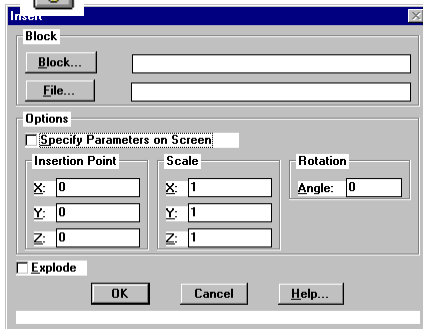


(Draw-H2) võimaldab luua ploki.

Insert Plokkidesse.



avab allpool toodud dialoogakna.




10.4 Joonise .010 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Etapp1 Salvestame eraldi plokkiks käsuga Block mõõtudele vastavalt joonestatud aken ja uks. Näitame baaspunktiks plokkidele ühtluse mõttes vasema alumise tipu.

Etapp2 Menüüst **Data/MultilineStyle** avanevas aknas näeme, saame valida ja muuta Multiline stiili. Kasutame Standardset kahejoonelist vahemikuga 1mm (+0.5 ja -0.5) joont. Valime **Justification: Zero** (joontevaheline tsentrijoon). Välimiste seinte joonestamiseks anname käsurealt **Scale = 5** ja sisemistel seintel **Scale = 3**. Joonestada sisestamisega klaviatuuril ja OSNAP'i kasutamiseks.

Etapp3 Explode(Modify-I1) käsuga lõhume Multiline joone  koostisosadeks.

Trim (Modify-E1) käsuga eemaldame seinte liitumisel mittevajalikud jooned.

Etapp4 Sisestame etapis1 valmistatud plokkid UKS ja AKEN vastava nurga all ja X, Y mõõtkavades. Plokk AKEN mõõtmed on 1000x200; et saada 1500x500 tuleb sisestamisel X suurendada 1.5 ja Y 2.5 korda. Paremase seinas olev aken **pöörata -90** kraadi. Topeltuks laiusega 3000 saadakse **Mirror** käsuga.

Etapp5 Ukse avaustes mittevajalikud seinajooned eemaldame käsuga **TRIM**. Enne seda tuleb plokkid **Explode** käsuga lõhkuda koostisosadeks.

Etapp6 Mõõtude joonisele kandmine. Kuna mõõtkava on 1:100 siis eelnevalt dialoogaknas "PrimaryUnits" (vaata tund6 aken 4) tuleb Scale **Linear** aknasse kirjutada **100**.

Ehitusjoonistel mõõtejoonte suure tiheduse tõttu on mõõtejooned asendatud 2-3mm kaldkriipsukestega. Kaldkriipsud **Oblique** tuleb eelnevalt valida dialoogaknast "Geometry" (vaata tund6 aken 1) noole kuju kastist.

Ülesanne2

Koostejoonise tükitabeli joonestamiseks joonestada ainult horisontaalne ja vertikaalne joon, sest ülejäänud jooned tuleb Copy Multiple käsuga kopeerida.

Elektrilise põhimõtteskeemi elementide loetelu saadakse tükitabelist kopeerimise ning teksti muutmise ja ühe joone lisamisega.

Mõlemad tabelid salvestada plokkidena vastavalt: Tükitabel ja Loetelu.

Ülesanne3 Plokk Polt valmistamine ja kasutamine.

Projekteerimisel arvuti abil püüda alati mõelda kuidas kiiremini, lihtsamalt ja väiksem arv käskudega saada lõpptulemus.

Toome ühe variantidest.

Etapp1 Kaks ristsirget.

Etapp2 Copy(Multiple) abil mõlemale poole nõutud kaugustele.

Etapp3 Sama mis etapp2.

Etapp4 Trim ja Erase käskudega eemaldame hoolikalt mittevajalikud jooned. F8ga lülitame Snap välja ja teeme aknaga vajaliikkudest kohtadest suurendusi. Plokk Polt tuuakse joonisesse teises mõõtkavas (**Scale**) diameetri järgi. Pikkuse lühendamise/pikendamise toimub **Stretch** (Modify-D1) käsu abil.

Ülesanne4

Etapp1 Joonistame ploki "Hammas" peegelpildis, sest meile teadmata põhjusel käsk "Measure" ringile (kaarele) keerab ploki jälle õigesse asendisse.

Line (Draw-A1) <From point>: (Näitame algpunkti hiirega) <To point>: @4<-60 <To point>: @4<-60

Arc (Draw-C7 StartEndAngle) Näitame hamba lahtise otste Start ja End punkte vastupäeva. **R=40**

Etapp2 Arc (Draw-C3 CenterStartAngle) <Center>: (Näitame punkti) <Start point>: @0,40 <Included angle>:60

Offset (Modify-B2) <Distance>:8 <Select object to offset>: (Näitame kaart) <Side of offset>: (Sissepoole)

Etapp3 Measure (Draw-G3) <Select object to measure>: (Näitame ülemist kaart) <Segment length>: B(lock) <Block name to insert>: **Hammas** <Align block with object>: Y <Segment length>: 4

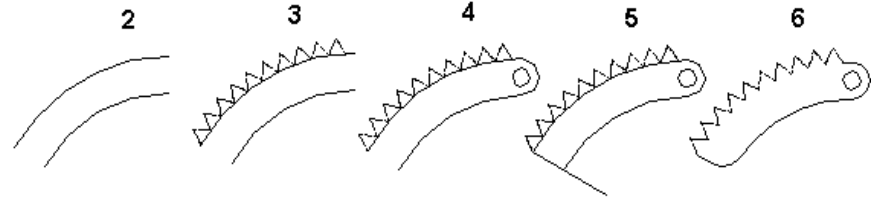
Etapp4 Arc (Draw-C7 StartEndRadius) <Start point>: (**Alumise** kaare endpoint) <End point> (**Ülemise** kaare Endpoint): <Radius>:4

Circle (Draw-D1) <Center point> (Näitame otsakaare keskpunkti) <Radius>: 4

Etapp5 Line (Draw-A1) <From point>: (Viimase hamba endpoint) <To point>: (Snap to Center) Näitame suurte kaart tsentrit.

Etapp6 Käsuga **Fillet** (Modify-H2) esialgu seame ümardusraadiuse R=4 ja korrates Fillet käsku ümardame.

Trim (Modify-E1) käsuga eemaldame hammaste alt kaare osad. Enne tuleb plokkid **Explode** (Modify-I1) käsuga lõhkuda osadeks.



Teema 11 Elektrilised põhimõtteskeemid.

11.1 Plokid (Blocks) ja atribuudid (Attribute) ACAD'is.

Block (Plokk) – Üks või mitu ACAD'i objekti millest on moodustatud üks uus objekt. Plokk omab nime, algus(base)punkti ja plokki koosseisu võivad kuuluda nn.atribuudid.

Atribuudid on spetsiaalsed ACAD'i elemendid, mis on mõeldud tööks plokkidega. Kui atribuutid salvestada plokki, võimaldab see plokki toomisel joonisesse iga kord atribuudis sisalduv tekst kirjutada määratud kohta ühesuguse stiili ja tähe kõrgusega. Kuigi atribuudid on tavaliselt seotud plokkidega ja neid käsitletakse kui tervikut (kuni Explode käsuni), on võimalik atribuutide redigeerimine.

Mugav on kasutada atribuute erinevate skeemide joonestamisel, kui on vaja sarnaste skeemielementide juurde kirjutada erinev tähistus (elemendi skeemitähis, elemendi suurused jt).

Atribuut -1 -2 -3 -4



Atribuutide nupud tuakse ekraanile menüüst **Tools/Toolbars/Attribute**

Define Attribute (Atribuut-1) avab atribuutide loomiseks dialoogakna.

REdefine Attribute (Atribuut-2) Olemasolevale plokkile uute atribuutide määramine. Tunnis ei vaata.

Edit Attribute (Atribuut-3) võimaldab joonisesse toodud plokki atribuute redigeerida dialoogakna abil

Edit Attribute Globally (Atribuut-4) Sama mis eelmine kuid ka mittenähtavaid. Tunnis ei vaata.

11.2 Atribuutide (Attribute) loomine ACAD'is.

Et lülitada atribuut plokki koosseisu tuleb see enne luua käsuga ATTDEF või samanimelise nupu abil avatava dialoogaknaga.

♦ **Define Attribute** (Atribuut-1) avab samanimelise dialoogakna kus:

Invisible – atribuudid on mittenähtavad ekraanil.

Soovivat kasutada kui neid otseselt joonisele ei kasutata vaid teistes programmides (andmebaasides)

Constant – muutumatu atribuut plokkide sisestamisel.

Verify – Plokki joonisele toomisel küsitakse väikimisi tähistuse asemele õiget tähistust ning antakse võimalus sisestada kontrolliks (verify) ja muutmiseks.

Preset – Tähistust plokki toomisel joonisele ei küsita, kuid seda saab muuta atribuudi redigeerimisega.

Tag – atribuudi nimi (märksõna). Plokki sisestamisel kirjutatakse õige tähistus nimele näidatud kohale.

Prompt – plokki sisestamisel käsureale toodav lause (juhtkiri). Näiteks: Sisesta skeemitähis.

Value – atribuudi väikimisi väärtus, mida saab ENTER klahvivajutusega sisestada. Plokki sisestamisel on käsureal nokksulgudes.

Pick Point – lubab näidata joonisel (dialoogakna asemel) atribuudi asukoha hiirega.

Text Option – osas saab muuta/seadistada atribuudi teksti parameetreid.

11.3 Plokki koos atribuutidega loomine ja sisestamine ACAD'is.

♦ Sümbooli (plokki) loomine **algab graafika** (Draw, Modify jt käsud) **joonestamisega 0 kihis**. Plokki loomisel 0-kihis joonestatud graafika ja tekst ilmub plokki joonisesse sissetoomise alati aktiivses kihis ja aktiivse kihhi värvusega, kuna loomisel mingis muus kihhis joonestatu ei muuda kihti ega värvi.

♦ Edasi luuakse üks või mitu (vaata LA3 joonisel) atribuuti sümboolile. Iga atribuudi loomiseks avada igakordselt DefineAttribute dialoogaknas.



♦ Lõpuks moodustatakse graafikast ja atribuutidest plokk (Block) samanimelise nupu abil.

Plokki nime peab andma teada sümbooli sisu. Näiteks: LülitA(avatud), LülitK(kinni), 2LülitA(kaks avatud). LülitAHor(avatud ja horisontaalses asendis).

♦ Plokki sisestuse punktiks (Base point) plokki moodustamisel tavaliselt võetakse joon mis hiljem peab ühendatama juhtmega (ühendustega).

♦ Seoses sellega et sümbooli pööramisel pöördub ka atribuudi tekst mitte ettenähtud kohta tuleb nii horisontaalsele ja vertikaalsele sümbooli asendile teha erinevad plokkid või atribuuti redigeerida, muuta asendit, tähtede kõrgust, pöörata jt käsu **ATTEDIT** abil.

```
Value/Position/Height/Angle/Style/Layer/Color/Next <N>: p
Enter text insertion point:
Value/Position/Height/Angle/Style/Layer/Color/Next <N>: a
New rotation angle <0>: 90
Value/Position/Height/Angle/Style/Layer/Color/Next <N>:
```

♦ Plokki sisestamine toimub Insert nupuga avatava dialoogakna abil. Vaata tundi 9.

♦ Plokki lõhkumisel üksikosadeks Explode käsuga on küll võimalik atribuuti pöörata, liigutada, redigeerida teksti kuid siis ei kuulu nad enam plokki koosseisu ja atribuudi tähis muutub atribuudi nimeks.



11.4 Multiline(mitmejoone) olemasolevate stiilide kasutamine ja uute loomine.

♦ Joonestada mitmejoonega olemasolevatest stiilidest saab käsu **Multiline** (Draw-B3) ikooniga nupu abil, mis toob käsureale järgnevad read joonestajale valikuks:

```
Command: _mline
Justification = Top, Scale = 1.00, Style = STANDARD
Justification/Scale/Style/<From point>: j
Top/Zero/Bottom <top>:
```

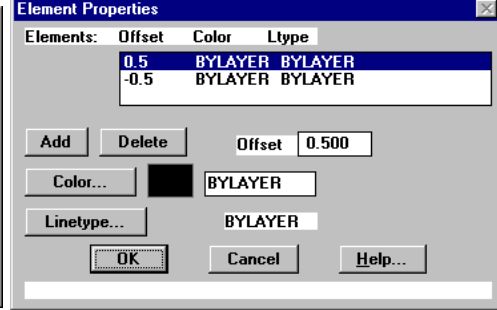
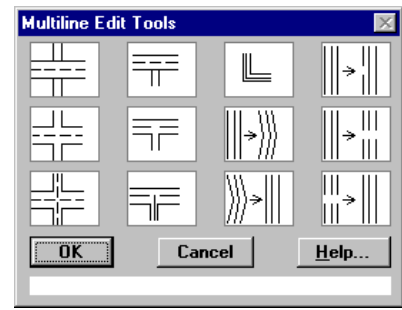
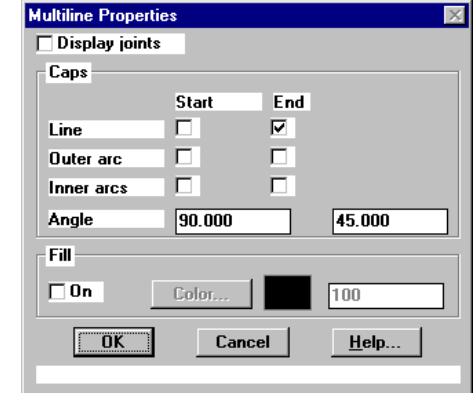
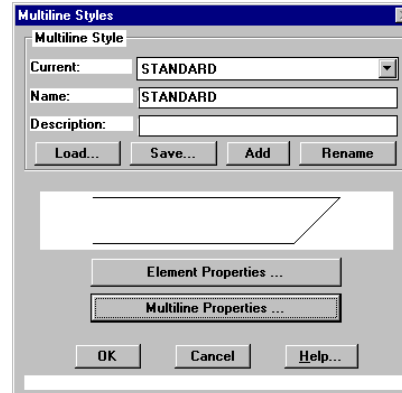
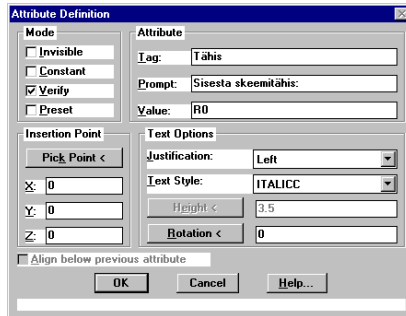
Justification (Top=ülemine, zero=äärmiste keskkoh, bottom=alumine) – määravad juhtjoone asukoha joonestamisel vasakult paremale.

Scale – mõõtkava muutmiseks saab muuta joontevahelist kaugust. Standard stiilil on selleks 1mm.

Style – lubab valida joonises olemasolevatest stiilidest teise standardi (2 joont 1mm vahega) asemele.

♦ Mitmejoonelise joonte lõpp-punktide omavahelise ühendusi ja muid redigeerimisi saab teostada **Edit Multiline** (Modify-G2) nupu poolt avatava dialoogakna **Multiline Edit Tools** (vaata all) abil.

♦ Kui joonises olevad mitmejoone stiilid ei rahulda vajadusi saab kõvakettal olevatest mitmejoone kogudest (laiend *.mln) joonisesse vajalikke tuua või uusi luua menüüst **Data/MultilineStyle** poolt avatavate dialoogakende (MultilineStyle, MultilineProperties, ElementProperties) abil.



♦ Dialoogaknas **ElementProperties** saab lisada (Add) uusi kuni 16 joont, kustutada (Delete) olemasolevaid või muuta olemasolevate joonte vahelkaugust (Offset), joonetüüpi, värvust.

♦ Dialoogaknas **MultilineProperties** saab alg- ja lõpp-punkte kujundada: lahtine, joonega või kaarega suletud; 90° või muu nurga all; joonte vaheline osa tühi või värviga täidetud.

♦ Dialoogaknas **Multiline Styles** salvestatakse (Save) uued, nimetatakse ümber (Rename) muudetud olemasolevad; lisatakse (Add) kettal olemasolevatesse mitmejoone kogudesse (*.mln) uusi stiile.

Teema 12 Mudel ja joonis.

12.1 Milleks ACADis mudel ja joonis?

♦ Eelnevalt on juba rõhutatud, et joonestamine ACADis toimub reeglina 1:1 mõõtkavas (vaata tund 6 "Dimensioneerimine"). Mida aga teha siis kui objekt (suur detail, ruumiline objekt, majajoonis, linnaplaan jt) ei mahu joonisele, või on vaja sellest objektist kasutada joonise vormistamiseks ainult osa? Selle probleemi lahendamiseks on ACADis võetud kasutusele mõisted **mudel** (model) ja **paber** (paper) ja seega ACADis on võimalik töötada vastavalt kahes režiimis: **mudeliruumis** (modelspace) või **paberiruumis** (paperspace).

♦ **Mudel** on tõepärane kujutus objektist. Ühikuks on meil 1mm. Mudel joonestatakse alati (välja arvatud erandid) mõõtkavas 1:1. Mudel (2D-joonis või 3D-mudel) joonistatakse alati **mudeliruumis**, mida tähistab olekureal sõna "**Model**". Tundides siiani oleme joonistanud lihtsaid jooniseid mudeliruumis.

♦ **Paberiruumi** kasutatakse, et teha valminud mudelist **lõplik joonis**, koos vaadete, lõigete, mõõtude, kirjanurgaga jne. Paberiruumis olekut tähistab olekureal sõna "**Paper**". Ümberlülitus mudeliruumist paberiruumi või vastupidi toimub topeltklõpsuga olekurea sõnal **TILE**. Failis esmakordsel paberiruumile lülitusel on see tühi nagu joonestuspaberi kuhu alles hakatakse tooma mudeliruumist vaateid, lõikeid jne ning joonist täiendama mõõtude, jooniseformaadi ja muu joonise juurde kuuluvaga. Kirjanurk-raamjoon, tekst, jne mis on joonestatud paberiruumis ei ilmu mudelruumi vaadetele. Paberiruumi (joonisele) tuuakse mudel või selle osad objektile ettenähtud mõõtkavas.: masinaehituses mõõtkava 1:1, 2:1,1:2 jne; ehituses 1:50, 1:100 jne; topograafias alates 1:500 jne.

12.2 Tiled viewports ja Floating viewports ACADis.

Tiled viewports – ekraani jaotamine fikseeritud (vaate)akendeks mudelruumi korral.

ACAD võimaldab mudeli konstrueerimisel töötada samaaegselt samast mudelist avatud mitme erineva vaateaknaga (Tiled Viewports). Vaateaknaid on mugav kasutada järgmistel juhtudel: kui on vaja suurendada eraldi mingeid mudeli osasid ja samaaegselt omada vaadet kogu mudelist või kui on vaja ruumilisest mudelist saada samaaegselt erinevaid vaateid (pealt, küljelt, eest, jne vaateid).

Vaateaknad avatakse menüüst **View/Tiled-Viewports/Layout**. Igal vaateaknal võib: 1) teostada Pan, Zoom, Set snap, Grid, UCS joonestust; ja nimelisi (eest, pealt jt) vaateid. 2) Joonestada ühest vaateaknast teise käsu täitmise ajal. 3) Anda ekraanil oleva vaateakende konfiguratsioonile nime selle hilisemaks kasutamiseks. Menüü (Tiled Viewports/Restore; Delete; Join; Save) lubab üksikuid vaateaknaid ühendada; kustutada; ekraani konfiguratsiooni salvestada; taastada. Joonestamisel iga muudatus ühes mosaiiki vaateaknal peegeldab koheselt teistele vaateakendele.

♦ **Joonis**. Kui mudel valminud on vajadus sellest teha joonis (mudeli üldvaade ja sellest erinevates mõõtkavades vaateid), mida oleks võimalik printida.

Joonise ettevalmistamiseks: 1) lülituda paberiruumi (**PAPER**) topeltklõpsuga olekurea nupul **TILE** 2) lisatakse kirjanurk ja joonise raamid dialoogakna **InsertBlock** abil. 3) luuakse ja kasutatakse ujuvaid vaatevälju (**Floating viewports**) 4) kasutatakse paberiruumis loodud vaateid – nimelisi vaateid (küljelt, pealt, kohtvaated jt).

Floating viewports (ujuvad vaateaknad). Kui esimest korda lülitatakse paberiruumi (**PAPER**) on ekraani graafikaväli tühi – alustatakse joonist. Sellele graafikaväljale luuakse ujuvvaatevälju (Floating viewports), mis sisaldavad erinevaid vaateid mudelist. Floating viewports defineeritakse kui objektid mida saab liigutada, zoom'ida, Freeze/on/off, pöörata, muuta mõõtkava jt. Paberiruumis saab ka otseselt joonistada, ilma et need mõjuksid mudelile. Mudelit ennast aga paberiruumis muuta ei saa, kuna ujuvad vaateväljad on objektid ja muutmiseks tuleb lülituda mudelruumi (**MODEL**). Vaadete muutmise võimalused nii model- kui paberiruumis on analoogsed, ainult paberiruumis on võimalusi individuaalsete vaadetega rohkem avaldamata mõju teistele vaadetele. Kihte ON/OFF/Freeze erinevatel vaateakendes (näiteks kiht mõõtudega). Muuta mõõtkava vaateväljal ja joondada neid. Hidden lines erinavil vaateväljadel.

12.3 Joonise .012 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Mudeliruumis (olekureal tumedalt **Model** ja **Tile**) kustutada joonise formaadi raamjoon ja kirjanurk.

♦ **Etapp1**. Joonestada kiilukujulise detaili 500*70mm käsuga **Line** (Draw-A1).

Joonestame ühe ringi (**Circle**) <Radius>: 1mm ja väljalõike asemel samuti ringi (**Circle**) <Radius>: 2mm. Kopeerime (**Copy/Multiple** või **Array/Rectangular**) need ringid 10 korda horisontaalsuunas ja ring R=2 ka vertikaalservale.

Trim (Modify-E1) käsuga eemaldame väljalõigete saamiseks ringide sees olevad horisontaalserva jooned ja poole ringi kaarest..

Teeme uued kihid (DIM, DIM1, Raamid ja Teljed) ja käsuga **DIM/Center** tekitame tsentrimärgid kihti "Teljed" kõikidele ringidele ja kaartele.

Muuta nende telgede joonetüüp "Continuous" menüüst **Edit/Properties** joonetüübiks "Center".

Asetada mudelile mõõdud (väljaarvatud ringi ja kaare läbimõõdud) kihti DIM.

♦ **Etapp2** 1) Teostada ümberlülitus mudeliruumist paberiruumi (**PAPER**) topeltklõpsuga olekurea **TILE**

2) lisada kirjanurk ja joonise raamid (fail ACADTPT.dwg) käsuga **InsertBlock** (Draw-H1)

3) üldvaatele katkestusega luua ujuvad vaateväljad (menüüst **View/FloatingViewports/4Viewports / Vertical**) ning kujutada neis detaili osad. Vasemal kiilu teravik, järgmises esimene väljalõige vasemalt, .edasi detaili parem serv ja viimases detaili parem serv aukudesuurendatud väljatoomiseks.

4) muuta vaateakende raamid käsuga **Stretch** (Modify-D1) käsuga.

5) viime vaateakende raamid käsuga **Edit/Properties** kihti "Raamid" (uus kihi menüüst Date/Layer/New)

6) Paberiruumis (olekureal **Paper** ja hallilt **Tile**) lülitume korra läbi FloatingViewport akna mudelruumi (topeltklõpsuga olekureal **Paper**), selleks et:

menüüst **View/FloatingViewports/MVSetup – ScaleViewports** seadistada vaateakendes Paber- ja Mudelruumi mõõtkavad 1:1;

menüüst **View/FloatingViewports/MVSetup – Align** joondada vaateakendes detail ülemise serva järgi

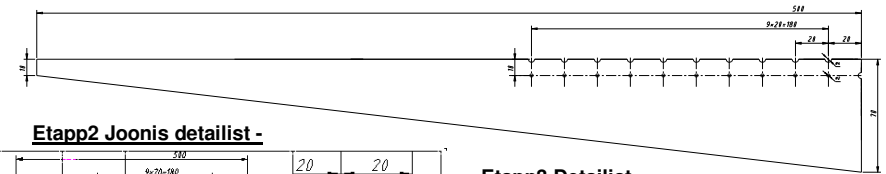
♦ **Etapp3** Neljandas vaateaknas menüüst **View/FloatingViewports/MVSetup – ScaleViewports** seadistada Paber- ja Mudelruumi mõõtkavad 2:1;

Paberiruumis (olekureal **Paper** ja hallilt **Tile**) lülitume korra läbi FloatingViewport akna mudelruumi (topeltklõpsuga olekureal **Paper**), selleks et kihis **DIM1** asetada mõõdud avausele (Ø2) ja väljalõikele (Ø4) ja lülitada välja võrgustik (Grid). Menüü Data/DimensionStyle/Geometry dialogiaknas peab olema tähistatud Scaled to Paper Space, et mõõtejoonte suurus oleks teistega võrdne. Kolmandas aknas peab DIM1 kihi väljalülitama Freeze/PaperSpace ikooniga, et diameetri mõõdud ei oleks selles aknas nähtav.

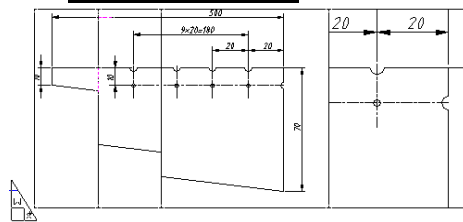
Mõõtetekstide (Ø2 ja Ø4) kõrgust vähendatakse EditText avanevas dialoogaknas. Märgime mõõtesuurust tähistava sümboli (<>) ja allosas kastis Height=(3,5:2) 1,75

♦ **Etapp4** Viime **Move** käsuga vaateaknad üksteisest eemale ja joonestame katkestusjooned paberiruumis. Lülitame välja (Freeze või OFF) kihi "Raamid". Tähistame detailist väljatoodud osa ringiga.

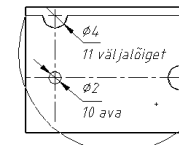
Etapp1 Detail - Mudeliruumis



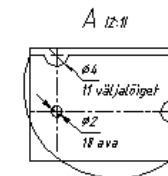
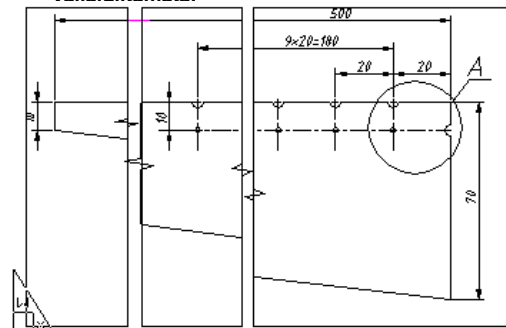
Etapp2 Joonis detailist -



Etapp3 Detailist väljatoodud osa -



Etapp4 Valmis joonis detailist – Paberiruumis (Akenne raami kiht väljalülitamata.



Teema 13; 14 Masinprojekteerimine ACADis.

13.1 Sissejuhatus.

Projekteerimise lõpp-produktiks on joonis. Olenevalt konstruktori vilumusest ja kogemustest on ACAD'is olemas väga erinevaid joonise valmimise mooduseid. Allpool on toodud masinprojekteerimisel joonise valmistamise meetodika, mis on lähedane pliiaatsiga joonestamisele ja on kergesti omandatav algajale kui ka pliiaatsiga joonestamise kogemusi omavaile konstruktoreile.

Näitena on toodud detaili joonise valmimine kuigi see meetod sobib mistahes joonisele.

Kogu masinprojekteerimise ACAD'is võib jagada kahte etappi: ettevalmistus ja tegelik joonestamine.

♦ Avades menüüst File/New/ACADTPT.dwg (vaata tundi 1.2) saame tundideks ettevalmistatud joonise põhja, milles juba on valitud: Limits, Units, Snap, Grid, Teksti ja Dimensioneerimise stiili jt.

13.2 Tegelik joonestamise algus.

♦ ACADi eeliseks on, et kõik konstrueerimised tehakse **absoluutse täpsusega** vastavalt mõõtudele. See on võimalik ainult siis kui alati kasutame: koordinaatide klaviatuurilt sisestamist, objektidega sidumist (OSNAP), hiirega osutamisel joonestamise ortogonaal režiimi ja võrgustiku sammu.

♦ Masinprojekteerimise põhioõudeks on, et erineva otstarbega objektid tuleb joonestada erinevaises kihtidesse (ka erinevat värvi). Märkus: Eriotstarbelistesse kihtidesse (**0-kiht** ja **Defpoint**) ei ole soovitatav ilma vajaduseta joonistada, sest neid kasutatakse plokkide valmistamisel, XREF failidega töötamisel jt. **0-kiht** on alati igas joonisel ja teda pole võimalik ümber nimetada. **Defpoint** kihis joonestatud ei saa printida.

Seoses sellega detaili joonestamiseks teeme järgmised kihid:

ABI – konstrueerimist abistavaile ajutistele joontele (linetype – Continues, värvus: hele).

DETAIL1 – detaili põhijoontele (Linetype - Continues, värvus – White, joonestame Polyline'iga W=0.8mm)

DIM – mõõtvarvude ja mõõtejoontele (linetype – Continues, värvus: red).

TELG – telgjoontele (linetype – Center, värvus – sinine)

VIIRUTUS – viirutused, keerme jooned jt (linetype – Continues, värvus – midagi hehedamat).

♦ Edasist joonestamise käiku vaatleme konkreetset näidete abil.

♦ Kui on vaja suurte detailide joonestuses katkestusi, detaili väikeste elementide väljatoomist teises mõõtkaava, eriti aga 3D objektide projekteerimisel tuleb kasutada paberuumi, sest reeglina ei joonestata ühte ja sama detaili elementi joonisel kaks korda.

♦ Toome joonisesse käsuga INSERT BLOCK joonise formaadi koos kirjanurgaga, sest nüüd on alles selgunud joonise formaat ja täidame selle. Lisame vajadusel tekstilist informatsiooni. Joonise .011 näidetes kahte viimast etappi ei teosta.

13.3 Näidiseid joonisel .013.

Ülesanne 1

Etapp1. Joonestame kihis abijooned põhilised telgjooned mis on edaspidi valmiva joonise tugipunktideks. Joonte pikkus olgu tunduvalt suurem kui detailile vaja.

♦ Joonestame käsuga Line (Draw-A1) hiire abil; ORTHO (F8) ja SNAP (F9) olgu sisselülitatud.

Etapp2 Copy (Multiple) käsuga kopeerime need telje abijooned vastavalt teistele (gabariidi, aukude tsentrid, väljalõiked jt) mõõtudele nii vertikaals kui horisontaals.

♦ Copy (Modify-B1) <Selecq object>: (Näitame hiirega vertikaalset joont) <Base point>: **M**(ultiple) <Base point> (OSNAP käsuga punkti joonel) <Second point>: **@10,0 @-10,0 jne**

Etapp3 PLINE (Polyline) joone paksusega W=0.8 joonestame kihis DETAIL1 detaili kontuurid, väljalõiked ja augud (koosneb kahest kaarest), sest Circle joonele ei saa anda joone paksust

♦ Polyline (Draw-B1) <From point>: (Näitame OSNAP'iga alguspunkti) <Endpoint of line>: **W**(idth); <Starting width>: **0.8** <Ending width>: **0.8** <Endpoint of line>: **@** algame punktide näitamist joonestuseks.

Etapp4 HATCH (viirutus) käsuga kinnistesse pindadesse moodustame viirutuse kihis VIIRUTUS. Jälgida et kontuur oleks kinnine muidu ei tule viirutus korrektn.

♦ Hatch (Draw-I1). Avanevast "Boundary Hatch" dialogaknast valime: Pattern – **ANSI31** Scale – **20** ja siis nupp . "Pick Point". Joonisel näitame kinnise kontuuri seest punkti. Kui kõik sobib, siis nupp "Apply".

Etapp5. Kihti DIM genereerime detaili mõõtmed nagu näidatud joonisel

♦ Esimese punkti näitamise asemel võib vajutada ENTER – siis küsitakse objekti ja mõõde antakse objekti alguse ja lõpu kohta.

Etapp6 Lülitame korraks nähtavaks etappis 2 joonestatud abijoonete kihi. Valime neist abijoonetest välja vajalikud tsentrijooned detailidele, avastele jt ning menüüst Edit/Properties viime need kihti "Telg" samaaegselt muutes linetype (Center'iks) ja värvust.

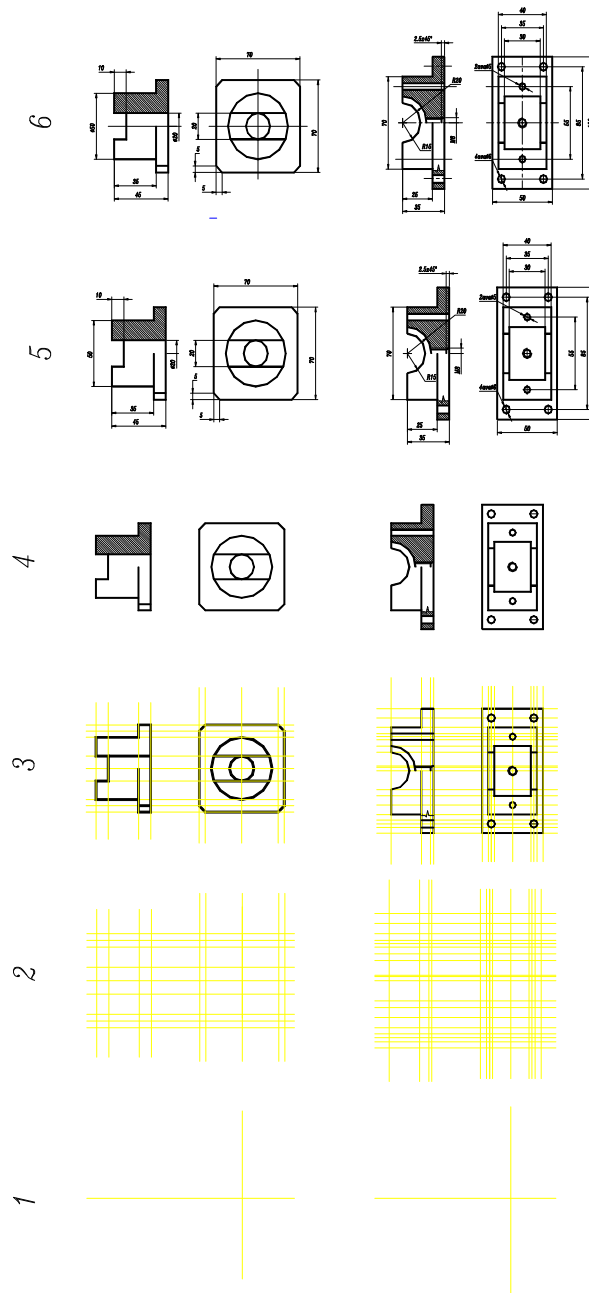
Ülesanne joonisel .014

Ülesande 2 joonestamise käsud on ülesande 1 detaili joonestamisega analoogsed.

Detaili eestvaate vasemal all kohtlõike osa viirutuseks tuleb see enne Line joonega eraldada.

Ülesanne 1

Ülesanne 2



Teema 15 Koostejoonis ACADis.

15.1 Sissejuhatus.

◆ Põhilisteks tehnilisteks dokumentideks toote valmistamisel on detailide tööjoonised ning koostejoonis koos tükitabeliga.

Nagu tehnilise joonestamise kursusest teame on üks levinud toote konstrueerimise järjekord käitsijoonestamisel järgmine: seadme üldvaatest (koostejoonisest) tehakse täpne eskiis, mille alusel tehakse detailide tööjoonised. Detailide tööjooniste tegemisel täpsustuvad paljud mõõtmed ja detailide kujud. Järgneb koostejoonise valmistamine täpses mõõtavas valminud detailide tööjooniste alusel, mis on on heaks kontrolliks eelnevale ja selgitab välja eskiseerimisel tekkinud graafilised ja mõõtmestamise vead.

◆ Ka masinprojekteerimisel on tööjooniste valmimise järjekord üldiselt sama. Tunduvalt paindlikumad on seejuures aga joonise kujundamise ja muudatuste tegemise võimalused. Kui koostu joonestamine detailidest käitsijoonestamisest tähendas peaegu alati detailide täpselt mõõtud (võibolla lihtsustatud) ümberjoonestamist, siis kompuuteri abil on võimalik kasutada detailide tööjooniseid otseselt koostu valmistamiseks.

15.2 Koostu valimine detailide tööjoonistest kopeerimise meetodil.

Eeltingimusteks selle meetodi kasutamiseks on et:

◆ tööjoonised peavad vastama mõõtudele. Konstrueerimisel peab olema kasutatud klaviatuurilt sisestamist, OSNAP'i ja mõõtude automaatset genereerimist.

◆ iga detail ja detaili mõõdud asetsevad erinevais kihtides ja erinevat värvi. See tingimus on vajalik selleks, et koostejoonisel korrigeerides ühte detaili oleks võimalus teised kihid koos teiste detailidega lukustada (Lock) või teha nähtamatuks väljalülitamisega (ON või Freeze) – vaata tund 5.

◆ Detaili kopeerimine detaili tööjooniselt koostu joonisesse toimub läbi Windowsi mälupehvi (Clipboard) järgmiselt. Kui mõnda kihti detaili tööjooniselt pole vaja koostu tuua (näiteks ABI kihti) tuleb see eelnevalt lülitada OFF või FREEZE olekusse. Märgistame aknaga valiku teel mida tahame kopeerida ja siis käsuga menüüst **Edit/Copy** (või klahvikombinatsiooniga <CTRL+C>) kopeerimegi valitu mälupehvi. Minimiseerime miinusmärgiga nupu abil (ekraani parempoolses nurgas) detaili joonise ekraani alaservale.

◆ Aktiviseerides või avades koostu joonise toome kopeeritu käsuga **Edit/Paste** (või klahvikombinatsiooniga <CTRL+V>) mälupehvrilt joonisesse.

Andmevahetus failide vahel läbi mälupehvi toimub WMF (Windows Metafile) formaadis mis sisaldab vektor-info objektidest. Erinevalt raster (bitmap) failiformaatidest mälupehvrilt sisetatud WMF formaadis objektid säilitavad kõik omadused (värv, kuuluvus kihti, kõrgus, joonetüüp jne) ja nendega saab teostada **kõiki neid operatsioone mis algfaasis** (mõõtkava muuta ilma et teravus halveneks, redigeerida jne).

◆ Mälupehvrilt sisestamisel joonisesse küsitakse objekti sisestuse punkti, sisestatava objekti mõõtkaava ja pöördenurka X-telje suhtes nagu toodud järgnevalt:

```
Command: '_pasteclip Insertion point: X scale factor <1> / Corner / XYZ:  
Y scale factor (default=X):  
Rotation angle <0d0>':
```

◆ Mälupehvrilt sisestatud detail on üks tervik objekt nagu plokk ja selleks et seda redigeerida tuleb detail enne **Explode** (Modify-I1) käsuga lõhkuda algosadeks.

◆ Selleks et koostu erinevad detailid (või nende mõõtmed, teljed jt) ei oleks ühes kihis tuleb kohe peale detaili koostufaili toomist vajadusel **muuta sisetatud detailide kihte**.

◆ Kõrvuti sattuvate erinevate detailide samasuguste viirutuste muutmine (mõõtkava, kalle, muster jt) toimub käsuga **EditHatch** (Modify-G5) ainult siis kui viirutuse loomisel oli kastike **Associative** (viirutus on seotud viirutatud ala äärtega) märgistatud.

◆ Koostul mittevajalike detaili osade eemaldamiseks kasutada TRIM kärke, sest ERASE käsk võib kustutada terve detaili osa. U(ndo) tühistab nagu alati eelneva ebaõige toimingu.

15.3 Joonise .015 ülesande lühiselgitusi.

Etapp1 Peale igat objekti sisestamist käsuga Edit/Paste on vajalik käsk **Explode**.

◆ Toome modelruumist tühja "Koost" paberruumi joonisesse Edit/Paste käsuga detail "Korpus". Viime mõõdud kihti "Korpus-DIM". Lülitame kihi "Korpus-DIM" välja käsuga OFF.

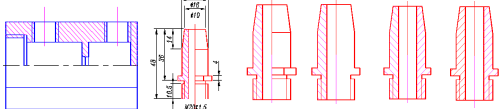
◆ Toome samuti "Koost" joonisesse "Muhv" detaili. Viime mõõdud kihti "Muhv-DIM".

Etapp2

◆ Lülitame välja (OFF) kihi Muhv-Dim

◆ **Trim** ja **Erase** käskudega eemaldame Muhvi parempoolselt vaate osalt nähtavad jooned.

◆ **Mirror** käsuga kopeerime viirutuse ja sisemise

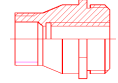


augu serva muhvi paremale poolele.

◆ Vasempoolsed viirutused mõlemal muhvil kustutame ja **Hatch** (Draw-D11) **PickPoint pattern-Ansi31** käsuga teeme uue.

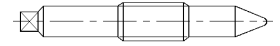
Etapp3

◆ Toome samuti "Koost" joonisesse "Kaas" detaili. Viime mõõdud kihti "Kaas-DIM". Kustutame viirutuse ja asendame selle paremale kaldu viirutusega.



Etapp4

◆ Toome samuti "Koost" joonisesse "Varas" detaili. Viime mõõdud kihti "Varras-DIM".

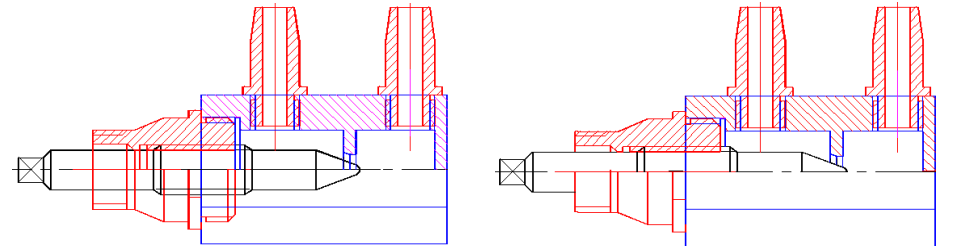


Etapp5

◆ Kasutades OSNAP'i viime Copy ja Move käskudega "Muhv" id, "Kaas", "Varras" vajalikudele kohtadele lülitades enne sisse (ON) kihid "Muhv-Dim", "Kaas-Dim" ja "Varras-Dim".

◆ Kasutades **TRIM** ja **Erase** kärke eemaldame jooned mis jäävad teiste detailide taha. Vaata eskiisi.

◆ Asendame korpuse viirutuse uuega, sest erinevate detailide viirutused ristuvad.



Etapp6

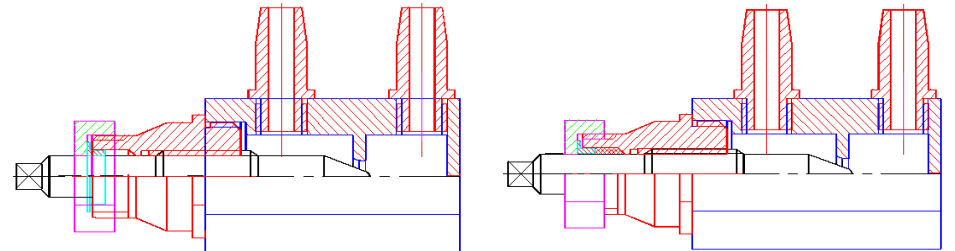
◆ Toome "Koost" joonisesse ülejäänud detailid: "Kork", "Surverõngas", "Tihend". Viime mõõdud kihti "Kork-DIM" "Surverõngas-Dim", "Tihend-Dim".

◆ Kuna elastne "Tihend" asetades koostu deformeerub siis ei ole tihendit mõtet koostu kopeerida, vaid arvestame et surverõngas algab 10mm kauguselt kalde tipust.

◆ Kasutades OSNAP'i viime Move käskudega "Kork", "Surverõngas", lülitades enne sisse (ON) kihid "Kork-Dim", "Surverõngas-Dim".

◆ Kasutades **TRIM** ja **Erase** kärke eemaldame jooned mis jäävad teiste detailide taha. Vaata eskiisi.

◆ Viirutame tihendi koha ristviirutusega: **Pattern -NET ;Scale - 10; Angle - 45d; PickPoint - näitamisega**.



Etapp7

◆ Joonise lõpetamiseks kanname joonisele koostu osade numbrid käsuga **Leader** (DIM-I) asendades viitejoone otsa noole punktiga Ø1.5mm.

◆ Kanname koostejoonisele vajalikud gabariitmõõdud varda maksimaalse liikumise mõõtme.

◆ Toome joonisesse tükitabeli ja täidame selle.

Tund 17 Joonestamine isomeetrias.

17.1 Aksonomeetria.

♦ **Aksonomeetria** on kujutise ilmekust (selgust) taotlev kujutamismeetod, mille puhul kujutis konstrueeritakse eseme punktide koordinaatide järgi, teljestiku kujutise baasil. Tegemist **ei ole ruumilise joonisega**, vaid selle **imitatsiooniga**, sest joonis ise asub kahemõõtmelisel pinnal.

♦ Aksonomeetria jaguneb: **sentraal**aksonomeetriaks (perspektiivid) ja **paralleel**aksonomeetriaks viimane rist ja kaldaksonomeetriaks..

Paralleelaksonomeetria liigitakse veel **isomeetriaks** (pikkusühiku kujutis kõigil telgedel võrdsed 1:1:1), **dimeetriaks** (kahel teljel võrdsed 1:½:1 või 1:1:½) ja **trimeetriaks** (kõigil kolmel teljel ühikud erinevad).

♦ Üldkasutatavatest aksonomeetria liikidest eelistatakse lihtsamaid:

Ristisomeetria (isomeetriline ristaksonomeetria). Teljestiku kujutise lihtne konstruktsioon ja kõigi koordinaatlõikude joonisele kandmine originaalsuuruses (X:Y:Z=1:1:1) teevad selle kujutamisi viisi eriti käepäraseks on ülevaatlik ja erineb vähe perspektiivis saadavast kujutisest. Ristisomeetria kasutatakse illustatsioonides ja ka projekteerimises. Vaata ülesanne 1.

Vertikaalne (XZtasapinnas) **kaldisomeetria**. XZ tasapinnas asetsevad elemendid säilitavad tegeliku kuju. Ruumis ekraaniga risti oleva telje kujutis aga suunatakse 45° all (X:Y:Z=1:1:1). See isomeetria on asendamatu torustike skeemidel, elektrialajaamade kogumislattide kujutamisel ja mujal. See et ekraaniga risti asetsevad torustiku- ja lattiosad näivad väljavenitatutena ei sega, vaid hoopis suurendavad joonise selgust, vähendades torustiku kattumise võimalusi aksonomeetrilistel skeemidel.. Vaata ülesanne 2.

Ehituses kasutatakse laialdaselt **vertikaalset** (XZtasapinnas) või

horisontaalset (XY) **kaldidimeetria** (X:Y:Z=1:½:1), mis annab tõepärasema pildi objektist kuigi erinevad ühikud erinevatel telgedel teeb joonestamise tülikaks. Vertikaalset kaldidimeetria kasutatakse ehituskonstruktsioonide kujutamisel, sest siin säilitavad püsttasapindades asetsevad elemendid tegeliku kuju. Horisontaalset kaldidimeetria kasutatakse ruumide põhiplaani oleva mööbli või hoonetegrupi üldvaadete puhul.

Objekti mõõtmed, kui on vajalikud, antakse koordinaattelgedele sihis. Lõiked tehakse paralleelselt koordinaatpindadega ja tekkivad lõikepinnad viirutatakse või tähistatakse materjali leppemärkidega.

17.2 Joonise *.017 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne1

Etapp1 ♦ Märjastame Options/ DrawingAids/Snap dialoogaknas IsometricSnap ON kastikese ja teeme aktiivseks Top ringikese. Edaspidi toimub ümberlülitus Top-Left-Right **klahviga F5**.

♦ Käsuga **Line** (Draw-A1) (Näitame Start point) <To point>: @22<-30 @22<22 @22<150 @22<-150

Etapp2 ♦ Kopeerime ruudu **Copy**(Modify-B1) <Select Object>(valime ruudu) <Base point>: (näitame mingi punkti) <Secondpoint>: @15<90

Etapp3 ♦ Joonestame ruutude nurkadest jooned **Line** (tagumist pole vaja joonestada) kasutades (OSNAP-A3) INTersection sidumist nurkadest.

Etapp4 ♦ Kopeerime näidatud joont käsuga **Copy**(Modify-B1) <Select Object>(valime joone) <Base point>: (näitame mingi punkti joonel) <Secondpoint>: @15<-150

Etapp5 ♦ Joonestame käsuga **Line** diadonaalid Right ja Left külgedele kasutades (OSNAP-A3) INTersection sidumist nurkadest.

Etapp6 ♦ Klahviga F5 lülitamise kursori sellele küljele millele soovime joonestada ellipsi. Valime käsust **EllipsAxisEnd** (Draw-E2) <Arc/Center/Isocircle>: I(socircle) <Center of ellipse>: (Näitame OSNAP'iga diagonaalide ristumise) <Circle Radius>: (Sisestame vajaliku raadiused)

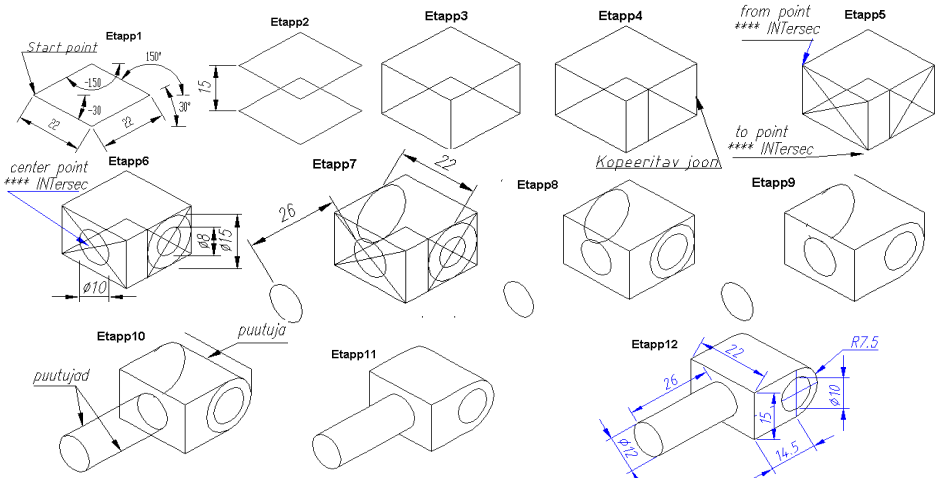
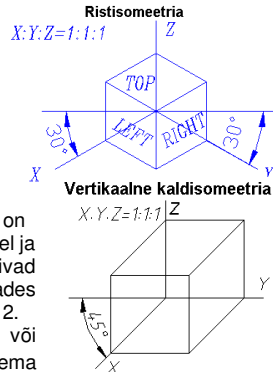
Etapp7 ♦ Kopeerime ellipsid **Copy**(Modify-B1) <Select Object>(valime **ellipsi**) <Base point>: (näitame mingi punkti ellipsil) <Secondpoint>: Ø10 ellipsile @26<-150; <Secondpoint>: Ø15 ellipsile @22<150

Etapp8 ♦ Kustutame **Erase** (Modify-J) käsuga mittevajalikud jooned nagu näidatud etapi8 eskiisil.

Etapp9 ♦ Trim'ime osa mittevajalikke jooni. **Trim** (Modify-E1) <Select object>: (valime aknaga kõik) Edasi näitame mida Trim käsuga kustutada.

Etapp10 ♦ Joonestame käsuga **Line** puutujad ellipsitele. Peab olema **sisselülitatud F5** klahviga vastava isomeetria tasapind (Right, Left, Top) kuhu tahame puutuja joonestada. Puutuja joonestamiseks kasutada **TANGent** (OSNAP-A9).

Etapp11 ♦ **Trim**'ime ja kustutame käsuga **Erase** mittevajalikud jooned.



Etapp12 ♦ Kanname mõõdud saadud isomeetrilise detaili kujutisele. Kui võimalik on soovitatav mõõdud kanda käsuga **AlignedDimension** (DIM-B) ja vastuseks küsimusele <First extension ... or RETURN>: tuleb vajutada Enter klahvi) <Select object>: (Näitame mõõdistatavat joont). Tuleb kasutada OSNAPI.

Ülesanne2 Joonestame soojussõlme skeemi vertikaalses kaldisomeetrias.

Etapp1

♦ Joonestame ringi Ø20 ja kopeerime @50<45 kaugusele. Tõmbame sirg lõikudega soojaveeboileri küljed OSNAP puutuja (TANGent) abil. Ülemisest tsentrist esimese torulõigu: @17<45. Trim'ime mittevajalikud torulõigu osa ja poolringi.

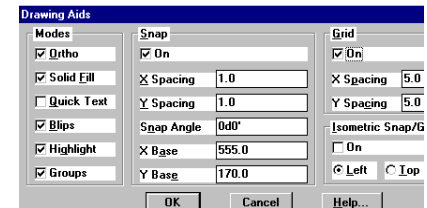
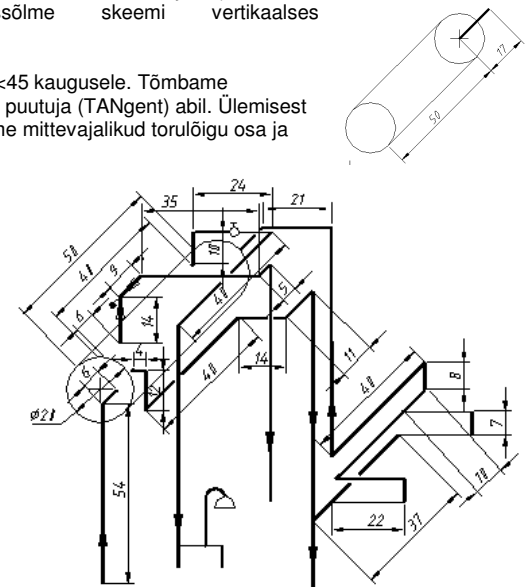
Etapp2 Skeemi edasi joonestamiseks on 2 võimalust:

♦ Sisestamisega klaviatuurilt joonestada torustik. See moodus on aeganõudvam ja on vajalik, et keegi annaks meile torustiku lõikude mõõdud. Projekteerijal aga neid mõõte veel ei ole.

♦ Joonestamiseks vertikaalses kaldisomeetrias tähendab, et joonelõigud mis on **paralleelsed** monitori **ekraani servadega** joonestame hiirega, kusjuures on sisse lülitatud ORTHO, Snap ja Grid. Mõõdud torustikule olgu orientiiriks, sest projekteerija korrigeerib tegelikult mitmeid kordi neid mõõte.

Joonelõikude joonestamiseks mis on ekraani servadega 45° all kirjutame (ilma et joont katkestaks) menüüst Options/ /Drawing/Aids avanevas dialoogaknas kasti SnapAngle **45d0**. Võrgustik (Grid) ja ORTHO lubavad sel juhul meil joonestada ainult **45°**all. Kirjutades SnapAngles' kasti **0d0** ilma et joont katkestades joonestame verikaaltasapinnas edasi.

♦ Nooleotsikud torustikel saadakse mõõtjoontest enne Explode käsuga lõhkudes mõõtjoone. Vajadusel võime Scale käsuga suurendada või vähendada nooleotsikut.



Teema 18 Joonestamine 3e dimensioonilises (3D) ruumis.

18.1 Ruumiliste (3D) objektide eelised/puudused võrreldes 2D joonisega ACAD'is.

- ♦ võimalus 3D objekte vaadelda erinevaist ruumipunktidest;
- ♦ 3D objektist on võimalik automaatselt ja töepärane 2D vaadete genereerimine;
- ♦ Objektist realistliku pildi saamise võimalus:
3D mudelis joonte peitmine (**Hide**) - kustutab ekraanilt jooned ja pinnad mis jäävad antud ruumipunkti objektile vaatamisel varju.

Realistlik varjutus (**Shade**) tekitab ekraanil peale **HIDE** käsu ka objektile vaataja tagalt langevast ühest valgusallikast tingitud varjud.

Värvimine (**Render**) - lubab täiendavalt **Hide** ja **Shade**'ile tuua ekraanile mitmeid erinevate värvidega valgusallikaid ja samuti katta objekt erinevate materjalidega ;

- ♦ 3D objektide ruumilise asetuse kontroll teineteise suhtes projekteerimisel;
- ♦ masinaehitusliku analüüsi (ruumala, inertsmoment, massitsenter jt) võimalus.
- ♦ 3D mudeli puuduseks on töömahukus

18.2 Ruumiliste objektide moodustamine kolm tüüpi ACAD'is.

3D objektid võib jagada 3e gruppi olenevalt tüübile omasest konstrueerimise ja redigeerimise tehnikast:

Wire-frame (traat-sõrestik) objektis ei ole pindu. Objekt koosneb ainult punktidest, joontest, kaartest jt mis kirjeldavad objekti servi.

Surface (pindadest keha) objekti (mudeji) loomine on keerulisem kui **Wire-Frame**'s, sest peale servade tuleb määrata ka 3D pind nende vahel, mis võib koosneda hulknurksetest pindadest (võrgust). Selle tüübiga saab moodustada mistahes kujuga 3D objekte.

Solid (tahked kehad) kirjeldab täielikumat 3D objekti ja seda tüüpi objektid on ekraanil kõige töepärasemad. Solid objekti on kergem konstrueerida ja redigeerida kui **wire-frame** või **surface** objektid. Puududeks on, et solid objektid konstrueeritakse korrapärastest geomeetriaalsetest kujunditest.

18.3 Koordinaatide sisestamine 3D ruumis:

Täiendavalt punktis 2.1 (Tund 2) toodud koordinaatide sisestamisele XY-tasapinnale tuleb 3D-ruumis igale punktile lisada Z-koordinaat.

Seega 3D-ruumis:

- ♦ absoluutsed rist-koordinaadid **X,Y,Z** ;
- ♦ suhtelised rist-koordinaadid **@X,Y,Z** ;
- ♦ silindrilised koordinaadid **@L< α ,Z** ;
- ♦ sfäärilised koordinaadid **@L< α < β** .

Sisestamisel X,Y,Z on ruumipunkti vastavalt telgedele x,y,z projektsiooni koordinaadid; @ - suhtelised koordinaadid; L - ruumipunkti projektsioon x,y tasapinnale; α - ruumipunkti x,y tasapinnale projektsiooni nurk telje +X suunaga; β - ruumipunkti asendi nurk x,y tasapinnaga .

♦ Koordinaatide sisestamist kergendab ruumis XYZ Point Filter'i (.X, .Y, .Z, .XY, .XZ, .YZ) kasutamine, kus filtris näidatud koordinaat määratakse kursoriga (OSNAP'i kasutamise), puuduvad koordinaadid sisestatakse klaviatuurilt

18.4 Joonise .018 ülesannete lühiselgitusi.

Ülesanne 1

Joonestame mudelruumis, pealtvaates (View/3DViewpointPresets/Plan) joonisel 1 antud mõõtudega DRAW/LINE käsuga kaks üksteisega kattuvat kujundit koordinaatide sisestamisega klaviatuurilt. Üks XY-tasapinnas (kujund 1) ja teine paiknemisega ruumis (kujund 2).

Joonis1 (Kujundi 1 joonestamine XY-tasapinnas)_ **LINE**: <From point> (Näitame hiirega ekraanil); <To point>: @45,10;<To point>: @-10,20;<To point>: @-30,-5;<To point>: @10,-10;<To point>: c.

Joonis2 Kujund 1 joonisel 2 saadakse kujundist 1 jooniselt 1 kopeerimise teel.

(Kujundi 2 joonestamine joonisel 2 on järgmine)_ **LINE**: From point>: _endp of (Näitame hiirega ekraanil) <To point>: @45,10,20 <To point>: @-10,20,25 To point>: @-30,-5,15 <To point>: @-10,20,5 <To point>: @-30,-5,-10 <To point>: 410,-10,-5 <To point>: @10,-10,-5 <To point>: c

Joonis3 Kujund 1 joonisel 3 saadakse kujundist 1 jooniselt 1 kopeerimise teel. Kujundi 2 saadakse punktide sisestamisega klaviatuurilt kasutades .XY filtrit (Z-telje kõrguse sisestamiseks) ja OSNAP'i (ENDpoint)

kujundi 1 nurgapunktide näitamiseks hiirega. (Kujundi 2 joonestamine joonisel 3 on järgmine) **LINE**: From point>: _endp of (Näitame hiirega alguspunkti)<To point>: .xy of _endp of (Näitame hiirega järgmist punkti) (need Z): 20 <To point>: .xy of _endp of (Näitame järgmist punkti) (need Z): 25 <To point>: .xy of _endp of (Näitame järgmist punkti) (need Z): 15 <To point>: .xy of _endp of (Näitame järgmist punkti) (need Z): 10 To point: C(lose)

Avades isomeetrilise vaatepunkti menüüst View/3DViewpointPresets/SWIsometric. (Olekureal MODEL) veenduda, et kujundid 2 ja 3 on ruumilised.

Ülesanne 2

Lihtsamates aksonomeetria liikides joonestatud torustike skeemid võivad olla mõnes tasapinnas moonutatud. 3D-ruumilised torustike skeemid on nimetatud puudusest vabad ja neid skeeme või nende osi on võimalik vaadelda (või teha neist jooniseid) erinevatest ruumipunktidest.

♦ **Etapp1** Joonestame ruumilise torustiku skeemi LINE käsuga kasutades ruumipunktide sisestamist klaviatuurilt. Soovitav on joonestada mingis isomeetrilises vaates, et jälgida koordinaatide sisestamise õigsust.

Command: LINE: <From point> (Näitame hiirega ekraanil); <To point>: @40,0,0;<To point>: @0,0,50 <To point>: @50,0,0 <To point>: @0,-25,0; <To point>: @10,0,0; <To point>: @0,35,0; <To point>: @-60,0,0; <To point>: @0,0,-50; <To point>: @-40,0,0

♦ **Etapp2** Joonestame DONUT ja LINE käske kasutades "Ventii" ja salvestame selle plokina.

♦ **Etapp3** Käsuga **InsertBlock** toome plokki "Ventii" joonisele ja asetame selle kasutades OSNAP käske (MIDpoint, FROM point, ENDpoint jt) soovitud kohale torustiku skeemil.

♦ **Etapp4** Käsuga **Leader** (DIM-I) joonestame torustiku alguses ja lõpus olevad nooled. Vajadusel muudame noole otsa suuruse mõõtu menüüst Data/DimensionStyle/Geometry.

Ülesanne 3

Joonestame hoone karkassi LINE (või Rectangle) käsuga kasutades ruumipunktide sisestamist klaviatuurilt. Soovitav on joonestada mingis isomeetrilises vaates, et jälgida koordinaatide sisestamise õigsust.

♦ **Etapp1** **Punktist1**; Command: LINE: <From point> (Näitame hiirega ekraanil punkti1); <To point>: @0,60,0 <To point>: @60,0,0;<To point>: @0,-60,0 <To point>: @-60,0,0; **Punktist2**; Command: LINE: <From point> (Näitame hiirega OSNAP ENDpoint abil punkti2);<To point>: @100,0,0; <To point>: @0,-60,0; <To point>: @-100,0,0; **Punktist3**; Command: LINE: <From point> (Näitame hiirega OSNAP ENDpoint abil punkti3);<To point>: @60,0,0; <To point>: @0,60,0; <To point>: @-60,0,0

♦ **Etapp2** Kopeerime saadud sõrestiku hoone karkassi kõigile neljale korrusele.

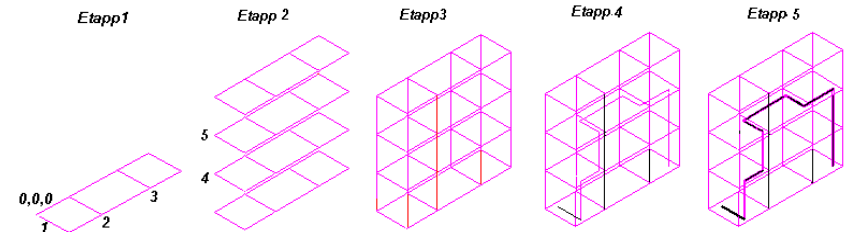
Copy (Modify-B1); <Select objects>; <Base point or displacement>; Multiple>: M <Base point>: (Näitame hiirega OSNAP ENDpoint abil punkti) <Second point of displacement>: @0,0,70; <Second point of displacement>: @0,0,140; <Second point of displacement>: @0,0,210

♦ **Etapp3** Ühendame saadud sõrestike servad **LINE** käsuga karkassiks. Punktide (<To point>, <To point>) näitamisel kasutada OSNAP (ENDpoint) abikäske.

♦ **Etapp4** Sarnaselt ülesande 2-le joonestada **LINE** käsuga saadud karkassile kaabli trass, kasutades ruumiliste koordinaatide sisestamist klaviatuurilt.

♦ **Etapp5** Saadud kaablitrass muuta jämedamaks kasutades Edit Polyline käske.

♦ **Etapp6** Paigutada mõõdud saadud kujutisele, eelnevalt **3Point UCS** käsuga (punkte näidata OSNAP ENDpoint abikäsuga) muuta aktiivseks see tasapind kuhu tuleb mõõtused paigutada.



Teema 19 Pindadest koosnevad (surface) 3D objektid.

19.1 Pindadest kehad.

Pindadest kehad kujutamisel on kehade eraldamiseks ümbritsevast keskkonnast kasutatud läbipaistmatuid pindasid. Need pinnad ei oma paksust. Kõrvalolevas näites on selguse mõttes kuubi pinnad üksteisest eraldatud ja kujutatud läbipaistmatuina (klaasist).

19.2 Pindadest kehade moodustamine.

cc Pindadest koosneva (Surface) mudeli loomine on keerulisem kui wire-frame'is, sest peale servade tuleb määrata ka 3D pind nende vahel, mis võib koosneda hulknurksetest pindadest. Surface mudel on kujutatav ekraanil sõrestikuna käskude *hide*, *shade* või *render* teostamiseni. Peale neid käske muutuvad pinnad läbipaistmatuiks.

Kõiki pindu on võimalik kujutada teatud ligikaudse lähendusega koosneva hulknurksetest pindadest. Mida väiksemad on pinnaelemendid ja mida rohkem on neid seda enam läheneb kujutatud pind reaalsele pinnale. Kõrvaloleval pildil on kujutatud sfäär koosneva tasapinnalistest hulknurkadest.

19.3 Lihtsamad (surface) pindadest koosnevad 3D objektid.

Kõige lihtsamad 3D surface (pindadest koosneva) objekte võib moodustada *elevation* (tasandi) ja *thickness* (paksuse) andmisega 2D objektidele mis on joonestatud line, arc ja tekst käskudega.

Thickness on 2D objekti (XY-tasapinnalise) venitamisel Z-telje suunas tekkinud distants.

Elevation on väärtus millega 2D objekt on tõstetud Z-telje sihis XY-tasapinnalt kus see oli defineeritud.

♦ Lihtsaimate pindadest koosnevaid 3D objekte võib **otseselt joonistada LINE, ARC, DONUT** käsuga andes neile eelnevalt käsurealt vajalikud **thickness** ja **elevation** väärtused.

♦ LINE, ARC käsuga joonestatud 2D objekte võib **redigeerimise** käigus muuta 3D objektideks menüüst Edit/Properties või töövahendite ribas nupu "Properties" avanevate dialoogakende (ModifyLine, ModifyArc, Properties) abil. Eelnevalt tuleb valida objekt ja siis avanevas dialoogaknas (vt. ülal) sisestada vajalik "thickness" ja "elevation" käsku siin asendavad Z väärtused.

19.4 3D objektide vaatlemine erinevatest ruumipunktidest.

Ruumiliste objektide vaatlemiseks on palju võimalusi menüüst **View**

♦ **Named View** – võimaldab defineerida (salvestada) ja taastada erinevaid vaateid joonisele.

♦ **3D Viewpoint Presets** – saab valida eelseadistatud kolmemõõtmelise mudeli vaatepunkte ja järgmisi:

PlanView – Z-telje sihist UCS (Current), WCS (World) või nimelisele (Named) XY-tasapinnale vaade.

Top – vaade XY-tasandile Z-telje positiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid 0,0,1).

Bottom – negatiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid 0,0,-1).

Left – vaade ZY-tasandile X-telje negatiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid -1,0,0).

Right – positiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid 1,0,0).

Front – vaade ZX-tasandile Y-telje positiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid 0,1,0).

Back – negatiivsest suunast (vaatepunkti koordinaadid 0,-1,0).

SW Isometric – vaade alumisest vasakust nurgast (vaatepunkti koordinaadid -1,-1,1).

SE Isometric – vaade alumisest paremast nurgast (vaatepunkti koordinaadid 1,-1,1).

NE Isometric – vaade ülemisest paremast nurgast (vaatepunkti koordinaadid 1,1,1).

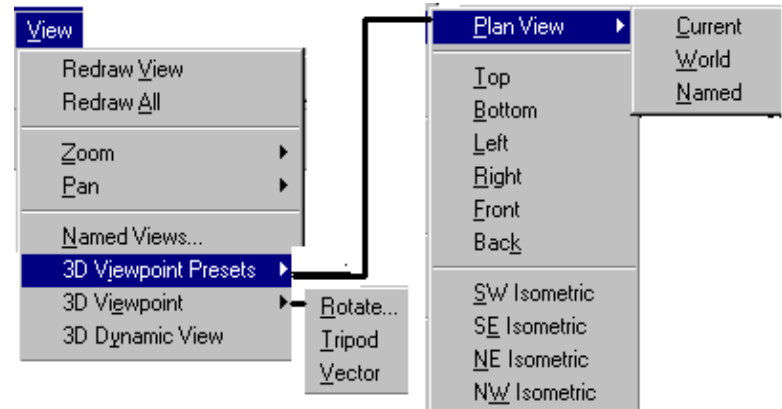
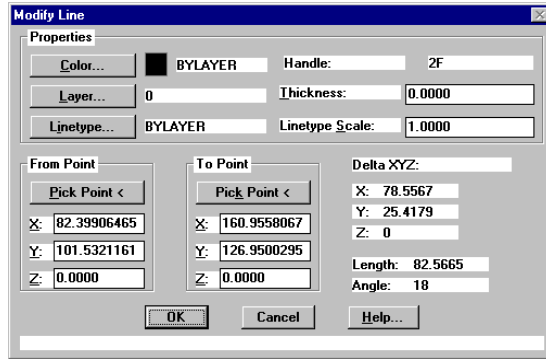
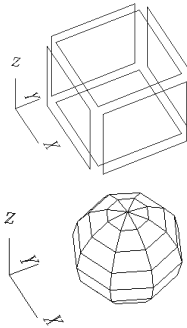
NW Isometric – vaade ülemisest vasemast nurgast (vaatepunkti koordinaadid -1,1,1).

♦ 3D Viewpoint

Rotate – dialoogakna kaudu võimalik valida vaatepunkti nurka XY- tasapinna ja X-telje suhtes

Tripod (Kompass) – menüüst võib valida sobiva ruumilise vaatenurga. Kompass kujutab endast gloobuse pinnalaotist, kus põhjapoolust tähistab kompassi tsentr, ekvaatorit kompassi keskmine ringjoon ning lõunapoolust välimine ringjoon. Seega valides vaatepunkti lõunapoolusele, vaatad joonist altpoolt.

Vector – vaatepunkt määratakse X,Y,Z koordinaatide sisestamisega.



♦ **3D Dynamic View** – määrab dunaamiliselt paralleel ja perspektiiv projektsioonide parameetrid.
Camera – pöörab kaamerat ümber sihtpunkti (keskpunktiks võetakse vaikimisi joonise keskpunkt)
Target – pöörab sihtpunkti ümber kaamera.
Distance –

ülitab sisse perspektiivprojektsiooni, nihutab kaamerat pikki vaatesuunda.

Point – määrab X,Y,Z koordinaatide kaudu kaamera ja sihtpunkti asukohta

Pan – nihutab ekraaniakent joonise suhtes

19.5 Joonise .018 ülesannete lühiselgitusi.

Kõikides järgnevates ülesannetes võib joonestamist alustada nii tasapinnalises või ruumilises vaates.


Ülesanne 1


Etapp1 Joonestada klaviatuuriit suhteliste koordinaatide sisestamisega detaili XY-tasapinnaline pealtvaade. Sirglõigud käsuga – LINE; ringid käsuga – DONUT (välimised ja sisemised diameetrid on võrdsed).

Etapp2 Anda välimisele äärejoonele ja kahele äärmisele ringile Ø10 paksus (thickness) 10 mm, keskmisele paksus 30mm. Ringile Ø40 tuleb anda (elevation) Z=10 mm ja paksus (thickness) 20 mm.

Etapp3 Vaadata saadud kujutist erinevatest ruumilistest vaatepunktidest.

Ülesanne 2

 Kirjutada Dtext. Märkida see ja siis menüüst Edit/Properties dialoogaknast anda thickness võrdne tähe kõrgusega (3.5).

 avanevas

Ülesanne 3


Etapp1 Joonestada kujundi pealtvaate.; ringid käsuga – DONUT (välimised ja sisemised diameetrid on võrdsed)

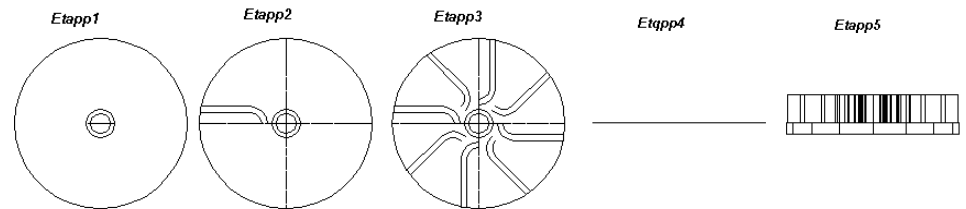
Etapp2 Alul joonestame tiiviku ühe külje Sirglõigud käsuga – LINE ja kaared käsuga – ARC. Teise külje saame OFFSET käsuga (distants = 4mm).

Etapp3 Käsuga ARRAY (Polar) paljundada tiiviku laba 8 korda keskpunktiga ringi tsentris.

Etapp4 Siiani joonestatud kujund külg vaates.

Etapp5 Märkida tiiviku laba ja anda menüüst Edit/Properties

neile thickness (paksus) võrdne 16. Märkida aluse ringjoon ja anda  avanevas dialoogaknast sellele thickness (paksus) võrdne -6, sest muidu oleks tiiviku labad surutud alusketta sisse.



Teema 20 Lihtsad tahked (solid) 3D objektid.

20.1 Tahked kehad.

Tahked kehad (solids) on ruumi osad, mis on piiratud kinnise pinnaga ja omades ruumi, mis on täidetud ainega. Solid kirjeldab täielikumalt 3D objekti ja objekti konstruktsioon on ekraanil kõige vähem ebaselge.

20.2 Lihtsate tahkete 3D kehade moodustamine.

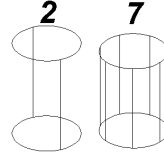
Kõige lihtsamaid 3D solids (tahked) kehased võib moodustada nagu surface kehasedki 2D primitiividele thickness (paksuse) andmisega. Läbipaistmatuile 2D objektidele **thickness** (paksuse) **elevation** (tasand) andmisega saadakse 3D tahked objektid. Tahked kehad kujutatakse ekraanil sõrestikuna kuni käskude *hide*, *shade* või *render* teostamine.

Läbipaistmatuiks 2D objektideks loetakse: ringid (CIRCLE), rajad (TRACE), laiad liitjooned (PLINE), kahemõõtmelised pinnad (SOLID), seest värvitud rõngad-ringid (DONUT).

♦ läbipaistmatuid 2D objekte võib redigeerimise käigus muuta 3D objektideks menüüst Edit/Properties või töövahendite ribas nupu "Properties" avanevate dialoogakende (ModifyLine, ModifyArc, Properties) abil 3Dsolids objektideks. Eelnevalt tuleb valida objekt ja siis avanevas dialoogaknas (vt. Teema18) sisestada vajalik "thickness" ja "elevation" käsku siin asendavad Z väärtused.

♦ FILLMODE -- ACAD'i muutuja, mis määrab kas objektid (Pline, Solid, mõttejoone nooled jt) on täidetud värviga (1) või on värvimata (0). Saab muuta käsurealt kehtivaks kogu joonisele.

♦ ISOLINES - ACAD'i muutuja, mis määrab objekti kõverpindade kujutamisel puutujajoonete arvu. Saab muuta käsurealt kehtivaks kogu joonisele. Vaata kõrvalolevat näidist, kus numbrid tähistavad "Isoline"ide arvu. Vaikimisi on Isolines=4.



20.3 Kihtide kasutamine kolmemõõtmelises (3D) joonises.

Soovitav on maksimaalselt kasutada käsuga LAYER loodud kihte. Alati kehtigu põhimõte, et kõik jooned ühe kihi piires olgu: ♦ ühte värvi (Color=const); ♦ sama laiusega (Width=const); ♦ samal kõrgusel (Elev=const); ♦ sama paksusega (thickness=const); ♦ kuuluvad ühele objektile; ♦ omavad sama funktsioon (näit: teljooned, sidejooned, kontuurjooned jne).

Nende põhimõtete järgimine soodustab joonestamist ja kergendab nende edasist redigeerimist.

Kahemõõtmelisel joonisel saadi summaarne kujutus üksikute kihtide üksteise peale asetamisega.

Kolmemõõtmelisel kujutisel on aga iga kihi puhul tegemist ruumilise kujutisega, mis piltlikult kujutavad endast karpe. Tervikliku kujutise saamiseks asetatakse need karbid üksteise sisse, seejuures tungivad ühe kihi jooned ja pinnad vabalt läbi teiste kihtide joonestest ja pindadest.

20.4 Joonise .019 ülesannete lühiselgitusi.

Kõikides järgnevatel ülesannetes võib joonestamist alustada nii tasapinnalises või ruumilises vaates.

Valida sobiv ruumiline vaade. Näiteks menüüst: View / 3D Viewpoint Presets /SW Isometric

Ülesanne 1

Etapp1 Lauaplaadi joonestamine. **Solids** <First point>: 100,100 <Second point>: @850,0; <Third point>: @-850,1280<Fourth point>: @850,0 <Third point>: Enter

Seadistame Solid objekti äärjoontena: **Fillmode**; <New value for FILLMODE <1>>: 0 Command: regen.

Etapp2 Joonestame ühe laua jala: Pline <From point>: _from Base point: _endp of <Offset>: @20,-60

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>: W <Current line-width is 0.0>

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>: W <Starting width <0.0>>: 80 <Ending width <80.0>>:80 <Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>>: @120,0

Etapp3 Kopeerime (või ARRAY käsuga) laua jalad kõikidesse nurkadesse: Command: Copy <Select objects>: (Näitame laua jalga) <<Base point or displacement>/Multiple>: M <Base point>: _endp of

<Second point of displacement>: @1120,0 <Second point of displacement>: @0,-730 <Second point of displacement>: @1120,-730

Etapp4 Varustame laua salvedega (jalgade tugi lauaplaadi all):

Horisontaalne salv: Pline <From point>: (Näitame hiirega lauajala ENDpoint)

<Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>>: W <Starting width <50.0>>: <Ending width <50.0>>: Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>: (_endp of Näitame teise jala

ENDpointi) Kopeerime teise horisontaalse salve kasutades abikäsku OSNAP ja lauajala ENDpoint'i.

Vertikaalne salv: Pline <From point>: OSNAP FROM <_ from Base point>: OSNAP ENDpoint <_ endp of>

(Näitame vasemalt ülemise jala joone lõpp-punkti) <Offset>: @60,-40; Current line-width is 50.0;

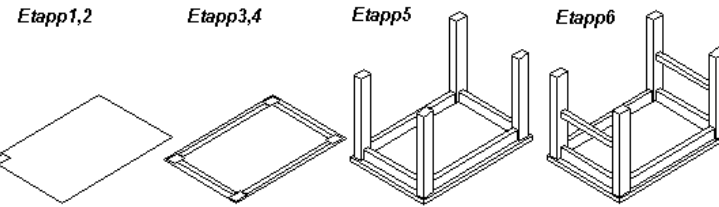
Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>: @0,-650 Kopeerime teise vertikaalse salve

kasutades abikäsku OSNAP ja lauajala ENDpoint'i. <Base point or displacement>/Multiple: _endp of

Second point of displacement: @1120,0

Etapp5

Kopeerime külgmised salved Z telje sihis lauajalgade vaheliseks toeks Command: _copy <Select objects>: <<Base point or displacement>/Multiple>: (Näitame mingit punkti ekraanil) <Second point of displacement>: @0,0,400



Ülesanne 2

Eksisteerib kaks ruumilise objekti joonestamise moodust:

1 Enne iga objekti koordinaatide andmist täita menüüst Data/ObjectCreation avanevas dialoogaknas olevate thickness (paksus) ja elevation (tasand) aknad vastavate arvudega.

2 Joonestada objekt(id) XY-tasapinnal, märgitada need ja siis menüüst Edit/Properties avanevas dialoogaknas anda objektile thickness (paksus) ja elevation (tasand) asemal anda Z väärtus.

Etapp1 Keerdrepi keskmise vertikaaltee, astmelaua, varvaslaua ja käsipuute joonestamine.

♦ Keskmise vertikaaltee: Command: _circle 3P/2P/TTR/<Center point>: (Näitame mingit punkti hiirega) Diameter/<Radius> <300.0>: kõrgus 1400.

♦ Astmelaua joonestamine: Pline <From point>: (Näitame hiirega vertikaaltee OSNAP /QUADrant punkti) <Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>>: W <Starting width <120.0>>: <Ending width <400.0>>: Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>:@0,-700; kõrguse anname -20 astmelaua pealipind jääks kõrguse näitamisel baaspunktiks Z=0.

♦ Käsipuu toe joonestamine: Circle <Center>: OSNAP-FROM (Näitame astmelaua ENDpointi) <Offset>: @0,60 <Radius>: 15, kõrgus (thickness = 1200).

♦ Varvaslaua joonestamine: Pline <From point>: (Näitame hiirega astmelaua ülemist äärenurka) <Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line>>: W <Starting width <20.0>>: <Ending width <20.0>>: Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line> (Näitame hiirega astmelaua alumist äärenurka); kõrgus (thickness = 100).

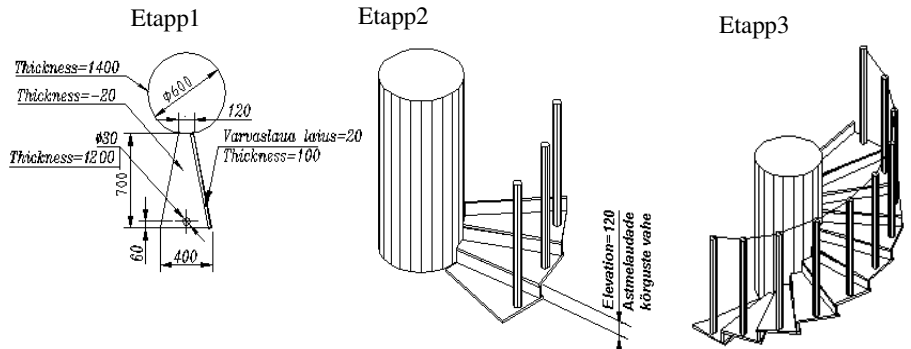
Etapp2

♦ Käsuga Array/Polar paljundada 180° ulatuses 10 korda astme-, varvaslaua ja käsipuu tuge. Command: Array/Polar <Select objects>: (Näitame "Shift" klahvi all hoides astme detaile) <Center point of array>: (Näitame OSNAP-CENTER abikäsuga vertikaaltee tsentrit) <Number of items>: 10 <Angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>>: 180 <Rotate objects as they are copied?> Y

♦ Anname Array/Polar käsuga paljundatud igale astmekomplektile võrreldes eelmisega tasandi (elevation) juurdekasvu Z=120 menüüst menüüst Edit/Properties avanevas dialoogaknas Z väärtusele.

Etapp3

Joonestame 3DPolyline käsuga käsipuu joone kasutades OSNAP (käsipuu toe ülemise ringi) Center abikäsku joonestamisel.



Teema 21 Koostatud tahked (solid) 3D objektid.

21.1 Koostatud tahkete 3D objektide moodustamine





♦ **Solid** kirjeldab täielikult 3D objekti. Ka keerulist solid mudelit on samuti kergem konstrueerida ja redigeerida kui wire-frame või surface (võrgustikuga, "mesh") mudelit.

Tavaliselt 3D solid mudel konstrueeritakse järgnevalt:













- ♦ 3D baas vormide (kast, koonus, silinder, kera, kiil, torus) kasutamiseega
- ♦ 2D objektidest väljapressimise (extrude; paksume andmise) teel pikki antud teekonda (pikkus ja suund),
- ♦ 2D objektide pööramisega (revolve) ümber pöördeltele. Kui on loodud solid objektid ülalloodud viisil võib nende kombineerimisega (liitmisega, lahutamise, ühise osa kasutamise) konstrueeritakse keeruline 3D mudel.

Solid objekte võib hiljem muuta: ♦ faasida (3D chamfer) või ümardada servi (3D fillet). ♦ pöörata (3D rotate) ♦ teha massiiv (3D array) ♦ peegelpilt (3D mirror) ♦ 3D trim ja pikendamine (extend) ♦ samuti 2D redigeerimise käsud: move, copy, ♦ ACAD'is on ettenähtud võimalus solid objektist ristlõike saamine ja konstrueerimise lõigete saamine.

Explode-A

- 1  **Explode** - Lahutab tervik ploki, solid või polüjoone koostisosadeks.
- 2  **Union** – Moodustab koostatud piirkonna või solid objekti esimesele valitud objektile teise valitud objekti liitmise teel.
- 3  **Subtract** – Moodustab koostatud piirkonna või solid objekti esimesest valitud objektist teise valitud objekti lahutamise teel.
- 4  **Intersection** – Moodustab koostatud piirkonna või solid objekti valitud esimesest ja teisest objektist nende lõikumisel ühise osa allesjätmise teel.

Solids-A

- 1  **Solid Box** – Tahkest aineest kast. Baaspunktiiks võib olla kasti tšenter või nurk. Edasi valides L(enght) küsitakse kasti pikkust (length), laiust (width) ja kõrgust (height).
- 2  **Solid Sphere** – Tahkest aineest kera. Baaspunktiiks kera tšenter. Edasi küsitakse kera raadiust või diameetrit.
- 3  **Solid Cylinder** - Tahkest aineest silinder Silindri baaspunktiiks saab valida ringikujulise või ellipsilise põhja tšentri. Küsitakse ringi või ellipsi diameetreid ja silindri kõrgust.
- 4  **Solid Cone** - Tahkest aineest koonus. Koonuse baaspunktiiks saab valida ringikujulise või ellipsilise põhja tšentri. Küsitakse ringi või ellipsi diameetreid ja koonuse kõrgust
- 5  **Solid Wedge** - Tahkest aineest kiil. Baaspunktiiks võib olla kiilu tšenter või nurk. Edasi valides L(enght) küsitakse kiilu pikkust (length), laiust (width) ja kõrgust (height).
- 6  **Solid Torus** - Tahkest aineest rõngas. Baaspunktiiks rõnga tšenter. Edasi küsitakse rõnga raadiust või diameetrit ja torukujulise osa raadiust või diameetrit.
- 7  **Extruded Solid** – tahkest aineest väljapressitud profiil. Kinnistele kõverpindadele (polyline, polygon, rectangle, circle, ellipse ja kinnine splines) kõrguse või suunaja (path) andmisega.
- 8  **Revolved Solid** – tahkest aineest pöördekeha. Kinniste kõverpindade (polyline, polygon, circle, rectangle, ellipse ja region) pöörlemisel X, Y või suunaja (line, 2 punkti) ümber antud kraadi.
- 9  **Slice Solid** – olemasolevast tahkest kehast uu(t)e saamine lõikamisel tasapinnaga mis defineeritakse 3e punkti, XY, YZ või ZX tasapinnana.
- 10  **Sectioning Solid** – olemasolevast tahkest kehast ristlõike saamine lõikamisel tasapinnaga mis defineeritakse 3e punkti, XY, YZ või ZX tasapinnana.
- 11  **Interfere Solid** – Moodustab koostatud solid objekti valitud kahest või mitmest solid objektist nende lõikumisel ühise osa allesjätmise teel.
- 12  **AME Convert** – Konverteerib AME (AdvancedModelingExtension) solid objektid ACAD solid objektideks.

21.2 Joonise .021 ülesannete lühiselgitusi.

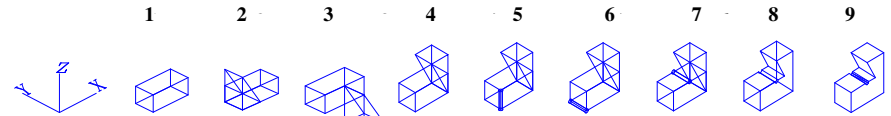
Kõikides järgnevatel ülesannetes võib joonestamist alustada nii tasapinnalises või ruumilises vaates.

Valida sobiv ruumiline vaade. Näiteks menüüst: **View / 3D Viewpoint Presets / SE Isometric**

Tuua ekraanile tööriistaribad menüüst: **Tools / Toolbars / Solids**; **Tools / Toolbars / Modify** ja **Tools / Toolbars / ObjectSnap**

Ülesanne 1

Etapp1 Joonistada kast menüüst: **Solids/BoxCorner/** <Corner of Box> : 0,0,0. Edasi valida Length :100 ; Width:50; Height: 50



Etapp2 Joonistada kiil menüüst: **Solids/WedgeCorner** <Corner ofWedge>: 0,0,0. Edasi valida Length:50 ; Width:50; Height: 100

Etapp3 Viime kiilu serva kohale: **Modify/Move**. Menüüga: **ObjectSnap/SnapToEndpoint**, näitame kust, kuhu.

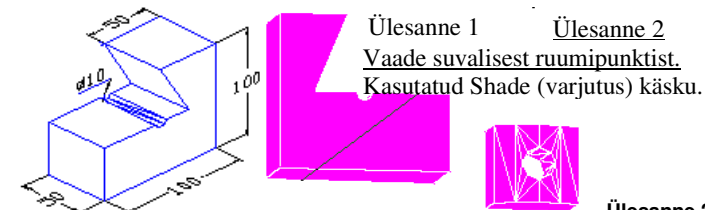
Etapp4 Pöörame 180° kiilu kohale menüüga: **Modify/3DRotate**. Menüüst valime Yaxis <100,0,0>; RotationReference: 180

Etapp5 Joonistada silinder menüüst: **Solids/EllipticalCenter/** <CenterPoint>:0,0,0 <Radius>:5 <Height>:50

Etapp6 Pöörame -90° silindrit menüüga: **Modify/3DRotate**. Menüüst valime Xaxis <0,0,0>; RotationReference: -90

Etapp7 Viime silindri kohale: **Modify/Move**. Näitame kust **ObjectSnap/SnapToCenter**, kuhu **ObjectSnap/SnapToMidpoint**

Etapp8 Teostame kasti+kiilu menüüst **Explode/Union**, ja silindri lahutamise neist menüüga **Explode/Subtract**. **Etapp9** **Reorder/Hide** käsuga peidame jooned/servad, mis jäävad eesolevate pindade varju.



Ülesanne 2

Valida sobiv ruumiline vaade. Näiteks menüüst: **View / 3D Viewpoint Presets /SW Isometric**

Etapp1 Joonistada silinder menüüst: **Solids/CylinderCenter**: <Elliptical/<center point> <0,0,0>> : (Näitame punkti ekraanil); <Diameter/<Radius>>: 40 <Center of other end/<Height>>: 50

Etapp2 Joonistada kast menüüst: **Solids/BoxCorner**: <Center of box> <0,0,0>>: (Valime OSNAP QUADrant) <_qua of> (Näitame silindri põhjale) <Cube/Length/<corner of box>>: L(enght) <Length(X-tele sähis)>: 50 <Width (Y-tele sähis)>: 80 <Height(Kõrgus)>: 50

Etapp3 **Etapp7** Viime kasti kohale: **Modify/Move**. (Näitame baaspunkti) To point: @0,0,25

Etapp4 Joonistada silinder menüüst: **Solids/CylinderCenter**: <Elliptical/<center point> <0,0,0>> : (Näitame OSNAP ENDpoint kasti alumist nurgapunkti ekraanil); <Diameter/<Radius>>: 10 <Center of other end/<Height>>: 80

Etapp5 Pöörame -90° silindrit menüüga: **Modify/3DRotate**. <Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/<2points>: Menüüst valime Xaxis <0,0,0>; (Näitame kasti alumist serva OSNAP ENDpoint'iga) RotationReference: -90

Etapp6 Viime silindri kohale: **Modify/Move**. <Base point or displacement> (kust) ; (Näitame kasti alumist serva OSNAP ENDpoint'iga), <Second point of displacement (kuhu)>: @25,0,25

Etapp7 Kasti ja suure silindri ühisosa saame **Explode/Intersect**, <Select objects>(Valime mõlemad)

Etapp8 silindri lahutamise neist menüüga **Explode/Subtract**; <Select solids and regions to subtract from...> (Näitame etapist6 kasti ja silindri ühist osa) <Select solids and regions to subtract...>: (Näitame silindrit)

