

2. OSA

JOONESTAMINE Solid Edge'iga

SISSEJUHATUS

Graafikaprogramm Solid Edge on automatiseeritud joonestusprogramm, **mis võimaldab:**

- joonestada 2D-süsteemis tasapinnalisi kujutisi, tõmmates jooni kahe punkti vahel; joonestada mitmesuguseid geomeetrilisi kujundeid, ühendada jooni, lisada ringjoonele puutujaid; lisada joonte ja kujutiste vahele geomeetrilisi seoseid, neid märkida (näidata neid seoseid), kontrollida ja säilitada; joonestada eskiise, teha eskiisidest (skitsidest) mudeleid, muuta tehtud kujutisi; kanda mõõtmeid tehtud joonistele, märkida töödeldud pindadele pinnakaredusi, geomeetrilisi tolerantse ja muid tehnilisi andmeid;
- teha jooniseid vahetult 3D-mudelitest;
- teha esmalt ruumiline 3D-mudel detailist ja kanda sellele ka mõõtmed, misjärel teha sellest automaatselt mituvaade; teha lõikeid, kohtlõikeid, lisavaateid, lisada mõõtmeid, pinnakaredusi, geomeetrilisi tolerantse; panna mitmest detailist kokku koostusid;
- teha lehtmetailist detailide 3D-mudeleid ja seejärel mudelitest 2D-jooniseid (painutatud, tõmmatud ja stantsitud detailide jooniseid lehtmaterjalist), kus detailil on kogu tema ulatuses ühesugune seina paksus, teha painutatud detailide pinnalaotusi jms;
- joonestada keevisjooniseid, kanda joonistele keevisõmbuste tähiseid, mõõtmeid, osanumbreid; lisada geomeetrilisi tolerantse detailide tööjoonistele; koostada tükitabeleid jms;
- teha koostejooniseid ja nende juurde ka tükitabeleid. Samas saab teha ka vastupidi: koostejoonist lahti võtta ja kujutada seda koostu lahtiharutatuna detailide järjekorras, nagu need detailid tegelikult koostus asetsevad. Detailid paigutatakse joonise väljal sellises järjekorras ja selliste seostega, nagu nad koostus tegelikult paiknevad;
- täiendada koostu uute detailidega, st joonestada koostu keskkonnas juurde üksikdetailide 3D-mudeleid;
- installeerida programmi andmeid, mis on tähtsad konstruktorile (detailide omadused ja materjalide omadused, millest materjalid on valmistatud, samuti detailide materjalide tugevusandmed); teha detailide tugevusarvutusi, keevisõmbuste arvutusi jms;
- installeerida programmi mitmesuguseid raamatukogusid (*Libraries*), näiteks standarddetailide kogumikke (nt kinnituselementide kogu, laagrite kogu), mitmesuguste skeemide tingtähiseid jne.

Graafikaprogramm Solid Edge on väga laialdaste võimalustega. Siinses õpikus on kirjeldatud detailide 3D-mudelite ja 2D-jooniste valmistamist, kasutades programmi Solid Edge ST4 tavatehnoloogiat.

Samas on graafikaprogrammi mugav kasutada, sellel on Microsoft Windowsi operatsioonisüsteemidega töötavate programmide kujundus. Solid Edge'i ST4 kujundus ja kasutamine on sarnane Microsoft Office'i 2007 versiooniga. Kasutatakse kergesti mõistetavaid ikooni ja kui kursor jääb mõnele ikoonile peatuma, kirjeldatakse käsku sealjuures ka teksti kujul.

Solid Edge'i programme täiendatakse pidevalt, neid parandatakse ja neisse lisatakse uusi elemente. 2006. aasta kevadel ilmus turule 18. ja sügisel juba 20. versioon, 2011. aastal aga juba sünkroontehnoloogiaga Solid Edge'i ST4-versioon. Siinne õpik on viidud kooskõlla ST4-versiooniga, kuid käsunuppude kujundus ja nende tööpõhimõtte ei ole üldjuhul muutunud uute versioonide ilmumise tõttu.

Iseenesest on aga Solid Edge masinaehituslike konstruktoridokumentide koostamise automatiseeritud töövahend. See on programm, mis kuulub ühe väikese osana suurde tootearendusprogrammi, mille on välja töötanud firma Unigraphics Solutions, Inc. (hiljem firma Siemens PLM Software).

Kõige värskemad infot selle programmi kohta on võimalik leida aadressilt www.plm.automation.siemens.com, kus valik tuleb teha toodangu liinilt (*Explore Solutions by Product Line ...*). Solid Edge asub seal grupis *Velocity Series*.

9. SOLID EDGE'i ÜLEVAADE

Solid Edge'il on viis erinevat töökeskkonda: detaili modelleerimise, projekteerimise, lehtmatali töötlemise keskkond, koostamis- ja keevituskeskkond.

Detaili modelleerimise keskkonda (*detailikeskkond, ISO Part Environment*) kasutatakse objektide, esemete, kolmemõõtmeliste mudelite (3D-mudelite) konstrueerimiseks. Mudelid konstrueeritakse materjali lisamise või selle eemaldamise teel, tehes mudelile süvendeid, avasid, faase, keermeid jms. Detaili mudelite dokumendid selles keskkonnas on faililaiendiga *par*.

Projekteerimiskeskonda (*ISO Draft Environment*) kasutatakse selleks, et teha objektist kiiresti tasapinnalisi kahemõõtmelisi jooniseid (2D-jooniseid), kus kasutatakse eelnevalt 3D-keskkonnas valmistatud detailide või koostude mudeleid. 2D-jooniseid saab luua ka ilma 3D-modelleerimiseta. Joonised valmivad ekraanil detailide (objektide) kujutiste joonestamise teel, joonestamiseks kasutatakse kõiki graafikavahendeid (sirgjooned, ringid, kaared, ümardusraadiused, faasid jne). Samu joonestusvõtteid saab kasutada ka 3D-mudelite ja koostude valmistamiseks. Projekteerimiskeskonnas on dokumentide faililaiendiks *dft*.

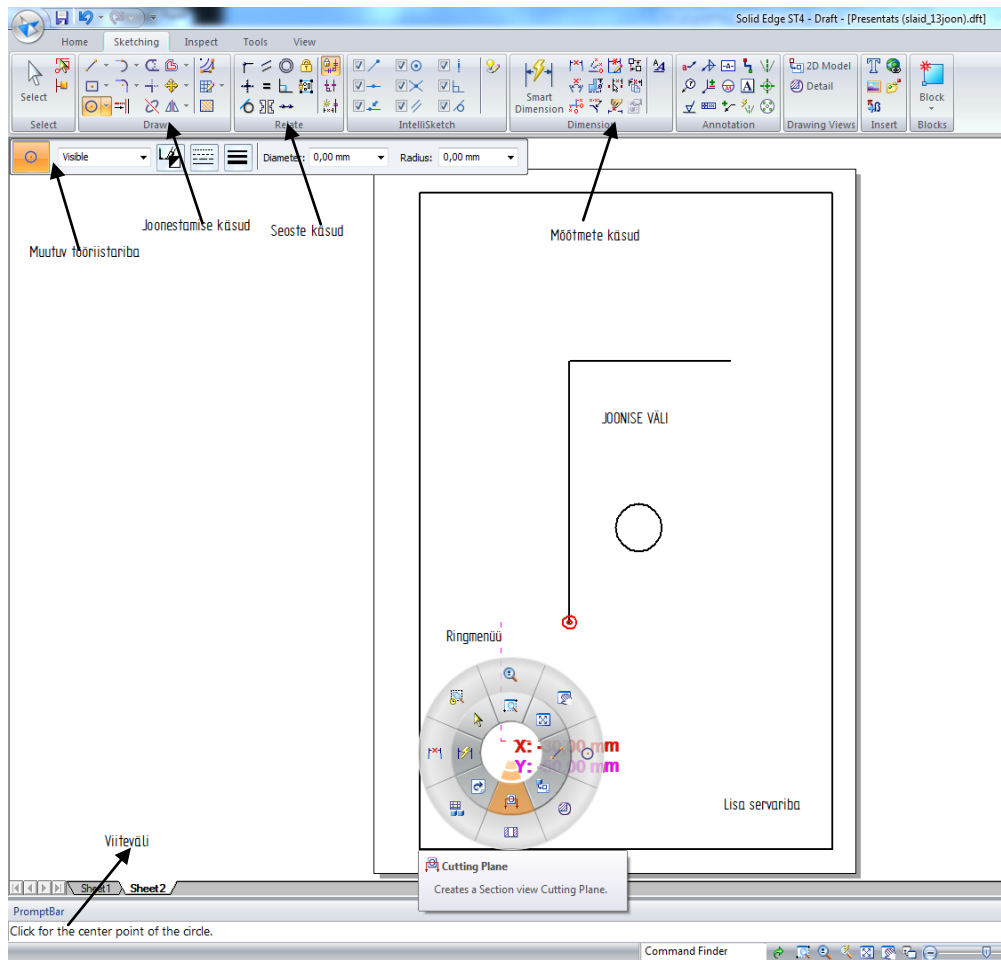
Lehtmatali töötlemise keskkonda (*ISO Sheet Metal Environment*) kasutatakse selleks, et valmistada õhukeseseinalisi kolmemõõtmelisi detailimudeleid lehtmatalist. Sellised mudelid saadakse materjali lisamise, eemaldamise, painutamise, vormimise või tõmbamise teel. Selles keskkonnas on dokumentide faililaiendiks *psm*.

Koostamiskeskonda (*ISO Assembly Environment*) kasutatakse olemasolevate detailide ja alamkoostude koostamiseks, koostus olevate üksikdetailide vahel seoste (sidemete) lisamiseks või uute detailide modelleerimiseks koostamise käigus. Koostu valmistamisel saab kasutada mõlemas keskkonnas (**detaili modelleerimise keskkonnas** ja **lehtmatali töötlemise keskkonnas**) valmistatud Solid Edge'i 3D-mudeleid. Samuti saab koostu valmistamiseks kasutada detaile, mis on valminud mõnes teises graafikaprogrammis. Uute koostude koostejooniste valmistamiseks on võimalik kasutada ka 2D-projekteerimist. Koostamise keskkonnas on dokumentide faililaiendiks *asm*.

Keevituskeskkond (*ISO Weldment Environment*) on eraldi keskkond, kus on võimalik määrata keevitatavate koostude keevisõmbuste liike, samuti keevitusjärgset mehaanilist või termilist töötlust ja pinnakaredusi ning ühendada keevitatavad detailid määratud virtuaalse keevisõmbusega. Keevituskeskkonnas on dokumentide faililaiendiks *pwd*.

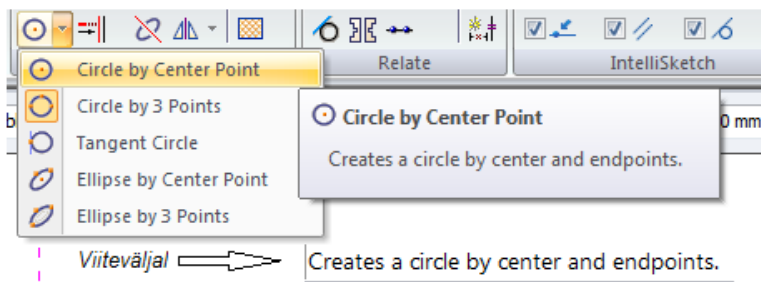
Õpikus on kirjeldatud lähemalt töötamist nendest kolmes keskkonnas: detaili modelleerimise keskkonnas, projekteerimiskeskonnas ja koostamiskeskonnas.

Joonisel 9-1 on näidatud Solid Edge'i kasutajaliides (ekraanipilt) 2D-**projekteerimis-keskkonnas**.



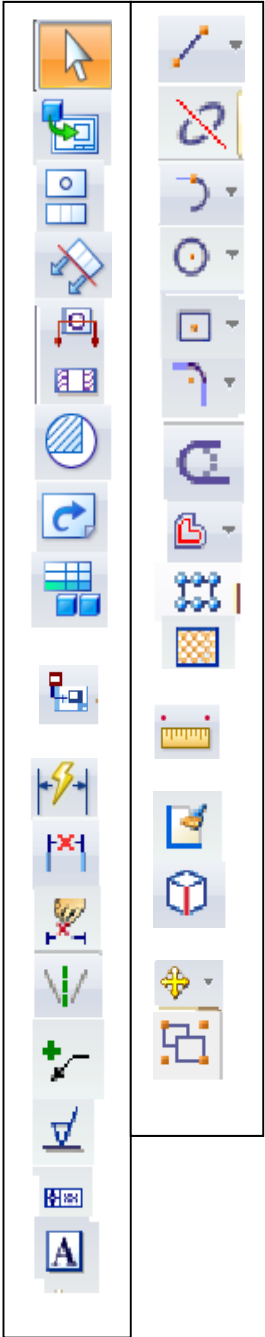
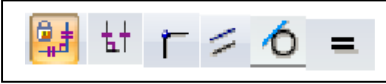
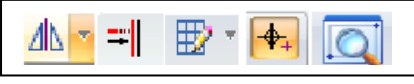

Joonis 9-1. Ekraanipilt Solid Edge'i ST4-projekteerimiskeskonnas (2D-joonestamiskeskonnas)

Kui käsurea nupu kõrval paremal on väike must kolmnurk, siis selle nupu alla on peidetud rohkem käske. Et peidetud käske kuvada, tuleb klõpsata selle nupu kõrval olevale väikesele kolmnurgale. Seejärel ilmuvad kõik seal varjus olevad käsunupud koos nende käskude nimetustega (vt joonis 9-2). Kui kursorit hoida mõnel käsunupul või kui vajutada nupule ja sinna kursor jätta, ilmub kursori kõrvale kastikesse käsu nimetus koos selle käsu lühikirjeldusega. Samasugune käsu lühikirjeldus ilmub peidetud käskude kõrvale, kui kursoriga liikuda üle nende käskude. Allpool olevale viiteväljale ilmub samuti iga selle käsu lühikirjeldus (vt joonis 9-2).




Joonis 9-2. Peidetud käskude kuvamine käsureal ja käsu lühikirjeldus viiteväljal

Joonisel 9-3 on esitatud mõned käsunupud, mida kasutatakse 2D-projekteerimiskeskonnas joonestamisel, ja nende nimetused.

<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Select</i> Vali 2. <i>View Wizard</i> Detaili vaated (valik) 3. <i>Principal</i> Peavaade 4. <i>Auxiliary</i> Lisavaade 5. <i>Cutting Plane</i> Lõiketasapind 6. <i>Section</i> Lõige 7. <i>Detail</i> Kohtvaade 8. <i>Update Views</i> Vaadete värskendamine 9. <i>Parts List</i> Tükitalvel 10. <i>2D Model</i> 2D-joonise vaade 11. <i>Smart Dimension</i> Kiirmõõtmed 12. <i>Distance Between</i> Vahekaugus 13. <i>Retrieve Dimensions</i> Mõõtmete taastamine 14. <i>Center Line</i> Tsentrijoon 15. <i>Leader</i> Viitejoon 16. <i>Surface Texture Symbol</i> Pinnakaredus 17. <i>Feature Control Frame</i> Lisaviited 18. <i>Text</i> Kiri 		<ol style="list-style-type: none"> 19. <i>Line</i> Joon 20. <i>Split</i> Tükelda 21. <i>Tangent Arc</i> Puutekaar 22. <i>Circle by Center Point</i> Ringjoon tsentri järgi 23. <i>Rectangle by Center</i> Riskülik tsentri järgi 24. <i>Fillet</i> Ümardus 25. <i>Trim</i> Lõika ja kustuta 26. <i>Offset</i> Kontuur nihutusega 27. <i>Rectangular Pattern</i> Täisnurkne paljundus 28. <i>Fill</i> Viiruta (täida) 29. <i>Distance</i> Mõõda pikkus 30. <i>Edge Painter</i> Värvi tahk 31. <i>Show Edges</i> Näita tahud 32. <i>Move</i> Liiguta 33. <i>Group</i> Grupp 	 <ol style="list-style-type: none"> 34. <i>Maintain Relationships</i> Jäävad seosed 35. <i>Relationship Handles</i> Seoste sang 36. <i>Connect</i> Ühenda 37. <i>Parallel</i> Paralleelne 38. <i>Tangent</i> Puutuja 39. <i>Equal</i> Võrdne
		<ol style="list-style-type: none"> 25. <i>Trim</i> Lõika ja kustuta 26. <i>Offset</i> Kontuur nihutusega 27. <i>Rectangular Pattern</i> Täisnurkne paljundus 28. <i>Fill</i> Viiruta (täida) 29. <i>Distance</i> Mõõda pikkus 30. <i>Edge Painter</i> Värvi tahk 31. <i>Show Edges</i> Näita tahud 32. <i>Move</i> Liiguta 33. <i>Group</i> Grupp 	 <ol style="list-style-type: none"> 40. <i>Mirror</i> Peegel 41. <i>Extend to Next</i> Pikenda järgmiseni 42. <i>Grid Options</i> Mõõtkoordinaadistiku omadused 43. <i>Alignment Indicator</i> Joondamise indikaator 44. <i>Zoom Area</i> Suurenda piirkonda
			 <ol style="list-style-type: none"> 45. <i>Zoom</i> Suumi 46. <i>Fit</i> Sobita 47. <i>Pan</i> Nihuta kujutist 48. <i>Zoom Tool</i> Suurendamise- vähendamise tööriist

Joonis 9-3. Valik 2D-projekteerimiskeskonnas joonestamisel kasutatavaid käsunuppe

Solid Edge'i joonestamisvõimaluste paremaks tundmaõppimiseks on programmiga kaasas lisaabinõud. Lisaabinõud saab kätte Solid Edge'i ST4-programmi avamisel avalehelt, seal vaata alalõike **Solid Edge'iga alustamine** (*Getting Started with Solid Edge*) ning **Solid Edge'i õppimise vahendid** (*Solid Edge Learning Tools*). Klõpsates

abiindeksit  (*Help Index*) ikooni ülemisel käsulindil, avaneb **Solid Edge'i abimenüü** (*Solid Edge Help*). Lisaabinõude menüüst saab vastused ka mitmetele küsimustele.

- ✎ **Mis on uut** (*What's New*) selgitab, mida on programmis muudetud võrreldes Solid Edge'i eelmise versiooniga.
- ✎ **Solid Edge'iga alustamine** (*Getting Started with Solid Edge*) näitab detaili projekteerimise abil, milliseid võimalusi programmis on detaili mudeli valmistamiseks ja millises järjekorras seda tehakse. Siin näidatakse, kuidas panna koost kokku üksikdetailide mudelitest, samuti seda, kuidas valmistada ja vormistada detailide ja koostude 2D-jooniseid nende 3D-mudelitest jne.
- ✎ **Solid Edge'i õppimise vahendid** (*Solid Edge Learning Tools*) õpetab, kuidas detaili mudelit ja joonist valmistada. Siin on toodud mitmesuguseid erinevate detailide mudelite, koostude, skeemide ja jooniste **näidiseid** (*Tutorials*) ning näidatud nende varal, kuidas kõik need 3D-mudelid, 2D-joonised ja skeemid samm-sammult valmivad.
- ✎ **Abi** (*Help*) õpetab kasutama mitmesuguseid tööriistu ja käske graafikaprogrammis Solid Edge. Siit saab abi väga mitmesuguste detailide ja koostude 3D-mudelite ning nende 2D-jooniste valmistamiseks, jooniste ja 3D-mudelite mõõtmestamiseks, tabelite valmistamiseks, detailide materjalide ja nende omaduste määramiseks jne.

10. PROJEKTEERIMISKESKKOND. 2D-JOONISTE JA SKITSIDE VALMISTAMINE

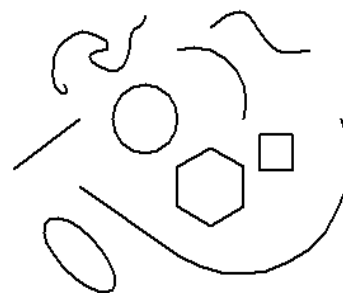
Solid Edge'i ST4 projekteerimiskeskonnas jooniste valmistamine on põhiline jooniste dokumentatsiooni valmistamise meetod. Käsud, mida kasutatakse 2D-keskkonnas (projekteerimiskeskonnas) joonestamiseks, on otseselt kasutusel ka 3D-modelleerimisel detailide mudelite valmistamisel ja nende mudelite kontuuride skitseerimisel (joonestamisel) **detaili modelleerimise keskkonnas**. 2D-süsteem võimaldab projekteerimisel kiiresti jooniseid luua ja neid jooniseid hiljem modelleerimisel kasutada. Samuti saab 2D-jooniseid valmistada ilma 3D-modelleerimiseta, joonestada detailide vaateid-lõikeid otse 2D-keskkonnas, nii nagu joonestatakse pliatsiga paberile. 2D-projekteerimise faililaiendiks on **dft**. Pikem nimetus jooniselehel on *Solid Edge ISO Draft*. Mõned 2D-joonestamisel *Draft*'i käsuriadadel kasutatavad käsunupud ja nende tähendused on esitatud joonisel 9-3.

10.1. Joonestamise käsud ja vahendid

Solid Edge võimaldab joonestada kõiki tasapinnaliste kujundite 2D-elemente: sirgeid, ringjooni, ellipsed, kaari, hulknurki, vabavormikõverjooni jne (vt joonis 10-1).

Solid Edge võimaldab:

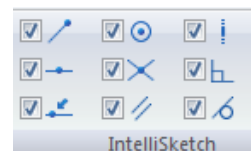
- nihutada, pöörata, mõõta, peegeldada elemente;
- luua kärbitud ja eenduvaid elemente;
- lisada faase ja üleminekukõveraid;
- luua täpne graafika vabakäejoonisest;
- lisada seoseid üksikelementide vahele.



Joonis 10-1. Mitmesugused 2D-elementide tüübid




Joonestuskäskude nimetusi ja nende asukohti on kirjeldatud peatükis 9 ja joonistel 9-1 kuni 9-3.

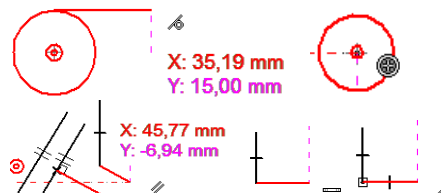
Vahendid, mis töötavad koos joonestuskäskudega, on **IntelliSketch** ja **SketchPoint**. *IntelliSketch* tuvastab, näitab ja määrab seoseid üksikelementide vahel. Selle töövahendid asuvad tabeli *Sketching* grupis *IntelliSketch* (vt joonised 10-2 ja 10-3). *SketchPoint* aga näitab kursori asukoha koordinaate nullpunkti suhtes (vt joonis 10-3).










Joonis 10-2. *IntelliSketch*'i töövahendid

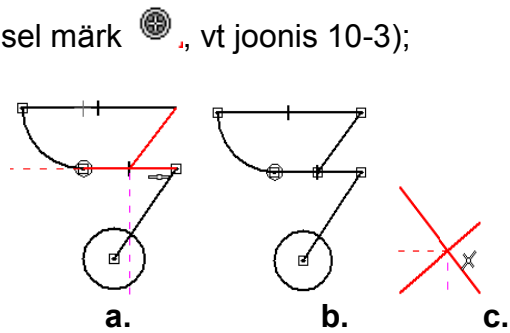
IntelliSketch'i töövahendid on järgmised (vt joonis 10-2):

-  – sirglõigu otspunkt näitab, et kursor asub sirge otspunktis (vt joonis 10-3);
-  – sirglõigu keskpunktis on kursor ja siit punktist (või sellesse punkti) joont tõmmates on kaks sirget ühendatud (vt joonis 10-4a);
-  – punkt sirgel (ringjoonel jne) suvalises kohas, kursor on selles punktis;



Joonis 10-3. *IntelliSketch*'i ja *SketchPoint*'i töövahendid

-  – kursor asub ringjoone keskpunktis (joonisel märk , vt joonis 10-3);
-  – kursor asub joonte lõikepunktis (vt joonis 10-4c);
-  – joonestatav sirge on paralleelne teise sirgega, samasugused märgid ilmuvad ka paralleelsetele sirglõikudele (vt joonis 10-3);
-  – joonestatav sirge on horisontaalne või vertikaalne (vt horisontaalset punast sirget joonisel 10-3);
-  – sirgete ristseisu märk ilmub ka risti olevate sirgete vahele (vt joonis 10-3);
-  – joonestatav sirge on ringjoonele puutujaks (vt joonis 10-3).



Joonis 10-4. a – joon on tõmmatud sirglõigu keskpunkti; b – joonte ühendusi näitavad seoste märgid ühenduskohtades; c – kursor on sirgete lõikepunktis

10.2. Harjutused joontega, lahtised ja kinnised kontuurid

Enne konkreetsete jooniste valmistamist on vaja tutvuda veel mõnede käskude ja võtetega, mida joonestamisel sageli kasutatakse.


Üldised nõuded 3D-mudelite kontuuride joonestamisel ja eskiiside tegemisel on järgmised:

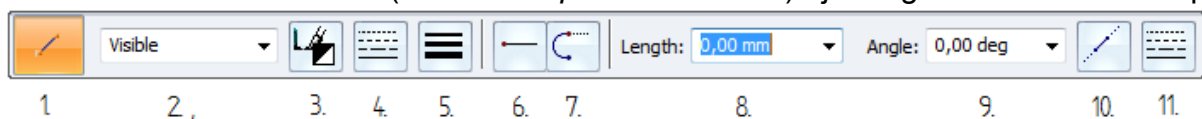
- detaili kontuur peab olema suletud, kõik jooneotsad peavad olema omavahel ühendatud;
- ükski jooneots ei tohi kontuurist üle ulatuda, üle kontuuri tõmmatud jooneotsad tuleb kustutada;
- ühtegi joont ei tohi mitu korda üle tõmmata, kontuur peab koosnema ainult ühekordsetest kinnistest joontest.

Kui 3D-mudelite valmistamisel esineb eespool nimetatud vigu, tekib programmi töös alati tõrge ning viga tuleb parandada. Tihti pikendab aga selline vigade otsimine ja parandamine töö valmimist mitmeid kordi.

Detailide kontuurides esineb kõige enam sirgjooni ja ringikaari.

HARJUTUSED JOONTEGA. Kõik joonestamiskäskud: joon (*Line*), vabakäejoon e sujuvjoon (*Curve*), ristkülik (*Rectangle*), ringjoon (*Circle*) valitakse tabeli *Sketching* (eskiis) joonestamiskäskude grupist *Draw* (vt joonis 9-1b).



Harjutus 1. Joonte tõmbamiseks tuleb valida käsk *Line*  (joon). Seejärel ilmuvad muutuvale tööriistaribale (*Smart Step Ribbon Bar*) joonega seotud käsunupud




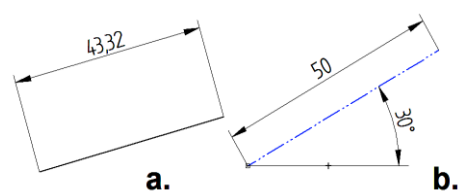
mis tähendavad järgmist:

- 1 – käsunupp *Line* (joon) on aktiivne joonte tõmbamisel;
- 2 – joone tüüp kasutusala järgi (*Line Style*), mustale kolmnurgale klõpsates saab valida vajaliku joone tüübi, nt *Visible* (nähtav), *Hidden* (varjatud);
- 3 – joone värvus (*Line Color*);


- 4 – joone tüüp (*Line Type*);
- 5 – joone laius (*Line Width*);
- 6 – *Line* (joon), sirgjoon;
- 7 – *Arc* (kaar), vajutades sellele käsunupule pärast sirglõigu tõmbamist, saab kohe jätkata kaare joonestamist puutujana eelmisele sirgele;
- 8 – joone pikkus (saab määrata tõmmatava joone pikkuse, mille kinnitab klahv *Enter*);
- 9 – joone nurk (saab määrata joone vajaliku kaldenurga, mille kinnitab klahv *Enter*);
- 10 – projektsioonjoon (*Projection Line*);
- 11 – projektsioonjoone tüüp (*Projection Line Type*).

AA. Kõiki muutuval tööriistaribal olevaid joone omadusi saab muuta. Selleks aga on vaja enne joonestamise alustamist aktiivseks teha grupi *Relate* (suhe) alt käsunupp  *Maintain Relationships* (jäävad seosed) ning seejärel ka  *Relationship Handles* (seoste sang), mis näitab seoseid.





Valides  *Line* (joon), saab määrata joone omadused: joone värvus – must; joone tüüp – pidev; joone laius – 0,5 mm. Järgnevalt tõmba suvalise nurga all umbes 45 mm pikkune joon ilma joone pikkust kirjutamata. Joone alguspunkti määramiseks klõpsa vasakul hiireklahvil, jälgides joone pikkust lahtris . Lõpeta joone tõmbamine teise klõpsuga vasakul hiireklahvil, käsu lõpetamiseks klõpsa kohe ka paremal hiireklahvil (vt joonis 10-5a).

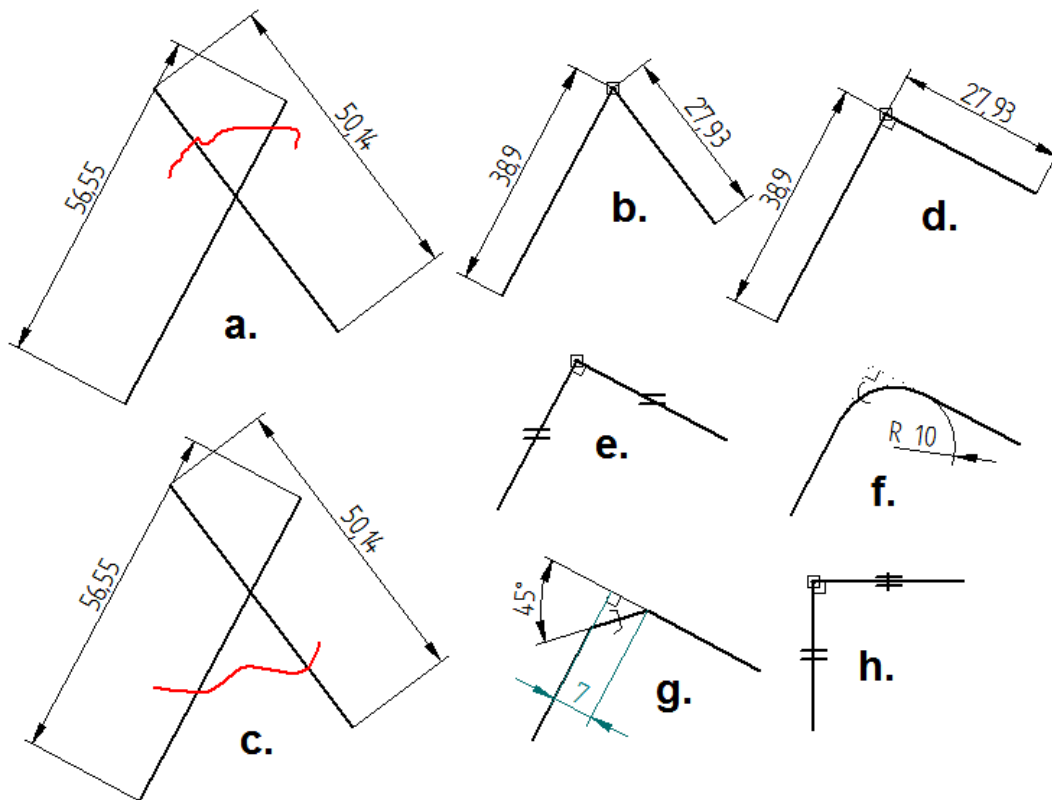


Joonis 10-5. Joonestatud joon: a – enne tema andmete muutmist; b – pärast tema andmete muutmist




Joone andmete muutmiseks vali käsunupp  (vali), klõpsa vasaku hiireklahviga joonele. Seejärel muudab joon värvi ja jääb aktiivseks. Nüüd saab muutuval tööriistaribal (*Smart Step Ribbon Bar*) valida joone omadused, mida on vaja muuta. Muudetud joont ja tema andmeid vt joonisel 10-5b.

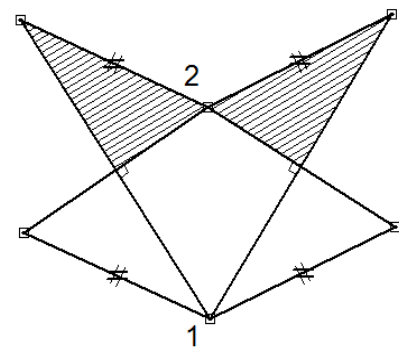
BB. Järgnevalt on kirjeldatud käskude *Trim*  (kustuta) ja *Trim Corner*  (kustuta nurk) kasutamist ning erinevate seoste loomist sirglõikude vahele (vt joonis 10-6).

Käsu *Trim*  kasutamisel üleulatuvad jooneotsad kustuvad, kui klõpsata joonte või hoida vasakut hiireklahvi all ja tõmmata üle joonte kursoriga (vt joonis 10-6a ja b). Käsu *Trim Corner*  kasutamisel üleulatuvad jooneotsad kustuvad, kui klõpsata joonte, mis jäävad alles, või hoida vasakut hiireklahvi all ja tõmmata üle nende joonte (vt joonis 10-6c ja b). Kui käsu *Perpendicular*  (ristseis) kasutamisel klõpsata mõlemale joonele, seatakse esimene joon teisega risti (vt joonis 10-6d). Kui käsu *Equal*  (võrdne) kasutamisel klõpsata mõlemale joonele, võrdsustatakse esimene joon teisega (vt joonis 10-6e).





Joonis 10-6. Käskude *Trim* ja *Trim Corner* ning grupi *Relate* (suhe) seoste kasutamine

Kui käsu *Fillet*  (ümardus) kasutamisel klõpsata mõlemale joonele, ümardatakse nurk etteantud raadiusega, mille suurus on näha muutuval tööriistaribal kastikeses *Fillet Radius* või mille suuruse saab määrata, kui kirjutada see kastikesse ja vajutada klahvi *Enter* (vt joonis 10-6f). Kui käsu *Chamfer*  (faas) kasutamisel klõpsata mõlemale joonele, faasitakse nurk etteantud kaatetitega, mille suurused kirjutatakse muutuval tööriistaribal kastikesse *Setback A* ja *Setback B*, või etteantud kaateti ja nurgaga (vt joonis 10-6g). Kui käsu *Horizontal/Vertical*  (horisontaalne/vertikaalne) kasutamisel klõpsata ühele joontest, pööratakse see joon kas horisontaalseks või vertikaalseks (suunda, mille puhul on vähem pöörata). Vt selle kohta joonis 10-6h.






Joonis 10-7. Harjutus joontega















Mõõtmed on pandud joonistele automaatselt: sisse on vajutatud grupi *Dimension* käsunupp  *Auto-Dimension* (automaatsed mõõtmed). Joonte võrdsustamisel tuleb aga pandud mõõtmed kustutada, selleks tuleb valida

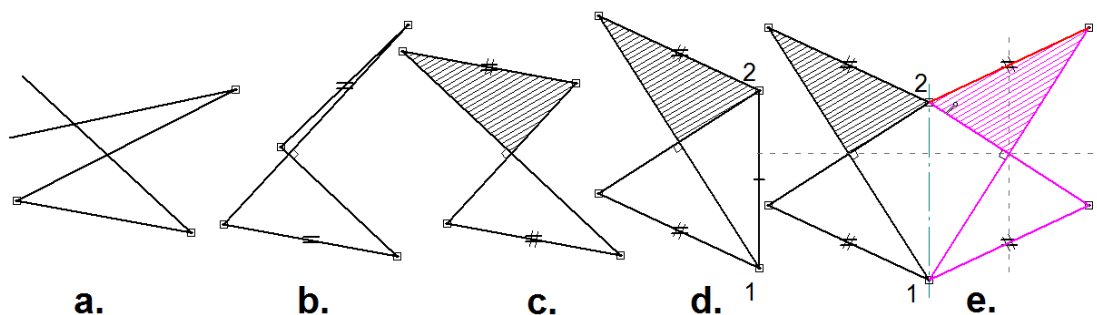
käsk *Select*  (vali) ja kustutada mõõde klaviatuurilt nupuga *Delete* (kustuta) või klõpsata vasaku hiireklahviga mõõtmel ja kustutada mõõde kiirmenüüst käsuga *Delete*.

CC. Joonisel 10-7 on näidatud, kuidas valmistada kujundit.

Kujundi valmistamise järjekord on järgmine (vt joonis 10-8).

- *Line*  (joon), tõmba jooned (vt joonis 10-8a).
- *Trim*  (lõika ja kustuta) või *Trim Corner*  (kustuta nurk, vt joonis 10-8b).










- *Perpendicular*  (ristseis, vt joonis 10-8b), joontevahelist ristseisu näitab märk .
- *Equal*  (võrdne, vt joonis 10-8b), enne tuleb klõpsata ülemisele joonele, võrdmöödulisust näitab joontel olev märk .
- *Parallel*  (paralleelne, vt joonis 10-8c), joonte paralleelsust näitab joontel olev lisamärk .
- *Fill*  (viirutus, vt joonis 10-8c).
- *Select*  (vali) ja muuda viirutuse omadusi Angle: 30,00 deg Spacing: 2,00 mm (vt joonis 10-8c).
- *Line*  (joon), tõmba joon 1-2 (vt joonis 10-8d).
- *Horizontal/Vertical*  (horisontaalne/vertikaalne), klõpsa joonele 1-2 (vt joonis 10-8d). Punktides 1 ja 2 peavad kõik jooneotsad olema ühendatud. Jooneotsi saab ühendada käsuga *Connect*  (ühenda), kui klõpsata ühendatavate joonte otspunktidesse. Joonte ühendust näitab joonte otspunktides olev märk .
- *Trim*  (lõika ja kustuta), kustuta joon 1-2 (vt joonis 10-8e), punktide 1 ja 2 vertikaalsus säilib.
- *Mirror*  (peegelkoopia) punktide 1 ja 2 suhtes (vt joonis 10-8e). Hoides vasakut hiireklahvi all, võta kogu kujund kasti, klõpsa punktidele 1 ja 2 ning lõpeta käsk klõpsuga paremal hiireklahvil.

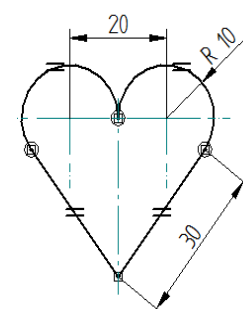


Joonis 10-8. Joonisel 10-7 näidatud kujundi valmistamise järjekord




DD. Joonisel 10-9 on näidatud, kuidas valmistada südame kujundit.

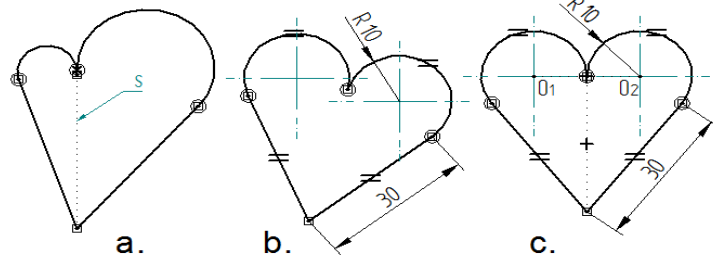
Kujundi valmistamise järjekord on järgmine (vt joonis 10-10).

- *Line*  (joon), tõmba kaks lõikuvat joont (vt joonis 10-10a).
- Joone järel vali kohe muutuvalt tööriistaribalt (*Ribbon Bar*) *Arc*  (kaar) ja jätka vasakpoolset sirget kaarega (eelnevalt joonestatud sirge jääb kaarele puutujaks), mida tõmba nii kaugele, kuni tekib puutujana vertikaalne sidejoon *s* sirgete lõikepunktist ülespoole (vt joonis 10-10a).
- *Arc*  (kaar), jätka parempoolset sirget puutujana kaarega, kuni kontaktini teise kaarega (vt joonis 10-10a), puutujat näitab joonte puutekohas olev märk .
- *Tangent*  (puutuja), muuda sirge kaarele puutujaks (vt joonis 10-10a), puutujat näitab sirge ja kaare ühenduskohas olev märk .
- *Equal*  (võrdne), võrdsusta enne sirged, siis kaarte raadiused (vt joonis 10-10b).
- *Trim*  (kustuta) või *Trim Corner*  (kustuta nurk, vt joonis 10-10b).



Joonis 10-9. Harjutus joontega: südame kujund














- **Smart Dimension**  (kiirmõõde), klõpsa sirgele, klõpsa uuesti, et lisada mõõde ja kirjuta uus mõõde (30 mm) ning vajuta klahvi *Enter*. Samamoodi muuda ringi kaare suurust nii, et raadius $R = 10$ mm (vt joonis 10-10b).
- **Horizontal/vertical**  (horisontaalne/vertikaalne), klõpsa mõlema ringi kaare tsesse O_1 ja O_2 , kui kursori kõrvale ilmub märk  (vt joonis 10-10c). Teine võimalus on klõpsata sirgete ja kaarte lõikepunktidesse (alumisse ja ülemisse tippu verikaali suunas).

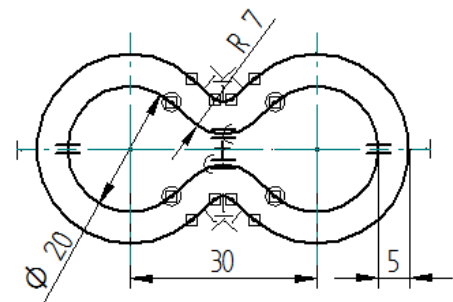


Joonis 10-10. Südame kujundi valmistamise järjekord

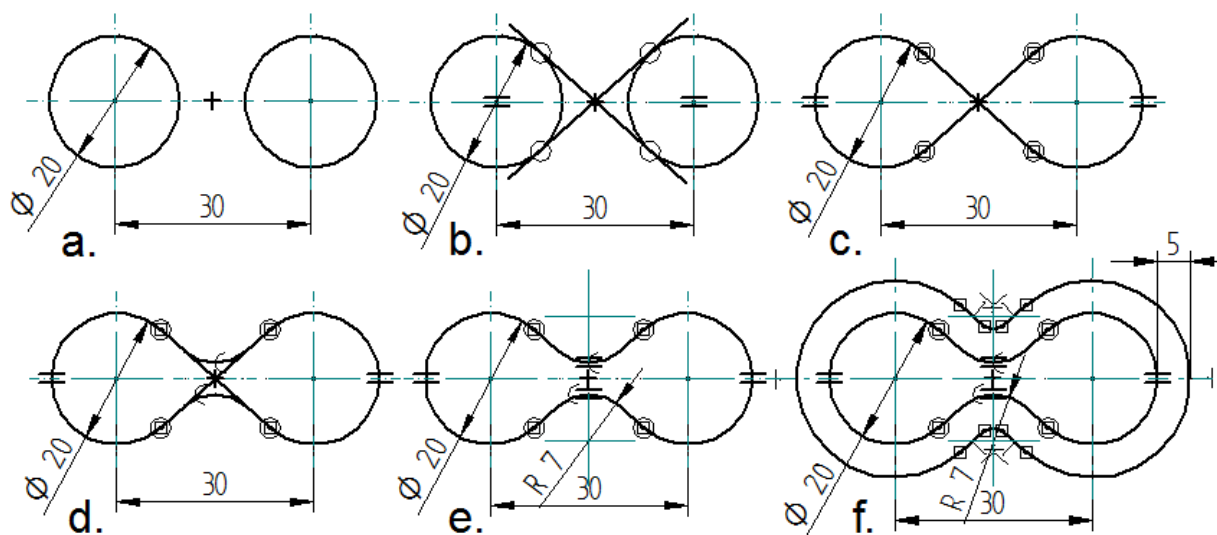
EE. Joonisel 10-11 on näidatud, kuidas valmistada lõpmatuse kujundit.

Kujundi valmistamise järjekord on järgmine (vt joonis 10-12).






- **Circle by Center Point**  (ringjoon tsesse järgi), muutuval tööriistaribal (*Ribbon Bar*) olevasse kastikesse **Diameter:** kirjuta ringjoone diameeter (20 mm) ja vajuta klahvile *Enter*. Paiguta kaks ringjoont horisontaalselt joondatuna nii, et tsesse vahed kaugus oleks ca 30 mm (vt joonis 10-12a).
- **Smart Dimension**  (kiirmõõde), klõpsa ringil ja teise hiireklõpsu abil määrata ringjoone diameeter (20 mm), edasi klõpsa järjest mõlemal ringjoonel. Uue klõpsu abil lisa ringjoonte tsesse vaheline kaugus (30 mm) ja vajuta klahvi *Enter* (vt joonis 10-12a).
- **Center Mark**  (tsentrimärk), aktiveeri ka **Projection Lines**  (projektsioonjooned, telgjooned), klõpsa ringjoontele ja lisa teljed (vt joonis 10-12a).
- **Line**  (joon), tõmba jooned puutujana ringjoontele (vt joonis 10-12b).
- **Tangent**  (puutuja), kui sirged ei muutunud ringjoonte puutujaks, muuda nad käsuga puutujaks, selleks klõpsa sirgjoonte otstel ja ringjoontel (vt joonis 10-12b).
- **Equal**  (võrdne), ringjooned võrdseks (vt joonis 10-12b).
- **Trim**  (lõika ja kustuta), kustuta üle kontuuri ulatuvad jooneotsad ja ringjoonte vaheosad (vt joonis 10-12c).
- **Select**  (vali), nihuta mõõde endisse asendisse (vt joonis 10-12c).
- **Center Mark**  (tsentrimärk), lisa teljed uuesti (vt joonis 10-12c).
- **Fillet**  (ümardus), muutuval tööriistaribal (*Ribbon Bar*) olevasse kastikesse **Radius:** kirjuta 7 mm ja vajuta klahvi *Enter*, samas sisesta käsk **No Trim**  (ära kustuta) ja klõpsa sirgetele, lisades nurkade ümardused ühele poole ja siis teisele poole (vt joonis 10-12d).
- **Trim**  (kustuta), kustuta ümarduste vahel olevad jooned (vt joonis 10-12e).



Joonis 10-11. Harjutus ringjoonte ja ümardustega: lõpmatuse kujund







Joonis 10-12. Lõpmatuse kujundi valmistamise järjekord

- **Smart Dimension**  (kiirmõõde), märgi ümardusele mõõde R7 (vt joonis 10-12e).
- **Equal**  (võrdne), võrdsusta ümardused (vt joonis 10-12e).
- **Offset**  (nihe), muutuval tööriistaribal (*Ribbon Bar*) olevasse kastikesse Distance: kirjuta 5 mm ja vajuta klahvi *Enter*, klõpsa kontuuril, vajuta nuppu *Accept*  (nõus) ja klõpsa väljaspool joonist (vt joonis 10-12f), käsu lõpetamiseks klõpsa kohe ka paremale hiireklahvile.
- **Select**  (vali), korrasta mõõtmed ja lisa teljed uuesti.

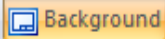
10.3. Joonise töölehtede valmistamine

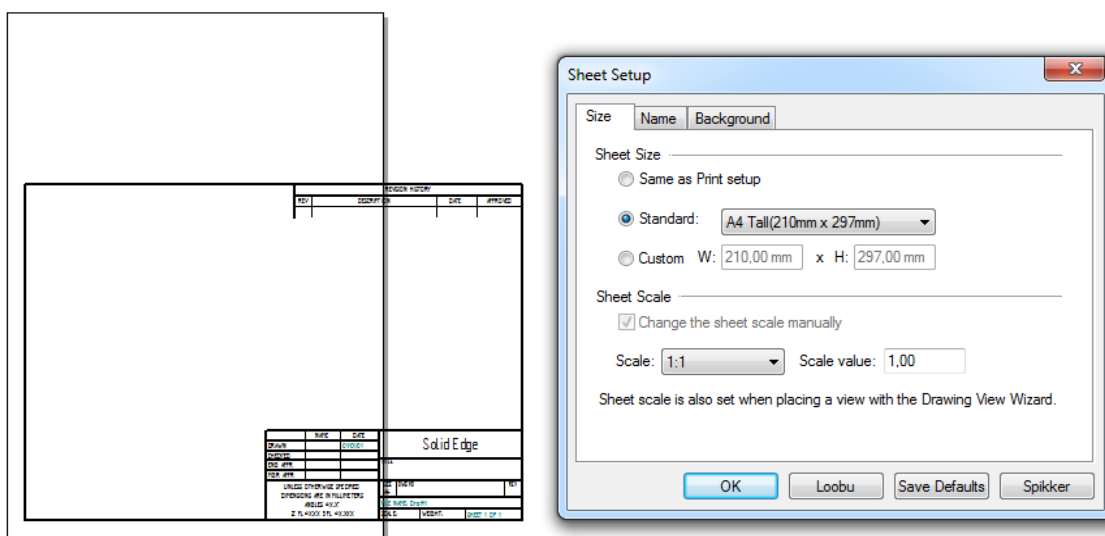
Enne tööjooniste valmistamist on vaja teada, kuidas valmistada ja vormistada 2D-jooniselehtede tagapõhju. Jooniste vormistamiseks tuleb ette valmistada tühjad jooniselehed raamjoonte ja nurgatabelitega, nende lehtede tagapõhjad. Seda on vaja selleks, et uute töölehtede sisestamisel avaneksid kohe ISO standardite järgi vormistatud A4- ja A3-formaadis töölehed.

A4-formaadis vormistatud jooniseleht koos kõikide vajalike mõõtmetega on näidatud joonisel 10-17.

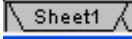


1. Programmi avamine. Ava *Solid Edge Draft*'i (projekteerimis)keskkond.
Start → *Programs* → *Solid Edge ST4*.
 Seejärel avaneb *Solid Edge*'i esileht, kus on võimalik valida vajalikke töökeskkondi, kuid samuti mitmeid toiminguid. Vali *ISO Draft* (s.o 2D-joonestamine), siis ilmub tühi A2-formaadis *Draft*'i tööleht.
2. Kui *Solid Edge*'i programm on enne avatud mõnes teises keskkonnas, klõpsa *Application Button*'i  (rakendusnupp) käsule  *New* (uus), et avaneks uus dokument. Dialoogiaknast *New* vali  *ISO Draft*.
3. Seejärel ilmub tühi *Draft*'i tööleht (*Default Draft*), mille formaat on vaja muuta sobivaks.
4. Akna alumisel real klõpsa lehe nimetusel parema hiireklahviga. Seejärel ilmub kiirmenüü, kust vali  *Sheet Setup* (lehe seadmine). Avaneb

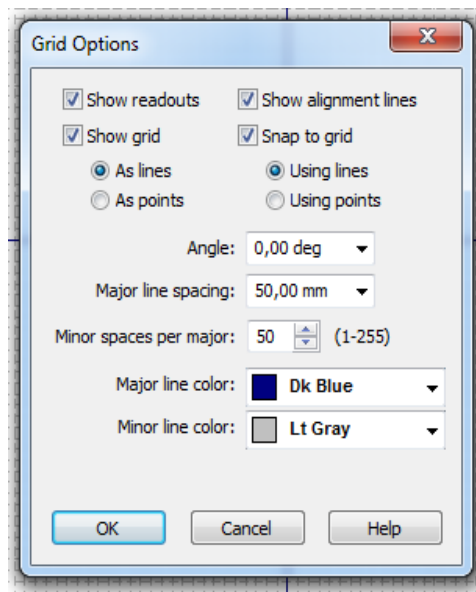
dialoogiaken *Sheet Setup*, sealt vali *Background* (tagapõhi) ja *Background Sheet*, mille alt vali *A4-Sheet*. Dialoogiaknast vali *Size* (suurus), sealt omakorda standardleht *Standard* ja selle kõrvalt kastist *A4 Tall* (210 mm x 297 mm). Dialoogiaknas vali *Name* (nimetus). Kui seal on *Sheet 1*, siis vajuta *OK* (soovi korral võib lehe nimetust ka siin muuta). Vt selle kohta joonis 10-13.

5. Kiire juurdepääsu tööriistaribal (*Quick Access Toolbar*), mis on ülemine tööriistariba ekraanil, vali *View* (vaade), grupist *Sheet Views* (lehe vaated) vali  (tagapõhi). Nüüd avanevad lisaks töölehele (püstine A4-formaat) ka tagapõhja lehed, kust vali leht *A4-Sheet* ja muuda see leht püstiseks, nii nagu on kirjeldatud eespool (vt p 4).








Joonis 10-13. Jooniselehe formaadi häälestamine ja selle dialoogiaken

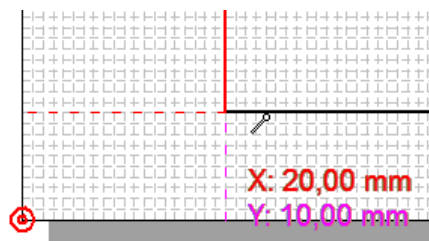
6. Kui vaja, võib lehe nimetust hiljem ka muuta. Lehe nimetuse muutmiseks tuleb minna lehe nimetuse kastile akna alumises servas  ja klõpsata seal paremale hiireklahvile. Seejärel avaneb kiirmenüü, kust tuleb valida *Rename* (nimeta ümber). Dialoogiaknasse *Rename* tuleb kirjutada kasti *New Name* (uus nimi) soovitud lehe nimi ja vajutada *OK*.
7. Ülemiselt tööriistaribalt vali *Sketching* (skitseerimine), grupist *Select* vali  *Select All (Ctrl+A)* (vali kõik) ja kustuta lehel olemasolev *Solid Edge*'i tagapõhi klahviga *Delete*.
8. Klõpsa alumise olekuriba (*Customize Status Bar*) käsul  *Fit* (sobita), seejärel paigutub leht ekraani keskele täies suuruses.








Joonis 10-14. Joonise ruudustiku omaduste ja koordinaadistiku dialoogiaken


9. Ülemisel tööriistaribal vali *Sketching* (skitseerimine), vali grupist *Draw* (joonesta)  *Grid Options* (ruudustiku omadused), seejärel avaneb dialoogiaken *Grid Options*, kus märgi ära joonisel 10-14 näidatud ruudustiku ja koordinaadistiku andmed ning vajuta *OK*.
10. Samalt ülemiselt tööriistaribalt vali *Sketching* (skitseerimine), vali grupist *Draw* (joonesta)  *Grid Options* (ruudustiku omadused) alt  *Zero Origin* (originaalnulpunkt). Sellega oled määranud koordinaatide alguspunkti lehe alla vasakusse nurka (vt joonis 10-15).
11. Joonesta formaadile raamjoon ja nurgatabel.

- Ülemiselt tööriistaribalt *Sketching* (skitseerimine) grupist *Draw* (joonesta) klõpsa käsule  *Rectangle by 3 Points* (ristkülik 3 punkti järgi), sellega joonestad lehele raamjoone. Lehel on nüüd ruudustik ja all vasakus nurgas koordinaatide alguspunkt (vt joonis 10-15), millega ruudustik on seotud.
- Raamjoone joonestamiseks pärast käsut  *Rectangle by 3 Points* valimist toimib järgmiselt.

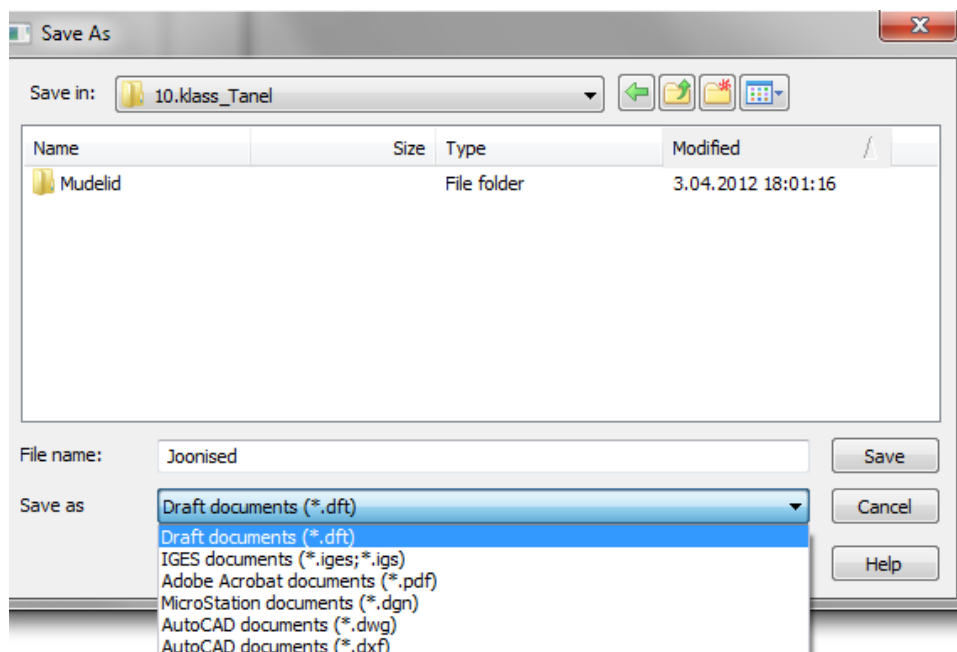


Joonis 10-15. Koordinaatide alguspunkt ja koordinaadid, mis näitavad kursori asukohta




- Ülevalt muutuvalt tööriistaribalt vali joone tüübiks nupu  *Line Type* (joone tüüp) alt pidev jämejoon (*Continues*).
- Sealtsamast kõrvalt nupu alt  *Line Width* (joone laius) vali joone laiuseks 0,5...0,9 mm (soovitav 0,5...0,7 mm).
- Grupi *Relate* (suhe) alt vali  *Maintain Relationships* (jäävad seosed) ja seejärel  *Relationship Handles* (seoste sang).
- Häällest kindlasti vajalik ruudustiku tihedus, et kursori nihutamisel näeks selle juures vajalikke koordinaate, selleks vali grupist *Draw* (joonesta)  *Grid Options* (ruudustiku omadused). Dialoogiakna *Grid Options* kastis *Minor spaces per major* (jaotuste arv peajoonte vahel) vali vajalik arv. Siin on vaja valida ühikute arvuks 50, siis mõõdetakse koordinaate iga 1 mm tagant (vt joonis 10-14).
- Vii kursor (nüüd on see rist, mille juures jooksevad koordinaadid) raamjoone alguspunkti lehe alla vasakusse nurka nii, et see on vasakult servast 20 mm ja alt 10 mm kaugusel ($x = 20 \text{ mm}$, $y = 10 \text{ mm}$) ja klõpsa selles punktis. Vii kursor lehe parema serva poole ja klõpsa ekraani ülemises servas oleval muutuval käsureal (*Ribbon Bar*) lahtris (laius), kirjuta sinna raamjoone laius (180 mm) ja vajuta klahvi *Enter* (sisesta). Klõpsuga vasakul hiireklahvil fikseeri raamjoone alumine serv lehel, jälgides samal ajal ka joone horisontaalsust, vajadusel kirjuta muutuval käsureal (*Ribbon Bar*) lahtrisse (nurk 0°). Samal käsureal lahtrisse (kõrgus) kirjuta raamjoone kõrgus 277 mm ja vajuta klahvi *Enter*. Nüüd ilmub lehele raamjoon (vt joonis 10-17).

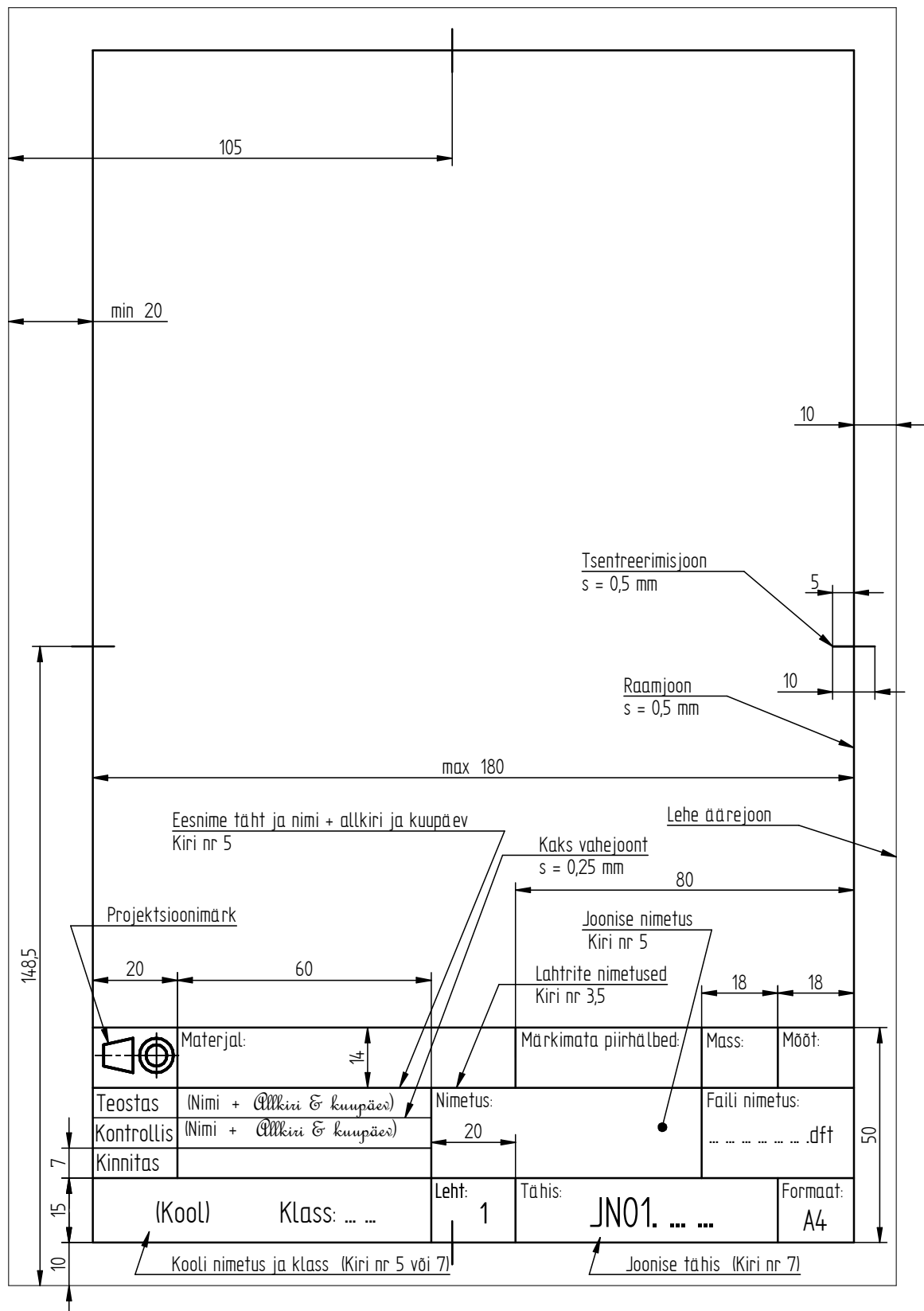
Salvesta (*Save*), selleks vali  *Application Button*'i (rakendusnupp) alt *Save as*. Dialoogiaknast *Save as* (salvesta nimega) vali kataloog *My*

Documents (minu dokumendid) ja sealt alamkataloog, näiteks „Joonestamine CAD“. Sinna loo endale uus alamkataloog, kuhu saad salvestada kõik oma joonised ja 3D-mudelid (näiteks lisa kataloogi „Joonestamine CAD“ oma alamkataloog "Klass ja oma nimi"). Lahtrist *Save as Type* (salvestamise tüüp) vali *Draft Document (*.dft)*, mis ilmub tavaliselt automaatselt. Lahtrisse *File Name* (faili nimetus) kirjuta faili nimetus (siin näiteks "Joonised") ja vajuta *Save* (vt joonis 10-16).




Joonis 10-16. Salvestamiseks alamkataloogi, failitüübi ja faili nimetuse määramine

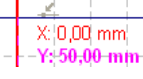
- Joonesta nurgatabel, selleks toimi järgmiselt.
- a. Klõpsa käsul  *Zoom Area* (suurenda pind) ja suurenda lehe alumist poolt, kuhu joonestad nurgatabeli. Selleks vii kursor alla vasakusse nurka väljapoole lehe piirjoont, hoia all vasakut hiireklahvi ja võta raami see lehe osa, mida soovid suurendada. Lase vasak hiireklahv lahti, nüüd on lehe alumine osa suurenenud ekraani suuruseks. Klõpsa kohe paremal hiireklahvil, et lõpetada eelmine käsklus.
- b. Vii koordinaatide alguspunkt raamjoone vasakusse alumisse nurka. Selleks klõpsa grupist *Draw* (joonesta) käsul  *Reposition Origin* (nullpunkti ümberpositsioneerimine) ja vii rist koos punase rõngaga vasakule raamjoone alla nurka ning klõpsa sellel, kuni märgi juurde ilmub jooneotsa tähis (joonekese otsas punkt) ja joon muutub aktiivseks .





Joonis 10-17. A4-formaadis jooniselehe vormistamine tagapõhjale (näidatud on ka vajalikud mõõtmed jooniselehe vormistamiseks)

- c. Grupist *Draw* (joonesta) vali  *Line* (joon), kontrolli selle joone tüüpi (pidevjoon) ja laiust (*Line Type* ja *Line Width*).
- ✓ Joonesta nurgatabeli jooned, jälgides koordinaate x ja y ning nurgatabelis lahtrite vastavaid mõõtmeid (vt joonis 10-17).

- d. Vii kursor vasakul raamjoone joonel kõrgusele $x = 0$; $y = 50,00$. Kui joon on aktiivne ja kursori juures on joonega ühendust näitav tähis (joonekese peal on

punkt) , tee vasaku hiireklahviga klõps ning vii kursor paremale (jälgi, et joon jääb horisontaalseks), kuni ühenduseni raamjoone parempoolse joonega. Seejärel klõpsa vasaku ja seejärel parema hiireklahviga, et lõpetada viimane käsklus. Sedasi joonestada edasi kõik teised jooned nurgatabelis, jälgides seal joonte asukohta, nende pikkust ning laiust.

- e. Muuda keskmiste lahtrite vahejoonte laiust (2 joont), selleks:

- vali grupist *Select* käsk  *Select* (vali) ja kasutades SHIFT-klahvi (hoia SHIFT-klahv all ja klõpsa vastavatele joontele), tee mõlemad vajalikud jooned aktiivseks;
 - vali muutuvalt käsurealt joone laius (*Line Width*), klõpsates 0,25 mm, seejärel klõpsa jooniseväljal;
 - vali  *Save* (salvesta).
- ✓ Joonesta projektsioonimärk (vt joonis 10-18) vastavasse lahtrisse (töö alustamiseks suurenda joonestatav piirkond ekraanisuuruseks).

Tüvikoonuse eestvaate joonestamine (vt joonis 10-19, mõõtmeid vt jooniselt 10-18)


- o Vali grupist *Draw* (joonestada) käsk



Line (joon), kontrolli joone tüüpi (*Line Type*) ja seda, et joone laius (*Line Width*) oleks 0,5...0,7 mm.

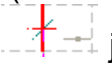

- o Joonesta tüvikoonuse väiksem põhi läbimõõduga 4 mm (joon pikkusega 4 mm).
- o Tõmba telgjoon. Selleks vali enne grupist *Draw* (joonestada) *Grid Options* (ruudustiku omadused) alt



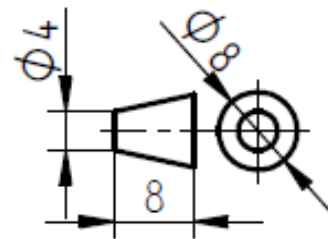
Reposition Origin (nullpunkti ümberpositsioneerimine) ja vii koordinaatide alguspunkt eelnevalt tõmmatud joone keskele. Vali grupist *Annotation* (marginaalimärk)  *Center Line* (telgjoon), seejärel tuleb muutuval tööriistaribal häälestada telgjoone asetus

kahe punkti järgi .

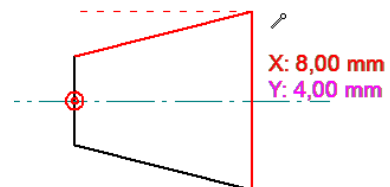
Mine kursoriga joone keskkoha lähedale ja kui ilmub joone keskkoha märk (märk punktiga joonekese

keskel  ja koordinaadid ), klõpsa seal, seejärel vii kursor paremale ning jälgi, et telgjoone pikkus oleks ca 10 mm (klõpsa, kui koordinaat $x = 8$ mm).


- o Joonesta tüvikoonuse suurem põhi. Selleks, jälgides koordinaate, lõpeta koonuse eestvaade nii, et tüvikoonuse kõrgus on 8 mm ja suurema põhja diameeter 8 mm. Koordinaatide jaoks on nullpunkt vasakul joone keskpunktis.





Joonis 10-18. Projektsioonimärk

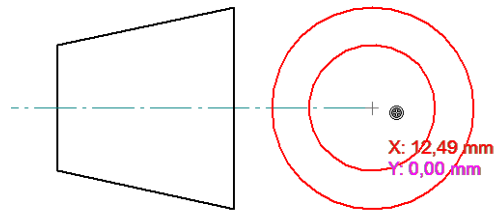


Joonis 10-19. Tüvikoonuse eestvaate joonestamine

Joonestamiseks tuleb valida  *Line* (joon) ja ükskõik millisest jooneotsast alustades jälgida koordinaate, seejuures x näitab tükikoonuse kõrgust ($x = 8 \text{ mm}$) ja y raadiust ($y = 4 \text{ mm}$). Vt selle kohta joonis 10-19.




Tükikoonuse vasakultvaate joonestamine (vt joonis 10-20)

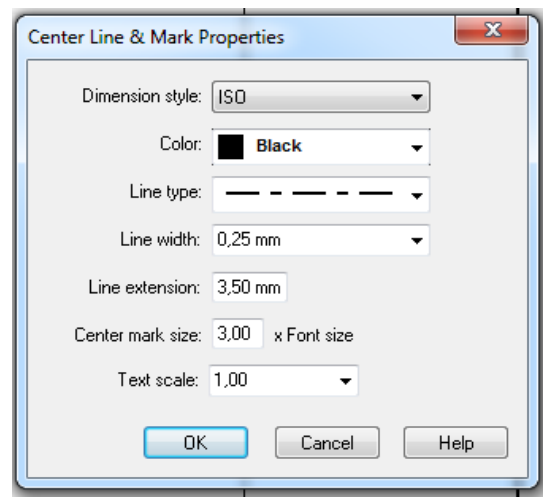
- Grupist *Draw* (joonesta) vali  *Circle by Center Point* (ringjoon keskpunkti järgi), misjärel ilmub ristiga kursor. Vii see tükikoonuse teljele vasakule sellise arvestusega, et sinna saaks joonestada ringjoone $\varnothing 8 \text{ mm}$. Klõpsa teljel ning trüki ülemisel muutuval käsuraal kasti *Diameter* 8,0 mm ja vajuta klahvi *Enter*.
- Trüki samasse kasti tükikoonuse väiksema põhja diameeter 4 mm, vajuta *Enter* ning vii kursoriga ringjoon $\varnothing 4 \text{ mm}$ suure ringjoone tsentrisse ja klõpsa siis, kui kõrvale ilmub ringi tsentri märk  (märk ristiga ringi keskel).




Joonis 10-20. Projektsioonimärgi vasakultvaate joonestamine

Vasakultvaate ringjoonte teljestiku joonestamine (vt joonis 10-18)



- Vali grupist *Annotation* (marginaalimärk) käsk  *Center Mark* (tsentrimärk), muutuval käsuraal (*Ribbon Bar*) eemalda käsk  *Projection Lines* (projektsioonjooned), klõpsates märgil, et see ei oleks aktiivne (sest väikestele ringjoonte ei lisata projektsioonijooni). Mine kursoriga välisele ringjoonele ja klõpsa sellel, kuni ilmub tsentrimärk (vt joonis 10-18).
- Muuda tsentrijoonte omadusi (joone värvust, jämedust ja tsentrimärgi pikkust). Selleks vali grupist *Select* käsk  *Select* (vali). Tee tsentrimärk aktiivseks ja klõpsa paremal hiireklahvil. Kiirmenüüst vali *Properties* (omadused), seal dialoogiaknas **Center Line & Mark Properties** (telgjoone ja tsentrimärgi omadused) muuda joonte värvus mustaks ning kontrolli joonte laiust (0,25 mm). Kasti *Center Mark Size* (tsentrimärgi mõõde) trüki 3,0 (vähenda tsentrimärgi pikkust kolmekordse kirja kõrguseni) ja vajuta *OK* (vt joonis 10-21).

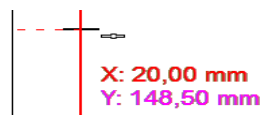


Joonis 10-21. Telgjoone ja tsentrimärgi omaduste määramise dialoogiaken

- Samamoodi muuda ka koonuse telgjoone omadused (joone värvus ja joone tüüp – kriipspunkt-kitsasjoon).
- Vajuta  Save (salvesta).



Jooniselehe raamjoonte tsentreerimisjoonte joonestamine (mõõtmeid vt jooniselt 10-17)


- Vii koordinaatide alguspunkt alla vasakule formaadinurka, selleks klõpsa grupist *Draw* (joonesta) käsul  *Zero Origin* (originaalnullpunkt).
- Grupist *Draw* (joonesta) vali  *Line* (joon), kontrolli selle joone tüüpi (*Line Type*, pidevjoon) ja laiust (*Line Width*, 0,5 mm).
- Joonesta 10 mm pikkused jooned lehe raamjoone igale küljele lehe keskele (mõõtmeid vt jooniselt 10-17), kõrguse suunas tsentrijoone joonestamist on näidatud joonisel 10-22.

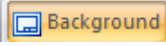



Joonis 10-22. Tsentrimärgi joonestamine raamjoonele lehe keskele kõrguse suunas

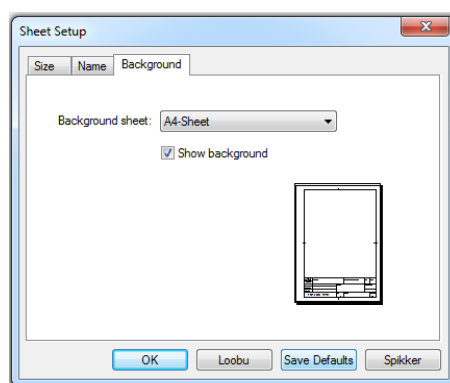
Nurgatabeli vastavate lahtrite täitmine tekstiga (vt joonis 10-17)

-  *Zoom Area* (suurenda piirkonda) – vali kasti nurgatabeli piirkond ja suurenda see ekraani suuruseks.
- Vali grupist *Annotation* käsk  *Text* (kiri), üleval olevalt muutuvalt käsurealt aga vali kirja kõrguseks 2,5...3,5 mm, suurema kirja jaoks 5...7 mm. Sealt saab valida ka kirjastiili (nt *Bold B*, *Italic I*), arvutijoonistel on soovitatav valida püstkiri.
- Ristikujuline kursor vii lahtris sellesse kohta, kust tahad sõna alustada.
- Täida kõik need nurgatabeli lahtrid, mis jäävad selle dokumendi jooniselehtedel muutumatuks (vt joonised 10-17 ja 10-24).
- Kui teksti on vaja hiljem nihutada, siis saab seda teha, valides grupist

Select (vali) käsu  *Select*. Seejärel tee kursoriga tekstikast (*Text Box*) aktiivseks, klõpsates tekstikasti joonel, ning liiguta tekst koos kastiga vajalikku kohta.

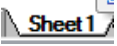

- Ülemiselt käsurealt vali *View* (vaade) ja peida ära tagapõhja lehed, klõpsates grupis *Sheet View* (lehe vaade) käsule  *Background* (tagapõhi).


- Seejärel vajuta  *Save* (salvesta).



Joonis 10-23. Lehe tagapõhja häälestamine ja selle salvestamine vaikimisi

A4-formaadis jooniselehte on kujutatud joonisel 10-24. Sama faili nimetuse alla võib salvestada ka teised vajalikud jooniselehtede formaadid, nagu A3-formaadis detaili leht (vt lisa 3), A4-formaadis detaili järgnev leht ja A4-formaadis tükitabeli leht. Selleks klõpsa alumisel real

lehe nimetusel  parema hiireklahviga ja vali avanenud kiirmenüüst (sisesta).  Insert


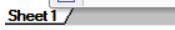
		Materjal:		Märkimata piirhälbed:	Mass:	Moot:
		Teostas	Nimetus:		Faili nimetus:	
		Kontrollis		 dft	
		Kinnitas				
(Kool)	Klass:	Leht: 1	Tähis: JN01.	Formaat: A4		


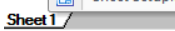
Joonis 10-24. Uue töölehe sisestamisel avanenud vormistatud tagapõhjaga A4-formaadis leht

Nüüd ilmub selles failis uus A2-formaadis leht, mille formaat tuleb häälestada sobivaks sedasi, nagu eespool kirjeldatud. Sinna võib joonestada uue leheformaadi samas järjekorras, nagu on joonestatud A4-formaadi tagapõhi.

Kõik need lehed võib vajadusel salvestada ka eraldi failidena (mitte vormistada tagapõhjale), mida saab kopeerida sobivasse kohta.

Kui joonestamisel on vaja kasutada ainult ühte tüüpi leheformaati, näiteks A4-formaati, siis on kasulik selle lehe tagapõhi salvestada vaikimisi (*Save Default*). Sel juhul avaneb uue lehe sisestamisel kohe A4-formaat.

Vaikimisi salvestamiseks klõpsa akna alumisel real lehe nimetusel parema hiireklahviga, kiirmenüüst vali  Sheet Setup.  *Sheet Setup* (lehe seadmine), sealt dialoogiaknast vali *Background* (tagapõhi), kus *A4-Sheet* valimisel on näha vormistatud lehe A4-formaadis tagapõhi, selle nähtavaks tegemiseks tee valik *Show Background* ja salvesta see vaikimisi (*Save Default*, vt joonis 10-23).



Edaspidi uue töölehe sisestamisel avaneb alati vajaliku vormistusega A4-formaadis (vajadusel ka A3-formaadis) leht (vt lisa 3), selleks tuleb aga lehe häälestamisel selle formaadi tagapõhi valida lehe nimetuse käsunupu alt  Sheet Setup.  *Sheet Setup* (lehe seadmine).

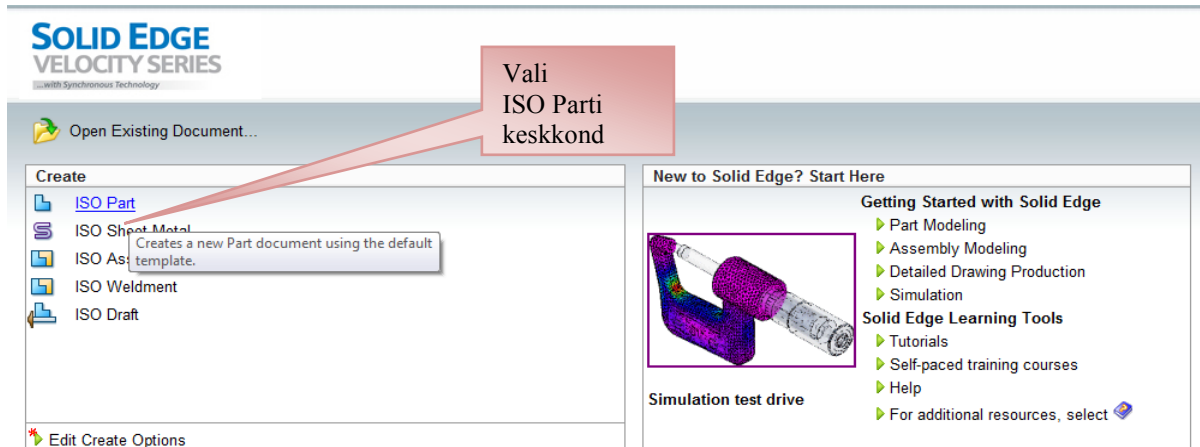
Uuel avanenud töölehel (vt joonis 10-24) tagapõhja vormistust muuta ei saa. Kui midagi on vaja muuta, tuleb seda teha lehe tagapõhjal ning siis on seda muudatust näha kõikidel selle faili A4-formaadis lehtedel. Vajalikud nurgatabeli tühjad lahtrid tuleb täita iga joonise töölehel eraldi.

11. DETAILI MODELLEERIMISE 3D-KESKKOND. DETAILIDE MODELLEERIMINE. JOONISTE VALMISTAMINE 3D-MUDELITEST


11.1. Üldine tegevusjärjekord ISO Parti keskkonna avamiseks

Erinevate detailide mudelite ja jooniste valmistamise tegevusjärjekord võib muutuda. Üks võimalikest mudelite valmistamise variantidest esmakordsel programmi avamisel on järgmine.

1. Aktiveeri programm . Pärast programmi esilehe avanemist vali keskkondade valikute lahtrist **Create** (looma, tekitama)  **ISO Part** (ISO detaili modelleerimiskeskond) ja klõpsa vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-1).

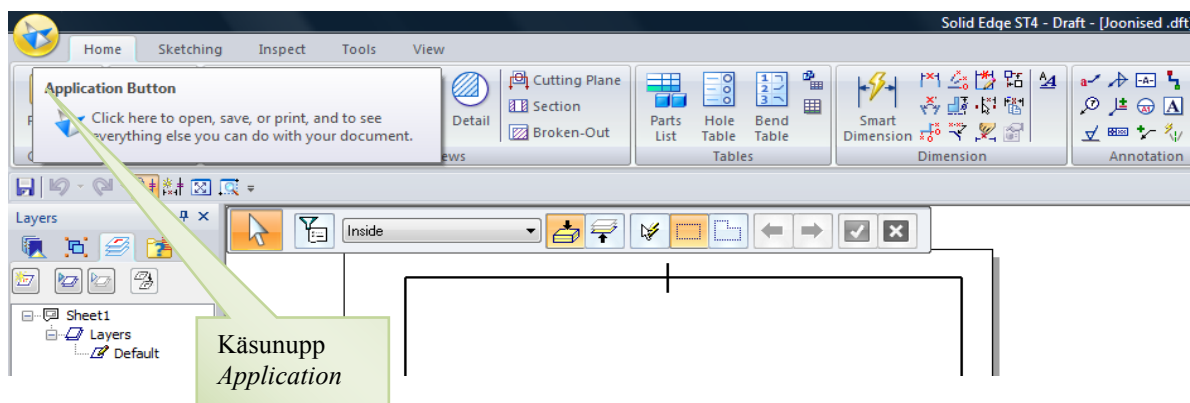


Joonis 11-1. Ekraanipildi fragment pärast programmi aktiveerimist

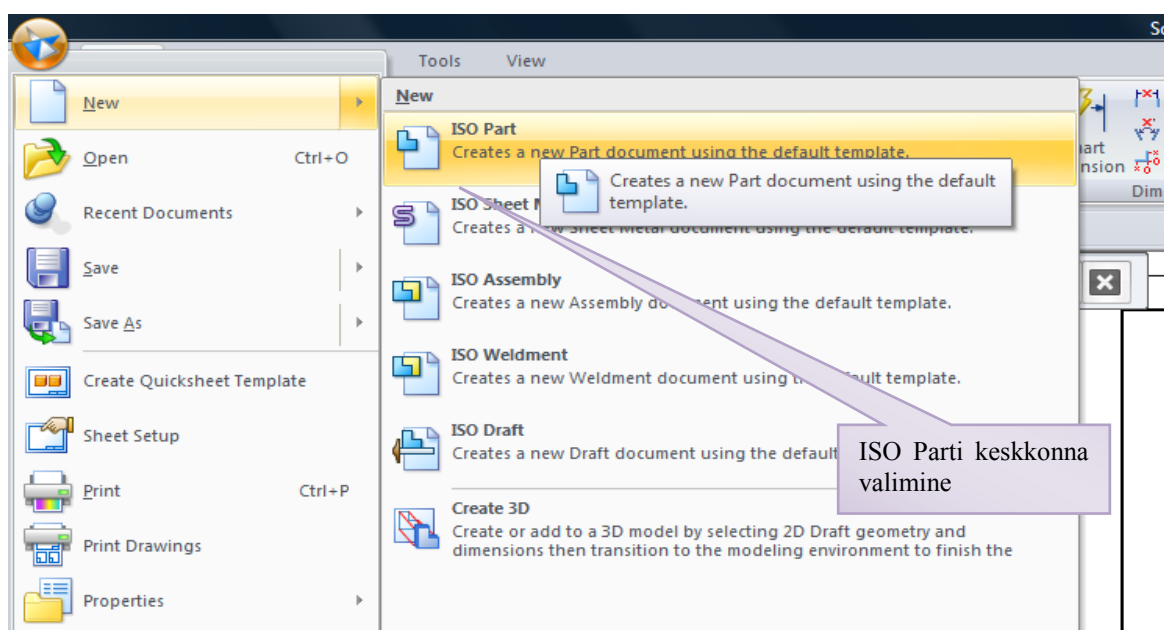
2. Kui eelnevalt on avatud 2D-projekterimiskeskond ning ette valmistatud jooniseleht koos raamjoone ja nurgatabeliga (vt joonis 11-2), toimi järgmiselt. Vii kursor  *Application Button*'i rakenduste nupu ikoonile ja klõpsa vasakul hiireklahvil, seejärel avaneb rippmenüü. Vii seal kursor ikooni *New* peale ja seejärel ISO modelleerimiskeskonna ISO Part veeru peale ning klõpsa vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-3). Seejärel avaneb mudelite valmistamise keskkond (vt joonis 11-4). Vaikimisi (*Defaults*) avaneb sünkroontehnoloogia.

Application – rakendus arvutiprogrammide tarkvaras.

Defaults – vaikimisi valitav, tavaliselt tähistab programmis enimkasutatud seadistust.



Joonis 11-2. 2D-projekteerimiskeskonna ekraanipildi fragment (*Application*) rakenduste ikooniga 3D-detaili modelleerimise keskkonna avamiseks

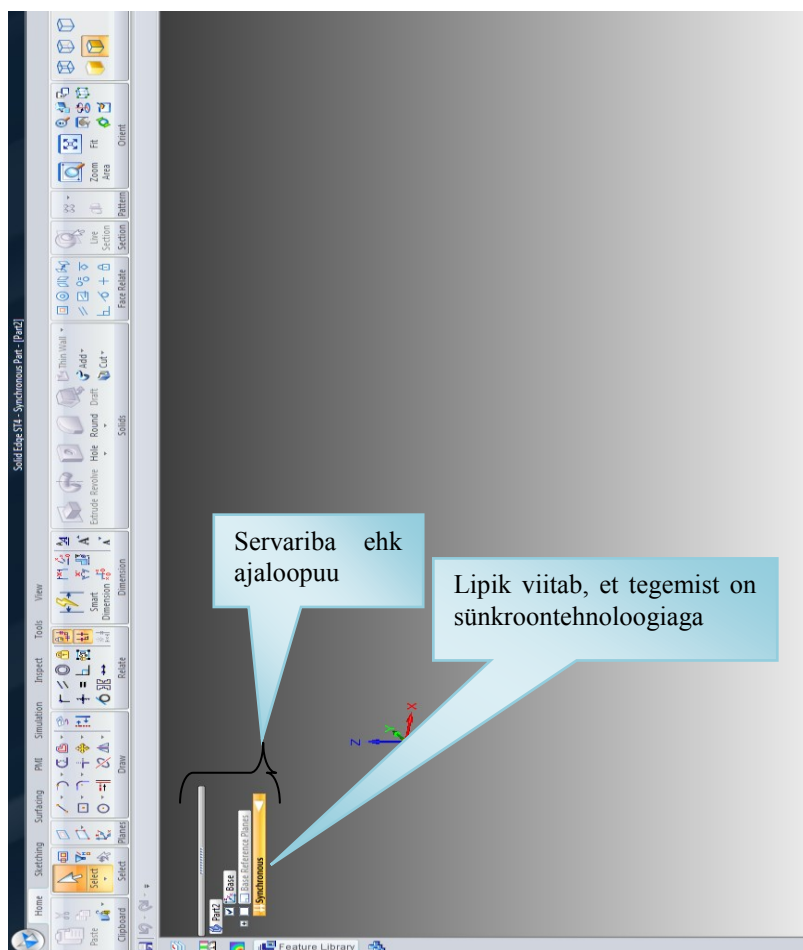


Joonis 11-3. 2D-projekteerimiskeskonna ekraanipildi fragment. Käsunupu *Application* alt avaneb rippmenüü ja sealt edasi ikooni *New* alt ISO Parti detaili modelleerimiskeskond

11.2. Modelleerimiskeskonna muutmine sünkroontehnoloogiliseks ja vastupidi

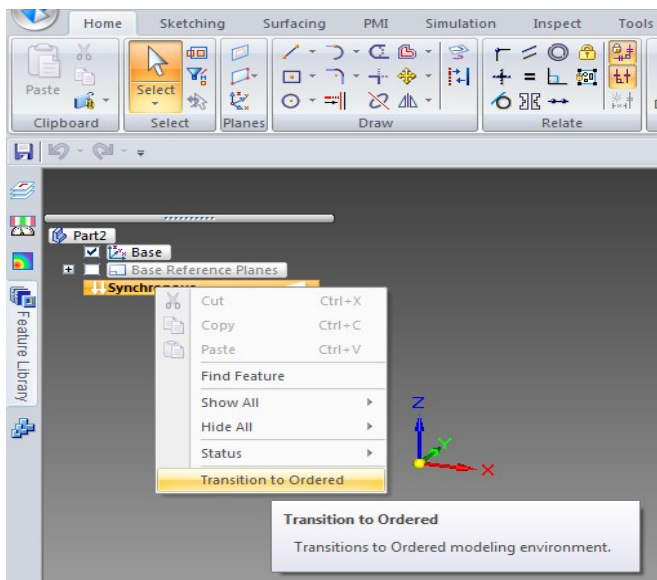
Programm on seadistatud nii, et detaili modelleerimise keskkonnas avaneb vaikimisi sünkroontehnoloogia, mis on ette nähtud olemasolevate mudelite modifitseerimiseks, tootegruppide loomiseks ja dünaamiliseks redigeerimiseks (vt joonis 11-4). Mugavam, universaalsem ja eriti õppimiseks sobivam on aga tava- ehk traditsiooniline 3D-mudelite valmistamise tehnoloogia, seda eriti algajatele täiesti uute mudelite valmistamiseks.

Järgnevalt vaadeldakse, kuidas on võimalik teha valikuid detaili modelleerimiskeskonna ISO Part erinevate tehnoloogiate vahel. Üht tehnoloogia muutmise võimalust on kirjeldatud järgnevas loetelus.

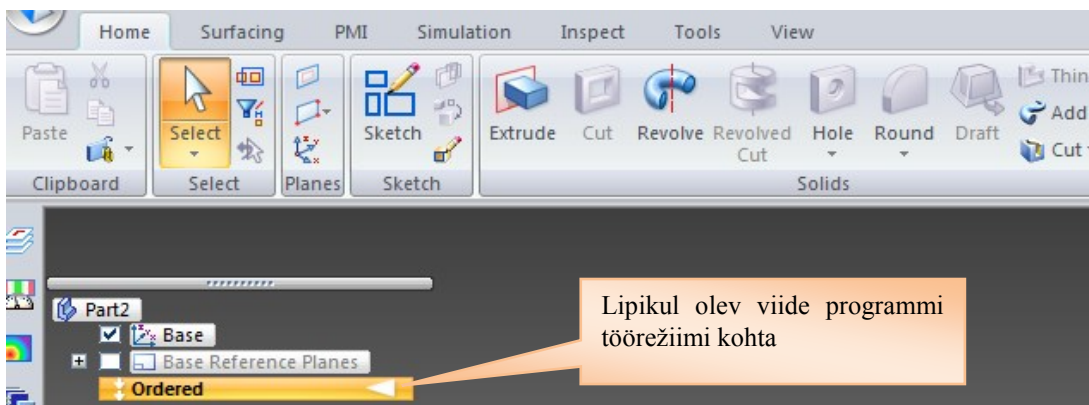


Joonis 11-4. Detalli modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipilt. Vaikimisi on avatud sünkroontehnoloogia **Synchronous**, vastav märgel on ajaloopuu

1. Vii kursor töölaual ajaloopuu lipikule **Synchronous** (sünkroontehnoloogia) ja klõpsa paremale hiireklahvile. Seejärel avaneb rippmenüü (vt joonis 11-5).
2. Rippmenüüst vali *Transition to Ordered* (muuda tavaliseks) ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Lipiku sisu muutub **Ordered** ja modelleerimine programmi keskkonnas muutub tavaliseks (vt joonised 11-5 ja 11-6). Muutuvad ka tööriistade käsunuppude paneelid ja nendel olevad tööriistad (vt joonis 11-6). Mudelite tegemine tavatehnoloogias (*Ordered*) erineb oluliselt mudelite valmistamisest sünkroontehnoloogias (*Synchronous*).
3. Teine võimalus erinevaid tehnoloogiaid muuta on järgmine:
 - aktiveeri peatööriistaribal saki *Tools* (tööriistad) nuppude paneel (vt joonis 11-7), seejärel avanevad tööriistade valikud ja muutuvad tööriistaplokkide tööriistad (vt joonis 11-7);

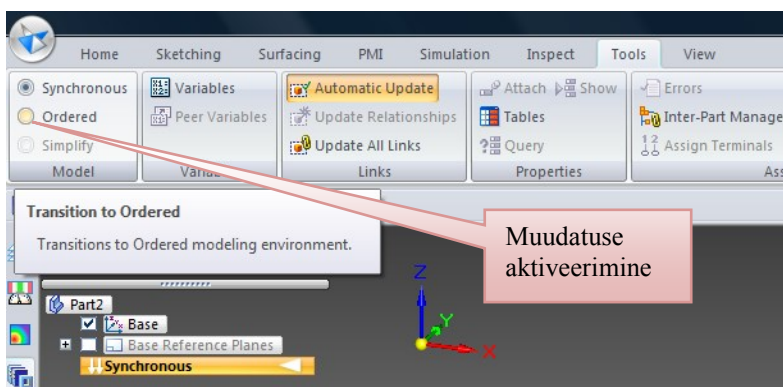


Joonis 11-5. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Sünkroontehnoloogia aktiveerimine ja muutmine tavatehnoloogiaks



Lipikul olev viide programmi töörežiimi kohta

Joonis 11-6. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. ISO Parti keskkond on muutunud tavatehnoloogiliseks, muutunud on ka tööriistaribal olevad tööriistad



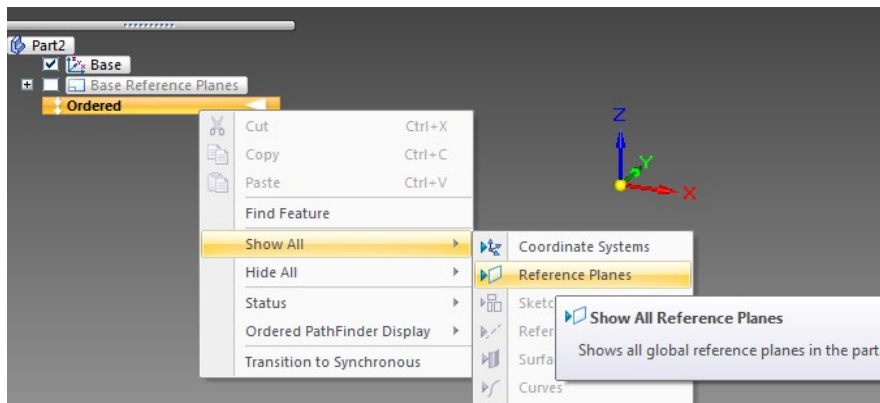
Joonis 11-7. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Sünkroontehnoloogia ettevalmistamine tavatehnoloogia muutmiseks menüü *Tools* (tööriistad) kaudu

- aktiveeri vasakult mudelite (*Model*) grupist käsunupp *Ordered* (traditsiooniline), viies kursori ringikese *Ordered* peale, ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Seejärel muutuvad tööriistanuppude paneelid ja tehnoloogia vahetub. Nüüd töötab programm tavatehnoloogia režiimis (vt joonis 11-8) ja uusi tootemudeleid on mugavam valmistada.

11.3. Parti keskkonna ettevalmistamine mudelite tegemiseks. Projektsioonipindade kuvamine töölaual

Siin on kirjeldatud üht võimalust, kuidas alustada detaili 3D-mudelite valmistamist.

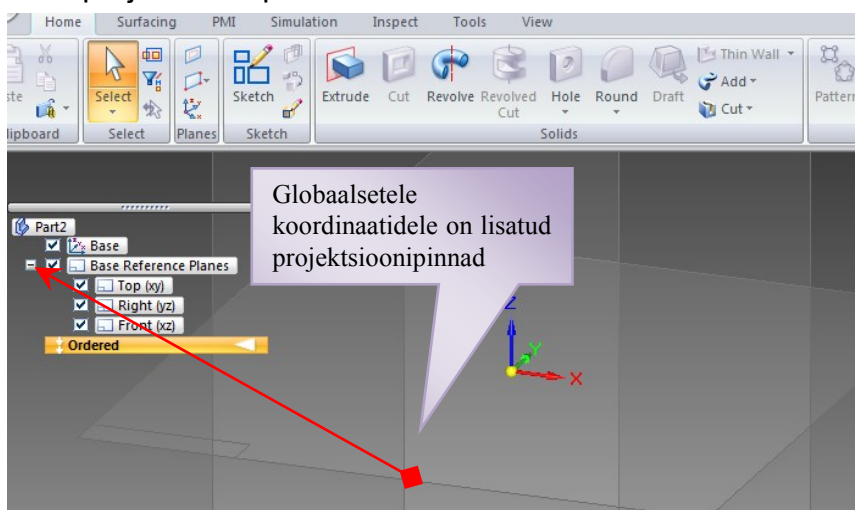
1. Vii kursor lipikule *Ordered* (traditsiooniline) ajaloopuus ja klõpsa paremal hiireklahvil. Nüüd avaneb rippmenüü, kust vali *Show All* (näita kõiki), edasi vali *Reference Planes* (projektsioonipinnad) ja klõpsa vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-8).



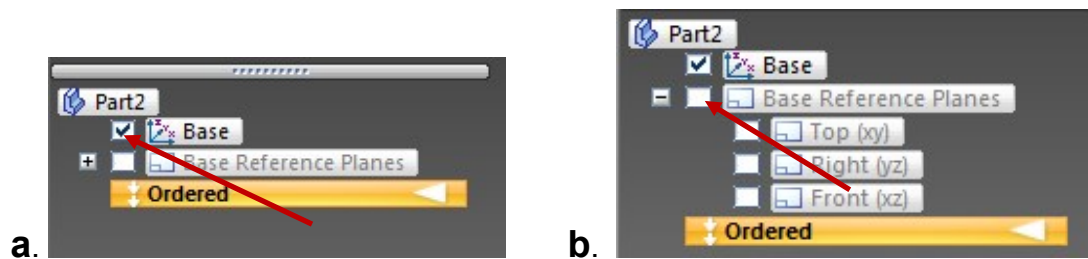
Joonis 11-8. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Projektsioonipindade kuvamiseks seadistuse tegemine, vajaliku rea aktiveerimine

Arvuti lisab globaalsetele koordinaatidele töölaua keskel kõik kolm projektsioonipinda, millel saab alustada eskiiside tegemist mudelite valmistamiseks (vt joonis 11-9). Lipiku ette on lisandunud ka kontrollmärgi linnukene *Base Reference Planes* (baaskoordinaatpinnad), mis annab märku sellest, et nüüd on töölaual kuvatud projektsioonipinnad. Baaskoordinaatpindu on väga mugav kasutada eskiiside tegemiseks, et alustada 3D-mudelite valmistamist (vt joonis 11-9).

2. Kui soovid kuvada ainult ühe projektsioonipinna, siis toimi järgmiselt. Esmalt klõpsa lipiku *Base Reference Planes* ees oleval plussmärgil (vt joonis 11-10a). Selle lipiku all avanevad kõigi kolme projektsioonipinna lipikud (vt joonis 11-10b). Lipikute ees puuduvad kontrollmärgid, järelkult puuduvad töölaual ka projektsioonipinnad.

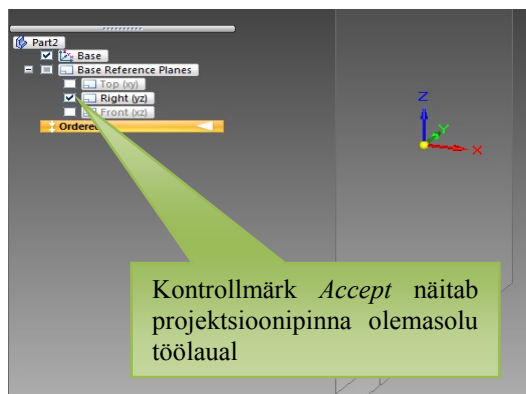


Joonis 11-9. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Projektsioonipinnad on kuvatud



Joonis 11-10. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragmendid. Ajaloopuus on näha, et baaskoordinaadid on töölaual olemas (a), aga projektsioonipinnad puuduvad (b)

- Projektsioonipinna lisamiseks vii kursor vajaliku projektsioonipinna lipiku ees olevale kastikesele ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Külgprojektsioonipinna lisamiseks vii kursor lipiku Right (yz) ees olevale kastikesele ja klõpsa vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-10b). Seejärel lisab arvuti vajaliku projektsioonipinna töölauale (vt joonis 11-11).



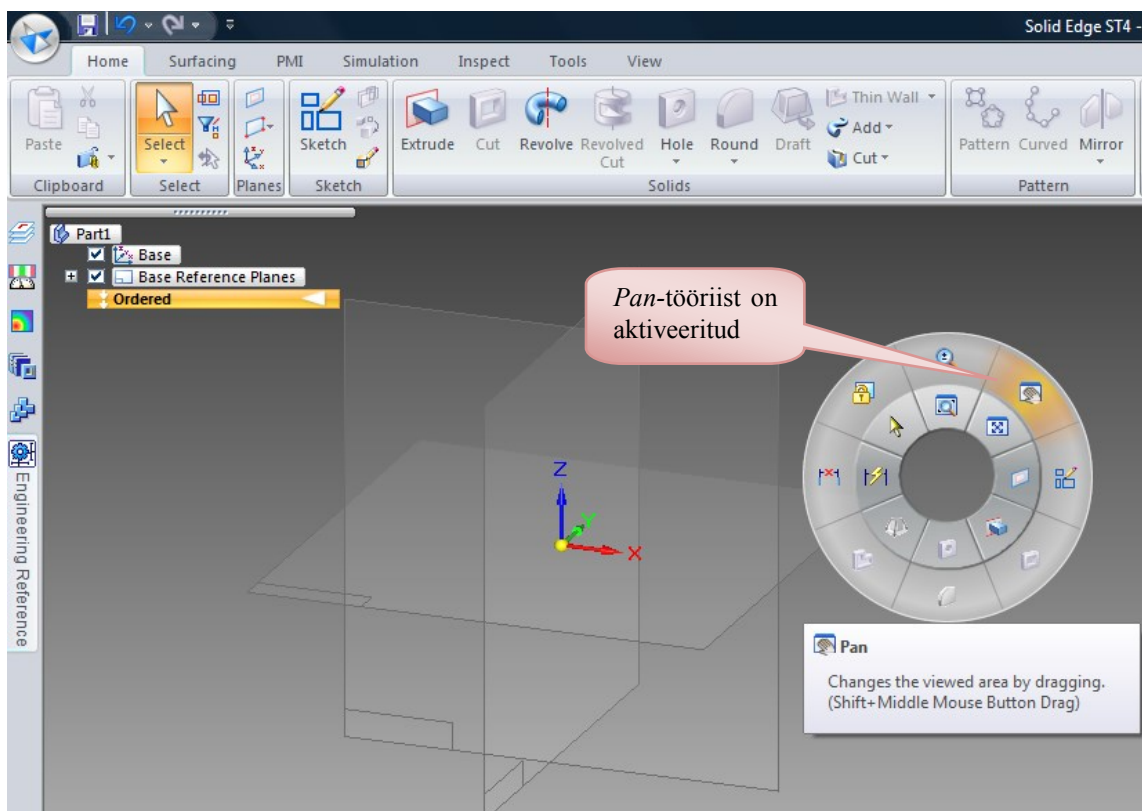
Joonis 11-11. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Projektsioonipind *Right yz* on kuvatud töölauale

11.4. Parti keskkonna ettevalmistamine mudelite tegemiseks. Ringmenüü aktiveerimine ja kasutamine

- Vii kursor töölauale, vajuta alla **parem hiireklahv ja hoia seda**, selle tulemusena avaneb ringmenüü (vt joonis 11-12).
- Hoides sama klahvi all, vii kursor vajaliku tööriista peale ning lase ta seal lahti. Valitud tööriist muutub aktiivseks, nüüd võib tööriista kasutada nagu tavaliselt (vt joonis 11-12).

Nüüd on aktiveeritud tööriist *Pan* (*Pan* – *Personal Area Network*), mis on personaalse maa-ala liigutamise tööriist, millega on võimalik muuta vaadeldava tööpiirkonna asukohta ekraanil. Seda saab teha, kui vajutada alla vasak hiireklahv ja seda all hoides nihutada ekraani tööpind vajalikku kohta.

Ringmenüüs on 16 enim kasutatavat tööriista, mida on mugav valida ja aktiveerida (vt joonis 11-12).



Joonis 11-12. Detailide modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Töölaua on ringmenüü, kus on aktiivne *Pan*-tööriist

11.5. Tegevusjärjekord ISO Parti keskkonnas mudelite loomisel. Järi traaversi virtuaalse mudeli valmistamine

Erinevate detailide mudelite valmistamise järjekord võib olla erinev, kuid üks võimalus on kasutada tööriista *Extrude* (eend). Järgnevalt vaadeldakse kahte võimalust, kuidas joonestada järi traaversit.


Extrude (eend) on arvutigraafika protsess kolmemõõtmelise kujundi loomiseks kahemõõtmelise kujundi venitamise teel piki kolmandat telge.

A. I variant

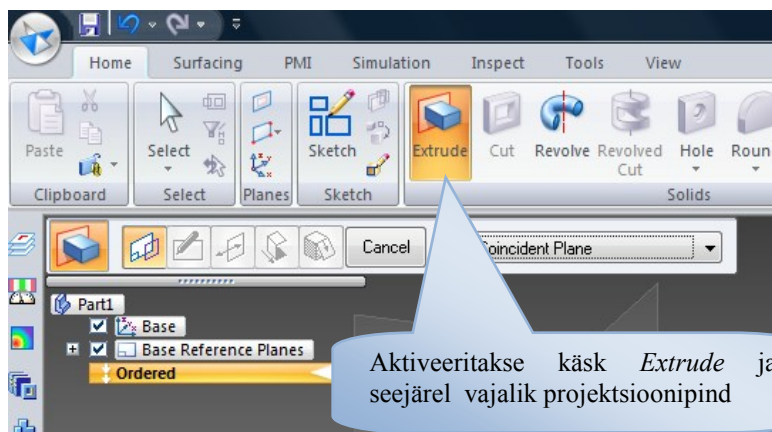
1. *Home*-tööriistade paneelilt grupist *Solid* (tahke keha) aktiveeri tööriist *Extrude*



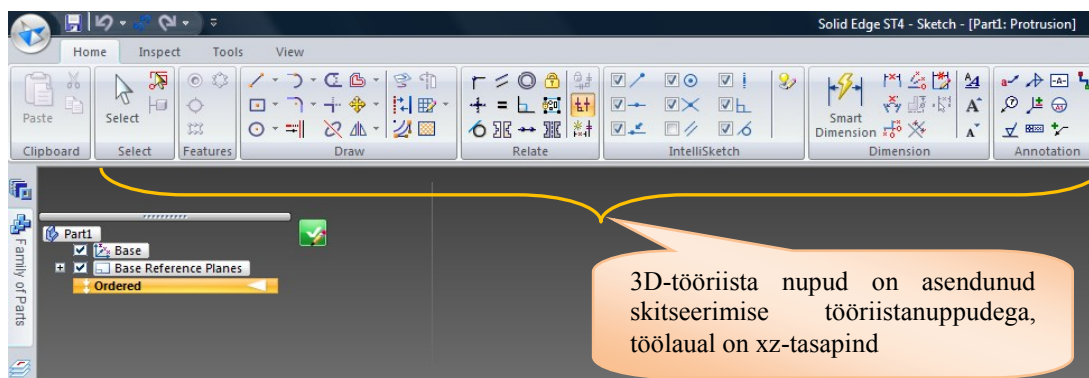
(eend). Selleks vii kursor *Extrude*'i käsunupule ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Seejärel muutub tööriist aktiivseks. Töölauale tekib muutuv tööriistariba (*Smart Step Ribbon Bar*) aktiveeritud käsu juhtimise võimalustega (vt joonis 11-13).

2. Vali projektsioonipind, millele soovid eendi eskiisi joonestada ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Valitud pind muutub aktiivseks ja pöördub töölauale. **Ruumiline töökeskkond muutub tasapinnaliseks**. Ka kõik *Home*-tööriistade grupid asenduvad eskiiside joonestamise tööriistade gruppidega (vt joonis 11-14). Töölaua ülemisse vasakusse serva tekib samuti muutuv tööriistariba (*Smart Step Ribbon Bar*), millel on vaikimisi aktiivne joone tõmbamise tööriist  (*Line*).

3. Eskiisi valmistamiseks vali **Rectangle by Center** (ristkülik keskpunkti järgi, vt joonis 11-15). Vii kursor nimetatud ikoonile ja klõpsa vasakule hiireklahvile.

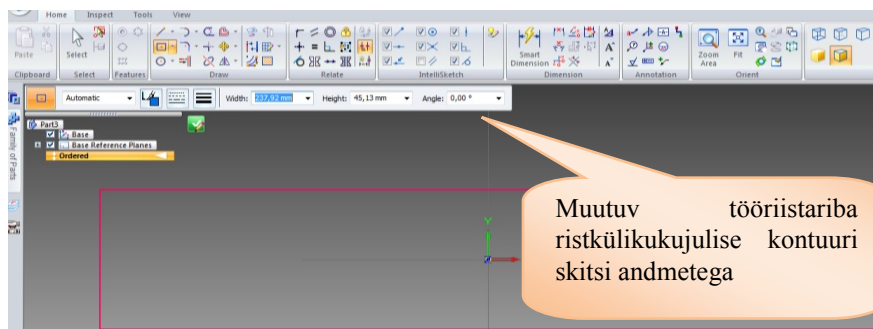


Joonis 11-13. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Aktiveeritud on tööriist *Extrude* (eend)




Joonis 11-14. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, pärast käsu *Extrude* aktiveerimist ja projektsioonipinna valimist pööratakse valitud pind töölauale eendi skitsi joonestamiseks. Kõik *Home*-tööriistade grupid on muutunud eskiiside joonestamise tööriistade gruppideks

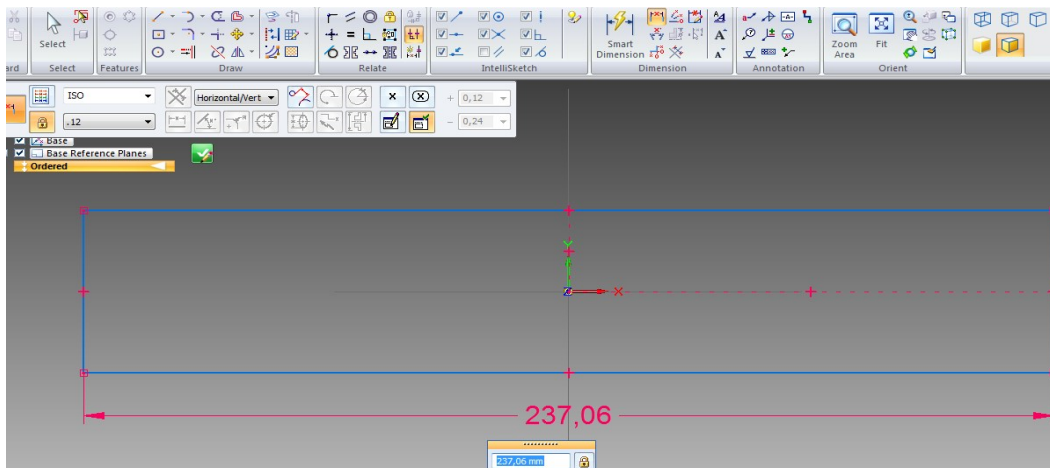
4. Vii kursor koordinaatide keskpunkti ja klõpsa vasakul hiireklahvil, sellega määrad ristküliku tsentri. Tõmba kursor paremale (või vasakule), sellega määrad ristküliku laiuse ja kõrguse. Samas võid muutuval tööriistaribal sisestada ristküliku laiuse ja kõrguse vastavatesse lahtritesse **Width: 240,00 mm** **Height: 50,00 mm** ning klõpsata klahvile *Enter*. Vali ristkülikule vajalik asend (**Angle: 180,00 °**) ja klõpsa veel kord vasakule hiireklahvile. Vajalike mõõtmetega ristküliku skits on konstrueeritud töölauale (vt joonis 11-15).




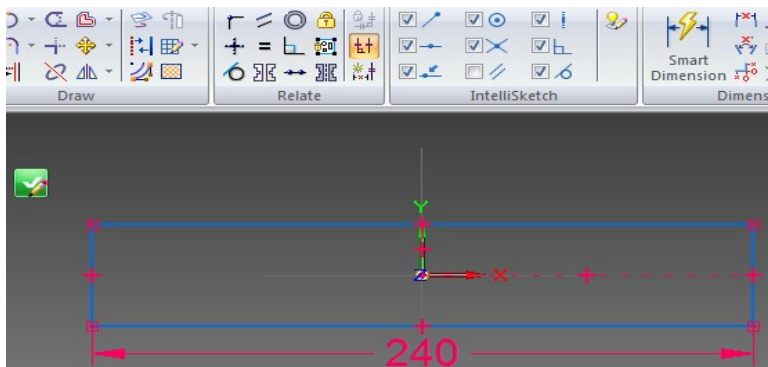
Joonis 11-15. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Ristküliku skitsi keskpunktiga koordinaatide alguspunktis on joonestatud

B. II variant


1. Tõmba töölauale vabalt valitud suurusega ristkülik ja seejärel mõõda ristküliku mõõtmed, kasutades tööriista  **Distance Between** (vahekaugus), vajadusel korrigeeri ristküliku mõõtmeid. Mõõtmiseks klõpsa kursoriga kõigepealt ristküliku vasakule ja seejärel paremale servale, kolmas klõps lisab joonisele ristküliku külgedevahelise mõõtme koos kastikeses oleva mõõtmega, mis on aktiivne (vt joonised 11-16 ja 11-17). Trüki kastikesse vajalik mõõde ja vajuta klahvi *Enter*. Nüüd on ristküliku pikkus muudetud (vt joonis 11-17).





Joonis 11-16. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, ristkülikukujulise skitsi mõõtmete korrigeerimine tööriistaga  **Distance Between**

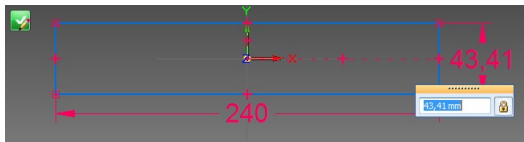


Joonis 11-17. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, ristküliku laius on muudetud

2. Samamoodi muuda ka ristküliku kõrgust, kasutades sama tööriista  **Distance Between** (vahekaugus). Klõpsa alumisele ja ülemisele ristküliku servale, kolmanda klõpsuga pane joonisele mõõde ja aktiveeri see (vt joonis 11-18). Trüki vajalik mõõde kastikesse ja vajuta klahvi *Enter*. Nüüd on vajaliku suurusega ristküliku skits eendi tegemiseks valmis (vt joonis 11-19).

C. Pärast ristküliku skitsi joonestamist toimi järgmiselt.

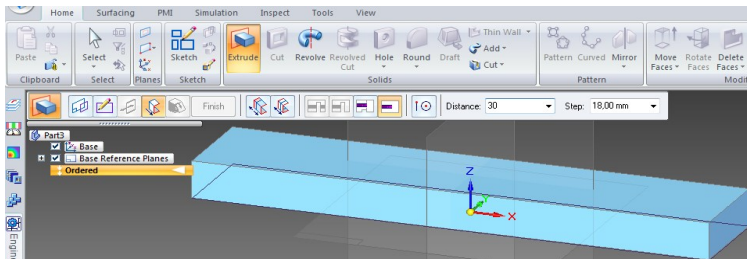
1. Kui skits on valmis, vii kursor töölaual olevale ikoonile  *Accept* (nõus, vt joonis 11-19) ja klõpsa vasakul hiireklahvil või peatööriistade paneeli paremas servas olevale ikoonil  *Close Sketch* (sulge eskiis), et pöörduda tagasi 3D-modelleerimise keskkonda, lõpetada skitseeritud eendi valmistamine ja lisada tasapinnalisele skitsile kolmas mõõde (vt joonised 11-19 ja 11-20).



Joonis 11-18. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Ristküliku kõrguse mõõde on aktiveeritud, kastikesse võib sisestada vajaliku mõõtme

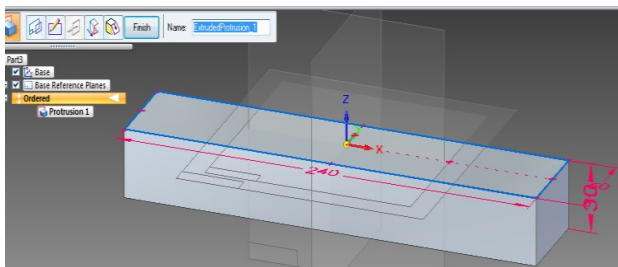


Joonis 11-19. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Ristkülikukujulise skitsi kõrgus on muudetud



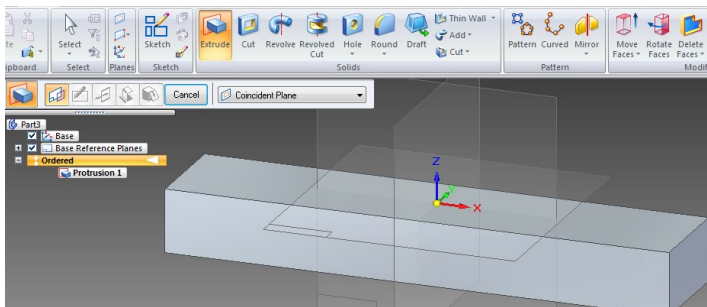
Joonis 11-20. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, risttahuka kõrgus on määratud (*Distance* 30). Tasapinnalisele skitsile on antud kolmas mõõde

2. Äsja skitseeritud eendi lõpetamiseks tuleb muutuval tööriistaribal (*Smart Step Ribbon Bar*) lahtrisse *Distance: 30,00 mm* (ulatus) trükkida eendi ulatus (siinses näites 30 mm) ja vajutada klahvile *Enter*. Edasi tuleb kursoriga määrata eendi paigutamise suund töölaual ja klõpsata vasakul hiireklahvil. Nüüd on mudelist valminud 3D-skits, kus kõiki mõõtmeid on võimalik aktiveerida ja vajadusel muuta (vt joonis 11-21).



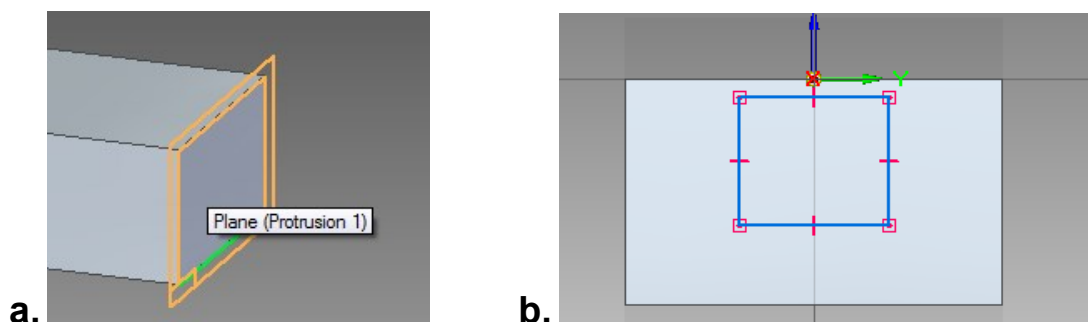
Joonis 11-21. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Risttahuka kõrgus on muudetud, mudelist on valminud 3D-skits, kõiki mõõtmeid on võimalik muuta

3. Lõpetamiseks vii kursor muutuval tööriistaribal ikoonile *Finish* ja klõpsa vasakul hiireklahvil, seejärel mõõtmed kaovad ja järi traaversi põhiosa 3D-mudel on valmis (vt joonis 11-22).







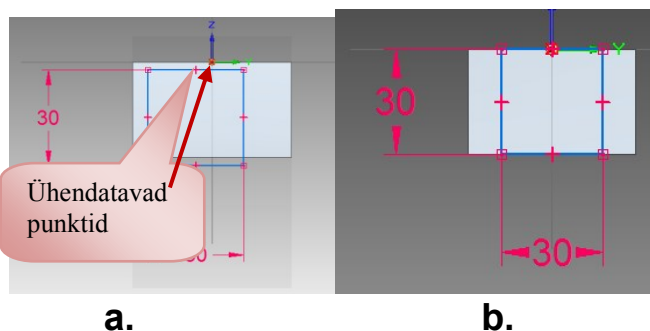
Joonis 11-22. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, traaversi mudeli baasosa. Risttahukas on valmis


4. Edasi lisa traaversi mudelile tapiotsad. Tööriist *Extrude* on nüüd aktiivne. Aktiveeri olemasoleva mudeli otspind, selleks vii kursor otspinnale ja klõpsa vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-23a). Arvutiprogramm pöörab valitud pinna skitsi joonestamiseks töölauale.



Joonis 11-23. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipiltide fragmendid: a – valitud on risttahuka otspind; b – otspinnale on konstrueeritud vabade mõõtmetega ristkülik

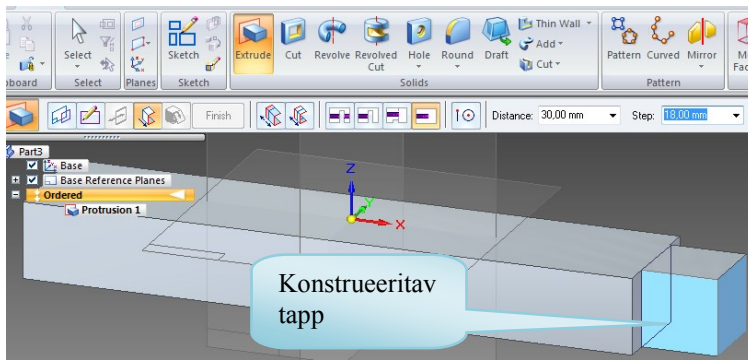
5. Grupist *Draw* (joonesta) vali  *Rectangle by Center* (ristkülik keskpunkti järgi, vt joonised 11-15 ja 11-23b) ja lisa järi traaversimudeli otspinnale vabalt valitud suurusega ristkülik. Käsuga  *Distance Between* (vahekaugus) korrigeeri ristküliku mõõtmeid (30 x 30 mm). Tapiotsa paigutamiseks õigesse kohta on mitu võimalust. Aktiveeri seoste grupist (*Relate*) käsk  *Connect* (ühenda) ruudukujulise skitsi tsentreerimiseks horisontaali suunas. Selleks vali joonestatud ruudul ülemise serva keskel keskpunkt, mille saab ühendada olemasoleva risttahuka otsa ülemise serva keskpunktiga, klõpsates nendes punktides vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-24a). Klõpsa hetkel, kui kursori juurde ilmub joone keskpunkti märk . Nüüd on skits tsentreeritud õigesse kohta (vt joonis 11-24b).



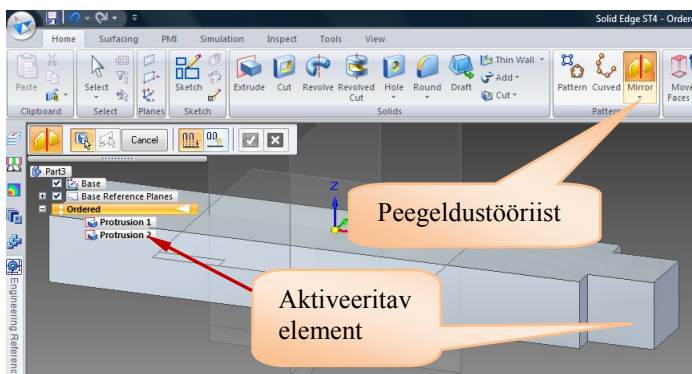
Joonis 11-24. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipiltide fragmendid: a – tapi skitsi mõõtmed on korrigeeritud ja näidatud on käsuga  *Connect* aktiveeritavad vajalikud punktid; b – tapi skits on tsentreeritud risttahuka otsa keskele

6. Edasi vii hiirekursor kontrollmärgile  *Accept* (nõus) töölaual (vt joonis 11-19) ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Programm lõpetab eskiisimise ja läheb 3D-mudeli keskkonda. Muutuval tööriistaribal trüki lahtrisse *Distance: 30,00 mm* ja vajuta klahvi *Enter* (vt joonis 11-25). Hiireklõpsuga määra eendi lisamise suund. Lõpetuseks klõpsa muutuva tööriistariba ikoonil  *Finish*, seejärel mõõtmed kaovad ja tapp on lisatud ühte traaversi otsa (vt joonis 11-26).
7. Edasi tuleb lisada tapp ka traaversi vasakpoolsesse otsa, selleks on mitu võimalust. Seekord kasuta selleks tööriista  *Mirror Copy Feature* (elemendi peegelkoopia, vt joonis 11-26). Peatööriistaribalt grupist *Pattern* (paljundus) aktiveeri vajalik tööriist *Mirror Copy Feature*. Kontrolli, et muutuval tööriistaribal oleks aktiveeritud käsunupp  *Mirror Copy Feature – Smart* (elemendi peegelkoopia – nutikas). Seejärel aktiveeri kopeeritav element (*Protrusion 2*)

virtuaalselt kas klõpsates vasakut hiireklahvi mudeli vastaval elemendil (vt joonisel 11-26 „Aktiveeritav element“) või ajaloo puus kirjet *Protrusion 2*.

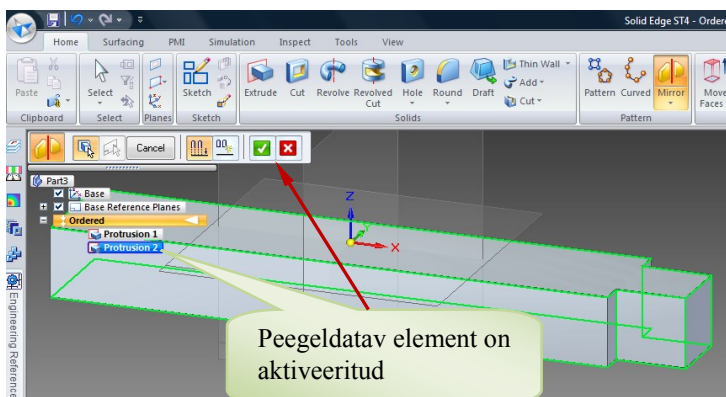


Joonis 11-25. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Modelleeritava tapi õige suuna määramine



Joonis 11-26. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Peegeldustööriista aktiveerimine ja peegeldatava elemendi valimine

8. Valitud element on muutunud aktiivseks. Muutuval tööriistaribal muutub kontrollmärk *Accept* (nõus) aktiivseks, nüüd tuleb klõpsata sellel kontrollmärgil. Sellega kinnitatakse programmile oma valikut (vt joonis 11-27).



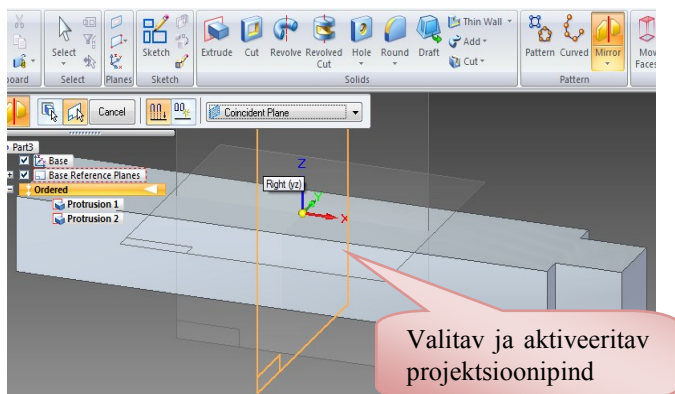
Joonis 11-27. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment, tapp *Protrusion 2* on ajaloo puus ja töölaual aktiveeritud, nupp *Accept* on muutunud aktiivseks

9. Muutuval tööriistaribal seadistus muutub, peegelkoopia lisamiseks tuleb valida ja aktiveerida detaili mudeli sümmeetriasapind, selleks on *Right* (yz-pind). Nimetatud pind on peegelpinnaks, mille suhtes sümmeetriliselt teisele poole lisatakse valitud kujutis (järi tapp). Vt selle kohta joonis 11-28.

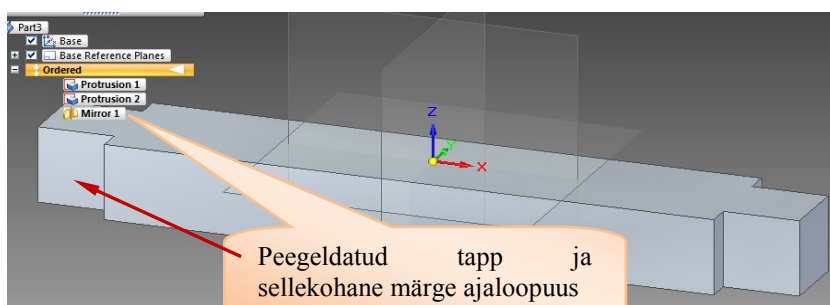
10. Arvuti lisab puuduva tapi detaili virtuaalsele mudelile ja teeb ka vastava märkme ajaloo puusse (vt joonis 11-29). Nüüd on detaili virtuaalne mudel valmis.

NB! Kui arvuti ei tee peegelkoopiat ja ekraanile ilmub kiri soovitusena, siis klõpsa muutuva tööriistariba *Mirror Copy Feature – Fast* (elemendi peegelkoopia – kiire) asemel *Mirror Copy Feature – Smart* (elemendi peegelkoopia – nutikas), tegutse selle soovitus järgi ja klõpsa käsunupul *Preview* (eelvaade).

Lõpetamiseks salvesta äsja valminud mudel vajalikku kausta.




Joonis 11-28. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Elemendi peegelkoopia lisamine, valitud on projektsioonipind (peegelpind) elemendi peegeldamiseks





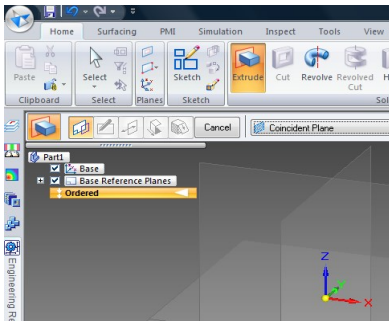
Joonis 11-29. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Peegeldusega on lisatud vasakpoolne tapp. Traaversi virtuaalne mudel on valmis

Äsja valmistatud detaili mudelit võib teha ka ühe käsu abil.

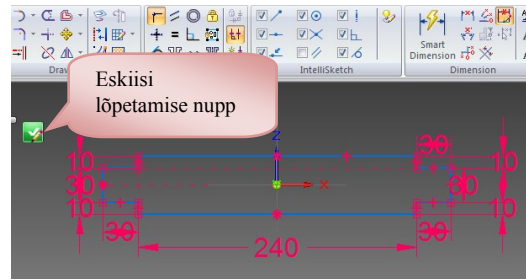
11. Aktiveeri käsk  *Extrude* (eend) grupi **Solids** tööriistapaneelilt. Töölauale tekib muutuv tööriistariba (*Smart Step Ribbon Bar*) aktiveeritud käsu juhtimise võimalustega (vt joonis 11-30). Edasi vali projektsioonipind, millele soovid joonestada eendi skitsi ja aktiveeri see vasaku hiireklõpsuga.
12. Arvuti pöörab valitud projektsioonipinna töölauale. Peatööriistaribal muutuvad tööriistad skitsi joonestamise tööriistadeks. Joonesta kogu eendi kontuur valitud projektsioonipinna peale (vt joonis 11-31).

NB! JÄLGI, ET OLEKS ÜKS KINNINE KONTOUR JA ET KONTOURIS EI OLEKS ÜLELIHGSEID JOONI. VAJADUSEL ÜHENDA JOONEOTSAD KÄSU *CONNECT* ABIL.

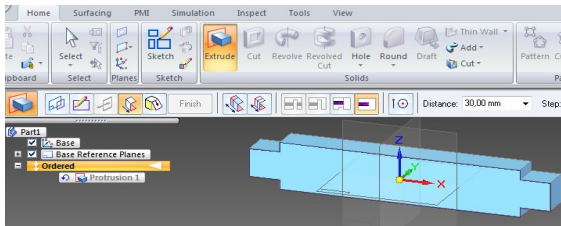
13. Skits on valmis, lõpetamiseks klõpsa kontrollmärgile  *Accept* (nõus) töölaual (vt joonis 11-31) või peatööriistade paneeli paremas servas käsunupule  *Close Sketch* (sulge eskiis), et pöörduda tagasi 3D-mudeli keskkonda ja lõpetada skitseeritud eendi valmistamine.
14. Skitseeritud eendi lõpetamiseks trüki muutuval tööriistaribal (*Smart Step Ribbon Bar*) lahtrisse *Distance* eendi ulatus **Distance: 30,00 mm**, milleks on praegu 30 mm, ja vajuta klahvi *Enter*. Edasi määra hiireklõpsu abil eendi suund töölaual (vt joonis 11-32). Arvuti projekteerib ekraanile järi traaversi 3D-mudeli koos mõõtmetega, kõiki mõõtmeid on võimalik vajadusel muuta (vt joonis 11-33).
15. Lõpetamiseks klõpsa muutuval tööriistaribal aktiivsele nupule **Finish** (vt joonis 11-33), seejärel mõõtmed kaovad. Detaili virtuaalne 3D-mudel on valmis (vt joonis 11-34).



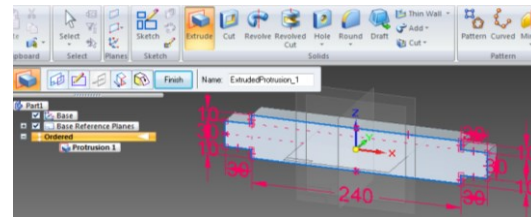
Joonis 11-30. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Aktiveeritud on tööriist *Extrude*




Joonis 11-31. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Eendi kontuur koos mõõtmetega on töölauale konstrueeritud

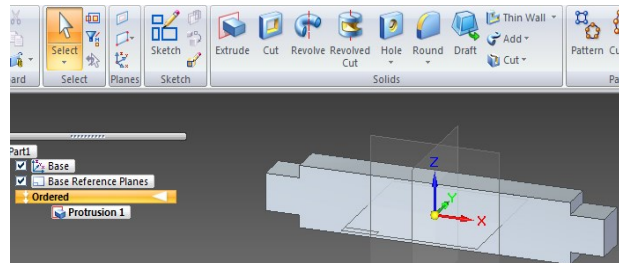


Joonis 11-32. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Skits on ruumilises keskkonnas, määratud on eendi ulatus (30 mm)

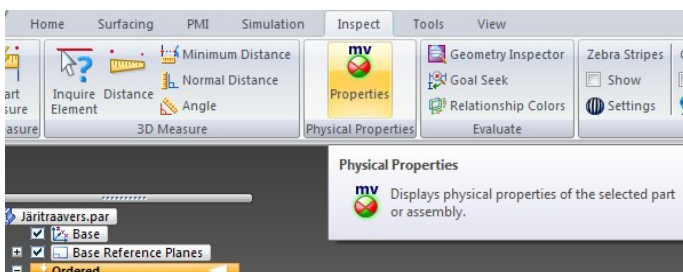


Joonis 11-33. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Mudelist on valminud 3D-skits, mõõtmeid on võimalik aktiveerida ja mudeli geomeetria muuta

16. Vali virtuaalse mudeli materjal ja leia detaili kaal. Selleks vali ülemiselt käsurealt *Inspect* (kontrolli) sakist  **Physical Properties** (füüsikalised omadused, vt joonis 11-35). Avaneb dialoogiaken **Physical Properties**, kust on võimalik valida mudeli materjal ja määrata mitmeid selle detaili füüsikalisi-mehaanilisi omadusi.

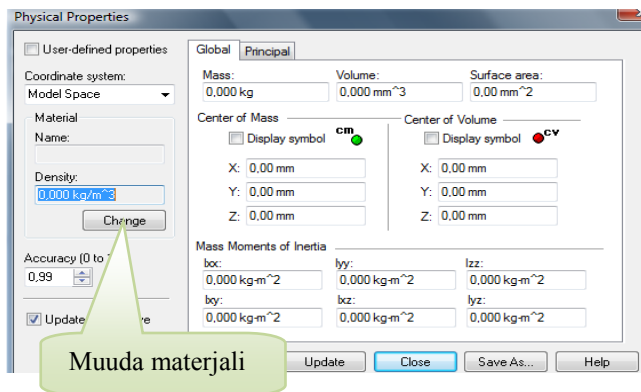


Joonis 11-34. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Detaili virtuaalne mudel on valmis



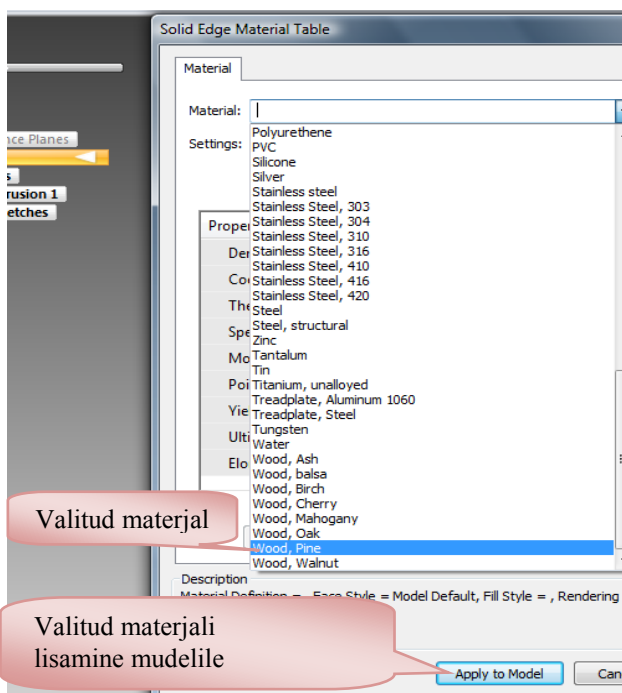
Joonis 11-35. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Dialoogiakna *Physical Properties* (füüsikalised omadused) avamine

17. Avanevad dialoogiaknast aktiveeri vasaku hiireklahviga käsunupp **Change** (muuda, vt joonis 11-36), seejärel avaneb dialoogiaken, kust on võimalik valida sobivat materjali (vt joonis 11-37).




Joonis 11-36. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Dialoogiaken *Physical Properties* (füüsikalised omadused) detaili füüsikalise-mehaaniliste omaduste määramiseks on avatud

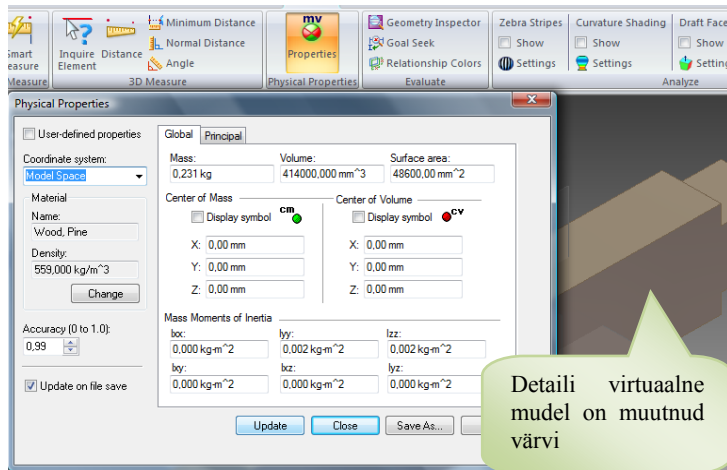
18. Avanenud dialoogiakna *Solid Edge Material Table* (Solid Edge'i materjalide tabel) materjalivaliku seast vali *Wood, Pine* (puit, mänd), aktiveeri see valik hiireklõpsuga (vt joonis 11-37). Edasi klõpsa käsunupul *Apply to Model* (lisa mudelile).



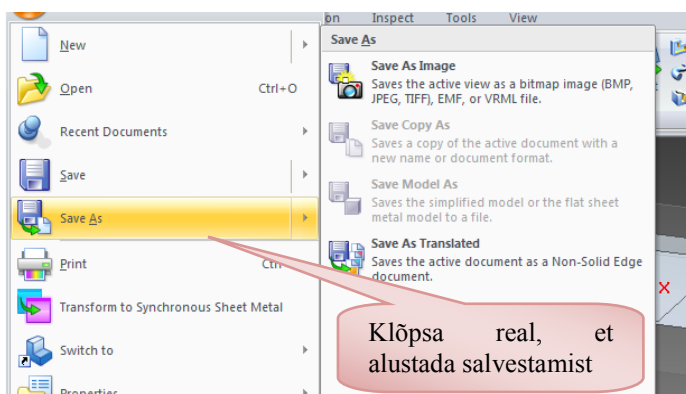
19. Arvutiprogramm arvutab detaili kaalu, pindala ja ruumala, määrab raskuskeskme asukoha ja palju muud vajalikku. Taas avaneb dialoogiaken *Physical Properties* (füüsikalised omadused). Materjaliks on nüüd määratud **Wood, Pine** (puit, mänd). Klõpsa nupul *Update* (uuenda, vt joonis 11-38), dialoogiakna lahtritesse ilmuvad arvutustulemused (mass 0,231 kg). Samas antakse detaili virtuaalsele mudelile puiduimitatsioon (vt joonis 11-37). Arvutuste lõpetamiseks vajuta nupule *Close* (sulge). Seejärel dialoogiaken sulgub.

Joonis 11-37. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Materjalide tabelist vajaliku materjali valimine (*Wood, Pine*)

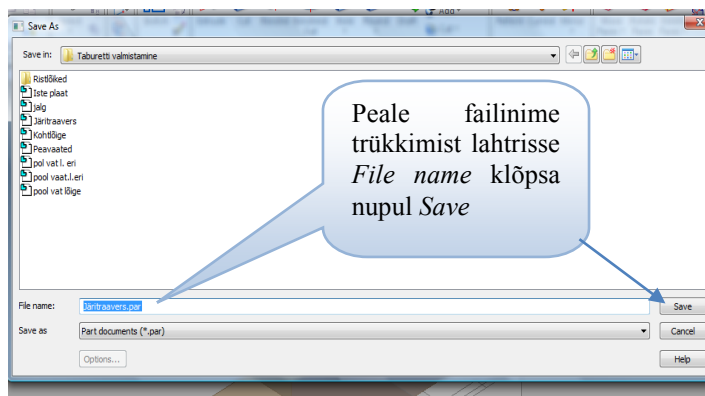
20. Salvestamiseks mine käsunupule  *Application Button* (rakenduste nupp), kus avaneb rippmenüü mitmete valikutega (vt joonis 11-39). Vali siit *Save As* (salvesta nimega). Loo oma jooniste kataloogis uus alamkataloog „Tabureti valmistamine“, lahtrisse *File name* trüki faili nimeks "Järi traavers" ja vajuta *Save* (salvesta). Nüüd on mudel salvestatud (vt joonis 11-40).



Joonis 11-38. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Füüsikaliste omaduste (*Physical Properties*) dialoogiaken, detaili füüsikalise-mehaanilised omadused on määratud. Detaili virtuaalsele mudelile on lisatud puidumitatsioon



Joonis 11-39. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Mudeli salvestamiseks ja sellele failinime andmiseks vali tööriist *Save As* (salvesta nimega)




Joonis 11-40. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Mudeli salvestamine dialoogiaknas *Save As* (salvesta nimega)

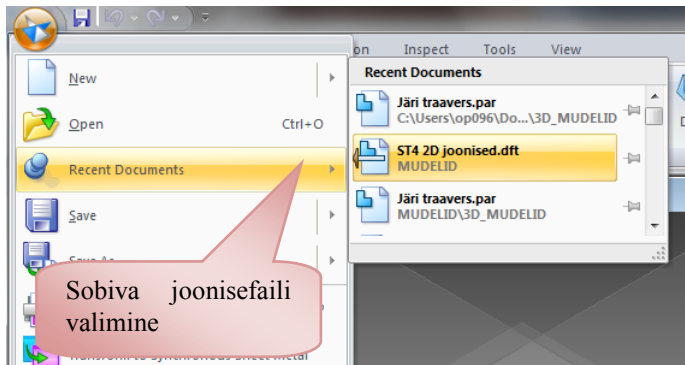
11.6. Üldine tegevusjärjekord 3D-mudelist 2D-joonise valmistamisel

Nüüdisaegsete 3D-inseneriprogrammide võimsus on selles, et pärast koostude ja nende detailide ruumiliste virtuaalsete mudelite valmistamist on võimalik vaadata nende detailide kokkusobivust ja liikumist koostus. Samuti on võimalik kontrollida detailide tugevust ja määrata nende füüsikalise-mehaanilised omadused. Kui kõik on korras, siis tehakse 2D-projekterimiskeskkonnas detailide ja koostude joonised.

IGASUGUNE PROJEKTEERIMINE LÕPEB ALLES SIIS, KUI MUDELIST ON TEHTUD JOONIS JA SEE ON VORMISTATUD DOKUMENDINA.

Joonist on võimalik teha mitmel erineval moel. Kui jooniseformaad koos raamjoone ja nurgatabeliga oli varem ette valmistatud, siis on üks võimalus toimida järgmiselt.


1. Joonise tegemiseks vii kursor nupule  *Application Button* (rakendusnupp) ja klõpsa vasakul hiireklahvil, nüüd avaneb rippmenüü mitmete valikutega (vt joonis 11-41). Vali viimati kasutatud dokumendid (*Recent Documents*) ja ava sealt sobiv joonisefail, kus on eelnevalt ettevalmistatud jooniselehed (faili laiend on alati *dft*). Joonisel 11-41 on selleks välja valitud joonised failinimetusega „ST4 2D-joonised.dft“. Avamiseks klõpsa seal vasakule hiireklahvile.

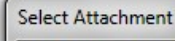


Joonis 11-41. Detaili modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Joonisefaili avamine

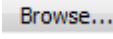
2. Avaneb joonisefail varem valmistatud jooniselehega (vt joonis 11-42). Sellesse faili vormistatakse kõik tabureti detailide joonised ja koostejoonis.

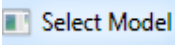
3. Vali peatööriistaribalt ikoon

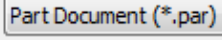
 *View Wizard* (joonestatud vaadete abiprogramm) ja aktiveeri see. *View Wizard* on tööriist, mille abil saab vajalikust mudelist genereerida detaili kujutised (vt joonis 11-42). Klõpsanud ülalnimetatud ikoonil, avaneb töölaual dialoogiaken

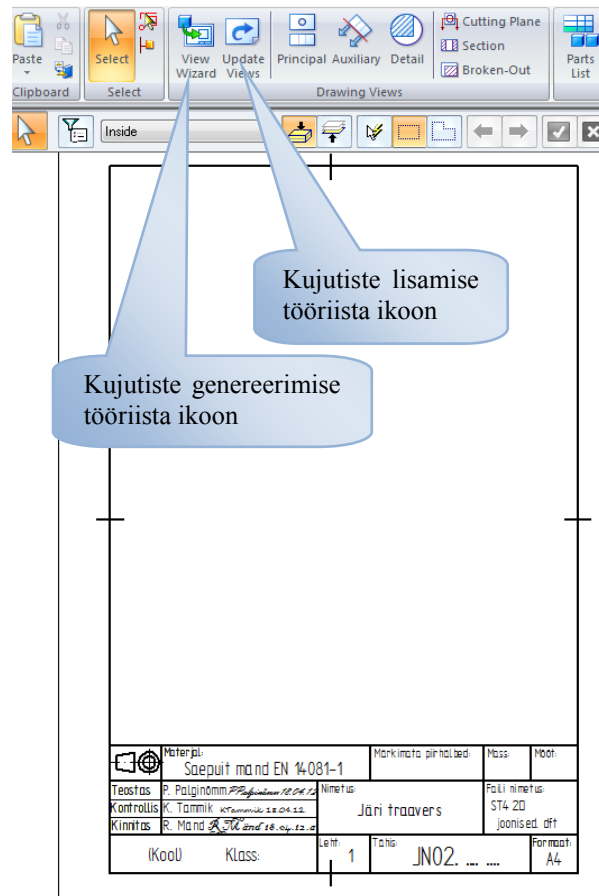
 (vali manus, vt joonis 11-43).

4. Ilmub dialoogiaken *Select Attachment* (vali manus), kust saab valida mudeli joonise tegemiseks. Vali sealt järi traavers (laiendiga *par*). Kui nimetatud fail loetelus puudub, siis vali sealsamas aknas

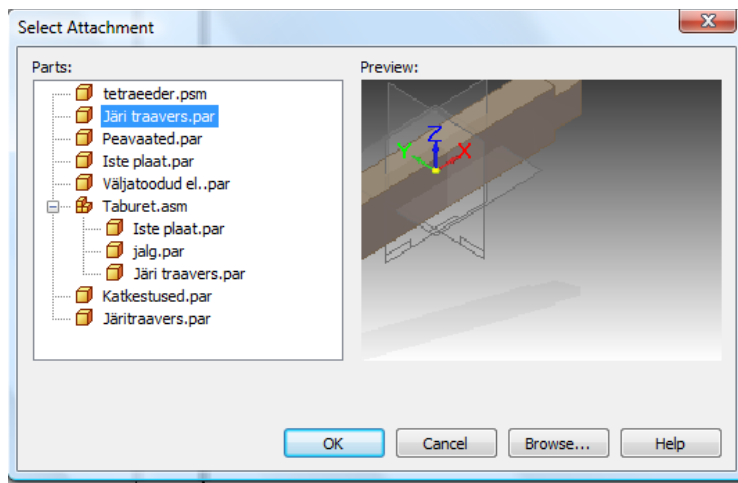
 (*Browse* otsingumootor). Nüüd ilmub

dialoogiaken  *Select Model*, siin jälgi, et failitüüp oleks *Part Document*

(Files of type: ). Siit saad valida vajaliku faili ja vajutada nupule *Open* (ava, vt joonis 11-43).

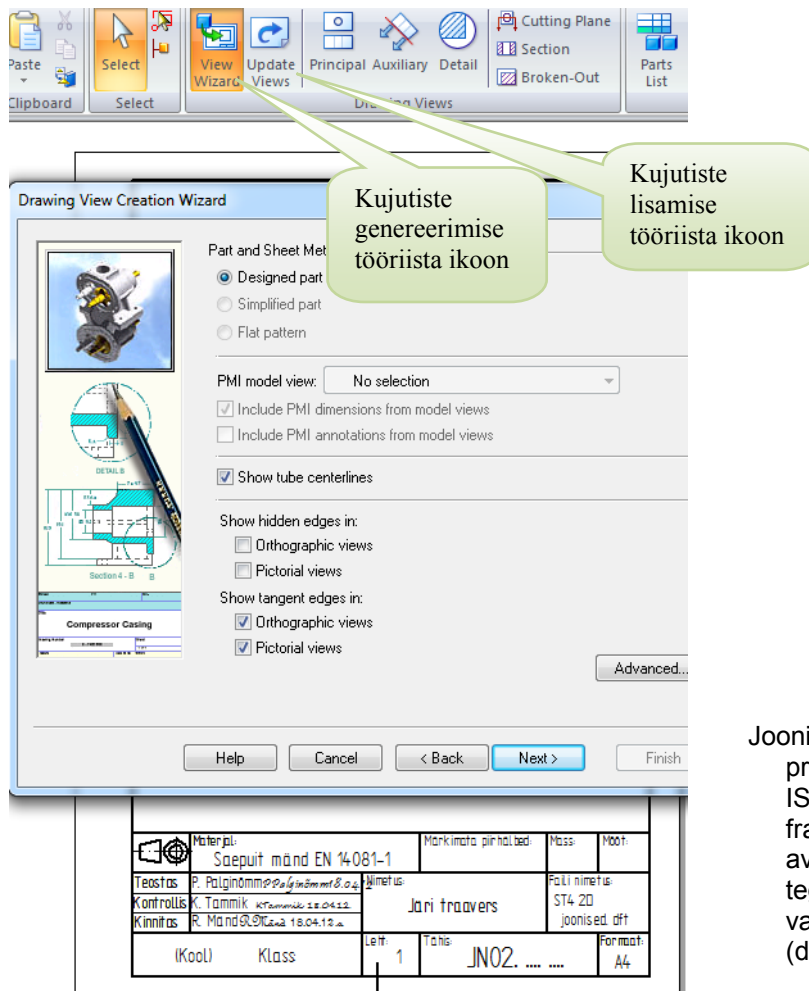


Joonis 11-42. Projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragment. Töölaual on joonise tegemiseks avatud A4-formaat ja näidatud kujutiste genereerimise ikoonid



Joonis 11-43. Dialoogiaken *Select Attachment* (vali manus)

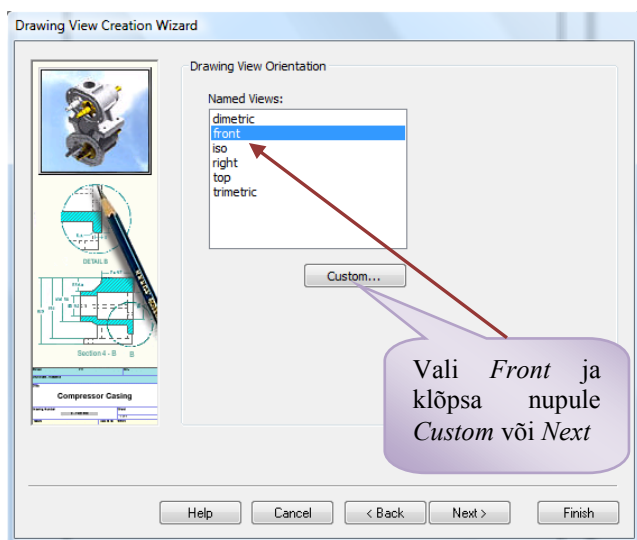
5. Avaneb järgmine dialoogiaken *Drawing View Creation Wizard* (joonise vaadete loomise viisard, vt joonis 11-44). Selles dialoogiaknas lisa kontrollmärgid, nagu on näidatud joonisel 11-44. Lõpetuseks klõpsa käsunupul *Next* (järgmine). Seejärel muutub dialoogiakna sisu (vt joonis 11-45).




Joonis 11-44. 2D-projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragment. Töölaual on avatud A4-formaat joonise tegemiseks ja joonise vaadete loomise viisard (dialoogiaken)

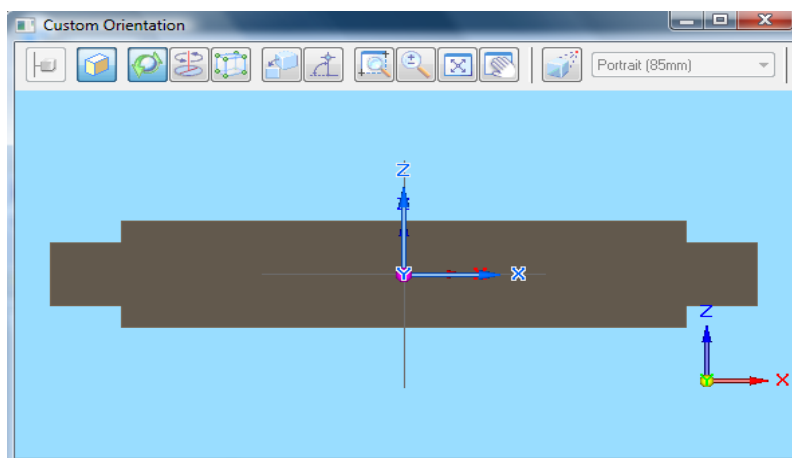
6. Järgmises dialoogiaknas määra joonise eestvaate, selleks vali dialoogiaknas *Front* (eestvaade). Kui ei ole teada täpne mudeli asend ekraanide suhtes, siis vali *Custom...* (tava-...), mille järel avaneb dialoogiaken *Custom Orientation* (tavaasend, vt joonis 11-45).

Custom Orientation on dialoogiaken, mis võimaldab kasutajal kohandada eelmises dialoogiaknas valitud joonise vaate asendit oma vajadustele.



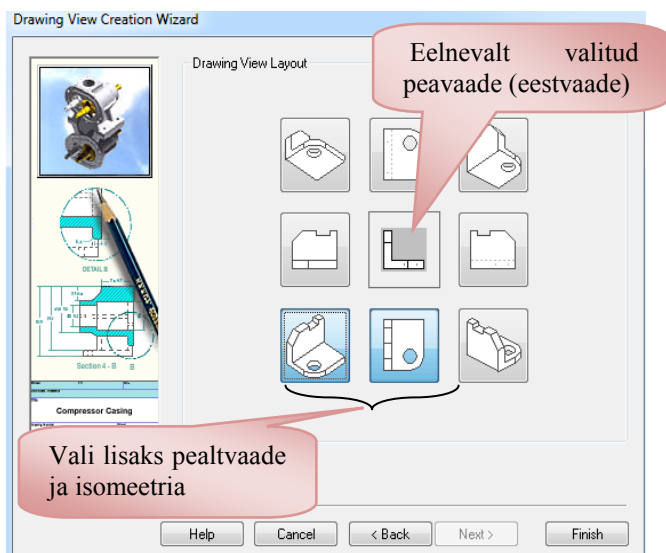
Joonis 11-45. Dialoogiaken peavaate (eestvaate) valiku tegemiseks ja tegevuse jätkamiseks

7. Dialoogiaknas *Custom Orientation* kontrolli valitud detaili peavaate (eestvaate) asendit ja vajadusel muuda seda, näiteks vali  **Rotate** (pööra). Kui peavaate sobib, siis pole tarvis muudatusi teha (vt joonis 11-46). Klõpsa kursoriga nupul *Close* (sulge), sellega on dialoogiaknas olev vaade määratud peavaateks. Orientatsiooni dialoogiaken sulgub.








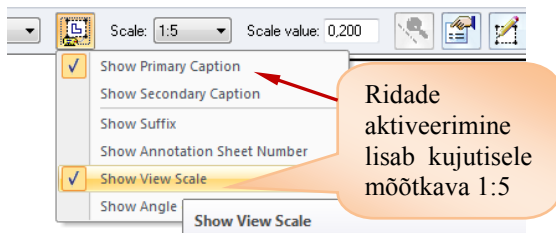
Joonis 11-46. Peavaate orientatsiooni seadistamise dialoogiaken. Tööriistad akna ülemises servas on ette nähtud mudeli seadmiseks õigesse asendisse peavaate asendi valikul

8. Avaneb uuesti dialoogiaken *Drawing View Creation Wizard* (joonise vaadete loomise viisard), kuid selle sisu on muutunud. Siin aknas saab valida vajalikud joonise kujutised (joonise vaated ja aksonomeetrilised kujutised), mis on vaja selle detaili joonisele paigutada. Orientatsiooni dialoogiaknas (*Custom Orientation*) valitud kujutis on keskel, see on valitud peavaate (eestvaate). Kui on vaja lisada teisi kujutisi (vaateid ja aksonomeetrilisi kujutisi), tuleb need dialoogiaknas aktiveerida (vt joonis 11-47).
9. Lisavaadete aktiveerimiseks klõpsa vasaku hiireklahviga sobivate kujutiste peal. Selle näite puhul võiks valida lisaks pealtvaate ja aksonomeetria (vt joonis 11-47).

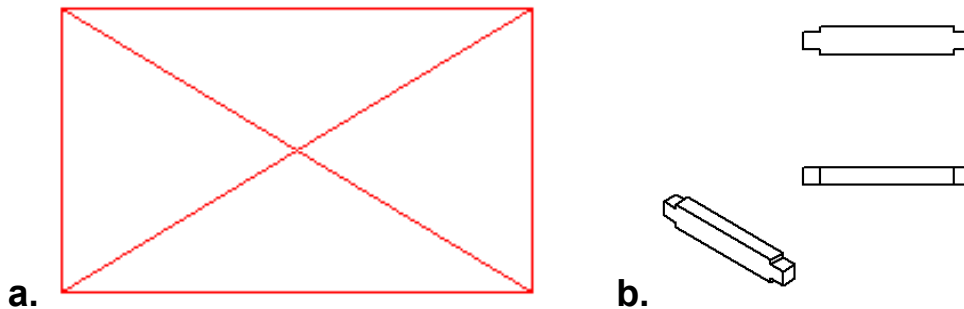


Joonis 11-47. Töölaual on avatud joonisevaadete valiku dialoogiaken vajalike kujutiste valimiseks ja joonisele töstmiseks

10. Kujutiste valiku lõpetamiseks klõpsa nupul  (vt joonis 11-47).
11. Dialoogiaken sulgub ja kursori otsa ilmub punane kast, milles on kõik valitud kujutised (vt joonis 11-49a).
12. Vii kujutiste kast joonisevälja keskele ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Valitud kujutised paigutatakse jooniselehel näidatud kohta (vt joonis 11-49b).
13. Peatööriistaribal grupis *Drawing Views* (joonise vaated) on ikoon  **Principal** (peavaade, vt joonis 11-42). Aktiveerinud käsu ja klõpsanud valitud vaatel, muudab programm selle aktiveeritud vaate peavaateks. See vaade jääb aktiivseks ja sellest saab hiirt liigutades (klahve puutumata) genereerida teisi vaateid:
 - alla lohistades saab pealtvaate;
 - paremale lohistades saab vasakultvaate;
 - diagonaalselt lohistades saab aksonomeetrilise kujutise.
14. Muuda aksonomeetrilise kujutise mõõtkava, selleks aktiveeri peatööriistaribalt  **Select** (vali tööriist, vt joonis 11-42).
 - Tee aksonomeetriline kujutis aktiivseks, klõpsates sellel.
 - Muutuvalt tööriistaribalt vali uus mõõtkava 1:5  ja vajuta klahvi *Enter*. Arvuti vähendab aksonomeetrilist kujutist etteantud mõõtkava järgi.
 - Lisa valitud kujutisele mõõtkava arvväärtaus. Samalt realt aktiveeri  **Select - Show Caption** (vali – näita pealkirja), seal aktiveeri rippmenüüst **Show Primary Caption** (näita esmast pealkirja) ja **Show View Scale** (näita mõõtkava, vt joonised 11-48 ja 8-1). Seejärel rippmenüü sulgub ja arvuti lisab kujutisele mõõtkava (vt joonis 8-1).



Joonis 11-48. Töölaual on avatud jooniselehe formaadi ülemine osa ja aktiveeritud ikoon koos rippmenüüga kujutisele mõõtkava ja pealkirjade lisamiseks



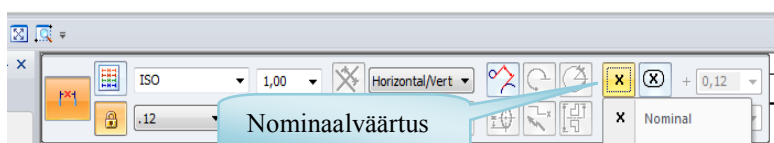
Joonis 11-49. 2D-projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragmendid: a – töölaual on punase kontuuriga kast, mille sees on kõik valitud kujutised; b – pärast klõpsu ekraanil muutuvad kastis olevad kujutised jooniselehel nähtavaks

15. Lisa kujutistele sümmeetriateljed:

- vali peatööriistaribalt grupist *Annotation* *Center Line* telgjoon, jälgi et muutaval tööriistaribal lisataks telgjoon kahe joone vahele ;
- edasi klõpsa mõlemal joonel, mille vahele lisa telgjoon (vt joonis 8-1).


16. Lisa kujutistele vajalikud mõõtmed.

- Vali peatööriistaribalt grupist *Dimension* *Retrieve Dimensions* (too mõõtmed vaatele).
- Seejärel klõpsa kujutisel. Arvutiprogramm lisab sellele kujutisele mudelil olevad mõõtmed, kui osa mõõtmeid on paigutatud ebaotstarbekalt, siis korrigeeri mõõtmete asukohta või kustuta mittevajalikud mõõtmed. Lisa mõõtmed, mis jäid üle kandmata või mida ei olnud mudelile lisatud (vt joonis 8-1).
- Mõõtmete kustutamiseks vali tööriist *Select* ja klõpsa ebavajalikul mõõtjoonel. Mõõtjoon koos mõõtmega muutub aktiivseks ja klahvile *Delete* vajutades saab kustutada ebavajalikud mõõtmed.
- Aktiveeri peatööriistaribalt grupist *Dimension* *Distance Between* (vahekaugus) ja märgi kolme hiireklõpsuga vajalikud mõõdud. Jälgi, et muutaval tööriistaribal kastis *Dimension Type* (mõõtmte tüüp) oleks valitud *Nominal* (nominaalväärtus, vt joonis 11-50).
- Et valmistatud detaili oleks lihtsam kontrollida, lisa joonisele teatmemõõde. Muutuvalt tööriistaribalt vali selleks mõõtmte tüübi valikute alt *Reference* teatmemõõde (vt joonis 8-1).



Joonis 11-50. Joonise mõõtmestamisel on aktiveeritud tööriist *Distance Between* ja muutaval tööriistaribal on mõõtmte tüübi lahtris aktiivne nominaalmõõde

17. Nurgatabeli täitmine (vt joonis 8-1):

- kirjuta käsuga **Text**  lahtrisse "Materjal" materjali tähis koos standardiga, kirja kõrgus on 5 mm [saepuit (mänd) EN 14081-1];
- lahtrisse "Nimetus" märgi detaili nimetus (traavers);
- lahtrisse "Mass" kirjuta detaili mass (0,231), mis esitatakse kilogrammides;
- kuna detail on joonisel tehtud mõõtkavas 1:2, siis lisa lahtrisse "Mõõt" ka mõõtkava;
- lahtrisse "Tähis" kirjuta joonise tähis JN02.00.03 tähekkõrgusega 7 mm;
- lahtrisse "Faili nimetus" lisa selle joonise failinimetus (joonised 3.dft);
- salvesta (Save).

18. Lõpetuseks kontrolli joonist (kontrolli, et joonisel ei oleks vigu ja et joonis oleks õigesti vormistatud).

19. Joonise väljatrükk ja **allkirjastamine**.

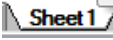






Nüüd on konstruktori töö lõppenud, joonis on dokumendina vormistatud ja selle võib saata tootjale (vt joonis 8-1. Tööjoonise näide „Traavers“). Joonise tähis on **JN 02.00.03**.

11.7. Järi jala 3D-mudeli ja 2D-joonise valmistamine

11.7.1. Järi jala virtuaalse 3D-mudeli valmistamine



Järi jala mudelit võib valmistada mitmel erineval moel, kuid üks võimalus on järgmine.

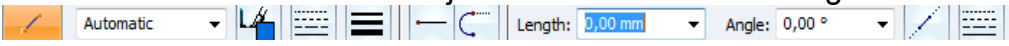
Kui *Solid Edge*'i programm juba töötab, siis ava oma jooniste kataloog, kuhu paigutad kõik järi detailide dokumentide joonised 2D-projekteerimiskeskonnas ISO Draft, seal on juba järi traaversi joonis. Kõigepealt valmista ette järgmine A4-formaadis jooniseleht koos raamjoone ja nurgatabeliga, kuhu paigutad järi jala 2D-joonise.

1. Klõpsa alumisel real lehe nimetusel  (kui järi traaversi joonis on esimesel lehel) parema hiireklahviga ja vali avanenud kiirmenüüst  **Insert** (sisesta). Nüüd ilmub selles failis uus A2-formaadis leht.
2. Klõpsa uuesti alumisel real uuel avanenud lehe nimetusel parema hiireklahviga ja vali avanenud kiirmenüüst  **Sheet Setup...** (lehe häälestamine). Avanenud dialoogiaknas **Sheet Setup** vali **Background** (tagapõhi), kust vali tagapõhjaks **Background sheet:** ja jäta linnuke kasti **Show background** (näita tagapõhja). Sellega on avatud uus A4-formaadis leht vajaliku raamjoone ja nurgatabeliga.
3. **Save** (salvesta).
4. Ava uus 3D-modelleerimiskeskond. Klõpsa vasaku hiireklahviga ikoonil  **Application Button** (rakendusnupp). Avanenud rippmenüüst vali  **New** (uus) ja edasi  **ISO Part** **Creates a new Part**. Seejärel avaneb uus 3D-mudelite valmistamise keskkond. Vaikimisi avaneb sünkroontehnoloogia, mis tuleb muuta traditsiooniliseks keskkonnaks. Seda on põhjalikult kirjeldatud peatükis 11.2.
5. Lisa ekraanile projektsioonipinnad  **Base Reference Planes**, selleks klõpsa kursoriga märgi "+" järel oleval tühjal kastikesel. Kastikesse tekib linnuke ja töölaua keskele

ilmuvad projektsioonipinnad. Nüüd on keskkond uue mudeli tegemiseks ette valmistatud.

6. **Seekord tuleb toimida pisut teisiti kui eelmise detaili mudeli valmistamisel. Kõigepealt tuleb teha detaili eskiis ja seejärel, kasutades tehtud 2D-eskiisi, järi jala 3D-mudel.**

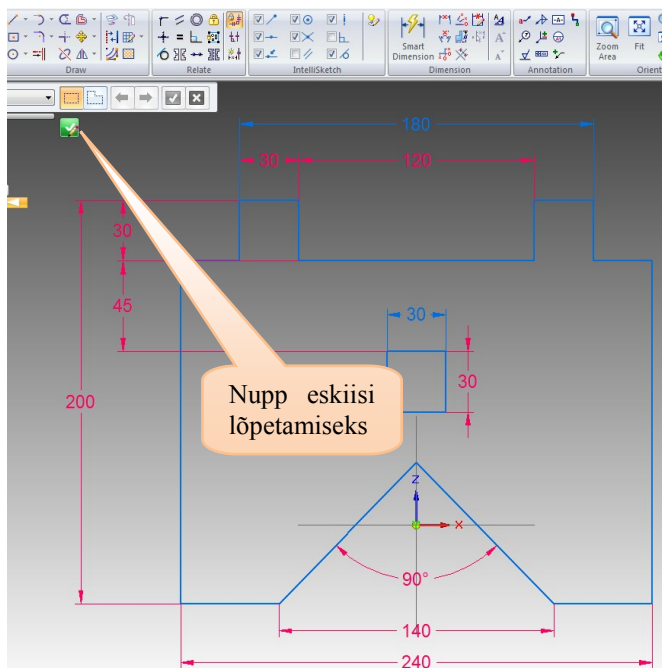
7. Eskiisi tegemiseks klõpsa ikoonile peatööriistaribal  (eskiis) grupis *Sketch*. Töölaua ülemisse serva tekib muutuv tööriistariba (*Ribbon Bar*) , mis võimaldab valida eskiisi tegemiseks projektsioonipinna. Siinses näites on selleks *Coincident Plane* (kokkulangev pind).

8. Vali projektsioonipind eskiisi joonestamiseks, selleks klõpsa sobivale ekraani pinnale (siin on valitud zx-pind, vt joonis 11-51). **Arvuti pöörab valitud pinna töölaual.** Nüüd võib alustada järi jala kontuuri eskiisimist. Vaikimisi on aktiveeritud sirglõigu konstrueerimise tööriist koos joone valikute võimalustega muutuval tööriistaribal . Kontuuri joonestamiseks on mitu võimalust.

9. Joonesta järi jala kontuur ja järi traaversi tapiava ning märgi kõik vajalikud mõõtmed kontuuri ja ava kuju ning asukoha määramiseks (vt joonis 11-51).


Järi jala mõõtmeid vt jooniselt 8-2 "Jalg JN02.00.02".

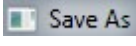
Eskiiside joonestamist on eelmistes peatükkides põhjalikult kirjeldatud, seepärast siin seda enam ei käsitleta.







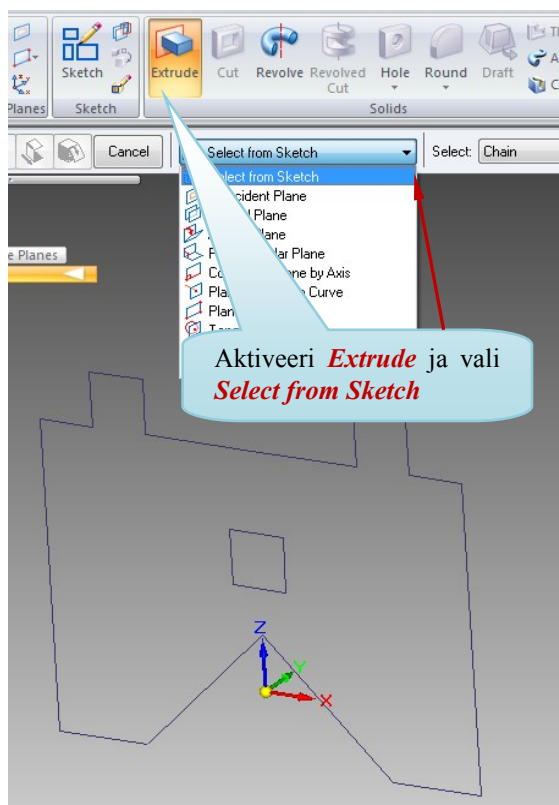
Joonis 11-51. 3D-modelleerimiskeskonnas ISO Part on joonestatud järi jala kontuur ja tapiava eskiis koos kõikide vajalike mõõtmetega

10. Klõpsa töölaual oleval nupul *Accept* (nõus), nüüd lõpetab programm eskiisi valmistamise ja läheb 3D-mudeli keskkonda. Jala kontuuri eskiis on valmis.

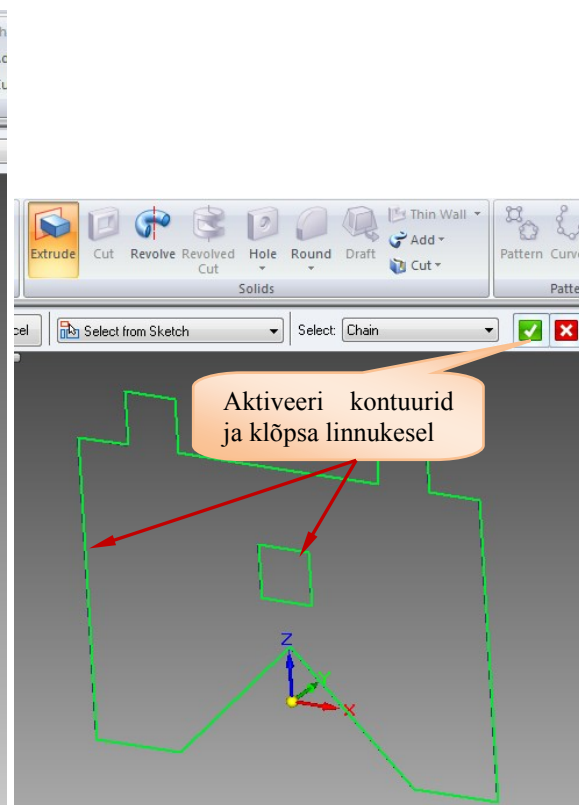
11. Lõpetuseks klõpsa muutuval tööriistaribal oleval nupul ***Finish***  või linnukest kujutaval nupul (vt joonis 11-51). Mõõtmed kaovad ja järi jala eskiis on valmis.

12. Vajuta *Save* (salvesta), seejärel ilmub dialoogiaken  (salvesta nimega). Pane valmistatud eskiisile nimi ja salvesta see tabureti mudelite kataloogi.

13. Eendi (*Extrude*) valmistamist võib alustada eskiisist, selleks aktiveeri *Solids* (kehad) grupist tööriist  *Extrude* (eend) ja vali muutuvalt tööriistaribalt  *Select from Sketch* (vali eskiisist). Seejärel aktiveeri eskiis, klõpsates nii sisemisele kui välisele kontuurile. Jälgi ka, et muutuval tööriistaribal oleks valitud kontuur *Select: Chain* (vt joonis 11-52). Eskiisi kontuurid muutuvad roheliseks. Muutuval tööriistaribal läheb kontrollmärk *Accept*  (nõus) aktiivseks (vt joonis 11-53), nõustu sellega.
14. Klõpsa kontrollmärgil *Accept*  (nõus), mis on aktiivne (vt joonis 11-53). Seejärel muutuva tööriistariba sisu muutub ja arvutiprogramm küsib eendi ulatust. Kirjuta aktiivsesse lahtrisse *Distance* (ulatuse) eendi ulatus (jala paksus), mis on 30 mm (*Distance: 30,00 mm*), ja vajuta klahvil *Enter*.

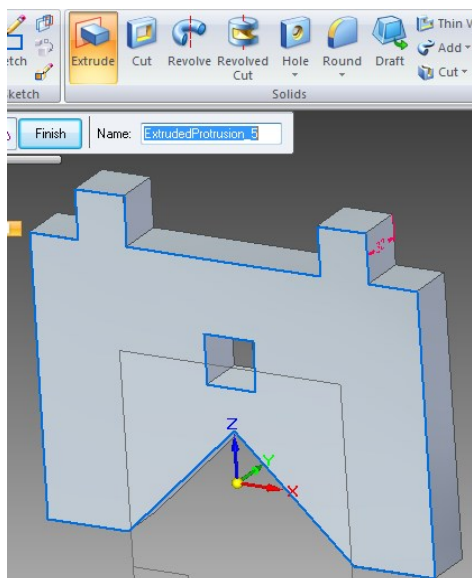


Joonis 11-52. Jala eskiis 3D-modelleerimiskeskonnas ISO Part on valmis, aktiveeritud on *Extrude* ja *Select from Sketch* eskiisi valimiseks

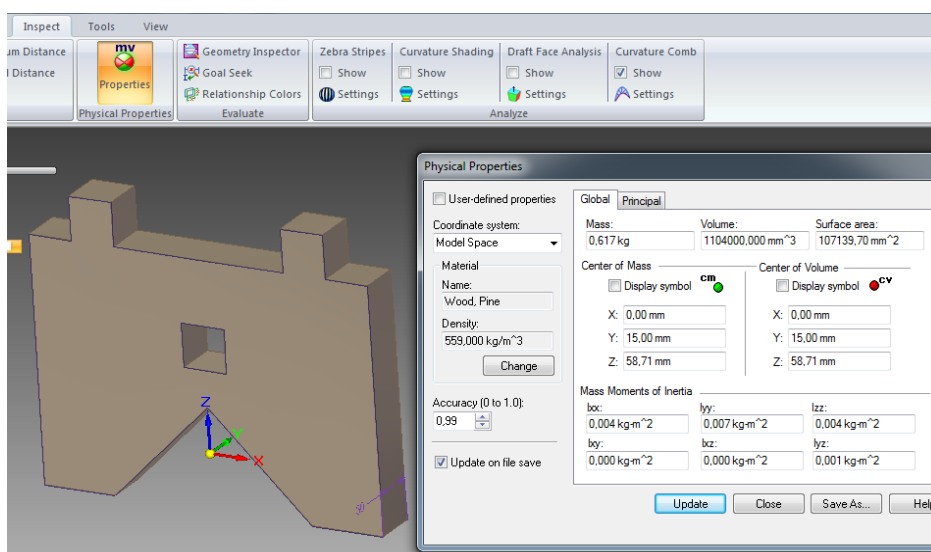


Joonis 11-53. Jala eskiis 3D-modelleerimiskeskonnas ISO Part on valmis, aktiveeritud on kontuurid ja klõpsa linnukesel 3D-mudeli valmistamiseks

- Vii kursor töölauale ja määra hiireklõpsuga eskiisi eendi suund** (vt joonis 11-54). Lõpetuseks vajuta nupul *Finish*, seejärel mõõtmed kaovad ja mudel on valmis.
15. Määra detaili materjal ja kaal, selleks vali tööriistapaneelist *Inspect* (kontrolli) grupist *Physical Properties* (füüsikalised omadused) *Properties* (omadused). Detaili mudeli materjali ja kaalu määramist on kirjeldatud peatükis 11.5 (vt punktid 16–19, vt joonis 11-55).
16. Salvesta äsja valminud detaili virtuaalne mudel oma tootekataloogi. Kirjeldust vt peatüki 11.5 punktist 20.



Joonis 11-54.
3D-modelleerimis-
keskkonnas ISO Part
tööriista *Extrude* abil
järi jala kontuurile
paksuse lisamine (30
mm)




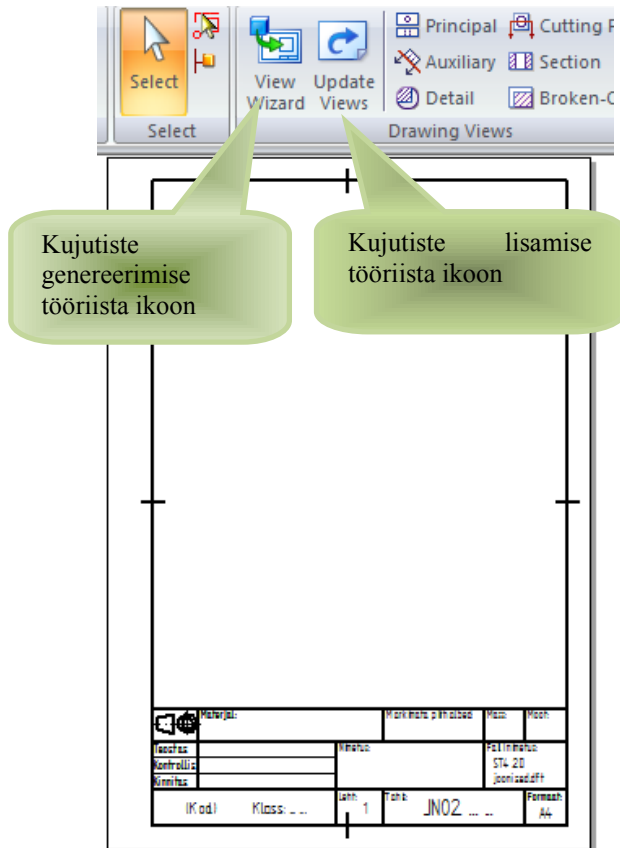
Joonis 11-55. Detaili virtuaalne mudel 3D-modelleerimiskeskkonnas ISO Part on valmis, materjal ja kaal on määratud

17. Lõpetuseks vormistatakse detaili virtuaalsest mudelist vajalikud kujutised: vaated ja lõiked (vt joonis 8-2).

11.7.2. Järi jala 2D-joonise valmistamine

Jala järi joonist on võimalik samuti teha mitmel moel. Jooniselehe vormistamist koos raamjoone ja nurgatabeliga on kirjeldatud punktis 10.3. Kõigepealt ava 2D-joonise leht formaadil A4. Tööjoonise näidet vt jooniselt 8-2 „Jalg. Tähis **JN 02.00.02**”.

1. Ülemisel käsureal klõpsa käsunupul  (vaheta akent), siin avanevad töö käigus avatud failid erinevates akendes, klõpsa vajalikul joonisefailil laiendiga *dft*, et avada jooniseleht. Joonisel 11-56 on selleks välja valitud joonised failinimetusega „ST4 2D joonised.dft“. Avamiseks klõpsa seal vasakule hiireklahvile.



Joonis 11-57. Projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragment. Töölaual on joonise tegemiseks avatud A4-formaat ja näidatud kujutiste genereerimise ikoonid



Joonis 11-56. Detalli modelleerimise keskkonna ISO Part ekraanipildi fragment. Joonisefaili avamine

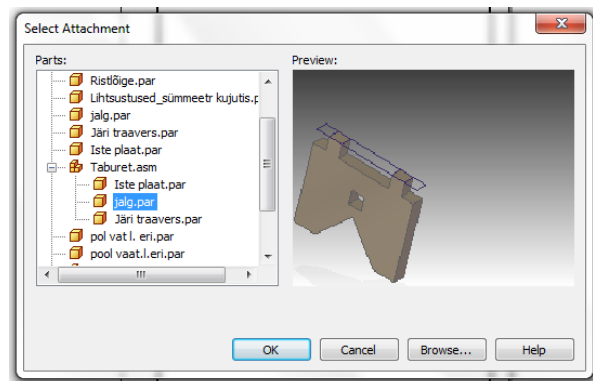
2. Avaneb joonisefail varem valmistatud jooniselehega (vt joonis 11-57), kus vormistatakse järi jala joonis (joonise vormistamise kohta vt p 11-6).

3. Vali peatööriistaribalt ikoon  View Wizard (joonestatud vaadete abiprogramm) ja hiireklõpsu abil aktiveeri dialoogiaken *Select Attachment* (vali manus, vt joonis 11-43).

4. Avanenud dialoogiaknas *Select Attachment* (vali manus) vali järi jalg (laiendiga *par*). Kui nimetatud fail loetelus puudub, siis vali

sealsamas aknas *Browse...* (*Browser*i otsingumootor). Nüüd ilmub dialoogiaken *Select Model*, siin jälgi, et failitüüp oleks *Part Document* (Files of type: *Part Document (*.par)*). Siit saad valida vajaliku faili ja vajutada nupule *Open* (ava, vt joonis 11-58).

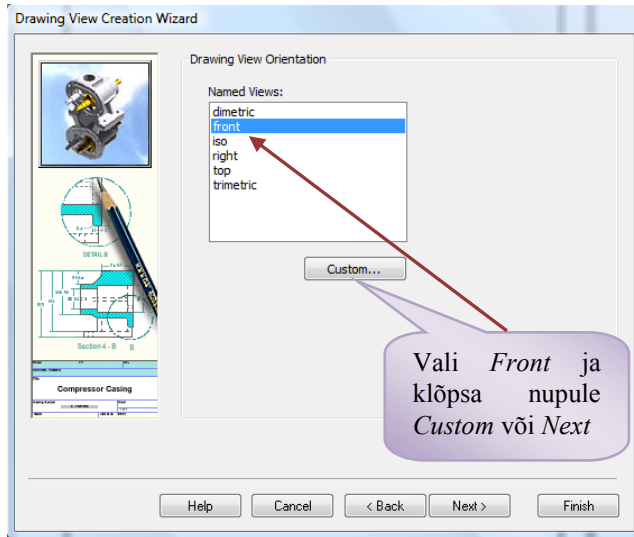
5. Järgmises dialoogiaknas *Drawing View Creation Wizard* (joonise vaadete loomise viisard) lisa kontrollmärgid, nagu on näidatud joonisel 11-44, ja klõpsa käsunupul




Joonis 11-58. Dialoogiaken *Select Attachment* (vali manus)

Next (järgmine).

6. Järgmises dialoogiaknas määra joonise eestvaade, selleks vali dialoogiaknas *Front* (eestvaade, vt joonis 11-59). Kui ei ole teada täpne mudeli asend ekraanide suhtes, siis vali *Custom...* (tava-...), mille järel avaneb dialoogiaken *Custom Orientation* (tavaasend, vt joonis 11-60).




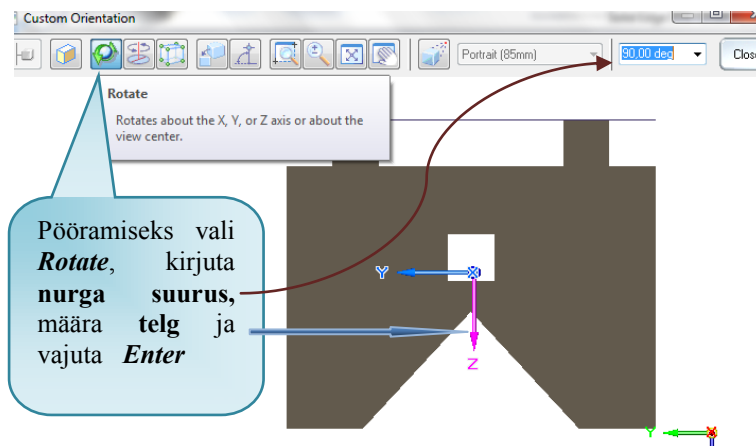
Joonis 11-59. Dialoogiaken peavaate (eestvaate) valiku tegemiseks ja tegevuse jätkamiseks

7. Dialoogiaknas *Custom Orientation* kontrolli valitud detaili peavaate (eestvaate) asendit ja vajadusel muuda seda. Kui on vaja näiteks pöörata detaili, vali  *Rotate* (pööra).

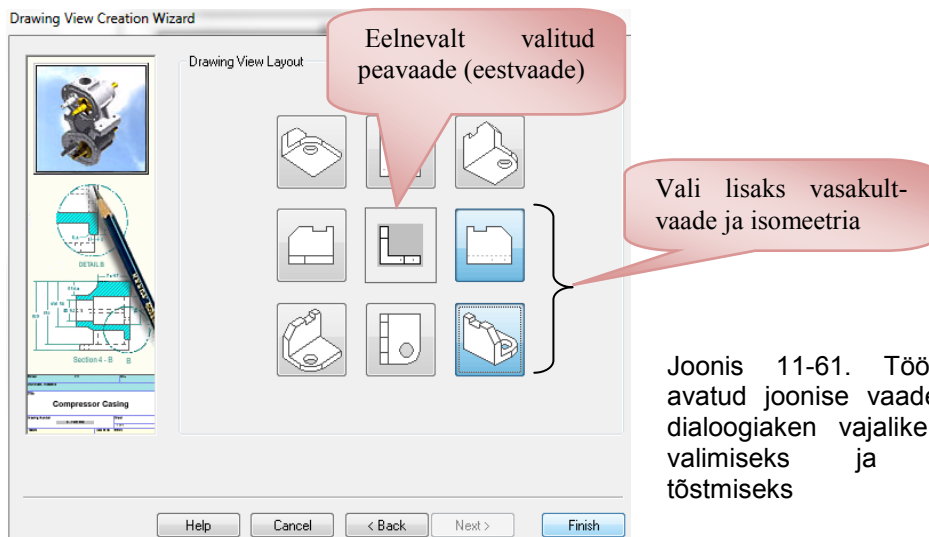
Seejärel määra, millise telje ümber on

vaja detaili pöörata (kas x-, y- või z-telg), ja kirjuta sobiva pööramisnurga suurus (tavaliselt 90° või 180°) juuresolevasse aknakesse. Pööramiseks vajuta klahvile *Enter*. Kui peavaade (*Front*) sobib, siis pole tarvis muudatusi teha (vt joonis 11-60). Klõpsa kursoriga nupul *Close* (sulge), sellega on dialoogiaknas olev vaade määratud peavaateks ja orientatsiooni dialoogiaken sulgub.

8. Avaneb uuesti dialoogiaken *Drawing View Creation Wizard* (joonise vaadete loomise viisard), kuid selle sisu on muutunud. Siin aknas vali peale keskel oleva peavaate (eestvaate) teised vajalikud selle joonise kujutised. Järi jala puhul võiks teisteks kujutisteks peale peavaate olla vasakultvaade ja aksonomeetriline kujutis, klõpsa nendele ja valiku lõpetamiseks klõpsa käsunupul  *Finish* (lõpeta, vt joonis 11-61).

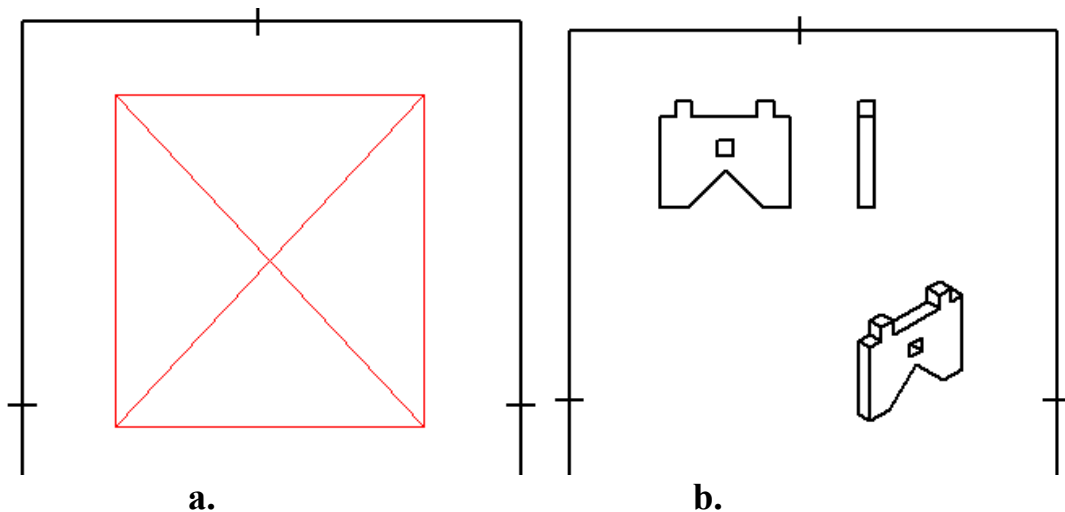


Joonis 11-60. Peavaate orientatsiooni seadistamise dialoogiaken. Tööriistad akna ülemises servas, nt *Rotate* (pööra), on ette nähtud mudeli seadmiseks õigesse asendisse peavaate asendi valikul



Joonis 11-61. Töölaual on avatud joonise vaadete valiku dialoogiaken vajalike kujutiste valimiseks ja joonisele tõstmiseks

9. Dialoogiaken sulgub ja kursori otsa ilmub punane kast, milles on kõik valitud kujutised (vt joonis 11-62a).
10. Vii kujutiste kast joonisevälja keskele ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Valitud kujutised paigutatakse jooniselehel näidatud kohta (vt joonis 11-62b).





Joonis 11-62. 2D-projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragmendid: a – töölaual on punase kontuuriga kast, mille sees on kõik valitud kujutised; b – pärast klõpsu ekraanil muutuvad kastis olevad kujutised jooniselehel nähtavaks

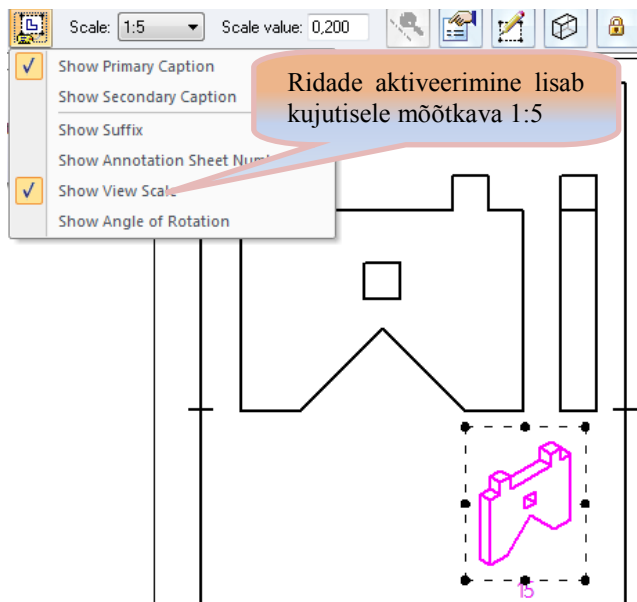
11. Muuda eestvaate ja vasakultvaate kujutiste mõõtkava ja näita aksomeetrilisel kujutisel mõõtkava.

- Tee eestvaate kujutis aktiivseks, klõpsates sellel.
- Muutuvalt tööriistaribalt vali uus mõõtkava 1:2 ja vajuta klahvi *Enter*. Arvuti suurendab nii eest- kui ka vasakultvaadet etteantud mõõtkava järgi (vt joonis 11-63).
- Tee aksomeetriline kujutis aktiivseks, klõpsates sellel. Lisa valitud kujutisele mõõtkava arvväärus 1:5. Muutuvalt tööriistarealt aktiveeri

Select - Show Caption (vali – näita tiitrit), seal aktiveeri rippmenüüst **Show Primary Caption** (näita esmast pealkirja) ja **Show View Scale** (näita mõõtkava, vt joonis 11-63). Seejärel rippmenüü sulgub ja arvuti lisab kujutisele mõõtkava (vt joonised 11-63 ja 8-2).

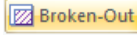
12. Lisa eestvaatele sümmeetriatelg:


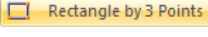
- vali peatööriistaribalt grupist *Annotation*  *Center Line* telgjoon, jälgi et muutaval tööriistaribal lisataks telgjoon kahe joone vahele  ;
- edasi klõpsa mõlemal joonel, mille vahele lisa telgjoon (vt joonised 8-2 ja 11-64).

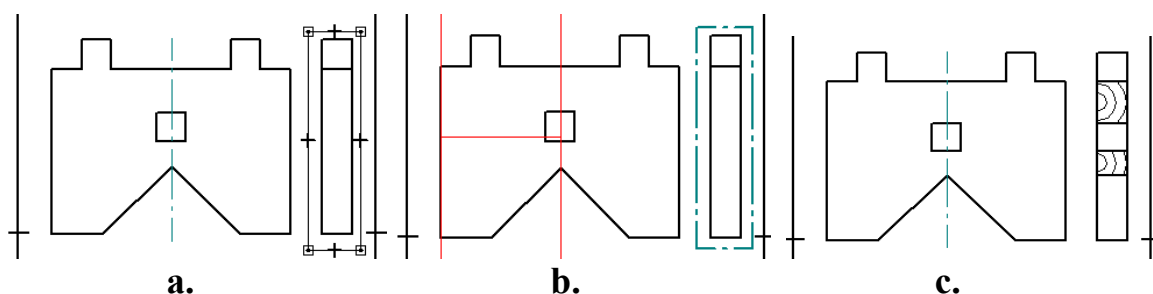


Joonis 11-63. Töölaual on avatud jooniselehe formaadi ülemine osa ja aktiveeritud ikoon *Select – Show Caption* (vali – näita tiitrit) koos rippmenüüga mõõtkava ja pealkirjade lisamiseks aktiveeritud kujutisele. Muudetud on ka eest- ja vasakultvaate mõõtkava


13. Lisa vasakultvaatel lõige. Tapiava näitamiseks vasakultvaatel peab lõige olema tehtud järi jala sümmeetriateljelt, st lõikepind peab läbima eestvaatel sümmeetriatelje (vt joonis 8-2). Lõike tegemiseks on siin kaks võimalust, nendest esimest vt peatüki 11.9 punktist 3. Kuna detail on sümmeetriiline ja lõikepind läbib sümmeetriatelje, võib siin kasutada ka teist võimalust.

- Peatööriistariba saki *Home* alt vali grupist *Drawing Views* (joonise vaated) käsk  *Broken-Out* (kohtlõige) ja klõpsa vasakultvaatel.

- Vali peatööriistaribal grupist *Draw* (joonesta) kas käsk  *Line* (joon) või  *Rectangle by 3 Points* (ristkülik kolme punkti järgi) ja piira vasakultvaade kinnise kontuuriga (vt joonis 11-64a).





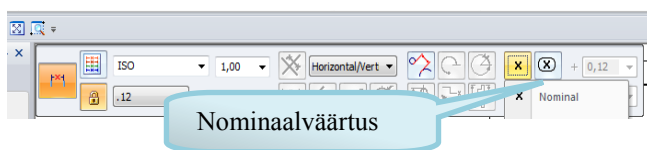
Joonis 11-64. Vasakultvaatel lõike tegemine: a – valitud on käsk *Broken-Out* ja vasakultvaade on piiratud kinnise kontuuriga; b – valitud on lõikepinna asukoht (sügavus) ja sellel on klõpsatud; c – pärast klõpsu vasakultvaatel teeb programm lõike

- Vali peatööriistaribal grupist *Close* (sulge) käsk  *Close Broken Out Section* (sulge kohtlõige) ja eestvaatel näita klõpsuga, kui sügavalt lõige tehakse. Mine kursoriga eestvaatele, kursoriga hakkab kaasa liikuma punane joon, mis näitab lõikepinna sügavust (kaugust) vasakust servast. Mine sümmeetriateljele ja klõpsa seal vasakul hiireklahvil (vt joonis 11-64b).



- Lõike tegemise lõpetamiseks klõpsa vasakultvaatel mõnel kujutise joonel. Seal ilmub vaate asemel lõige, mis on tehtud sümmeetriateljelt läbi tapiava (vt joonis 11-64c).

14. Lisa kujutistele vajalikud mõõtmed.



- Vali peatööriistaribalt grupist *Dimension*  *Retrieve Dimensions* (too mõõtmed vaatele).
- Seejärel klõpsa kujutisel. Arvutiprogramm lisab sellele kujutisele mudelil olevad mõõtmed, kui osa mõõtmeid on paigutatud ebaotstarbekalt, siis korrigeeri mõõtmete asukohta või kustuta mittevajalikud mõõtmed. Lisa mõõtmed, mis jäid üle kandmata või mida ei olnud mudelile lisatud (vt joonis 8-2).
- Mõõtmete kustutamiseks vali tööriist  *Select* ja klõpsa mittevajalikul mõõtjoonel. Mõõtjoon koos mõõtmega muutub aktiivseks ja klahvile *Delete* vajutades saab kustutada ebavajalikud mõõtmed.




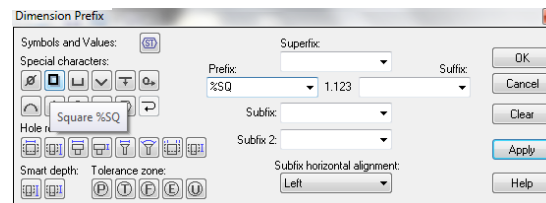
Joonis 11-65. Joonise mõõtmestamisel on aktiveeritud tööriist *Distance Between* ja muutuval tööriistaribal on mõõtme tüübi lahtris aktiivne nominaalmõõde

- Aktiveeri peatööriistaribalt grupist *Dimension*  *Distance Between* (vahekaugus) ja märgi kolme hiireklõpsuga vajalikud mõõdud. Jälgi, et muutuval tööriistaribal kastis *Dimension Type* (mõõtme tüüp) oleks valitud  *Nominal*

(nominaalväärtus, vt joonis 11-65). Nurgamõõtme panekuks vali sealsamast grupist


-  *Angle Between* (nurgamõõde).
- Kujumärgi sisestamiseks (ruudumärk) aktiveeri mõõde, millele tuleb lisada ruudumärk (mõõde 30), muutuval tööriistaribal vali  *Select - Prefix*

(vali eesliide). Avaneb dialoogiaken *Dimension Prefix* (mõõtme eesliide, vt joonis 11-66), kus klõpsa kastikesse *Prefix* (eesliide) ja seejärel vali ruudumärk  *Square %SQ*. Märgi lisamiseks klõpsa *OK*.



Joonis 11-66. Kujumärgi lisamine mõõtmele

15. Nurgatabeli täitmine (vt joonis 8-1):

- kirjuta käsu *Text*  abil lahtrisse "Materjal" materjali tähis koos standardiga, kirja kõrgus on 5 mm [Saepuit (määnd) EN 14081-1];
- lahtrisse "Nimetus" kirjuta detaili nimetus (jalg);
- lahtrisse "Mass" kirjuta detaili mass (0,61), mis esitatakse kilogrammides;
- kuna detail on joonisel tehtud mõõtkavas 1:2, siis lisa lahtrisse "Mõõt" ka mõõtkava;
- lahtrisse "Tähis" kirjuta joonise tähis *JN02.00.02* tähe kõrgusega 7 mm;
- lahtrisse "Faili nimetus" lisa selle joonise failinimetus (joonised 3.dft);
- salvesta (*Save*).

16. Lõpetuseks kontrolli joonist (kontrolli, et joonisel ei oleks vigu ja et joonis oleks õigesti vormistatud).


17. Joonise väljatrükk ja allkirjastamine.



Nüüd on konstruktori töö lõppenud, joonis on dokumendina vormistatud ja selle võib saata tootjale (vt joonis 8-2). Joonise tähis on **JN 02.00.02**.

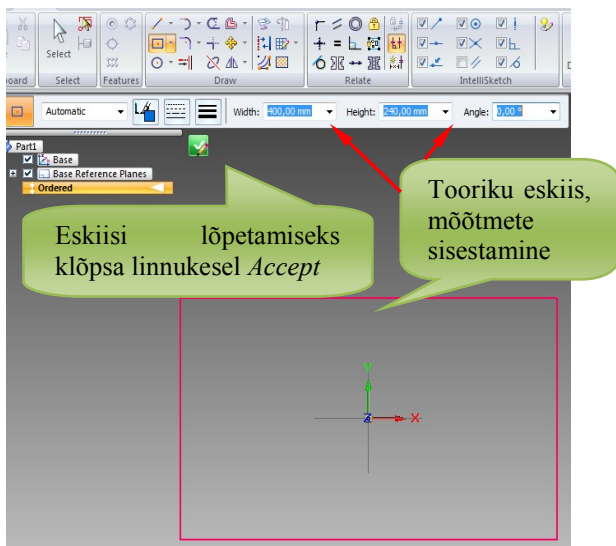
11.8. Järi isteplaadi 3D-mudeli ja joonise valmistamine

11.8.1. Järi isteplaadi virtuaalse 3D-mudeli valmistamine






Järgnevalt vaadeldakse ühte võimalust, kuidas valmistada isteplaati. Alguses tehakse isteplaadi põhiosa risttahukakujuline toorik. Edasi lõigatakse plaati üks tapiava vastavalt plaadil olevatele mõõtmetele, seejärel paljundatakse käsu *Pattern* (mustrikujuline paljundus) abil tapiavad plaadi sümmeetriatelgedes suhtes vajalikku kohta. Lõpuks lisatakse plaadi nurkadesse ja servadesse ümardusraadiused. Isteplaadi mõõtmeid vaata jooniselt 8-3.


1. Kui jooniseleht vajaliku formaadi, raamjoone ja nurgatabeliga on eelnevalt ette valmistatud, siis ava uus 3D-mudeli valmistamise keskkond, klõpsates nupul 

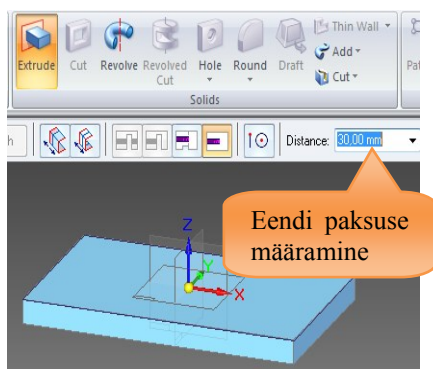
Application Button (rakendusnupp). Avanenud rippmenüüst vali rakenduse  alt uus dokument  **ISO Part** Creates a new Part järi isteplaadi mudeli valmistamiseks. Tegevuse järjekorda vaata täpsemalt peatükist 11.2.




Joonis 11-67. 3D-modelleerimiskeskkonnas ISO Part järi isteplaadi väliskontuuri eskiisi joonestamine koos vajalike mõõtmete sisestamisega

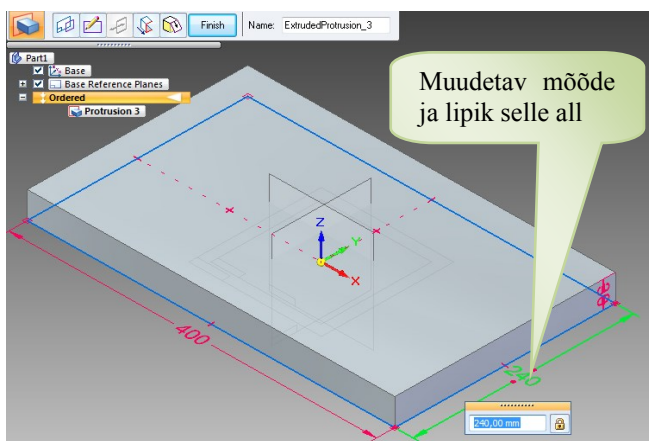
2. Aktiveeri käsk *Extrude*  (eend), hiireklõpsu abil määra projektsioonipind ja joonestale sellele isteplaadi tooriku kontuur. Peatööriistaribale tekivad eskiisi valmistamise joonestusvahendid (vt joonis 11-67).
3. Aktiveeri joonestamise (*Draw*) grupist  **Rectangle by Center** (ristkülik keskpunkti järgi), klõpsa kursoriga põhikoordinaatide  (*Base*) keskpunktis ja liiguta seda diagonaalselt koordinaatide keskpunktist eemale (vt joonis 11-67). Seejärel tekib punktide ümber ristkülik. Aktiveeri grupist *Dimension* käsunupp  **Auto-Dimension** (automaatsed mõõtmed). Täida muutuv tööriistaribal ristküliku mõõtmeid näitavad lahtrid vajalike mõõtmetega **Width: 400,00 mm** **Height: 240,00 mm** **Angle: 0,00°** ja vajuta klahvi *Enter*. Koordinaatide keskpunkti ümber tekib eelnevalt määratud suurusega ristkülik, kursori liigutamisel pöörduv see ristkülik aga ümber tsentri. Kursori abil paiguta ristkülik sellisesse asendisse, et pikemad küljed oleksid horisontaalselt ja lühemad vertikaalselt ning fikseeri hiireklõpsuga ristküliku asend (ristküliku kontuur muudab värvi). Nüüd on isteplaadi kontuuri eskiis joonestatud, lõpeta tegevus, klõpsates nupul  **Accept** (vt joonis 11-67). Seejärel lõpetab programm eskiisi valmistamise ja läheb ruumilisse keskkonda (vt joonis 11-68).

4. Hiireklõpsuga aktiveeri lahter *Distance* (ulatus), trüki sinna isteplaadi paksus (30 mm), vajuta klahvi *Enter* ( Distance: 30,00 mm) ja määra hiireklõpsu abil eskiisile materjali lisamise suund (vt joonis 11-68). Sellega fikseeritakse eendi asend eskiisi suhtes ja kolmemõõtmelise toriku mudelile (eendile) kuvatakse mõõtmed (vt joonis 11-69).

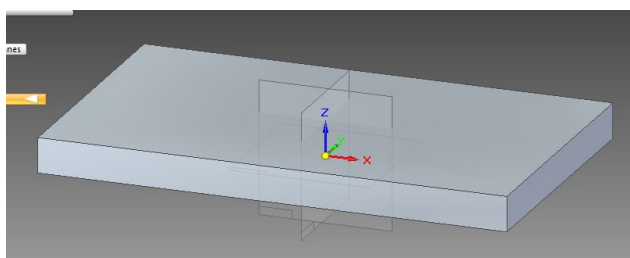


Joonis 11-68. Järi isteplaadi põhiosa mudelile paksuse lisamine ja suuna määramine

5. Kui eskiisi mõõtmestamisel kasutati käsunappu  *Auto-Dimension* (automaatsed mõõtmed), on võimalik risttahuka kõiki mõõtmeid vajadusel muuta. Selleks vii kursor mõõtmele ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Mõõde muutub aktiivseks ja selle juurde tekib lipik mõõtme arvväertusega, mis on aktiivne. Trüki lahtrisse vajalik mõõde ja vajuta klahvi *Enter* (vt joonis 11-69). Seejärel muudab programm risttahuka geomeetriat. Kui kõik on korras, klõpsa nupul *Finish*. Nüüd mõõtmed kaovad ja eend (toorik) on valmis. Arvutigraafika rakenduse *Extrude* tegemine on lõpetatud (vt joonis 11-70).




Joonis 11-69. Detaili 3D-mudeli mõõde 240,00 mm on aktiveeritud ja vajadusel saab seda muuta, lipikule on võimalik trükkida uus mõõde



Joonis 11-70. 3D-modelleerimiskeskonnas ISO Part valmistatud järi isteplaadi põhiosa risttahuka mudel


6. Tapiava tegemiseks vali grupist


Solids käsk  **Cut** (käsklus, mille abil saab mudelisse teha sisselõikeid ja eemaldada materjali) ja jälgi, et muutuvl tööriistaribal oleks *Coincident Plane* (kokkulangev pind)

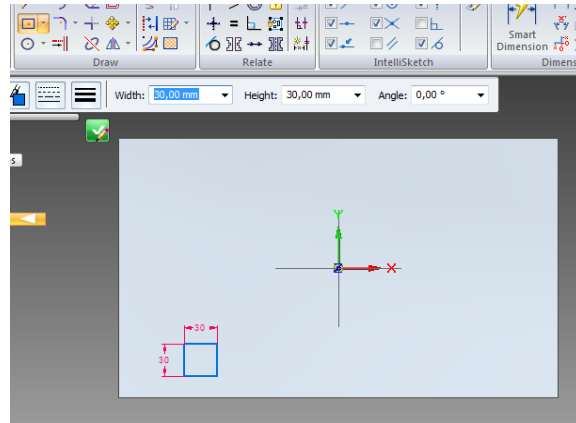


Klõpsa isteplaadil pinnale, kuhu teed ava. Arvuti pöörab valitud pinna töölauale ava eskiisi joonestamiseks ja õigesse kohta paigutamiseks (vt joonis 11-71). Mõõtmelid vaata jooniselt 8-3.

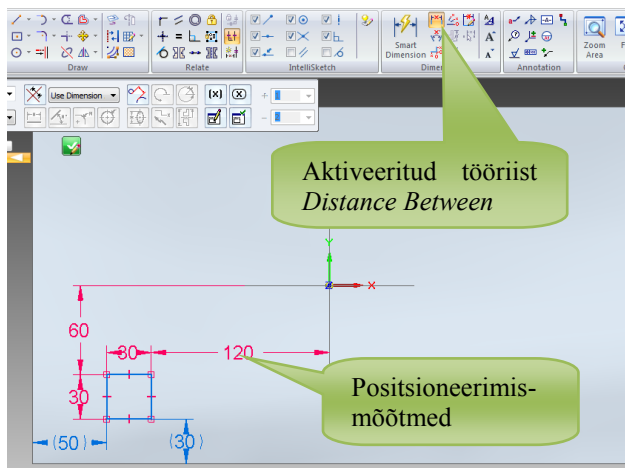
7. Aktiveeri grupist **Draw** (joonesta)

tööriist  **Rectangle by Center** (riskülik keskpunkti järgi). Muutuval tööriistaribal ilmuvatesse lahtritesse trüki vastavalt risküliku laius ja kõrgus **Width: 30,00 mm** **Height: 30,00 mm** **Angle: 0,00 °**. Vii kursor koos tapiava ruudu kontuuriga tulevase tapiava ligikaudsesse keskpunkti ja klõpsa vasakul hiireklahvil. Töölauale tekib riskülik mõõtmetega 30 x 30 mm (vt joonis 11-71).




8. Kasutades käsklust  **Distance Between** (vahekaugus), paiguta ruudukujulise tapiava kontuur õigesse kohta (vt joonis 11-72). Mõõtmelid vaata jooniselt 8-3.






Joonis 11-71. Järi isteplaadi mudeli pinnale on joonestatud tapiava kontuur (ruut mõõtmetega 30 x 30 mm), mis on veel täpselt positsioneerimata



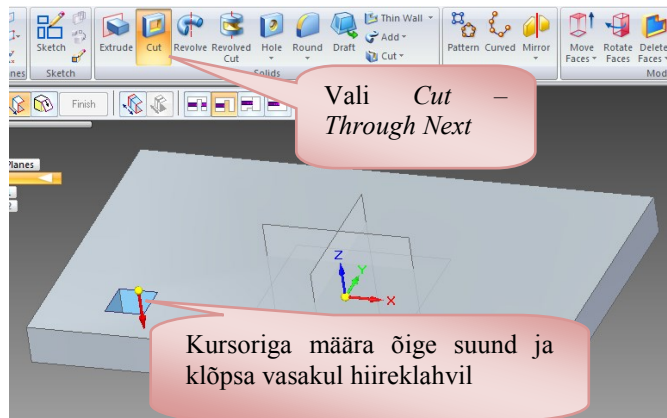
Joonis 11-72. 3D-modelleerimiskeskkonnas ISO Part valmistatud järi isteplaadile on joonestatud tapiava kontuur (ruut 30 x 30), mis on positsioneeritud vastavalt joonisel 8-3 näidatud mõõtmetele

Klõpsa nupul  **Accept** (nõus). Seejärel läheb mudel tagasi 3D-asendisse ja jätkab käsu  **Cut** (lõika) täitmist. Muutuval tööriistaribal tuleb määrata, kuidas ja kui sügavalt tuleb tapiava lõigata. Selleks vali  **Cut – Through Next** (lõika läbi järgmise pinnani) ja näita kursoriga suund, millisele eskiisi poolele väljalõige tuleb (vt joonis 11-73).


Teine võimalus tegevus lõpetada on valida  **Cut – Finite Extent** (lõika etteantud sügavuseni) ja trükkida vastavasse lahtrisse (*Distance*) sisselõike sügavuse arvväärus (30 mm). **Kolmas võimalus** on valida  **Cut – Through All** (lõika läbi terve detaili) ja näidata kursoriga suund, millisele eskiisi poolele väljalõige tuleb (vt suunda joonisel 11-73).


Muutuval tööriistaribal olevad käsunupud  näitavad, kuidas materjali eemaldada:


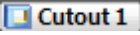


- ✓ 1 Cut – Through All (lõika läbi terve detaili);
- ✓ 2 Cut – Through Next (lõika läbi järgmise pinnani);
- ✓ 3 Cut – From / To Next (lõika välja etteantud kauguste vahemik);
- ✓ 4 Cut – *Finite Extent* (lõika etteantud sügavuseni).

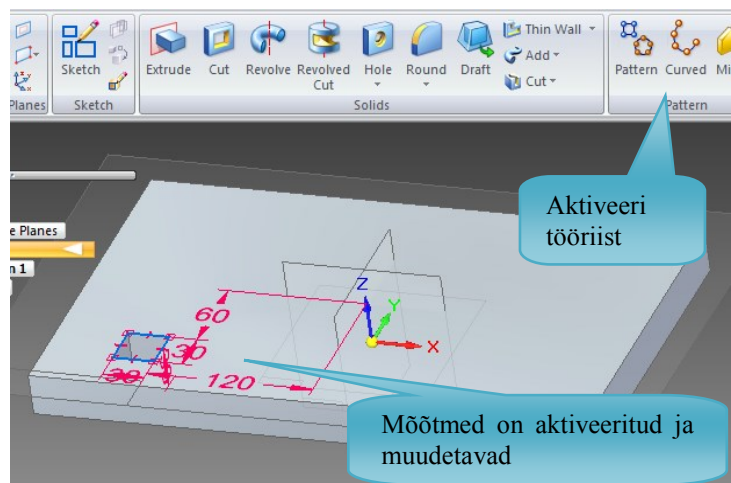


Joonis 11-73. Järi isteplaadile tapiava (ruudu 30 x 30) väljalõikamiseks tuleb määrata õige suund

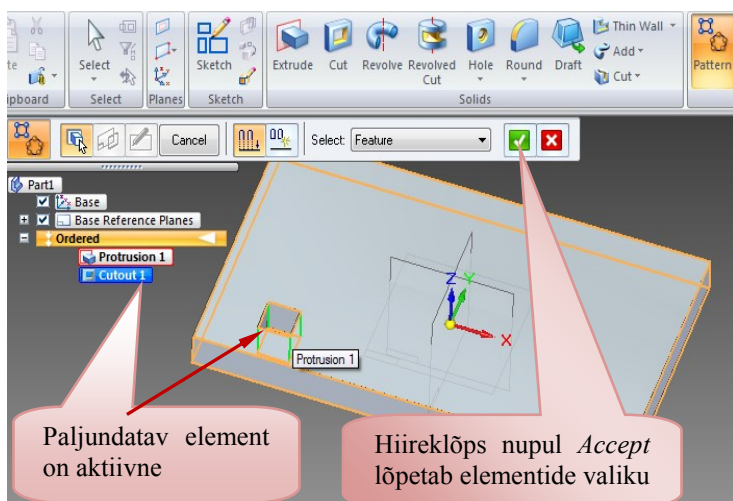
9. Vasaku hiireklahvi klõpsuga lõikab arvuti ava isteplaati, seejuures ilmuvad ka ava ja tema asukoha kõik mõõtmed (vt joonis 11-74). Neid mõõtmeid saab vajadusel muuta, kui valida  *Select* (vali) ja klõpsata mõõtarvul. Mõõtarvu juurde ilmub lipik ning mõõtme muutmiseks tuleb lipikule kirjutada uus mõõde (vt joonis 11-69). Edasi klõpsa nupul *Finish* (lõpeta, vt joonis 11-74), seejärel mõõtmed kaovad ja plaati on lõigatud üks ava.

10. Kasutades käsklust  *Pattern* (kujund, muster), tee isteplaati paljunduse teel kolm puuduvat tapiava. Aktiveeri grupist *Pattern*


tööriist  *Pattern* (vt joonis 11-74) ja vali ajaloo puust paljundatav element, klõpsates sellel vasaku hiireklahviga  *Cutout 1* (teine võimalus on minna tapiava kujutisele detaili mudelil ja klõpsata sellel vasaku hiireklahviga). Element muutub aktiivseks, sellele viitab sinine värv lipikul . Hiireklõps muutuva tööriistariba ikoonil  *Accept* kinnitab ja lõpetab paljundatava elemendi valiku (vt joonis 11-75).

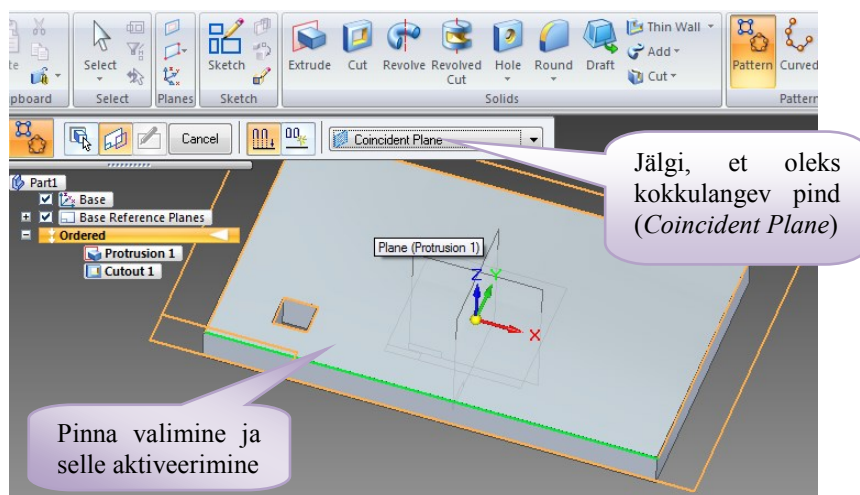


Joonis 11-74. Pärast ava sisselõikamist ilmunud mõõtmed on aktiveeritavad ja muudetavad. Tegevuse lõpetamiseks klõpsa muutuva tööriistariba käsunupul *Finish*

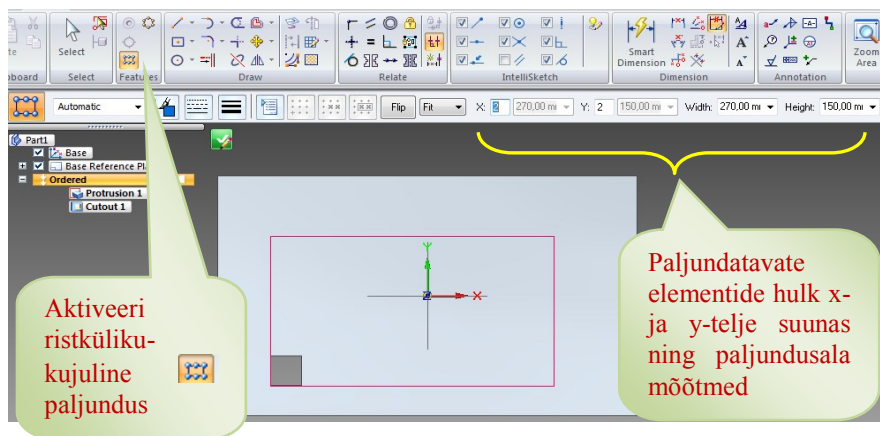


Joonis 11-75. Järi isteplaadil on paljundamiseks aktiveeritud element *Cutout 1* (tapiava), valiku lõpetamiseks tuleb vajutada *Accept* (nõus)

11. Elemendi paljundamiseks tuleb valida pind, millel paljundus tehakse. Vali pinnaks isteplaadi pealmine pind *Plane (Protrusion 1)* ja klõpsa sellel pinnal. Jälgi, et muutuval tööriistaribal oleks valitud *Coincident Plane* (kokkulangev pind, vt joonis 11-76). Arvuti pöörab valitud pinna töölauale, et oleks võimalik paljundatavat mustrit seadistada.
12. Ruumiline töökeskkond muutub tasapinnaliseks, ülemisel tööriistareal ilmuvad joonestamiskäsud. Grupist *Features* (kujutised) **aktiveeri ristkülikukujulise mustriga paljundus**  (**Rectangular Pattern**). Valikutes on ringi- ja ristkülikukujuline paljundus. Muutuval tööriistaribal määra paljundatavate elementide hulga telgede suunas, mõlema telje suunas on kaks elementi (ava) (*X*: 2 *Y*: 2). Samal real kirjuta kastikesse paljundusala laius ja kõrgus ning ristküliku mõõtmed, mille nurkadesse (sisse- või väljapoole) lisatakse paljundatavad tapiavad laiusuga 270 mm ja kõrgusega 150 mm (*Width*: 270,00 *mm* *Height*: 150,00 *mm*, vt joonis 11-77). Mõõtmeid vaata jooniselt 8-3.

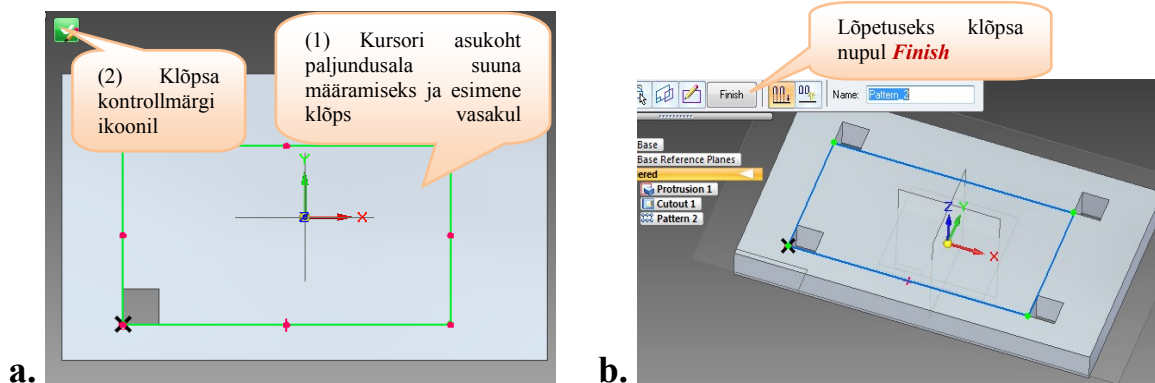


Joonis 11-76. Pinna valimine paljundusmustrit seadistamiseks ja korraldamiseks



Joonis 11-77. Ristkülikukujulise paljunduse määramine, paljundatavate elementide koguse ja paljundusala mõõtmete seadistamine muutuval tööriistaribal

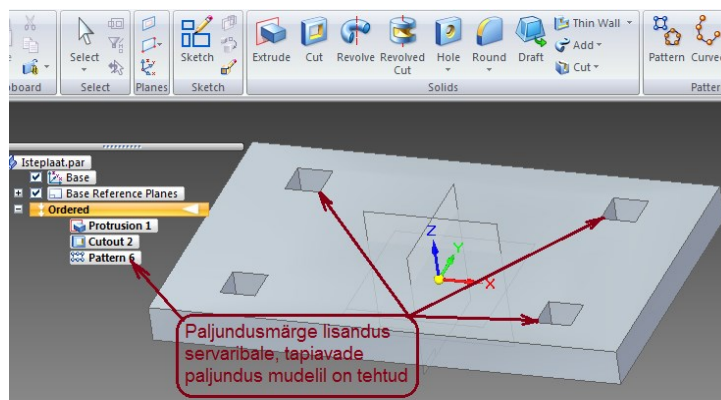
13. Määra pinnal paljundusala ristkülik, selleks klõpsa esiteks olemasoleva tapiava ühele nurgale (siin on klõpsatud alumisele vasakule nurgale, vt joonis 11-78a). Ristküliku asendi fikseerimiseks pinnal vii kursor ristkülikukujulise eskiisi ülemise parempoolse nurga lähedale, jälgi, et ristkülik oleks horisontaalne ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Nüüd on paljundusala ristkülik fikseeritud (vt joonis 11-78a).



Joonis 11-78. a – paljundusala (paljundusristkülik) fikseeritakse (1) ja paljundamiseks klõpsatakse nupul *Accept* (2); b – tapiavad on ristküliku nurkadesse paljundatud, tegevuse lõpetab hiireklõps nupul *Finish*

14. Pärast hiireklõpsu nupul *Accept* (nõus) teeb arvuti isteplaati paljundusala ristküliku nurkadesse ülejäänud kolm ava (vt joonis 78b). Lõpetuseks klõpsa nupul *Finish*. Seejärel paljundusala ristküliku eskiisi kaob, elementide paljundus on tehtud ja tapiavad on mudelile lisatud (vt joonis 11-79).


15. Lisa isteplaadile puuduvad ümardusraadiused. Aktiveeri grupist *Solids* (tahke keha) ümardusraadiuste lisamise tööriist *Round* (ümardus, vt joonis 11-80). Seejärel ilmub muutuv tööriistariba (*Ribbon Bar*) ümardusraadiuse andmetega. Lahtrist



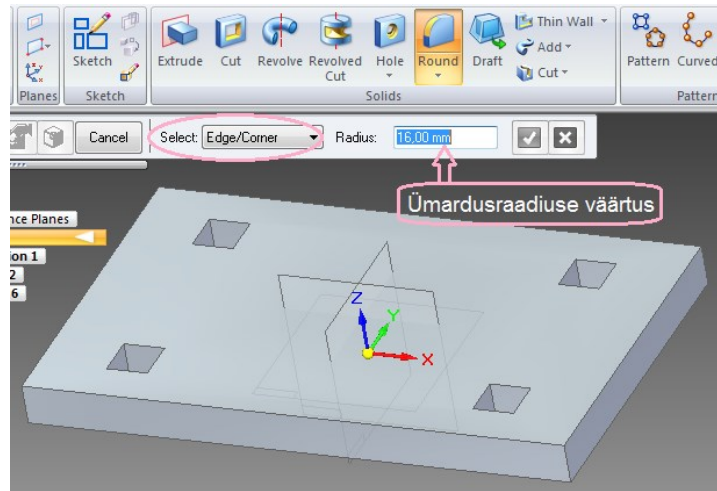
Joonis 11-79. Paljundustegevus on lõpetatud, vastav märged on lisatud servaribale

Select (vali) vali serv (nurk), trüki isteplaadi nurkade ümardusraadiuse väärtus raadiuse lahtrisse ja vajuta klahvi *Enter*.

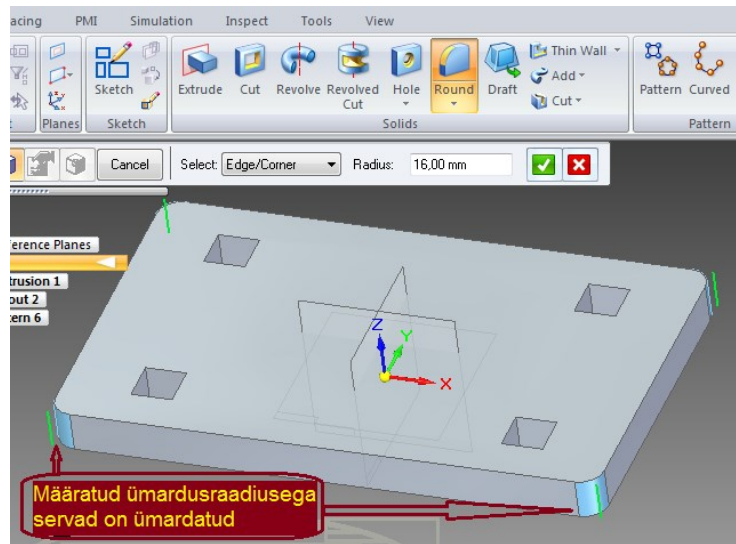
16. Nüüd, kui seadistus on tehtud, klõpsa järgemööda kõikidele vertikaalsetele servadele. Pärast hiireklõpsu servale lisab arvutiprogramm servale ümardusraadiuse ja serv muutab värvi (vt joonis 11-81). Edasi klõpsa muutuva tööriistariba nupul *Accept* (nõus), seejärel sama riba nupul *Preview* (eelvaade). Kui kõik on korras, vajuta lõpetuseks nuppu *Finish* (lõpp). Neli plaadi nurgaserva on nüüd ümardatud (vt joonis 11-82).

17. Kuna tööriist  *Round* (ümardus) on aktiivne, siis jätkake kohe plaadi ülemise serva ümardamist. Vali kontuur *Select: Chain*, trüki ümardusraadiuse väärtuseks lahtrisse *Radius: 5,00 mm* ja vajuta klahvi *Enter*. Vii kursor isteplaadi ülemise serva peale ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Arvuti aktiveerib serva ja lisab plaadi ülemisele servale piki kontuuri ümardusraadiuse $R = 5$ mm ning serv muutab värvi (vt joonis 11-82).

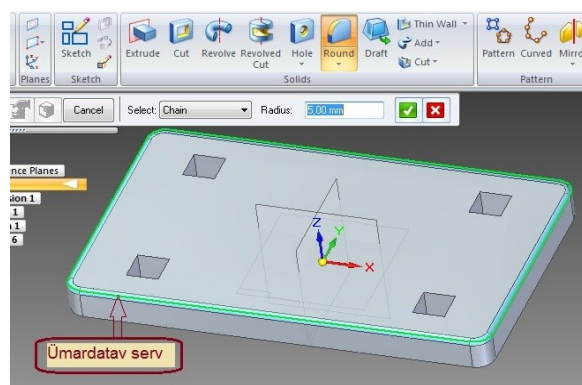
18. Edasi klõpsa muutuva tööriistariba nupul *Accept* (nõus). Seejärel klõpsa sama riba nupul *Preview* (eelvaade). Nüüd muutub ümardatud serv värvi ja ilmub mõõde $R = 5$ mm. Kui selle raadiuse suurust on vaja muuta, siis on võimalik seda tekkinud lipikul teha mõõtmele klõpsates (vt punkti 5). Kui kõik on korras, siis vajuta



Joonis 11-80. Peatööriistaribalt on aktiveeritud tööriist *Round*. Muutuval tööriistaribal on valitud serv/nurk ja trükitud vaialik ümardusraadius 16 00 mm



Joonis 11-81. Vajalikud servad on tööriistaga *Round* aktiveeritud, nupp *Accept* (nõus) on muutunud aktiivseks



Joonis 11-82. Isteplaadi ülemine serv tööriistaga *Round* on aktiveeritud ja ümardatud, nuppuikoon *Accept* (nõus) on muutunud aktiivseks

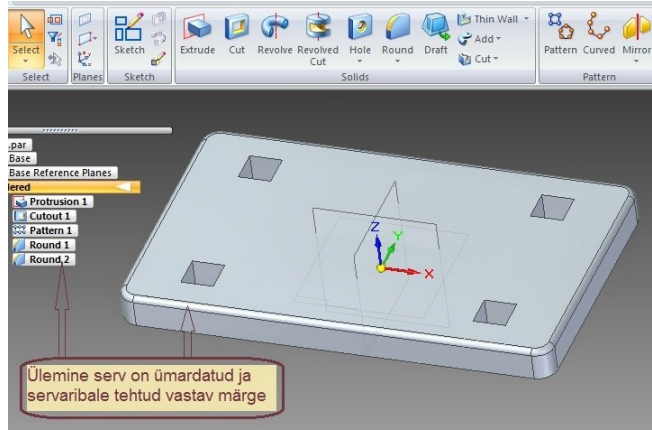
lõpetuseks

Finish Name: Round 2

(lõpeta), misjärel mõõde kaob, plaadi ülemise serva ümardamine on lõpetatud ja vastav märgeline lisatud serveribile (vt joonis 11-83).

19. Määra detaili materjal ja kaal, selleks vali tööriistapaneeli *Inspect* (kontrolli) alt grupist *Physical Properties* (füüsikalised omadused) *Properties* (omadused). Detaili mudeli materjali ja kaalu määramist on kirjeldatud peatükis 11.5 (vt punktid 16–19 ja peatükk 11.7 joonis 11-55).

20. Tabureti isteplaadi virtuaalne mudel on valmis. Salvesta äsja valminud detaili virtuaalne mudel oma tootekataloogi. Kirjeldust vaata peatüki 11.5 punktist 20.




Joonis 11-83. Isteplaadi ülemise serva ümardusraadiuse modelleerimine tööriistaga *Round* on lõpetatud ja vastav märgeline ümardusraadiuse *Round 2* kohta lisatud serveribile

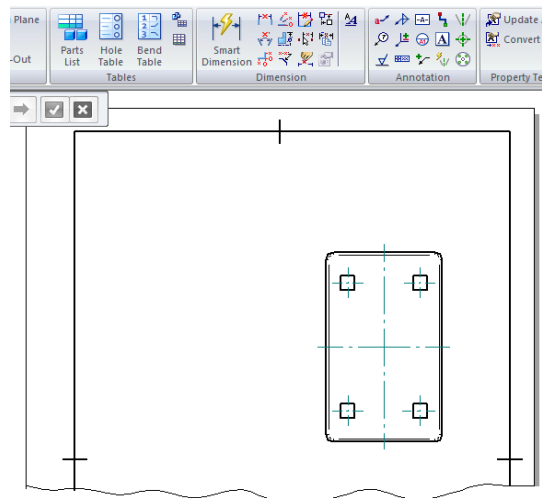
11.8.2. Järi isteplaadi 2D-joonise valmistamine

Järi isteplaadi virtuaalse mudeli järgi tuleb vormistada tööjoonis kõigi vajalike kujutistega (vaated ja lõiked). Jooniste valmistamist on peatükis 11.6 üksikasjalikult kirjeldatud. Vaata tööjoonise näidet joonisel 8-3 (isteplaat tähisega **JN 02.00.01**).

1. Joonise valmistamiseks ava 2D-projekteerimiskeskonna joonisefail, kus on valmistatud teised istepingi JN02.00.00 detailide joonised. Lisa uus raamjoone ja nurgatabeliga vormistatud A4-formaadis leht (tegevuse kirjeldust vt peatükist 10.3).
2. Peatükis 11.6 esitatud kirjelduse järgi valmista A4-formaadis jooniselehel järi isteplaadi eestvaade sellises asendis, nagu on näidatud joonisel 11-84. Lisa vaatele ja ka avadele sümmeetriateljed (vt joonised 8-3 ja 11-84).

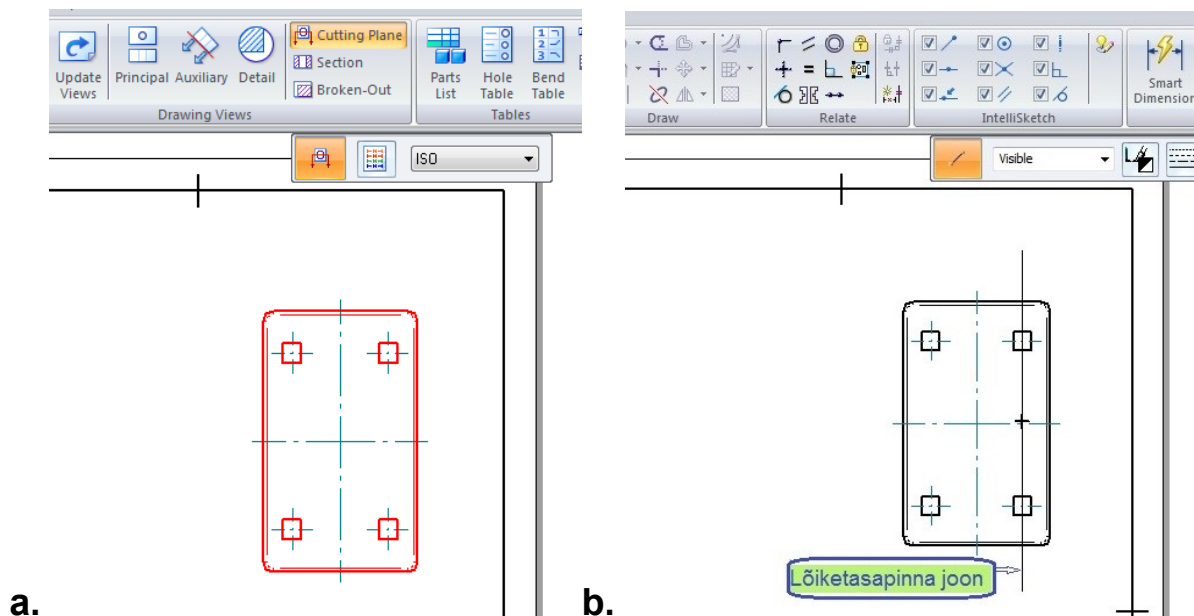
Plaadil on avad ja ülemisel pinnal ümber kontuuri ümardusraadius $R = 5$ mm (joonisel paistab see väikesena), seega on paremaltvaadet vaja näidata lõikes. Ümardusraadiuse paremaks näitamiseks tuleb see element suuremalt välja tuua (esitada väljatoodud elemendina). Järgnevalt kirjeldatakse põhjalikumalt lõike ja väljatoodud elemendi vormistamist.

3. Paremtvaates näita tapiavasid lõikes, selleks toimi järgmiselt.
 - Aktiveeri peatööriistaribalt sakist *Home* grupist *Drawing Views*  *Cutting Plane* (lõiketapand).
 - Vii kursor kujutisele, millele





Joonis 11-84. 2D-projekteerimiskeskonnas jooniselehele on toodud järi isteplaadi eestvaade

soovid tõmmata lõiketasapinda kujutava joone. Kui kujutis muudab värvi, siis klõpsa vasakule hiireklahvile (vt joonis 11-85a).



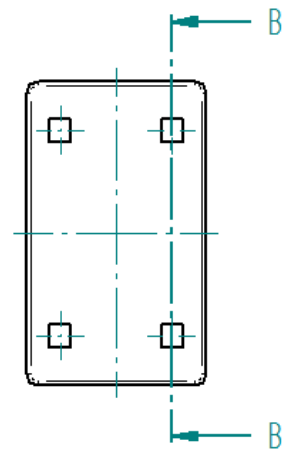
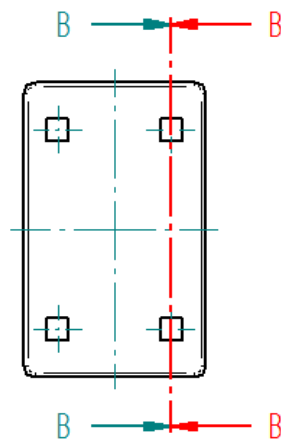
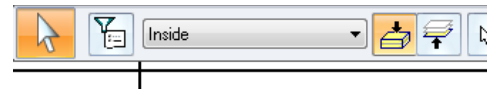
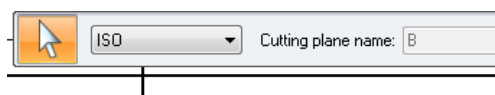
Joonis 11-85. Lõiketasapinna joonestamine vaatele: a – peatööriistaribal on aktiveeritud tööriist *Cutting Plane* ja töölaual on aktiivne isteplaadi eestvaade; b – muutuval tööriistaribale on ilmunud aktiivne käsunupp *Line*, lõiketasapind on tõmmatud läbi tapiavade telgede

- Kui kujutis muudab uuesti värvi, saab tõmmata lõiketasapinda kujutava joone (tasapinna, mida mööda kulgeb tulevane lõikekujutis).
- Kui joone käsunupp  *Line* (joon) on aktiivne, siis tõmba lõiketasapinda kujutav joon lähtekujutisele nii, nagu on näidatud joonisel 11-85b; kui joone käsunupp ei ole aktiivne, siis aktiveeri see ja tõmba vajalik joon (vt joonis 11-85b).
- Klõpsa grupis *Close* (sulge) oleval ikoonil  *Close Cutting Plane* (sulge lõiketasapind), mille järel tekivad lõikejoonele tulevase lõikekujutise suunda näitavad nooled koos lõikepinna tähistega (vt joonis 11-86a).

NB! PUNASED NOOLED NÄITAVAD LÕIKEKIJUTISE VAATAMISE (PROJEKTEERIMISE) SUUNDA.

- Kursori liigutamisega muudavad punased nooled suunda. Vali vajalik noolte suund ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Seejärel punased suunanooled fikseeritakse, nende värvus muutub ja lõiketasapinnale jäävad valitud lõikekujutise suunda näitavad nooled (vt joonis 11-86b).

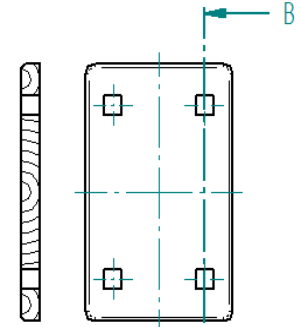
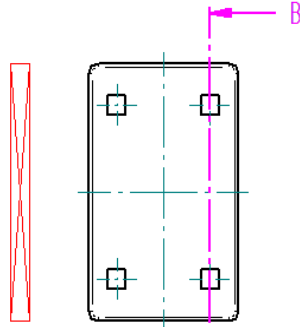
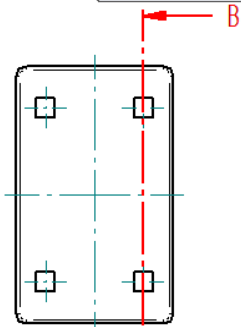
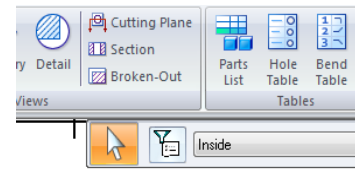
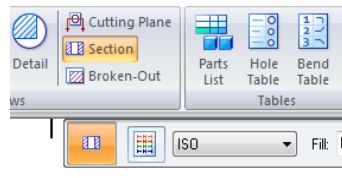
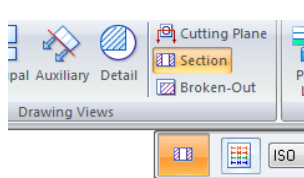
LÕIKE SUUNA VALIKUL PEAB KURSOR OLEMA SELLEL POOLEL LÕIKETASAPINDA, Kuhu ON VAJA PAIGUTADA LÕIKEKIJUTIS.



a.

b.

Joonis 11-86. Lõiketasepinna joonestamine vaatele: a – lõike suuna valik, punased nooled näitavad valitavat suunda; b – lõike projekteerimise suund pärast selle fikseerimist



a.


b.

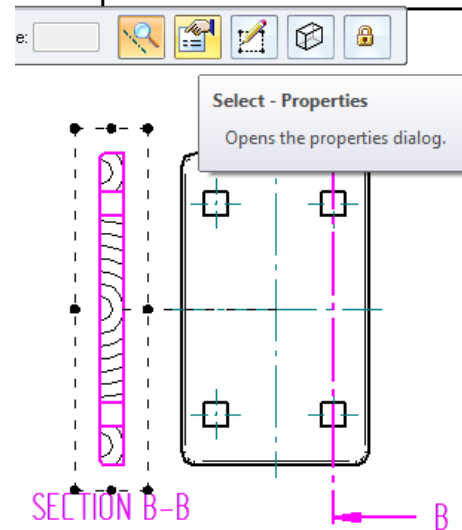
c.

SECTION B-B


Joonis 11-87. Lõikekujutise paigutamine joonisele: a – valitud on käsunupp *Section*, kursori all on lõikepind aktiivne; b – klõpsa lõiketasepinna vasakut hiireklahvi, seejärel tekib kursori külge punane diagonaalidega ristkülik, mille sees on tulevane lõikekujutis. Lohista see ristkülik lähtekujutisest eemale nooltega näidatavas suunas (vt joonis 11-87b). c – lõikekujutise B-B väljatoodud lõikekujutis on paigutatud joonisele

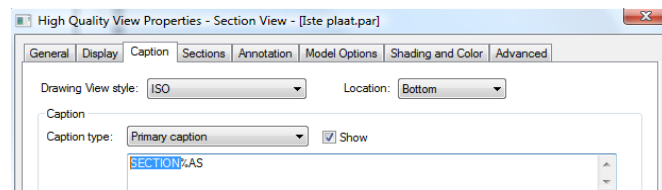
- Lõikekujutise projekteerimiseks aktiveeri peatööriistaribalt grupist *Drawing Views* *Section* (lõige) ja mine kursoriga lõiketasepinna joonele, seejärel muudab lõiketasepinna värvi (vt joonis 11-87a).
- Klõpsa lõiketasepinna vasakut hiireklahvi, seejärel tekib kursori külge punane diagonaalidega ristkülik, mille sees on tulevane lõikekujutis. Lohista see ristkülik lähtekujutisest eemale nooltega näidatavas suunas (vt joonis 11-87b).
- Lõikekujutise B-B paigutamiseks joonisele nihuta kursor koos ristkülikuga vajalikku kohta ja klõpsa vasakule hiireklahvile. Seejärel genereerib programm lõikekujutise koos lõike pealkirjaga „SECTION B-B“ (vt joonis 11-87c).

- Ingliseelse sõna **SECTION** eemaldamiseks lõiketasapinna tähise eest vali käsunupp  **Select** (vali) ja klõpsa lõikekujutisel, seejärel muutuvad aktiivseks lõikekujutis koos pealkirjaga ja lõiketasapind koos tähistega peakujutisel (vt joonis 11-88).






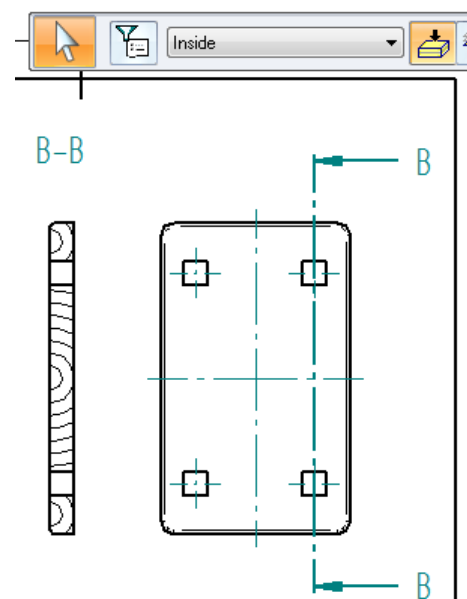
Joonis 11-88. Lõikekujutis koos pealkirjaga on aktiveeritud üleliigse info eemaldamiseks (sõna **SECTION**)

- Klõpsa muutuval tööriistariba nupul  **Select - Properties** (vali - omadused, vt joonis 11-88), siin avaneb dialoogiaken **High Quality View Properties - Section View** (vt joonis 11-89). Saki **Caption** (tiiter, alapealkiri) alt lahtrist **Caption type:** aktiveeri lõigust **SECTION** sõna **SECTION**, kustuta see klahviga **Delete** ja vajuta **OK**. Nüüd eemaldatakse pealkirjast liigne sõna ning jäävad ainult tähed **B-B** (vt joonis 11-90).



Joonis 11-89. Lõikepinna omaduste dialoogiaknas on aktiveeritud sõna **SECTION**, et selle saaks jooniselt kustutada

- Pealkirja „B-B“ saab nihutada joonise pinnal, kui valida  **Select** (vali), vajutada vasaku hiireklahviga pealkirjal, hoida seda kinni, lohista see lõikekujutise kohale ja lasta seal lahti (vt joonis 11-90).
- Standardnõuete kohaselt on lõiketasapinna joon ainult otstest laijoon. Selle muutmiseks vali  **Select** (vali), klõpsa parema hiireklahviga lõiketasapinna joonel ja vali avanevas rippmenüüs  **Properties** (omadused), seejärel avaneb dialoogiaken **Cutting Plane Properties** (lõiketasapinna omadused, vt joonis 11-91a).
- Avanenud dialoogiaknas kontrolli ja märgi järgmised andmed:
 - joone tüüp (**Line type**) on lai kriipspunktjoon ja joone laius (**Line width**) vähemalt 0,5 mm;
 - lahtris **Style** (stiil, kuju) vali joone kujuks kas **Thick/Thin** (lai/kitsas) või **Thick corners only** (ainult otstest ja nurkadest lai). Siin on valitud

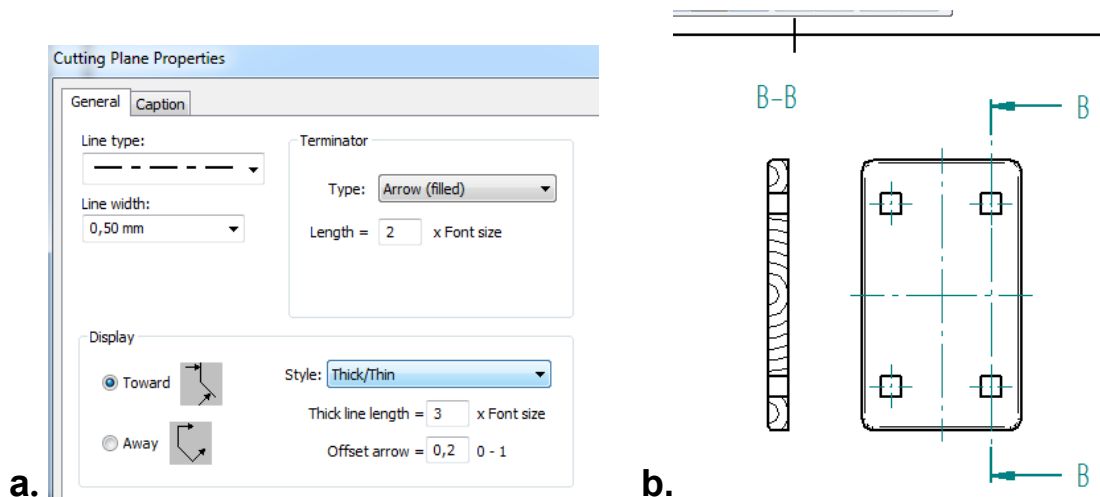


Joonis 11-90. Lõikekujutise pealkiri on standardnõuete kohaselt vormistatud ja viidud lõikekujutise kohale

Thick/Thin (vt joonis 11-91a);

- noole kaugus jooneotsast (*Offset arrow*) – kirjuta lahtrisse 0,2 ja vajuta OK.

4. Isteplaadi lõige on vormistatud (vt joonis 11-91b), nüüd on vaja joonis mõõtmestada ja täita nurgatabel (vt joonis 8-3).





Joonis 11-91. Lõikekujutise lõplik kujundamine standardnõuete järgi: a – vajalikud andmed lõiketasetapinna joone muutmiseks on sisestatud dialoogiaknasse; b – isteplaadi peavaade ja paremaltpvaade lõikena B-B, lõiketasetapinna joon on muudetud

12. KOOSTUDE VALMISTAMINE 3D-KESKKONNAS (ASSEMBLY ENVIRONMENT). JOONISTE VALMISTAMISE ISEÄRASUSI KOOSTU 3D-MODELITEST






12.1. Sissejuhatus koostamiskeskonna kasutamiseks

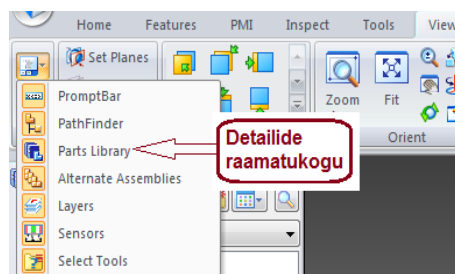
Koost (*assembly*) on kombinatsioon kahest või enamast detailist. Selles peatükis vaadeldakse, kuidas erinevate detailide 3D-mudelitest panna kokku koost, luues vajadusel detailidevahelisi sidemeid, ja seejärel genereerida koostu 3D-mudelitest 2D-jooniseid. Koostu kokkupanemise näitena vaadeldakse **istepingi JN02.00.00** koostamist detailidest, mis olid varem valmistatud detaili 3D-modelleerimiskeskkonnas (*Part Environment*) ja mille valmistamist on põhjalikult kirjeldatud 11. peatükis. Koostu saab panna kokku, kasutades olemasolevaid detaile ja alamkooste (vajadusel võib modelleerida erinevates keskkondades detaile juurde). Saab kasutada ka detaile, mis ei ole valmistatud *Solid Edge*'i programmiga. Detailide mudelid, mis on konstrueeritud teistes CAD-formaatides, tuleb enne muuta *Solid Edge*'i failiks. Erinevate koostude valmistamise tegevusjärjekord ja kasutatavad detailidevahelised seosed võivad oluliselt erineda. Ühtset tegevusjärjekorda erinevate koostude koostamisel tavaliselt ei ole.

Järgnevalt näidatakse, kuidas eelnevalt valmistatud 3D-mudelitest panna kokku koostud, kasutades koostamiskeskonna elementaarseid käsklusi. Nende koostude koostamise kirjelduse eesmärk on anda üldjuhis koostamisprogrammi omandamiseks (see õpetus ei demonstreeri kaugeltki kõiki *Solid Edge*'i koostamiskeskonna võimalusi).

Koostamiskeskkonnas koostu kokkupanemise alustamiseks peavad arvutis olema *Solid Edge*'i programmis salvestatud detailid, mis on eelnevalt valmistatud 3D-modelleerimiskeskkonnas või mõnes muus kolmemõõtmelise detaili valmistamise keskkonnas. Kõigepealt avatakse koostamiskeskond. Kui keskkond avaneb selliselt, et servapaan või -riba puudub, siis tuleb see tuua töölauale. **Servariba ekraanile toomiseks tuleb peatööriistaribal aktiveerida sakk View (vaade), viia kursor ikoonile  Panes (servariba, -paan) ja klõpsata hiireklahvil (vt joonis 12-1). Seejärel avaneb rippmenüü, kust saab aktiveerida hiireklõpsuga detailide raamatukogu  Parts Library . Töölaua vasakusse serva ilmub servariba kataloogide ja failide valiku võimalustega. Sealt tuleb otsida vajalik detailide kataloog ja aktiveerida see. Kataloogis kuvatakse detaili mudelite loetelu koos keskkonda iseloomustava ikooniga (vt joonis 12-2). Seejärel on keskkond ette valmistatud virtuaalse koostu kokkupanemiseks.**

Olulisemate servariba tööriistade tähendusi:

- ✓  PromptBar – nähtav teateriba, millega programm nõuab kasutaja sekkumist;
- ✓  Layers – kihid, paigaldused;
- ✓  PathFinder – koostamise rajaleidja;
- ✓  Parts Library – detailide raamatukogu;
- ✓  Alternate Assemblies – alternatiivsed (alam)koostud.



Joonis 12-1. Koostamiskeskonna ISO Assembly ekraanipildi fragment. Servariba ja sellel detailide raamatukogu aktiveerimine

Tööd koostamiskeskkonnas alustatakse virtuaalse koostu monteerimisest.

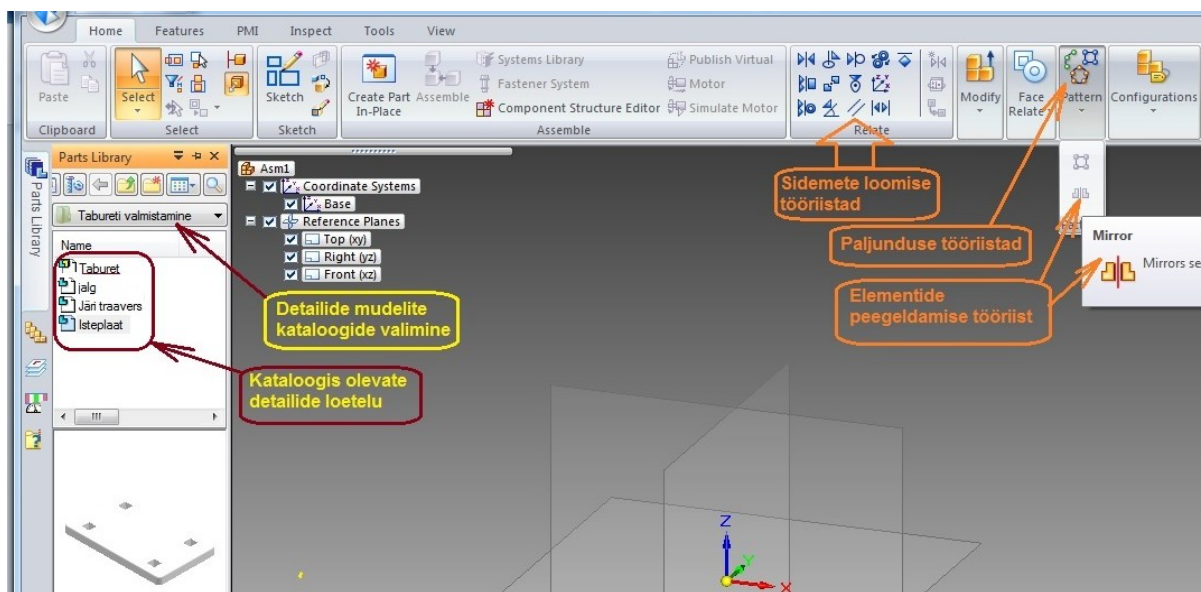
12.2. Üldine tegevusjärjekord istepingi koostamiseks, sidemete lisamiseks ja koostejoonise valmistamiseks

Kokkupandav koost on **istepink JN02.00.00**, selle koostu detailid on eelnevalt modelleeritud detailide 3D-modelleerimiskeskonnas (*Part Environment*). Istepingi detailide modelleerimist on lähemalt kirjeldatud õpiku 11. peatükis. Kõik istepingi detailid on salvestatud detailide modelleerimise keskkonnas kataloogis "Tabureti valmistamine". Detailide nimedel on laiend **.par**. Istepingi joonis on esitatud näitena 8. peatükis joonisel 8-9. Eelnevalt on avatud 2D-projekteerimiskeskonnas istepingi detailide joonisefail.

12.2.1. Istepingi koostu 3D-mudeli valmistamine eelnevalt modelleeritud detailide mudelitest

1. Koostamiskeskonna avamine:

- kui eelnevalt on avatud projekteerimiskeskond ning ette valmistatud jooniseleht koos raamjoone ja nurgatabeliga (vt joonised 11-2 ja 11-3), vii kursor nupule *Application Button* (rakendusnupp) ja klõpsa vasakul hiireklahvil;
- kui rippmenüü on avanenud, vii kursor nupule **New** (uus) ja sealt veerule **ISO Assembly** (ISO koost) ning klõpsa vasakul hiireklahvil. Seejärel avaneb koostude valmistamise keskkond (vt joonis 12-2).

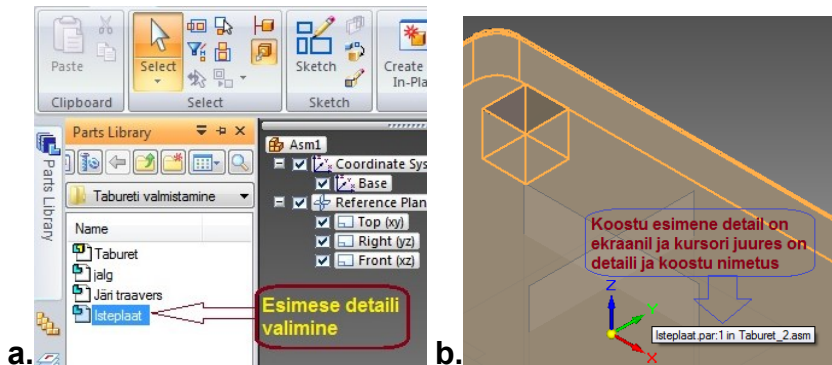


Joonis 12-2. Koostamiskeskonna **ISO Assembly** ekraanipilt. Aktiveeritud on servariba ja valitud vajalik kataloog, et alustada tabureti 3D-mudeli kokkupanemist

2. Servaribale koostu detailide loetelu kuvamiseks aktiveeri servaribal käsk *Parts Library* (detailide raamatukogu), kui see ei ole aktiivne:

- kataloogide seast vali endale vajalik kataloog (tabureti valmistamine) ja klõpsa vasaku hiireklahviga nimetatud ikoonil, seejärel avaneb kataloogis olevate istepingi detailide loetelu (vt joonis12-2);

- klõpsates selle kataloogi loetelus ükskõik millisel detailil, muutub detail aktiivseks (avaneb) ja detaili mudeli kujutis kuvatakse loetelu all olevas eelvaate aknas (vt joonis 12-2).
3. Aktiveeri peatööristaribal sakk *Home* (kodu), vii kursor raamatukogu loetelus isteplaadi failile ja klõpsa vasakule hiireklahvile (vt joonis 12-3a). **Hoides klahvi all**, lohista detaili fail serveribal töölauale koordinaattelgede keskpunkti juurde või projektsioonipindade keskele. Siin vabasta hiireklahv ja jäta detaili mudel töölauale (vt joonis 12-3b).

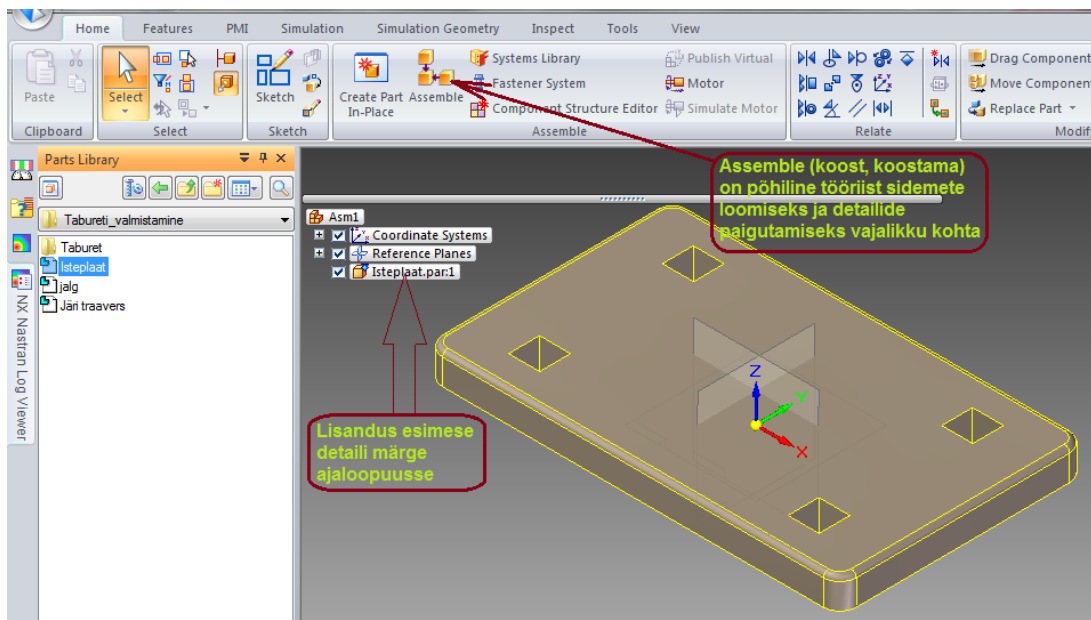


Joonis 12-3. Koostu kuuluva esimese detaili toomine ekraanile: a – serveribal on valitud isteplaadi fail; b – esimese detaili mudel on lohitud projektsioonipindade keskele

Esime detail kujuneb põhidetailiks ja seda pole võimalik hiljem kohalt nihutada, seepärast tuleks esimene detail viia ekraanil olevate koordinaat-tasapindade keskele ja seal vabastada. Tavaliselt paigutab arvuti põhidetaili ühe pinnaga vastu mingit projektsioonipinda (vt


joonis 12-4) ja kinnitab põhidetaili mudeli pinna külge (*ground*). Esimene seos luuakse automaatselt.

4. Tööriistaribal *Home* toimub muudatus: mitmed erinevate tööriistagruppide ikoonid, mis enne olid hallid (mitteaktiivsed), muutuvad aktiivseks (vt joonis 12-4).
5. Kasutades käsku **Zoom** (suurenda-vähenda), vähenda isteplaadi kujutist töölaual.



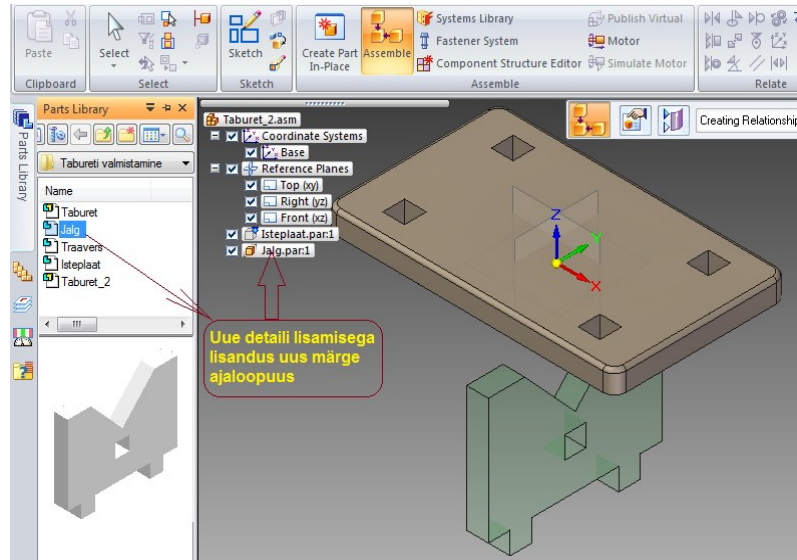
Joonis 12-4. Isteplaad on toodud koostamiskeskonda, ajaloopuus on tehtud vastav märges. Detail on kinnitatud projektsioonipindade külge (siin xy-tasapinnale)

6. Järgmiseks detailiks aktiveeri tabureti jalg, too see töölauale ja pööra õigesse asendisse:


- vii kursor servariba loetelus tabureti jala peale, lohista see töölauale isteplaadi alla ning vabasta vasak hiireklahv (vt joonis 12-5);
- kui jalg tuli töölauale vales asendis nagu joonisel 12-5, siis vali *Modify* (muuda) grupist  *Drag Component* (lohista, liiguta komponenti), töölauale ilmub dialoogiaken *Analysis Options* (analüüsi omadused), kus on detaili liigutamise tingimused,


nõustu vaikimisi seadistatud võimalustega, klõpsates nupul OK, ja klõpsa jala kujutisel;




- jalg muutub aktiivseks ja jala ette tekivad lokaalsed koordinaatteljed, mis on seotud aktiveeritud mudeliga (jalaga). Telgi on võimalik aktiveerida ja detaili mudelit liigutada telgede suunas või pöörata ümber valitud telje (vt joonis 12-6);



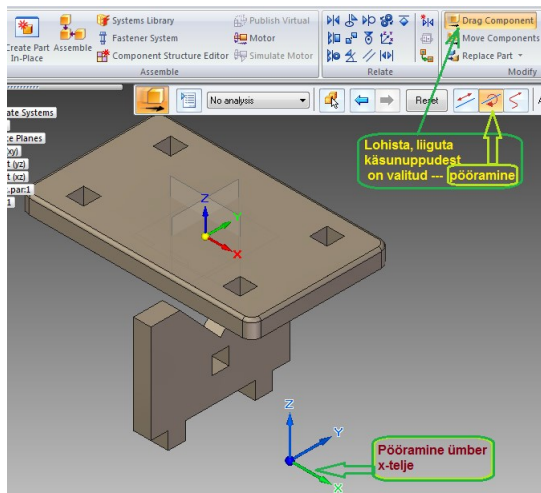
Joonis 12-5. Tabureti jalg on toodud töölauale, ajaloopuus on vastav märga

- aktiveeri muutuval tööriistaribal ikoon  *Drag Component - Rotate* (lohista komponenti – pööra) ja määra telg, mille ümber jalg pöörata, klõpsa x-teljel, nurgalahtrisse trüki *Angle: 180.00 deg* ja vajuta klahvi *Enter* (vt joonised 12-6 ja 12-7);
- käsk on lõpetatud ja pingi jalga on pööratud 180° (sobivasse asendisse), et seda oleks lihtsam asetada tapiavasse (vt joonis 12-7).

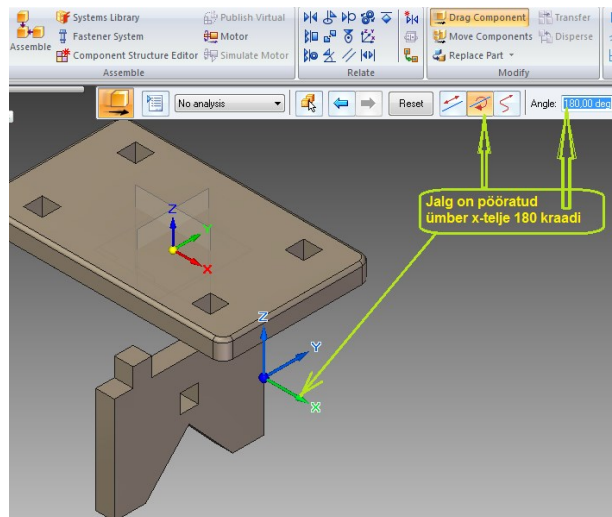
Tööriistaga  *Drag Component* (lohista, liiguta komponenti) on võimalik detaili liigutada kolmel erineval moel:

-  pöörata detaili ümber aktiveeritud telje;
-  liigutada detaili sirgjooneliselt kas valitud telje või detaili serva suunas;
-  liigutada detaili suvalist trajektoori mööda, selleks tuleb detaili peal vajutada vasak hiireklahv alla ja **klahvi all hoides** lohista detail vajalikku kohta.

1. Pingi jala paigutamine isteplaadi tapiavadesse ja vajalike sidemete loomine. Selleks kasutatakse tööriistagrupi *Assemble* (koost, koostama) käske, seejuures vajutatakse alla ka käsunupp (vt joonised 12-8 ja 12-9).



Joonis 12-6. Tabureti jalg on töölaual ja ette valmistatud õigesse asendisse pööramiseks käsuga **Drag Component** (lohista, liiguta komponenti), aktiveeritud on pöörlev liikumine ja x-telg



Joonis 12-7. Tabureti jalg on töölaual pööratud 180° (koostamiseks sobivaim asend)

Olulisemate sidemete loomise tööriistanuppude selgitusi:

- **FlashFit** – kiire, tark side, programm valib sideme liigi ise;
- **Mate** – paari, kokku panema;
- **Planar Align** – pindade joondamine;
- **Axial Align** – telgede joondamine (koaksiaalsus);
- **Insert** – sisesta;
- **Parallel** – servade paralleelsus;
- **Connect** – ühendamine (pindadel ja servadel olevate **punktide** ühendamine).

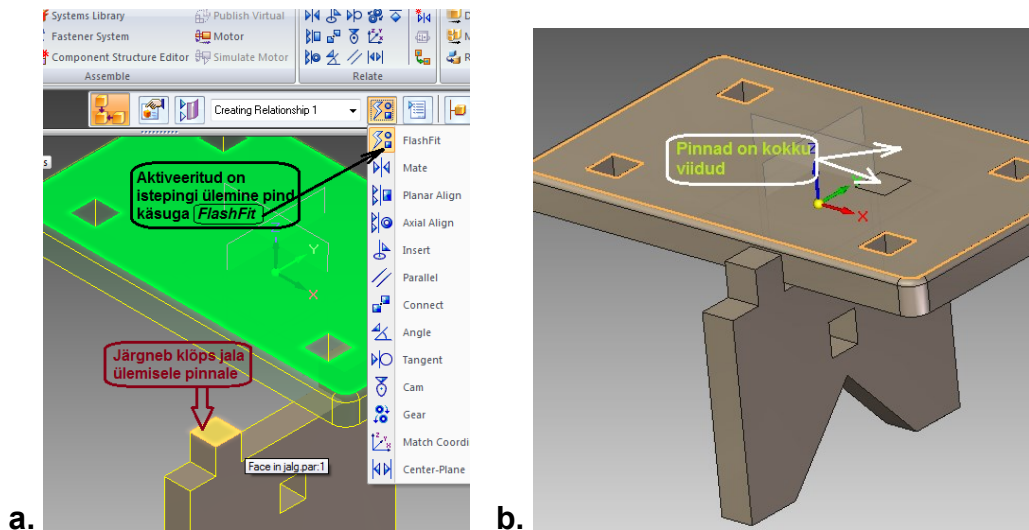


Joonis 12-8. Seoste (*Relate*) tööriistagrupi käsunuppude ikoonid

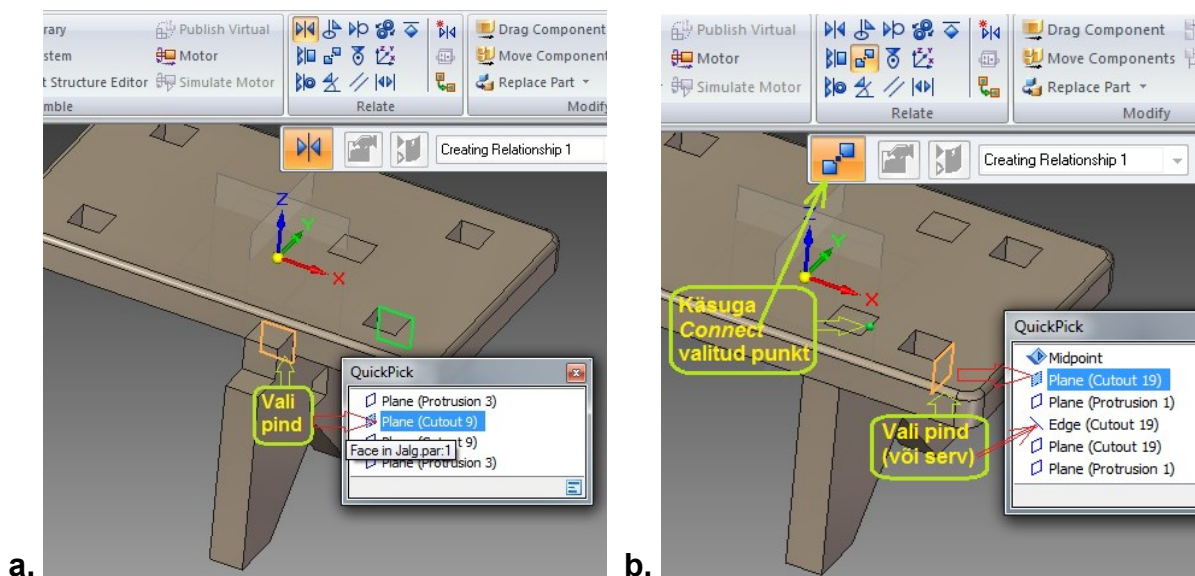
2. Aktiveeri tööriist *Assemble* (vt joonis 12-9a), seejärel avaneb muutuv tööriistariba ja vaikimisi aktiveerub ka **FlashFit** (kiire, tark) side.

3. Sideme loomiseks detailide vahel toimi järgmiselt.

- Aktiveerinud tööriista **FlashFit**, vii kursor isteplaadi ülemise pinna peale ja klõpsa hiireklahvile, seejärel klõpsa jala tapi ülemisele otspinnale (vt joonis 12-9a).
- Programm joondab aktiveeritud pinnad ja paneb valitud pinnad samale tasapinnale (vt joonis 12-9b).
- Järgmisena vali grupist *Relate* (seosed) teine side **Mate** (paari, kokku panema), klõpsa isteplaadi ava nähtavale pinnale ning pind muutub aktiivseks (rohelisteks, vt joonis 12-10a). Seejärel vali tabureti jala tapi vastav pind. Vii kursor tapile ja **oota, kuni kursori juurde tekib hiire kujutis, klõpsa paremale hiireklahvile**, seejärel avaneb kiirvalikumenüü **QuickPick**. Siit vali sobiv rida. Kui vajalik pind muutub aktiivseks (pinna ümber tekib eredavärviline kontuur), siis klõpsa sobival real (vt joonis 12-10a).

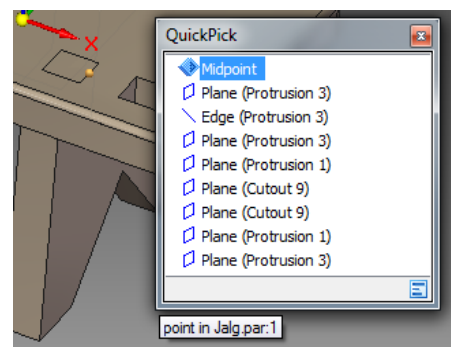


Joonis 12-9. Tabureti jala tapi ülemise pinna kokkuviimine isteplaadi ülemise pinnaga: a – isteplaadi ülemine pind on aktiivne; b – isteplaadi ülemine pind ja tapi otspinnad on samal tasapinnal



Joonis 12-10. Tabureti jala tapi kokkuviimine isteplaadi avaga: a – isteplaadi tapiava külgpinna aktiveerimine kiirvalikumenüü *QuickPick* abil; b – jala serval oleva punkti ühendamine (*Connect*) isteplaadi avaga

- Samal meetodil käsku **Mate** (paari, kokku panema) ja kiirvalikumenüüd **QuickPick** kasutades võib tapi teise külgpinna isteplaadi ava panna kokku külgpinnaga, kuid siin saab sama tulemuse ka käsu **Connect** (ühenda) abil. Selle käsuga vali tabureti jala tapi ülemisel serval keskpunkt (*Midpoint*) ja ühenda see isteplaadi ava külgtahu või ülemise külgservaga.
- Vali grupist *Relate* (seosed) kolmas side detailipaarile **Connect** (ühenda) ja vii kursor tabureti jala tapi külgserva peale. Seejärel ilmub punkt, mille serva peal on

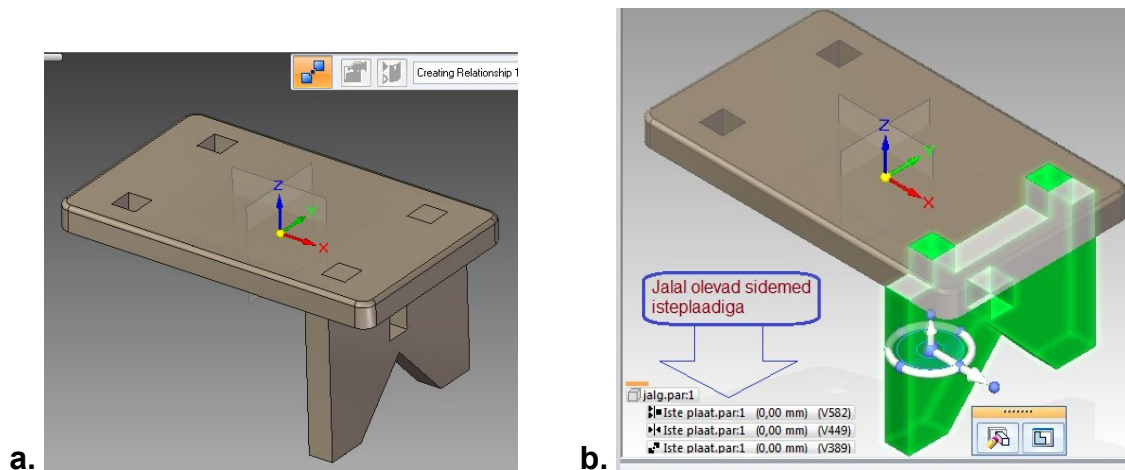


Joonis 12-11. *QuickPick*'i abimenüü kasutamine elementide valikul. Jala tapi serval on valitud välja keskpunkt (*Midpoint*)

tekst `point in Jalg.par:1`. Kasutada võib kiirvalikumenüüd `QuickPick`, et veenduda punkti valiku õigsuses (vt joonis 12-11).

- Tapi serval valitud punkt ühenda isteplaadi tapiavaga, selleks mine kursoriga ava serva juurde. Nüüd ilmub menüü `QuickPick`, kust vali tapiava külgtahk või ülemine külgserv (vt joonis 12-10b, kus on valitud külgtahk), klõpsa sellel ja tapp ühendatakse avaga (vt joonis 12-12).

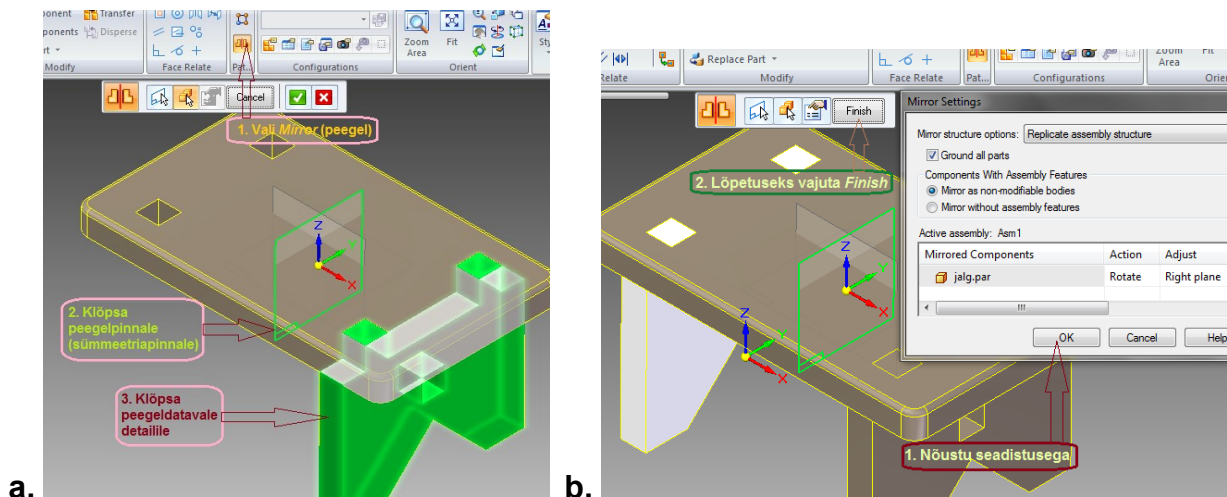
Samal põhimõttel oleks võinud kasutada ka pindade joondamise tööriista `Planar Align`. Sel juhul oleks arvuti valitud tasapinnad kokkupaneku või ühendamise asemel joondanud.



Joonis 12-12. Taburetile on üks jalg alla pandud: a – isteplaat ja tabureti jalg on vajalike sidemetega ühendatud; b – jala ja isteplaadi vahel olevate sidemete näitamine

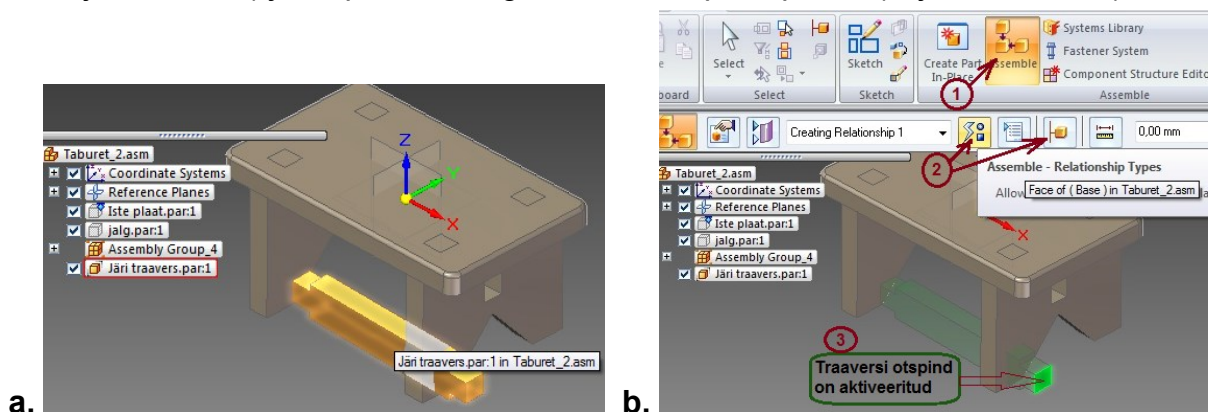
Programm SolidEdge ST-4 virtuaalseid sidemeid mudelite vahel kohe ei näita, nagu seda tegid vanemad Solid Edge'i versioonid.

4. Selleks, et näha detailide vahel olevaid sidemeid, vali tööriist `Select` ja klõpsa uuritava detailil, tabureti jalal. Aktiveeritud detail muudab värvi ja ajaloo puusse kuvatakse olemasolevad sidemed (vt joonis 12-12b).
5. Teise jala lisamiseks on võimalik kasutada tööriista `Mirror`:
 - peatööriistaribalt grupist `Pattern` (muster, mall) aktiveeri tööriist `Mirror`, klõpsates vasakul hiireklahvil (vt joonised 12-2 ja 12-13a);
 - klõpsa peegeldatavale pinnale, mille suhtes soovid detaili peegeldada, see pind peab olema tulevase koostu sümmeetriapind (vt joonis 12-13a);
 - seejärel klõpsa peegeldatavale detailile (tabureti jalale), nüüd muutuvad detaili servad eredavärvilisteks (rohelisteks) ja detail on aktiveeritud (vt joonis 12-13a);
 - edasi klõpsa äsja tekkinud muutuval tööriistariba nupul `Accept` (nõus, vt joonis 12-13a), seejärel lisab arvuti peegeldatava detaili ja avab dialoogiakna töölaual peegeldatud detaili seadistamiseks, nõustu vaikimisi oleva seadistusega, klõpsates dialoogiaknas `OK` (vt joonis 12-13b);



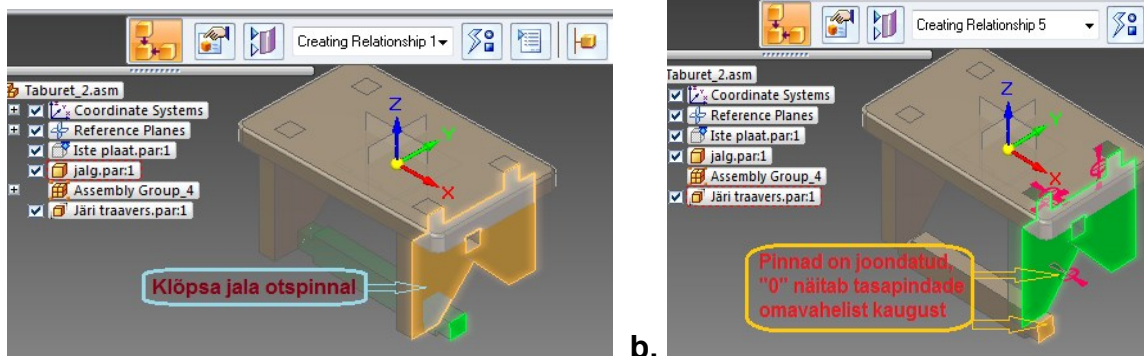
Joonis 12-13. Detaili peegeldamine peegelpinna suhtes: a – määratud on peegelpind – sümmeetriapind (siin yz-pind) – ja aktiveeritud tabureti jalg; b – pärast seadistusega nõustumist on jala peegelkoopia tehtud (jääb veel lõpetada tegevus)

- peegeldatava detaili lisamise lõpetamiseks klõpsa muutuval tööriistaribal oleval nupul **Finish**, dialoogiaken sulgub ja järjekordne detail koos vajalike sidemetega on tööriista *Mirror* abil lisatud (vt joonis 12-13b).
6. Viimase detailina too servaribalt detailide loetelust töölauale järi traavers ja loo vajalikud sidemed.
- Otsi servaribalt üles ja aktiveeri **Järi traavers** ning lohista see töölauale (põhjalikumat kirjeldust vt peatüki 12.2.1 punktis 6);
 - Vaikimisi on aktiivne tööriist **FlashFit** (kiirpaigaldus, programm valib seoste liigi ise), aktiveeri muutuval tööriistaribal käsunupp **Planar Align** (pindade joondamine) ja klõpsa kursoriga traaversi tapi otspinnal (vt joonis 12-14b).




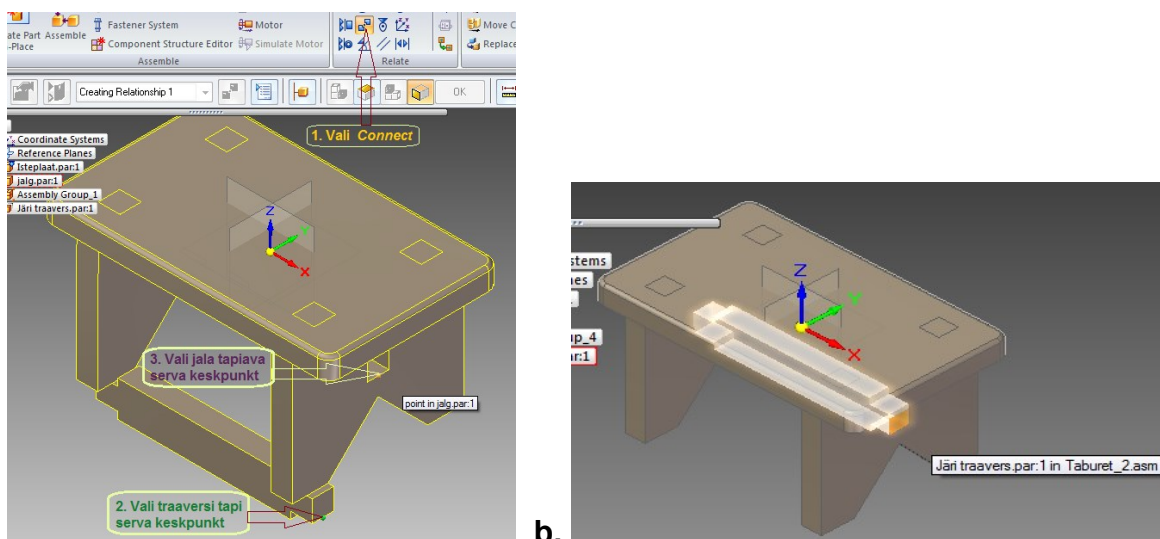
Joonis 12-14. Järi traaversi paigaldamine koostu: a – traavers on toodud kataloogist ekraanile; b – seose lisamine traaversi tapi otspinnale (tapi otspind on aktiveeritud)

- Järgmisena aktiveeri jala otspind (vt joonis 12-15a), arvuti joondab järi traaversi tapi otspinna ja jala otspinna ühele tasapinnale ehk nihutab traaversit tahapoole, kuni traaversi tapi otspind langeb kokku tabureti jala otspinnaga (vt joonis 12-15b).




Joonis 12-15. Järi traaversi paigaldamine koostu: a – teine hiireklõps tehakse tabureti jala otspinnal; b – traaversi tapi otspind on viidud tabureti jala otspinnaga samale tasapinnale

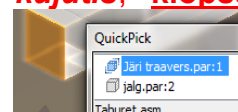
- Nüüd vii traaversi otsatapp tabureti tapiavasse ja kinnita see seal. Selleks vali grupist *Relate* käsk  *Connect* (ühenda), mine kursoriga traaversi tapi otspinna alumisele servale ja oota veidi. Klõpsa vasakul hiireklahvil, kui serva keskele ilmub punkt (*Midpoint*, vt joonis 12-16a). Seejärel mine tabureti jala tapiava alumisele servale, selle keskele ilmub samuti punkt (*Midpoint*, vt joonis 12-16a), millele klõpsates arvuti ühendab need kaks punkti. Seejärel läheb järi traavers tapiavasse (vt joonis 12-16b) ja tabureti virtuaalne mudel on kokku pandud.



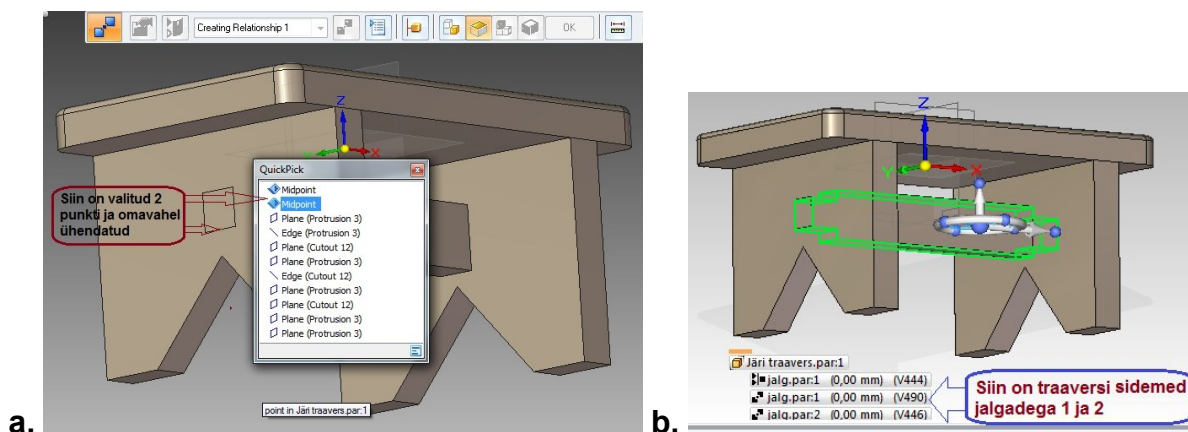
Joonis 12-16. Järi traaversi paigaldamine koostu: a – käsu *Connect* (ühenda) kasutamisel ühendatavate punktide valimine vastavatel traaversi tapi ja jala tapiava servadel; b – valitud punktid on kokku viidud ja tabureti virtuaalne mudel on kokku pandud

- Selleks et traavers lõplikult oma kohale paigutada, pööra taburet teisipidi (teise jala otspind koos traaversi tapiga muutub nähtavaks), vali siin samuti  *Connect* (ühendama) ja nii nagu eelmises punktis kirjeldatud, vali traaversi tapi serval ja jala vastaval serval punkt ning ühenda need punktid (vt joonis 12-17). Punktide täpsemaks valikuks oota, kuni kursori juurde tekib **hiire kujutis, klõpsa**

paremale hiireklahvile, misjärel avaneb kiirvalikumenüü



Seejärel vali menüü loetelust vajalikud detailide servad, kuhu panna punktid.



Joonis 12-17. Järi traaversi paigaldamine koostu: a – traaversi teise otsatapi ühendamine teise jala tapiavaga; b – sidemete loetelu traaversi ja tabureti jalgade vahel

See oli üks viis traaversile sidemete loomiseks tabureti jalgadega ja traaversi tabureti koostus vajalikule kohale paigutamiseks. Sama tulemuse võib saavutada ka teiste sidemete abil, näiteks:

- kasutades ainult seost **Planar Align** (pindade joondamine) erinevate traaversil olevate pindade joondamiseks jala tapiava pindadega;
- kasutades seoseid **Planar Align** (pindade joondamine) ja **Mate** (paari, kokku panema) osade traaversil olevate pindade joondamiseks jala tapiava pindadega ning ühe traaversi pinna kokkuviiamiseks tapiava pinnaga tabureti jalal.

7. Tabureti virtuaalne mudel on valmis, lisatud on vajalikud sidemed (traaversi ja tabureti jalgade vahelisi sidemeid vt joonisel 12-17).

8. Salvesta (**Save**) koostumudeli fail vajalikku kataloogi (siin kataloog „Tabureti valmistamine“).

12.2.2. Koostu mudelist joonise valmistamine

Koostejoonise ja selle kasutamise kohta on lähemalt kirjutatud peatükis 8.2, peatükis 11.6 on kirjeldatud üksikasjalikult 3D-mudelitest 2D-jooniste valmistamist. Siin alapeatükis neid teemasid põhjalikumalt ei käsitleta.

Koostu virtuaalsest mudelist joonise genereerimine on sarnane detailide 3D-mudelitest tööjooniste valmistamisega, välja arvatud mõned väikesed erinevused. Siinses peatükis on rohkem tähelepanu pööratud just nendele üksikutele iseärasustele (tükitabel; osanumbrid ja nende paigutus; detailid, mida koostejoonistel ei lõigata jne). Siin vaadeldakse üldist tegevusjärjekorda, kuidas valmistada koostu 3D-mudelist koostejoonis koos osanumbrite ja tükitabeliga.

Kõigepealt on oluline, et jooniselehe tagapõhi 2D-projekterimiskeskonnas on nõuetekohaselt vormistatud.

1. Istepingi (tabureti) 3D-mudelist joonise tegemiseks ava oma kataloogist joonisefaili A3-formaadis leht (uue lehe avamise kirjeldust vt peatükis 11.6).
2. Kasutades tööriista *View Wizard*, vali manus (*Select Attachment*), s.t otsi üles istepingi (tabureti) 3D-mudel kas avanenud dialoogiaknast või kui seda seal ei ole, siis mine käsunupu *Browse* (sirvi) kaudu kataloogi „Tabureti valmistamine“ ja otsi sealt üles istepingi koostu 3D-mudeli salvestatud fail (siin **Taburet_2**). Jälgi, et failitüüp oleks *Assembly Document (*.asm)* Files of type: Assembly Document (*.asm).



3. Ava (*Open*) valitud istepingi koostu fail. Avaneb dialoogiaken **Drawing View Creation Wizard**, kus on mõned muudatused võrreldes üksikmudelitest kujutiste genereerimisega. Kuna istepingi joonisel tuleb teha lõikeid ja varjatud kontuure joonisel ei kujutata, siis eemalda kontrollmärgid **Accept** (nõus) aknakestest **Orthographic views** gruppidest

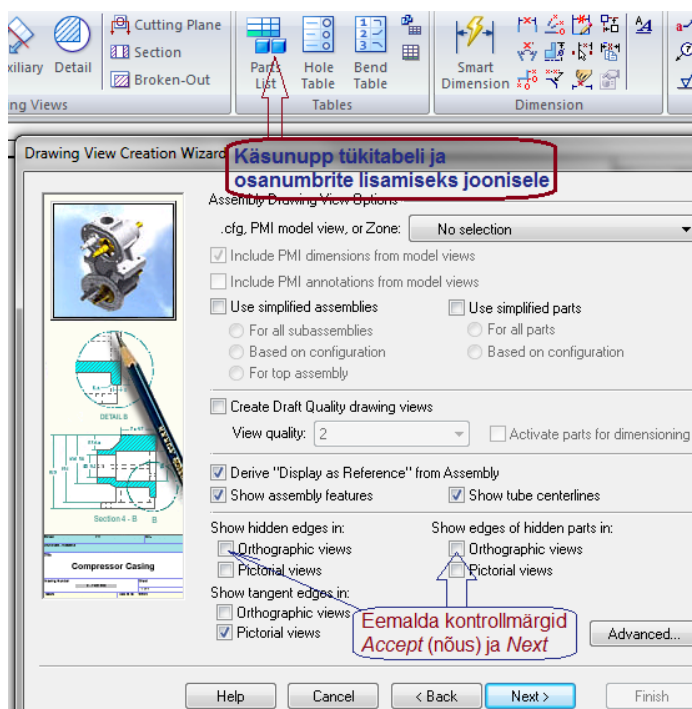
Show edges of hidden parts in:
(varjatud detailide varjatud kontuurid) ja Show hidden edges in:
(nähtavate detailide varjatud kontuurid. Vt selle kohta joonis 12-18.

4. Peatükis 11.6 esitatud kirjelduse järgi vali vajalikud joonise kujutised (vt peatükist 8.2.2 näidet joonisel 8-9) ja lisa need jooniselehele vajalikku kohta nii, et kujutiste vahele oleks võimalik hiljem lisada mõõtmed ja osanumbrid ning vajadusel paigutada nurgatabeli kohale vabale joonisepinnale tükitabel (vt joonis 12-19).

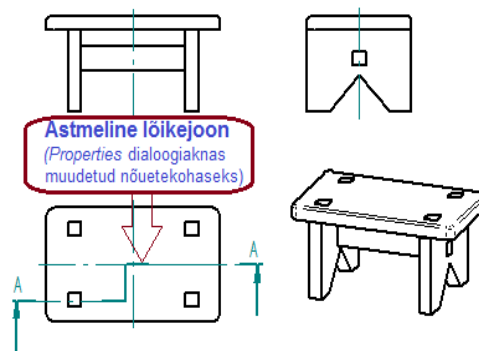
5. Vormista liitlõige, selleks aktiveeri vajalikud tööriistad, lisa sümmeetriateljed, tõmba lõiketapasinda kujutav astmeline joon ja tee astmeline lõige (kirjeldust vt peatüki 11.9 punktides 3 ja 4). Liitlõike vormistamine erineb liitlõike vormistamisest selle poolest, et sirglõigu asemele tuleb tõmmata astmeline joon, mis läbib tapiavasid, sest lõiketapasinnad on paralleelsed ja paiknevad astmeliselt (näidet vt joonistel 8-9 ja 12-19).

6. Kustuta olemasolev eestvaade ja genereeri lõikejoonest astmeline lõikekujutis, mis aseta kustutatud eestvaate asemele (vt peatüki 11.9 punktid 3 ja 4). Vaated ja lõikekujutis peavad olema omavahel projektsiooniliselt joondatud.

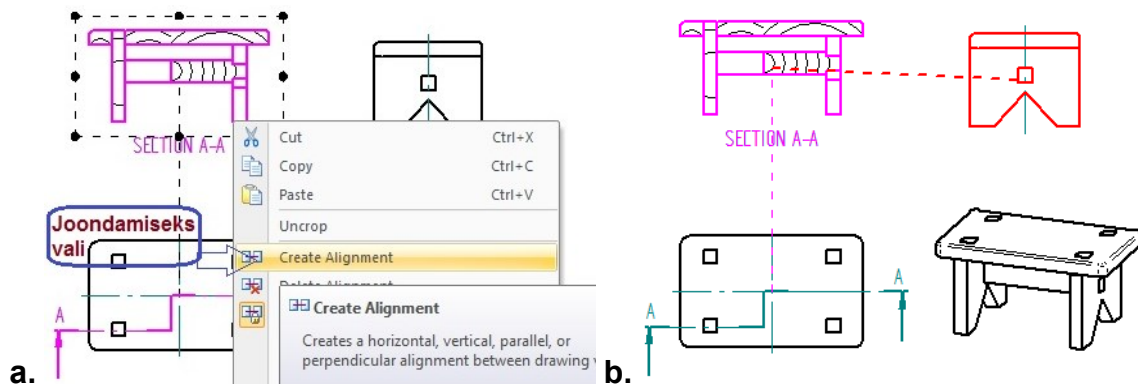
Joondamiseks vali  **Select** ja klõpsa lõikekujutisel paremat hiireklahvi, seejärel ilmub rippmenüü, kust vali  **Create Alignment** (loo joondamine) ning klõpsa paremaltvaatel vasaku hiireklahviga (vt joonised 12-20a ja 12-20b). Nüüd on kõik kujutised joondatud ja projektsioonilises seoses (vt joonis 12-21).



Joonis 12-18. Projekteerimiskeskonna ISO Draft fragment, joonise vaadete kujundamise dialoogiaknas on joonise kujutistelt eemaldatud varjatud kontuurid (kastikestest on eemaldatud linnukesed)

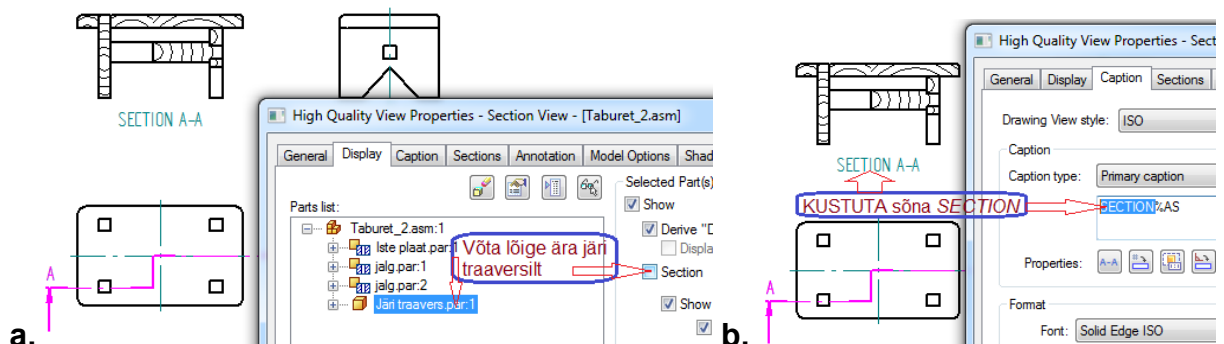


Joonis 12-19. Istepingi kujutised on paigutatud jooniselehele, lähtekujutisele on tõmmatud astmelise lõike lõikejoon ja näidatud lõike suund



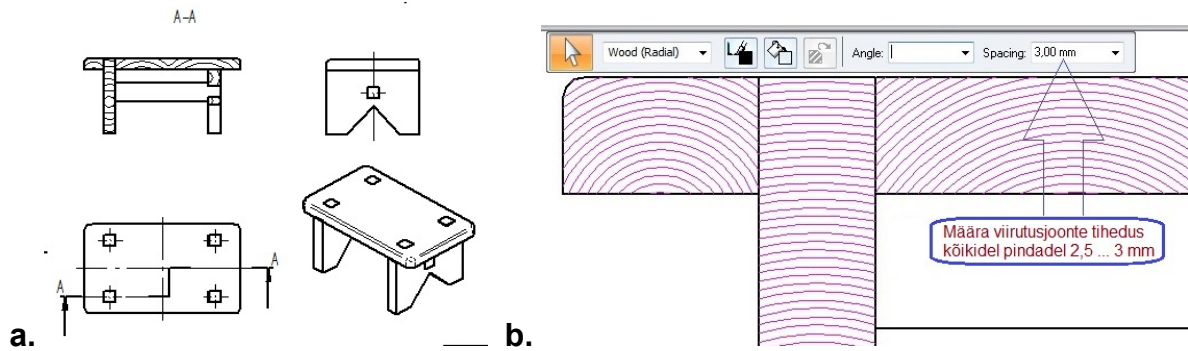
Joonis 12-20. Istepingi joonise valmistamine: a – kolmvaate vaadete joendamise käsu valimine; b – projektsiooniliselt joondatavate vaadete valimine

7. Kuna järi traavers on latikujuline täismaterjalist detail, tuleb traaversi lõikeosalt viirutus eemaldada (vt joonis 12-21), selleks vali tööriist **Select** ja klõpsa lõikekujutisel, ilmunud muutuval tööriistaribal klõpsa ikoonil **Select - Properties** (vali – omadused). Avanenud dialoogiaknas aktiveeri saki **Display** (ekraan) alt "Järi traavers" ja eemalda sellelt lõige. Selleks võta ära linnuke nupu **Section** (lõige) eest (vt joonis 12-21a). Samas dialoogiaknas mine sakile **Caption** (märkus, pealkiri), kustuta kastist sõna **SECTION** ja vajuta OK.



Joonis 12-21. Istepingi joonise valmistamine: a – järi traaversilt lõike (viirutuse) eemaldamine; b – sõna **SECTION** kustutamine lõike pealkirja eest







8. Kujutise ümber tekib hall kast, see viitab muudatuse vajalikkusele kujutisel. Klõpsa peatööriistaribal oleva nupul **Update Views**. Nüüd on joonisele tehtud muudatused (vt joonis 12-22a). Viirutusjoonte vahekaugus on mõnel lõikepinnal liiga suur. Viirutusjoonte vahekauguse muutmiseks vali tööriist **Select**, klõpsa lõikekujutisel paremat hiireklahvi ja vali avanenud rippmenüüst **Draw in View** (joonest vaatel). Ekraanile jääb nüüd ainult lõikekujutis. Hoides seal all **Shift**-klahvi, aktiveeri kõik viirutatud pinnad, seejärel kirjuta sobiv viirutusjoontevaheline kaugus (2,5...3,0 mm) muutuval tööriistaribal olevasse kastikesse **Spacing: 3,00 mm** (vt joonis 12-22b).

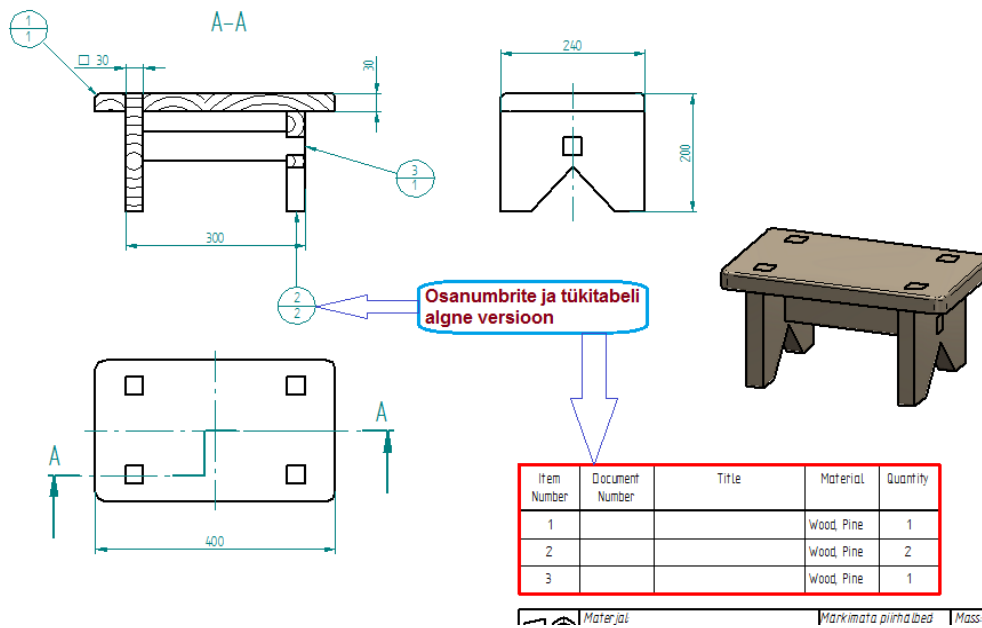


Joonis 12-22. Istepingi joonise valmistamine: a – traaversilt on viirutus eemaldatud; b – löikekujutisel on löikepindade viirutustihedus ühtlustatud

Istepingi koostejoonise kõik vajalikud kujutised on paigutatud jooniselehele. Joonis on vaja mõõtmestada ning lisada osanumbrid ja tükitabel, nende lisamiseks kasutatakse peatööriistaribal olevat tööriista *Parts List* (tükitabel, vt joonis 12-18).

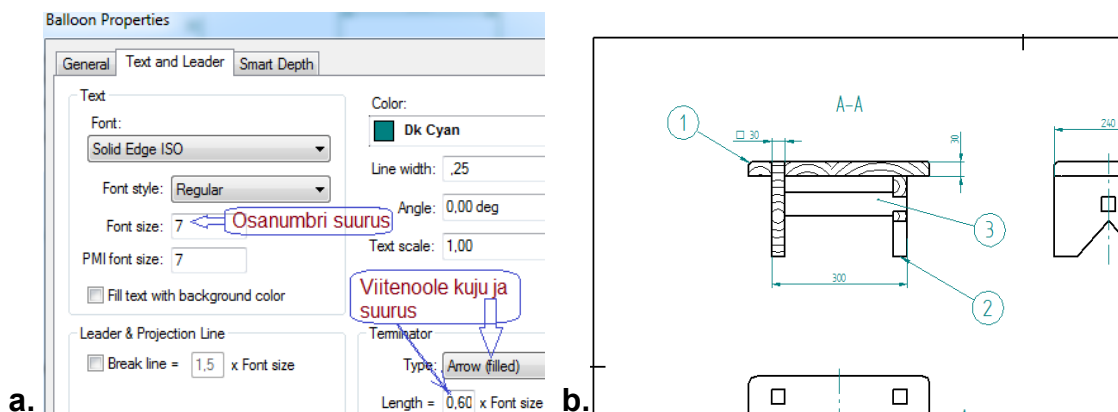
9. Tükitabeli ja osanumbrite lisamiseks toimi järgmiselt.

- Mõõtmesta joonis (vt joonis 8-9).
- Aktiveeri tükitabeli ja osanumbrite lisamise tööriist  **Parts List** (tükitabel) peatööriistaribal (vt joonis 12-18) ning klõpsa kujutisel, millele soovid lisada osanumbrid. Töölauale tekib muutuv tööriistariba ja kui soovid lisada kujutisele osanumbrid, siis jäta osanumbrite ikoon  **Parts List - Auto-Balloon** (tükitabel – automaatne nummerdamine) aktiivseks või aktiveeri see. Tükitabeli lisamiseks joonisele peab aktiivne olema ka tükitabeli ikoon  **Parts List - Place List** (tükitabel – paiguta tükitabel). Sel juhul ilmub kursori juurde tükitabeli piirjoontega ristkülik. Kui soovid lisada joonisele ainult osanumbrid, siis deaktiveeri muutuvalt tööriistaribalt tükitabeli ikoon.
- Vii kursori juures oleva tükitabeli kontuuriga ristkülik nurgatabeli kohale (soovi korral võib selle algul paigutada ka mujale vabale pinnale) ja klõpsa hiireklahvile. Arvuti lisab osanumbrid varem aktiveeritud kujutisele ja vaikimisi programmeeritud tükitabeli, mille päises on ingliskeelne tekst, mida Eestis üldjuhul ei kasutata (vt joonis 12-23).
- Korrigeeeri osanumbrite kujutamist ja paigutust, et need vastaksid osanumbrite joonisele kandmise nõuetele (vt peatükki 8.2.1, kus esitatud nõuded vastavad standardile ISO 6433-1981):
 - vali tööriist  **Select**, **hoides Shift-klahvi all**, tee aktiivseks kõik osanumbrid ja võta osanumbrite juurest ära tükiarvud, inaktiveerides muutuval tööriistaribal käsunupu  **Select - Item Count** ;
 - vali  **Select - Properties** (vali – omadused), seejärel ilmub dialoogiaken *Balloon Properties* (osanumbri omadused, vt joonis 12-24a), muuda siin saki *Text and Leader* (tekst ja viitejoon) all järgmisi andmeid: määra teksti kõrguseks **Font size: 7** ja viitejoone noole pikkuseks **Length = 0,60 x Font size** grupist *Terminator* ning vajuta **OK**;



Joonis 12-23. Projekteerimiskeskonna ISO Draft ekraanipildi fragment. Kujutisele on lisatud osanumbrid ja nurgatabeli kohale tükitabeli algne versioon




- o osanumbri **3** noolega viitejoone asemel pane traaversi pinnale punkt koos viitejoonega, selleks aktiveeri see osanumber, muutuval tööriistaribal inaktiveeri ikoon **Select - Leader** (vali – viitejoon), peamenüürealalt grupist **Annotation** (marginaalimärk) vali **Leader** (viitejoon), muutuvalt tööriistarealt vali **Properties** (omadused). Seejärel ilmub dialoogiaken **Leader Properties** (viitejoone omadused), vali sealt grupist **Terminator** noole asemel **Type: Dot** (punkt) ja punkti suuruseks **Length = 0,60 x Font size** ning vajuta **OK** (vt joonis 12-24b);

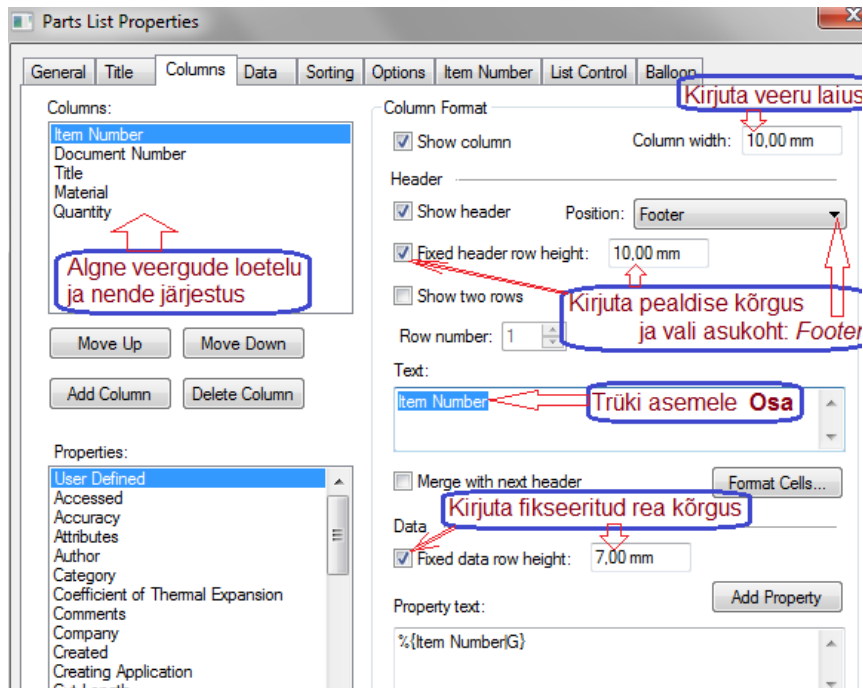


Joonis 12-24. Osanumbrite kujutamine ja paigutamine: a – osanumbrite ja viitejoone noole suuruse määramine; b – osanumbrid on joondatud (2 ja 3 on vertikaalses tulbas)

- o vali tööriist **Select**, vii kursor osanumbriale ja **vasakut hiireklahvi all hoides** lohista osanumbrid veergudesse või ridadesse või paiguta mõne muu loogilise süsteemi järgi (vt joonised 8-9 ja 12-24b, samuti vt peatükki 8.2.1).

10. Tükitabeli päise keele ja formaadi muutmiseks (tükitabeli mõõtmeid vt jooniselt 8-6) toimi järgmiselt.

- Vali tööriist  *Select*, vii kursor tükitabeli peale. Kui tükitabel muutub punaseks, klõpsa vasemale hiireklahvile. Avanenud muutuval tööriistaribal vali  **Select - Properties** (vali – omadused), seejärel avaneb dialoogiaken  **Parts List Properties**



Joonis 12-25. Tükitabeli vormingu muutmise dialoogiaken, kus on aktiveeritud veergude (*Columns*) jaotuste ja vormingu muutmise aken, algne seadistus avaneb vaikimisi

(tükitabeli omadused, vt joonis 12-25).


- Muuda esimese vasakpoolse veeru tekst (*Item Number*) eestikeelseks, trüki lahtris *Text: Item Number* asemele **osa** (vt joonis 12-25). Veeru laiuks trüki lahtris *Column width: 10 mm* (vt joonis 12-25).

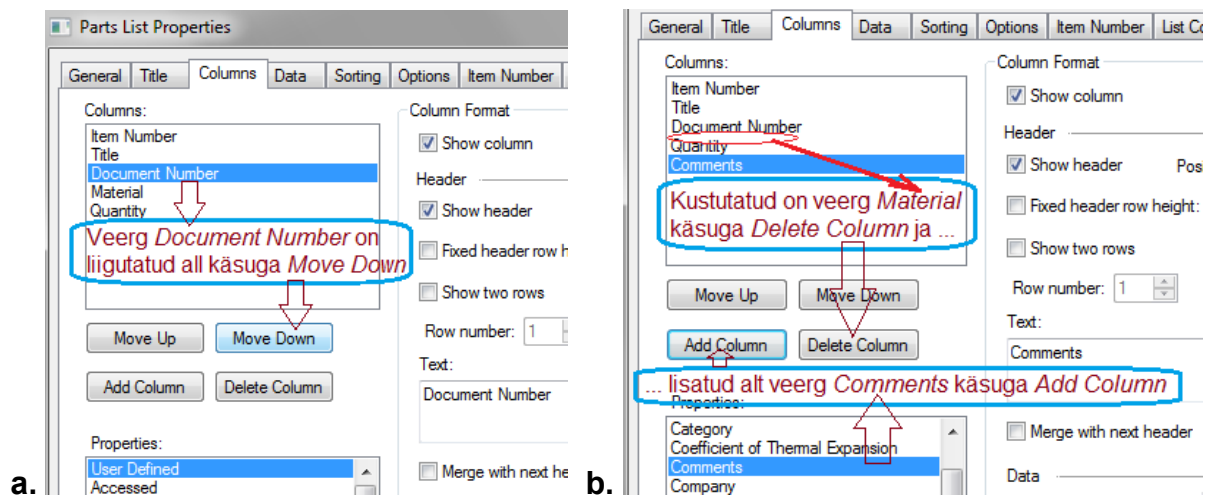
- Tükitabeli päise kõrguseks trüki lahtris *Fixed header row height 10 mm* ja paiguta see nurgatabeli kohale jalusesse. Asenda päise asukoht lahtris

Position: **Header**

valikutest

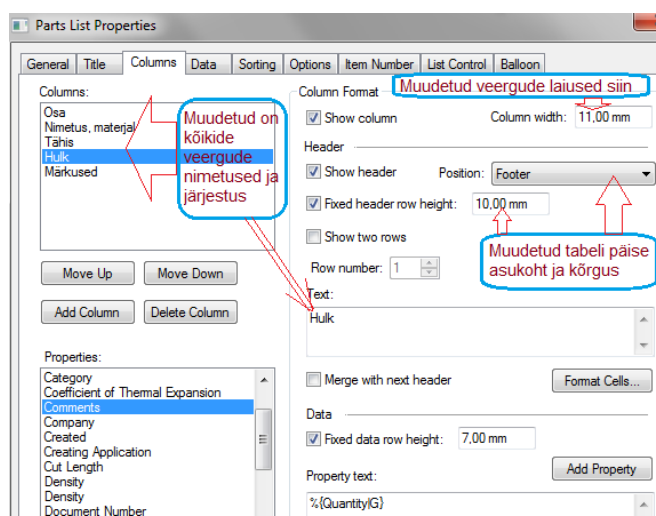
jalusesse (*Footer*, vt joonis 12-25).

- Tükitabeli ridade kõrgus märgi fikseeritaks ja trüki lahtrisse *Fixed data row height 7 mm* (vt joonis 12-25).
- Tükitabelis (vt joonis 8-6) on järgmine veerg **nimetus, materjal** (veeru laius 90 mm), dialoogiaknas  **Parts List Properties** on seesama veerg *Title* (nimetus) kolmas valik (vt joonis 12-25). Dialoogiaknas on vaja see veerg üles tõsta ja veeru tähis (*Document Number*) alla liigutada, selleks aktiveeri dialoogiaknas veergude (*Columns*) kastis **Document Number** (tähis) ja klõpsa käsunupul **Move Down** (liiguta alla, vt joonis 12-26a).
- Samal põhimõttel, nagu oli muudetud veergu **osa**, muuda ka teiste veergude vormingut. Veergude mõõtmed on esitatud joonisel 8-6 (vt ka joonist 12-27).
- Algses veergude loetelus (vt joonis 12-25) puudub veerg **märkused**, samas on eraldi veerg *Material* (materjal, vt joonise 8-6 viimane veerg). Kustuta veerg *Material*, selleks aktiveeri veergude loetelus see veerg ja kustuta käsuga **Delete Column** (kustuta veerg, vt joonis 12-26b). Tükitabelisse veeru lisamiseks aktiveeri alt kastist *Properties* (omadused) **Comments** (märkused) ja lisa see tükitabeli veergude loetelusse käsuga **Add Column** (lisa veerg, vt joonis 12-26b).



Joonis 12-26. Tükitebli vormingu muutmine: a – tükitebli veergude järjestuse muutmine; b – veeru kustutamine ja uue veeru lisamine

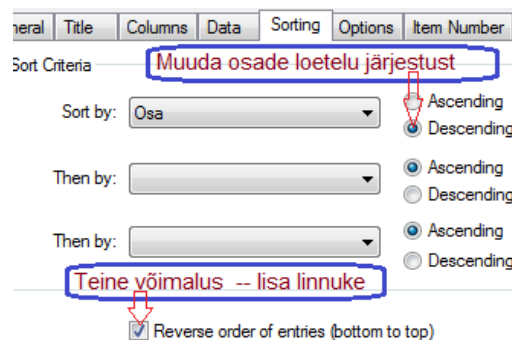
- Samas dialoogiaknas tükitebli osade numeratsiooni järjestuse muutmiseks alt üles aktiveeri sakk *Sorting* (sorteerimine). Seejärel vali *Sort Criteria* (sorteerimise kriteerium), kasti *Sort by* muuda osanumbrite loetelu järjestust alt üles (*Descending*, vt joonis 12-28). **Teine võimalus** on panna linnuke kastikesse *Reverse order of entries (bottom to top)*, mis pöörab loetelu järjestust alt üles (vt joonis 12-28).



Joonis 12-27. Tükitebli vormingu muutmise dialoogiaken, kus on lõpetatud tükitebli veergude (*Columns*) vormingu muutmine

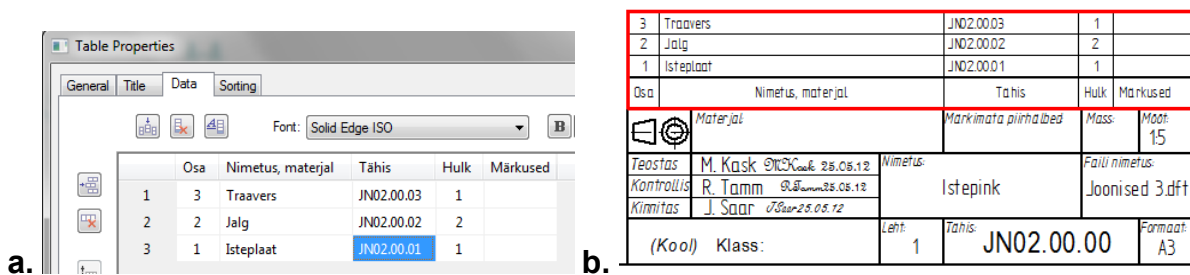
NB! Mõlemat varianti korraga ära kasuta.

- Lõpetuseks klõpsa nupul **OK** dialoogiakna alumises servas ja võta tükitebli parempoolsest alumisest nurgast kinni ning vii see kokku nurgatabeli ülemise servaga (vt joonis 12-29b).
- Vali tööriist **Select**, klõpsa parema hiireklahviga tükitebli raamil. Seejärel ilmub rippmenüü, kus muuda tükitebel tabelifailiks **Convert to Table**. Klõpsa uuesti parema hiireklahviga tükitebli raamil ja vali rippmenüüst *Properties* (omadused),



Joonis 12-28. Tükitebli osade loetelu järjestuse (alt üles) muutmine

seejärel ilmub dialoogiaken **Table Properties** (tabeli omadused, vt joonis 12-29a), kus täida tükitabeli vajalikud lahtrid (vt joonised 8-9 ja 12-29). Täida nurgatabel ja vajuta **Save** (salvesta).

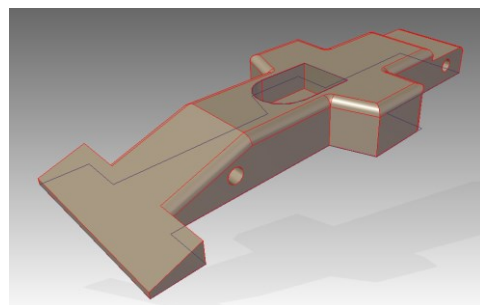


Joonis 12-29. Tükitabeli lahtrite täitmine: a – tükitabel on muudetud tabelifailiks ja tükitabeli lahtrid täidetakse tabeli omaduste (*Table Properties*) dialoogiaknas; b – täidetud tüki- ja nurgatabel jooniselehel, tükitabeli võimaluste dialoogiakna seadistused on tükitabelis rakendatud

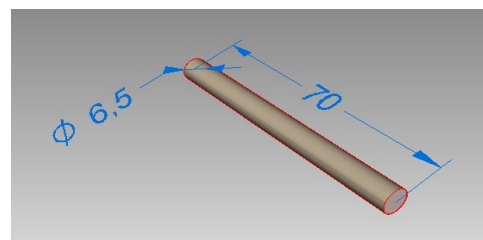
12.3. VORMELI detailide ning koostu 3D-mudelite ja jooniste valmistamine

Järgnevas peatükis tuuakse üks näide toodete konstrueerimisest (vt joonis 12-33), millega peaksid hakkama saama kursuse läbinud õpilased. Sellise toote, näiteks laste mänguauto, saaksid õpilased koolitöökojas ka ise valmis teha.

1. Esmalt valmista **kere** 3D-mudel joonise JN05.00.01 järgi (vt lisa 5 joonis L-1). Kasuta selleks käske *Extrude* (eend) ja *Cut* (väljalõige, vt joonis 12-30).
2. Teiseks valmista **ratta telje** 3D-mudel. Kasuta selleks käsku *Extrude* (eend). Autol on kaks ühesugust telge. Telje pikkus on 70 mm ja läbimõõt 6,5 mm. Võid valida ka mõne muu sobiva läbimõõdu, kuid pead jälgima, et auto keres olev ava oleks 0,2...0,5 mm suurem võlli läbimõõdust, sest võll peab keres vabalt pöörlema (vt joonis 12-31).
3. Kolmandaks tee auto **ratta** 3D-mudel (vt joonis 12-32). Kõik neli ratast on ühesugused. Kasuta selle valmistamiseks käske *Extrude* (eend, läbimõõt 30 mm ja laius 20 mm) ja *Cut* (väljalõige, telje ava läbimõõt 6,5 mm). Telje ava võid teha läbi kogu ratta või jätta selle ka otsast 2...3 mm ulatuses läbi puurimata (teha umbavana). Ratta servadele lisa ümardusraadiused käsuga *Round*. Raadius R on 3 mm, võid valida ka mõne muu sobiva raadiuse (vt joonis 12-32).

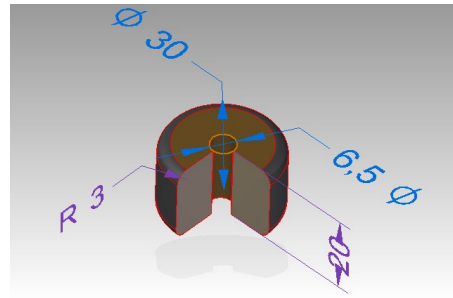


Joonis 12-30. Autokere virtuaalne mudel perspektiivis



Joonis 12-31. Auto ratta telje virtuaalne mudel perspektiivis (koos mõõtetega)

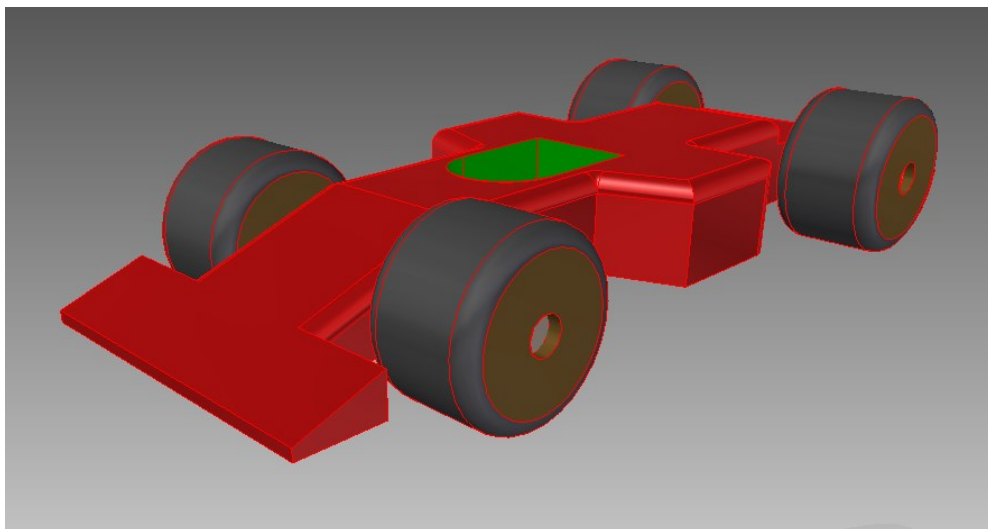
4. Pane vormeli mudel koostamiskeskonnas ISO Assembly kokku, kasutades samu käske nagu tabureti kokkupanekul (kirjeldust vt peatükist 12, vt ka joonis 12-33 ja lisast 5 joonis L-5).
5. Valmista detailide tööjoonised (auto kere tööjoonist vt lisa 5 jooniselt L-1) ja auto koostejoonis (vt lisa 5 joonis L-2).



Joonis 12-32. Auto ratta virtuaalse mudeli kujutis veerandi väljalõikega ja kõigi vajalike mõõtmetega

Auto kõik detailid tuleks teha puidust, sel juhul oleks auto tehtud taastuvatest materjalidest ja seda oleks võimalik keskkonnasõbralikult utiliseerida. Mänguasi on disainitud nii, et ta oleks kasutamisel ohutu. Alloleval pildil ei ole kasutatud paljusid programmi visualiseerimise võimalusi, mis muudaksid mudeli fotorealistlikuks ja efektseks, kuna see ei ole õppematerjali põhieesmärk. Auto erinevatele pindadele on lisatud ainult värvid ja virtuaalne mudel on muudetud perspektiiviks (vt joonis 12-33).

Kui auto teha naturaalsest puidust, võib jätta selle värvimata, sest naturaalne puidutekstuur on alati ilusam ja loodussõbralikum. Soovi korral võivad õpilased lisada auto tagaossa spoileri, piloodi kokpiti, erinevaid tekste kerele ja muid huvitavaid elemente.



Joonis 12-33. Kokkupandud auto virtuaalne mudel perspektiivis

Kokkuvõte koostamiskeskonna kasutamisest

Eelnevas peatükis on põgusalt kirjeldatud, kuidas kasutada programmi Solid Edge ST-4 koostude valmistamise keskkonnas, kuidas avada koostamiskeskond, kuidas lisada serveriba ja otsida üles koostu 3D-mudeli fail. Koostu kokkupanemise kaudu on õpitud põhiliste koostamistööriistade kasutamist, koostejoonisele omaste muudatuste tegemist ja tükitabeli koostamist, selle veergude jaotuse ja sisu muutmist. Loomulikult ei ole siin käsitletud kaugeltki kõiki programmis esitatud koostamiskeskonna võimalusi ja omadusi.

Programmi Solid Edge ST-4 koostamiskeskond on väga tõhus töövahend ja mitte ainult konstruktorile. Õppematerjal on mõeldud algajatele mudelprojekteerijatele, et alustada koostude kokkupanemist ja seejärel nendest jooniste tegemist vastavalt Euroopas kehtivatele normidele.

KIRJANDUS

- Asi, U. 2009. Tehniline joonestamine. Õpik. Tallinn: Argo, 127 lk.
- Bertoline, G. R. 2009. Introduction to Graphics Communications for Engineers. 4th ed. NY: McGraw-Hill Co., 250 p.
- Bogoljubov 1989 = Боголюбов, С. К. 1989. Черчение. Учебник для средних специальных учебных заведений. 2-е изд. М: Машиностроение, 336 с.
- Fazlulin 2006 = Фазлулин, Э. М. 2006. Инженерная графика. Учебник. М: Академия, 400 с.
- Kogermann, E.; Tapper, V.; Tihase, K. 1985. Joonestamine üldhariduskoolile. Tallinn: Valgus, 128 lk.
- Koloviski, A.; Särak, J. 2006. Insenerigraafika. Juhendmaterjal kaugõppe üliõpilastele. Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 104 lk.
- Riives, J.; Tihase, K. 1983. Joonestamine. Tallinn: Valgus, 456 lk.
- Riives, J.; Teaste, A.; Mägi, R. 1996. Tehniline joonis. Õppeotstarbeline käsiraamat. Tallinn: Valgus, 176 lk.
- Säarak, J.-E.; Sokolov, P. 2007. Arvutigraafika alused Solid Edge'ga. Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 154 lk.
- Technical drawings. ISO Standards Handbook. Vol. 1 Technical drawings in general. 4th ed. (2002). Paris: International Standard Organisation, 826 p.
- Technical drawings. ISO Standards Handbook. Vol. 2 Mechanical engineering drawings. Construction drawings. Drawing equipment. 4th ed. (2002), Paris: International Standard Organisation, 937 p.

LISAD

Lisa 1. Keermete tabelid

Tabel L-1. Meeterkeermed

Tabel L-2. Silindrilised torukeermed

Tabel L-3. Tollkeermed

Tabel L-4. Trapetskeermed

Tabel L-5. Koonilised torukeermed

Lisa 2. Mõnede materjalide võrdlustabel. Tähistusnäited

Lisa 3. Joonestuslehe A3-formaat (horisontaalne)

Lisa 4. Kinnituselemendid

Tabel L-6. Kuuekandilise peaga poldid

Tabel L-7. Kuuekandiline mutter

Tabel L-8. Seib

Tabel L-9. Mõnede kinnituselementide tähistusnäiteid

Lisa 5. Joonised

Joonis L-1. Auto kere JN05.00.01

Joonis L-2. Auto JN05.00.00

Keermete tabelid

Tabel L-1

Meeterkeermes

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

Märkused

1. Keerme läbimõõdu valikul tuleb eelistada esimest rida teisele ja teist kolmandale.
2. Sulgudes olevaid keerme nimiläbimõõte ja samme on lubatud, kuid ei ole soovitatav kasutada.

Tabel L-2

Silindrilised torukeermed

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

Märkus. Keerme läbimõõdu valikul tuleb eelistada esimest rida teisele.

Tabel L-3

Tollkeermed

Keerme nominaalläbimõõt tollides	Keermeniitude arv 1" kohta n	Keermesamm P (mm)	Keerme läbimõõt (mm)	
			Väliline d	Sisemine D_1
$\frac{3}{16}$	24	1,058	4,8	3,4
$\frac{1}{4}$	20	1,270	6,4	4,7
$\frac{5}{16}$	18	1,411	7,9	6,1
$\frac{3}{8}$	16	1,588	9,5	7,5
($\frac{7}{16}$)	14	1,814	11,1	8,8
$\frac{1}{2}$	12	2,117	12,7	10,0
($\frac{9}{16}$)	12	2,117	14,3	11,6
$\frac{5}{8}$	11	2,309	15,9	12,9
$\frac{3}{4}$	10	2,540	19,1	15,8
$\frac{7}{8}$	9	2,822	22,2	18,6
1	8	3,175	25,4	21,3
$1 \frac{1}{8}$	7	3,629	28,6	23,9
$1 \frac{1}{4}$	7	3,629	31,8	27,1
($1 \frac{3}{8}$)	6	4,233	34,9	29,5
$1 \frac{1}{2}$	6	4,233	38,1	32,7
($1 \frac{5}{8}$)	5	5,080	41,3	34,8
$1 \frac{3}{4}$	5	5,080	44,5	37,9
($1 \frac{7}{8}$)	4,5	5,644	47,6	40,4
2	4,5	5,644	50,8	43,6
$2 \frac{1}{4}$	4	6,350	57,2	49,0
$2 \frac{1}{2}$	4	6,350	63,5	55,4
$2 \frac{3}{4}$	3,5	7,257	69,6	60,6
3	3,5	7,257	76,2	66,9
$3 \frac{1}{4}$	3,25	7,815	82,6	72,5
$3 \frac{1}{2}$	3,25	7,815	88,9	78,9
$3 \frac{3}{4}$	3	8,467	95,3	84,4
4	3	8,467	101,6	90,8

Tabel L-4

Trapetskeermed

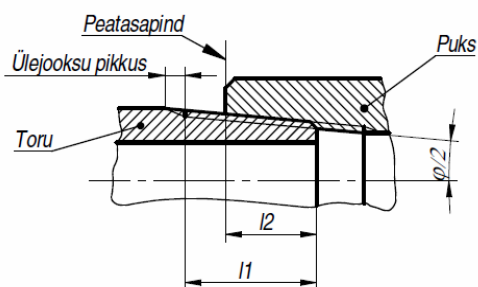
Välisläbimõõt d (mm)			Keermesamm P (mm)			Välisläbimõõt d (mm)			Keermesamm P (mm)		
1. rida	2. rida	3. rida				1. rida	2. rida	3. rida			
10	-	-	-	3	2	-	-	48	12	8	3
12	-	-	-	3	2	50	-	-	12	8	3
-	14	-	-	3	2	-	-	52	12	8	3
16	-	-	-	4	2	-	55	-	12	8	3
-	18	-	-	4	2	60	-	-	12	8	3
20	-	-	-	5	2	-	-	65	16	10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

Märkus. Keerme läbimõõdu valikul tuleb eelistada esimest rida teisele ja teist kolmandale.

Tabel L-5

Koonilised torukeermed

Keerme tingtähis		Keerme läbimõõdud peatasapinnas (mm)		Keermesamm P (mm)	Keerme- niitide arv 1'' kohta	Keerme pikkus (mm)	
Väliskeermel	Sisekeermel	Välisläbimõõt $d = D$	Siseläbimõõt $d_1 = D_1$			l_1	l_2
R 1/8	R _c 1/8	9,728	8,566	0,907	28	6,5	4,0
R 1/4	R _c 1/4	13,157	11,445	1,337	19	9,7	6,0
R 3/8	R _c 3/8	16,662	14,950	1,337	19	10,1	6,4
R 1/2	R _c 1/2	20,995	18,631	1,814	14	13,2	8,2
R 3/4	R _c 3/4	26,441	24,117	1,814	14	14,5	9,5
R 1	R _c 1	33,249	30,291	2,309	11	16,8	10,4
R 1 1/4	R _c 1 1/4	41,910	38,952	2,309	11	19,1	12,7
R 1 1/2	R _c 1 1/2	47,803	44,845	2,309	11	19,1	12,7
R 2	R _c 2	59,614	56,656	2,309	11	23,4	15,9
R 2 1/2	R _c 2 1/2	75,184	72,226	2,309	11	26,7	17,5
R 3	R _c 3	87,884	84,926	2,309	11	29,8	20,6



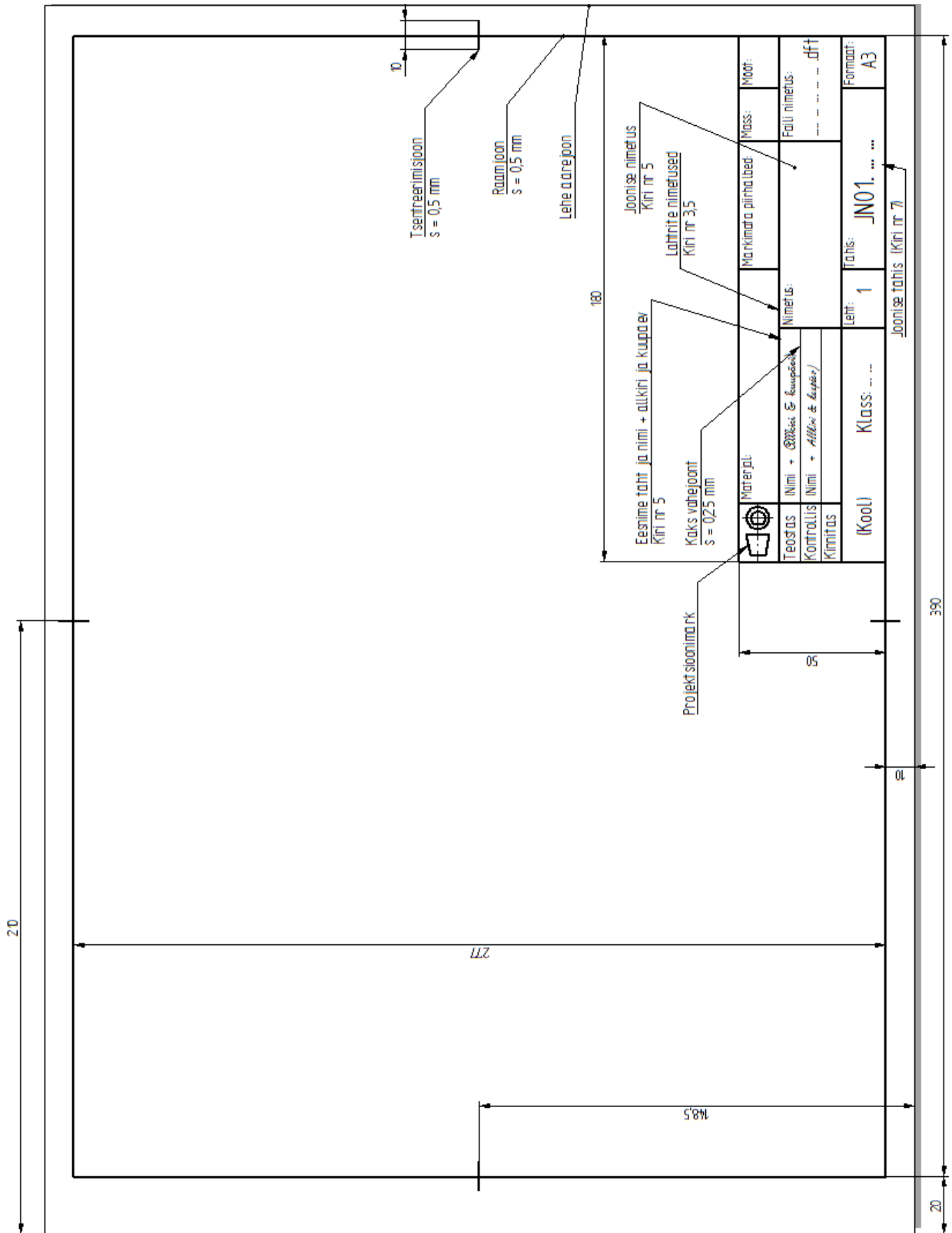
Keerme koonilisus on 1:16
Koonuse nurk $\varphi = 3^{\circ}34'48''$

Mõnede materjalide võrdlustabel. Tähistusnäited

Materjal	Kasutusala	Materjali tähis				
		EN, Saksa DIN	Vene ГОСТ	Soome SFS	Rootsi SS	Suurbritannia BS
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Mittelegeerteras (tavakvaliteetsüsinik-konstruksiooni-teras)	Vähekoormatud keeviskonstruktsioonid, valtsprofiilid, sepised, mittevastutusrikkad masinaosad ja kinnitusdetailid jne	EN 10025 – S235J2G3 EN 10025 – S355J2G3	Cm3kn ГОСТ 380-88 17ГC ГОСТ 380-88	Fe 37D SFS 200 Fe 52D SFS 200	SS-stål 1312-01 SS-stål 2132	BS 4360-40D BS 4360-50D
Kvaliteetsüsinik-konstruksiooni-teras	Kõrgemate tugevuse- nõuetega termotöötuseta ja termiliselt töödeldud masinaosad, kinnitusdetailid jms	EN 10084 – C10E EN 10083-1 – C45E	Teras 08 ГОСТ 1050-88 Teras 45 ГОСТ 1050-88	456 SFS xxx	SS-stål 1265 SS-stål 1672	BS 040 A10 BS 080 M46
Legeeritud kvaliteetterased	Termiliselt töödeldavad suure kulumiskindlusega masinaosad (võllid, hammasrattad, teljed jms)	EN 10083-1 – 37CrS4	40X ГОСТ 4543-71	461 SFS xxx	SS-stål 2541	BS 816 M40
Hallmalm	Valandite valmistamine (vähevastutusrikkad alused, korpusdetailid, rihmarattad jms)	Malm DIN 1691 – GG20	C420 ГОСТ 1412-85	SFS 4855 GRS200	SS-14 0120-00	BS xxx Grade 220
Pronks	Deformeeritavad pronksid (aparaatide detailid, vedrud, hammasrattad, poldid, tihendid, võllid, laagripüksid jms)	Pronks DIN17662 – CuSn6	(Tinavaba pronks)* БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78	CuSn6 SFS 2933	SS-14 5428	B xxx PB103
Messing	Deformeeritavad messingid (stantsitud detailid, kinnitusdetailid, püksid, torud jms)	Messing DIN 17660 – CuZn36Pb1,5	(Deformeeritav messing)* ЛС63-2 ГОСТ15527-70	CuZn36Pb1 SFS 2923	SS-14 5165	BS xxx CZ119
Deformeeritav alumiiniumisulam	Auto ja lennuki kere osad jm detailid, auto- mootori detailid, muud masinaosad.	DIN 1725 – AlCuMgPb DIN 1725 – G-AISI7Mg	Д16 ГОСТ 4784-74 AK7 ГОСТ 4784-74	AlCu4SiMg SFS 2595 G-AISI7Mg SFS 2569	SS-14 4338 SS-14 4244	BS 1490 LM25
Mittemetallid • fluorplast	Dielektrilised kiled, agressiivses keskkonnas töötavad detailid, väikesel koormusel töötavad liugelaagrid, tihend- rõngad jms		Fluorplast-40 ГОСТ 10007-80			
• kartong	Äärikute ja muude ühenduste tihendid		Kartong A2 ГОСТ 9347-74			
• kumm	Liikumate ühenduste tihendid, hõõrdumist takistavad ja löökoormust vastuvõtavad detailid		(Temperatuuri-, happe- ja alusekindel)* Plaat I, ТМКЦ-С-3 ГОСТ 7338-77			
• topendtihend (punutud immutatud ja kuiv nõör)	Ventiili spindli ning muude liikuvate ja liikumatute ühenduste tihendamiseks		(Immutatud)* punutud topend ХБП 12x12 ГОСТ 5152-84			

* Sulgudes olevaid sõnu materjali tähises ei kirjutata.

Joonestuslehe A3-formaat (horisontaalne)



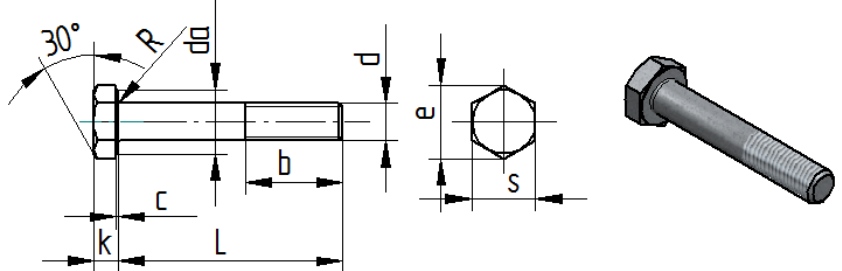
Kinnituselemendid

Tabel L-6

Kuuekandilise peaga poldid

(Mõõtmed vastavad standardile ISO 4014 / DIN 931)

Mõõtmed mm-tes

						Tähistusnäide <i>Polt ISO 4014 M12x60</i>		
d	s	k	c	da	e	R	b, kui L < 125 mm	b, kui L = 125 ... 200 mm
M6	10	4	0,3	10	11,05	0,25	24	--
M8	13	5,3	0,4	13	14,38	0,4	28	--
M10	16	6,4	0,4	16	18,90	0,4	32	45
M12	18	7,5	0,4	18	21,10	0,6	36	49
M14 ¹⁾	21	8,8	0,4	21	24,49	0,6	40	53
M16	24	10	0,4	24	26,75	0,6	44	57
M18 ¹⁾	27	11,5	0,4	27	30,14	0,6	48	61
M20	30	12,5	0,5	30	33,53	0,6	52	65
M22 ¹⁾	34	14	0,5	34	35,72	0,8	56	69
M24	36	15	0,5	36	39,98	0,8	60	73
M27 ¹⁾	41	17	0,5	41	45,20	1,0	66	79
M30	46	18,7	0,5	46	50,85	1,0	72	85

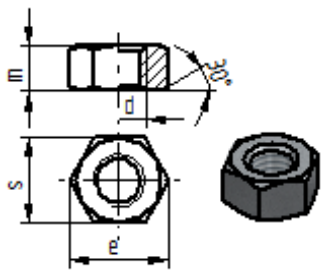
1. ¹⁾ Mitte-eelistatavad mõõtmed
 2. Standard ISO 4014 määrab mõõtmed poldidele M3 kuni M64.
 Poldi pikkus L valitakse järgmisest reast: L = 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 90; 100; 110; 120; 130; 140; 150 mm jne.

Tabel L-7

Kuuekandiline mutter

(Mõõtmed vastavad standardile DIN 934)

Mõõtmed mm-tes

	d	s	e	m
	M6	10	11,05	5
	M8	13	14,38	6,5
	M10	17	18,90	8
	M12	19	21,10	10
	M14	22	24,49	11
	M16	24	26,75	13
	M18	27	29,56	15
	M20	30	32,95	16
	M22	32	35,03	18
Tähistusnäide	M24	36	39,55	19
Mutter DIN 934 M12	M27	41	45,20	22
	M30	46	50,85	24

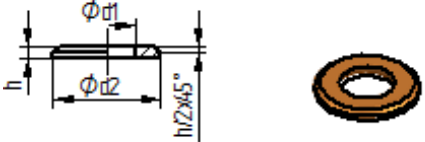
Standard DIN 934 määrab mõõtmed mutritele M2 kuni M100.

Tabel L-8

Seib

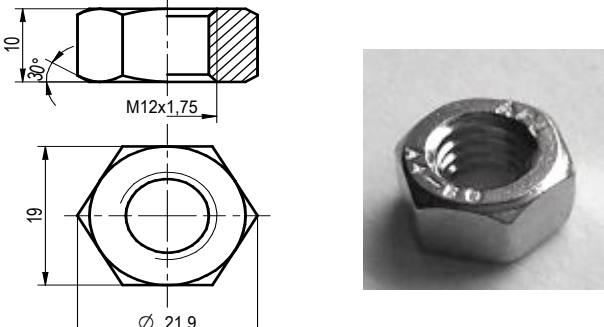
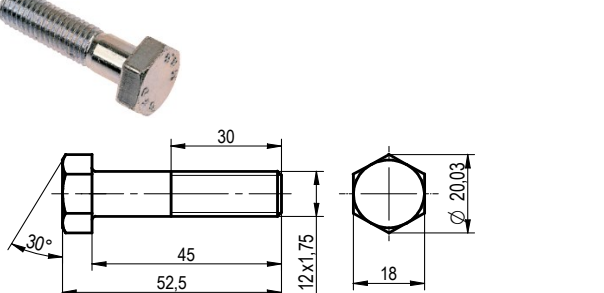
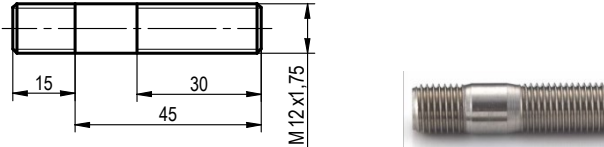
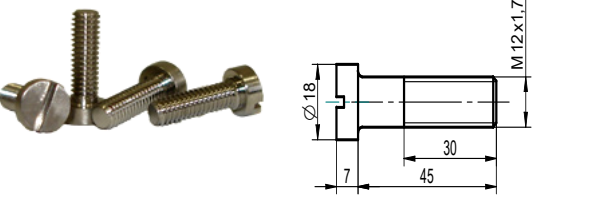
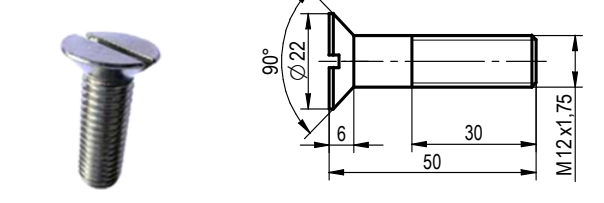
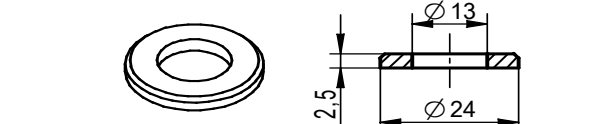
(Mõõtmed vastavad standardile ISO 7090)

Mõõtmed mm-tes

	d	d ₁	d ₂	h	
	6	6,4	12	1,6	
	8	8,4	16	1,6	
	10	10,5	20	2,0	
	12	13	24	2,5	
	14 ¹⁾	15	28	2,5	
	16	17	30	3,0	
	18 ¹⁾	19	34	3,0	
	20	21	37	3,0	
	22 ¹⁾	23	39	3,0	
	Tähistusnäide	24	25	44	4,0
	Seib ISO 7090-12	27 ¹⁾	28	50	4,0
		30	31	56	4,0

1. ¹⁾ Mitte-eelistatavad mõõtmed
 2. Standard ISO 7090 määrab mõõtmed seibidele d = 5 kuni 64 mm.

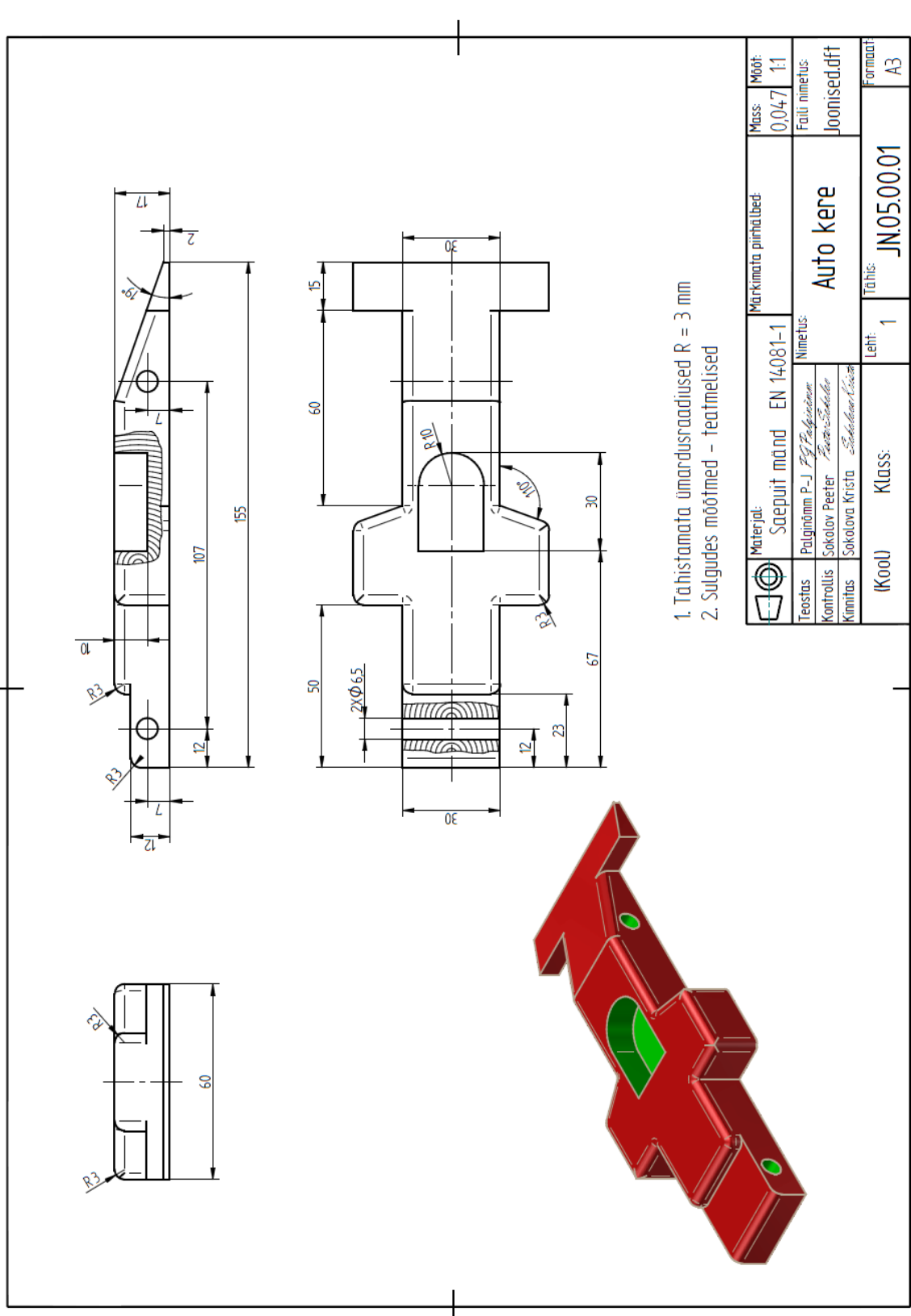
Tabel L-9 Mõnede kinnituselementide tähistusnäiteid

	Kinnituselement ja tema joonis	Standardkohased tähistusnäited
1.		<p>Mutter M12 <i>ГОСТ 5915-70</i> Mutter DIN 934 – M12 Mutter EN 4032 – M12 Mutter ISO 4032 – M12 Mutter BS 3692 – M12</p>
2.		<p>Polt M12x45 <i>ГОСТ 7798-70</i> Polt DIN 931 – M12x45 Polt ISO 4014 – M12x45</p>
3.		<p>Tikkpolt M12x45 <i>ГОСТ 22034-76</i> Tikkpolt DIN 939 – M12x45</p>
4.		<p>Kruvi M12x45 <i>ГОСТ 1491-80</i> Kruvi DIN 84 – M12x45 Kruvi ISO 1207 – M12x45</p>
5.		<p>Kruvi M12x50 <i>ГОСТ 17475-80</i> Kruvi DIN 963 – M12x50 Kruvi ISO 2009 – M12x50</p>
6.		<p>Seib 12 <i>ГОСТ 11371-78</i> Seib DIN 125B-12 Seib ISO 7090-12</p>

Joonised

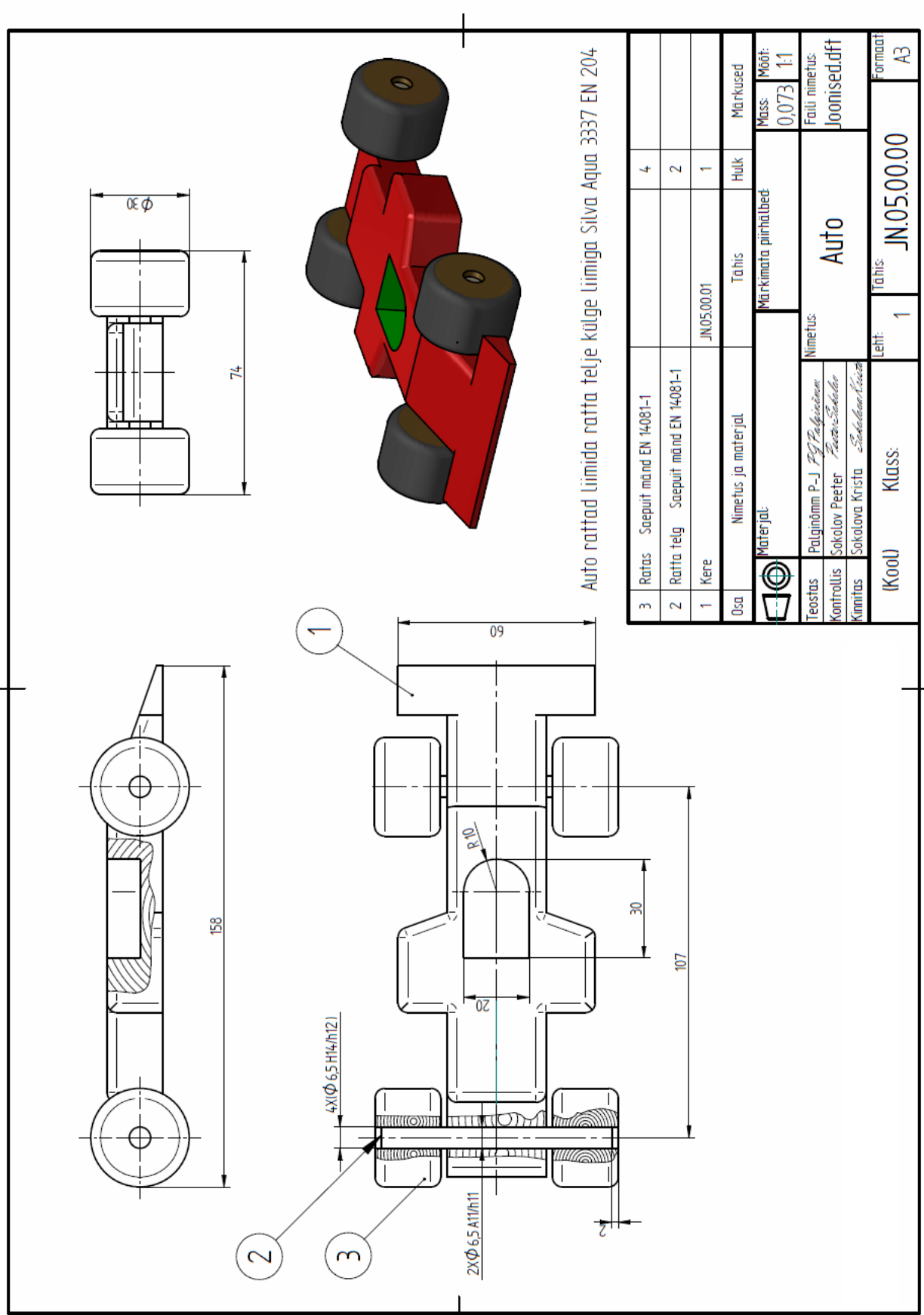
Joonis L-1

Auto kere JN05.00.01



- 1. Tähistamata ümardusraadiused R = 3 mm
- 2. Sulgudes mõõtmed - teatmelised

		Materjal:	Soepuit mand	EN 14081-1	Markimata piirihald:	Mass:	Mööd:
		Teostas:	Paljunõmm P.-J. Põlvaste			0,047	1:1
		Kontrollis:	Sokolov Peeter		Nimetus:	Auto kere	
		Kinnitas:	Sokolova Krista			Joonised.dff	
		(Koolu)	Klass:	Leht:	Tähis:	Formaat:	
				1	JN.05.00.01	A3	



EESTI- JA INGLISKEELSESED TERMINID

- Aksonomeetria* – ruumiline ilmekust taotlev kujutamise meetod, mille puhul kujutiselt oodatakse lihtsust, ilmekust ja telgede suunas mõõdetavust
- Astmeline lõige* – lõikepinnad on omavahel paralleelsed ja astmeliselt nihutatud
- Keere* – pöördkehale moodustatud kruvipind kas pinnalt väljaulatuva lindi või sisselõigatud soone kujul
- Koostejoonis* – tööjoonis, mille järgi ettevõttes pannakse toode kokku varem valmis tehtud üksikdetailidest või väiksematest alamkoostudest
- Lihtlõige* – kujutis, mis saadakse objekti lõikamisel ühe mõttelise tasapinnaga
- Liitlõige* – lõige, mis saadakse objekti mõttelisel lõikamisel mitme tasapinnaga, mis asetsevad omavahel paralleelselt või nurga all
- Lõige* – kujutis, mis saadakse objekti mõttelisel lõikamisel ühe või mitme omavahel paralleelse astmelise või nurga all asetseva tasapinnaga, kusjuures näidatakse seda, mis jääb lõikepinna ja sellest tahapoole
- Murdlõige* – lõige, mis on tehtud detaili sümmeetriatelge läbivate ja omavahel nurga all asetsevate tasapindadega
- Mõõtsuhe* – mõõtkava numbriline väljendus, mis näitab, kui palju on joonis detailist väiksem või suurem
- Normkiri* – kindla tähekuju ja suurusega standardkiri
- Ristisomeetria* – aksonomeetriline kujutis, kus detaili kujutis tuletatakse teljestiku isomeetrilise (võrdmõõdulise) projektsiooni alusel, kasutades ekraaniga ristiolevaid kiiri
- Ristlõige* – kujutis, mis saadakse detaili mõttelisel läbilõikamisel detaili risttasapinnaga ja mille puhul näidatakse ainult lõikavale pinnale jäävat kujutist
- Tükitabel* – koostu juurde kuuluv dokument, mis sisaldab koostu koostisosade loetelu
- 2D Model* – kahemõõtmelise joonise vaade, mida saab töödelda nagu mudelist tehtud vaadet
- Accept* – nõustumise käsk
- Alignment Indicator* – joondamise indikaator
- Alternate Assemblies* – alternatiivsed (alam)koostud
- Analysis Options* – analüüsi omadused
- Application Button* – rakendusnupp
- Apply to Model* – lisa mudelile
- Arc by Center Point* – kaar keskpunkti järgi
- Assembly Environment* – alamkoostude ja koostude koostamise keskkond
- Automatic Center Lines* – automaatsed tsentrijooned
- Auxiliary View* – lisavaade
- Axial Align* – telgede joondamine (koaksiaalsus)
- Blank* – tühi (tühi mõõde)
- Broken-Out* – kohtlõike tegemise tööriist
- Browser* – otsingumootor

Chain – ahel, kett (piki kinnist kontuuri)
Caption – pealkiri
Center Line – tsentrijoon (telg)
Chamfer – faas
Chamfer Options – faasi omadused
Circle by Center Point – ringjoon keskpunkti järgi
Close Broken Out Section – sulge kohtlõike tegemise aken
Close Sketch – sulge eskiis (skits)
Coincident Plane – kokkulangev pind
Columns – veerud
Connect – ühendama (pindadel ja servadel olevate punktide ühendamine 3D- ja 2D-keskkonnas)
Connect – ühenda (2D-keskkonnas joonte otste või keskpunktide ühendamine)
Create Alignment – loo joondamine
Criteria – sorteerimise kriteerium
Cross Section – ristlõige
Curve – kõverjoon, vabakäejoon
Custom Orientation – dialoogiaken, mis võimaldab kasutajal kohandada eelmises dialoogiaknas valitud joonise vaate asendit oma vajadustele
Cut – väljalõige (materjali eemaldamine)
Cutting Plane – lõiketasapind
Cylinder End Step – silindri otsa määramise etapp
Cylinder Step – silindri valiku etapp

Descending – loetelu alt üles järjestuses
Detail (Detail View) – kohtvaade
Dimension Type – mõõtme tüüp
Distance Between – vahekaugus (mõõtme lisamisel)
Distance – pikkusmõõt
Document Number – dokumendi tähis
Draft Environment – kahemõõtmeliste jooniste ja muude dokumentide valmistamise keskkond
Drag Component – lohista, liiguta komponenti
Draw in View – joonest vaatele
Drawing View Creation Wizard – joonise vaadete loomise viisard
Drawing Views – joonise vaated

Edge Painter – käsk, millega saab muuta detaili kujutise servade omadusi (nt muuta joone laiust, peita joont)
Edit Profile – redigeeri (muuda) profiili
Equal – võrdne (võrdsusta)
Extend Step – ulatuse samm
Extend to Next – pikenda järgmiseni
Extrude – (eend) arvutigraafika protsess kolmemõõtmelise kujundi loomiseks kahemõõtmelise kujundi venitamise teel piki kolmandat telge

Feature`s Plane – keha (kujundi) pind
Features – kujundid

Fill – täida, viiruta

Finite Extent – lõplik ulatus, määratud ulatus

Fit – sobita (toob kogu töölaual oleva informatsiooni töölaua aknasse, selle keskele)

FlashFit – kiire, tark side, programm valib sideme liigi ise

Footer – jalusesse (tabeli alla)

Grid Options – mõõtkoordinaadistiku ja võrgustiku omadused

Group – grupp (gruppi võtma), erinevate tööriistadega tehtud elementide aktiveerimine, kogumine ühte gruppi

Header – päis (tabeli ülemine osa)

Help Index – käsk, mis avab spikrilehe (selgituste lehe)

Hidden edge style – varjatud servade joone tüüp

Insert – sisesta

Inspect – kontrolli (uuri)

ISO Assembly – ISO koost

Item Number – osanumber

Layers – kihid, paigaldused

Leader – viitejoon

Leader Properties – viitejoone omadused

Line – joon (sirglõik)

Maintain Relationships – jäävad seosed

Mate – paari, kokku panema

Mirror – peegel (peegelkoopia tegemine)

Mirror Copy Feature – elementide peegelkoopia

Modify – muuda

Move – liiguta

Offset – nihutusega kontuur

Ordered – tavatehnoloogia (traditsiooniline Solid Edge'i programm)

Pan – töölaua kujutist liigutama

Panes – käsk avab servaribad, paanid

Parallel – (servade) paralleelsus

Part Environment – kolmemõõtmeliste mudelite konstrueerimise keskkond

Part Painter – detaili värvija (käsk, millega saab detaili tahke, pindu värvida)

Parts Library – detailide raamatukogu

Parts List – Auto-Balloon – tükitabel koos viitejoonte ja osanumbritega

Parts List – tükitabel

PathFinder – koostamise rajaleidja

Pattern – muster (paljundustööriist)

Physical Properties – füüsikalised omadused

Planar Align – pindade joondamine

Prefix – eesliide

Preview – eelvaade

Principal – peavaade (käsk teiste vaadete valimiseks peale peavaate)

Properties – omadused

QuickPick – abimenüü (täppisvaliku dialoogiaken elementide valimiseks)

Rectangle by Center – ristkülik tsentri järgi

Rectangular Pattern – ristkülikukujulise mustri järgi paljundamine

Relationship Handles – seoste sang (näitab skitsidel ja joonistel seoste olemasolu)

Retrieve Dimensions – mõõtmete taastamine (mõõtmete toomine mudelilt joonisele)

Reverse order of entries (bottom to top) – pöörab loetelu järjestust alt üles

Save as – salvesta nimega

Section – lõige

Section – Section Only – lõige – ainult lõikepind (ristlõike genereerimise tööriist)

Select – vali

Select Attachment – vali manus

Select from Sketch – vali eskiisist

Shaded with Edges – varjutatud nähtavate servadega

Shading Options – varjutuse omadused

Show Caption – näita pealkirja

Show Edges – näita tahkudevahelisi servasid

Show View Scale – näita kujutise mõõtkava

Smart Dimension – kiirmõõtmed (nutikad mõõtmed)

Smart Step Ribbon Bar – muutuv tööriistariba, mille sisu muutus sõltub aktiveeritud käsust

Solids – tahked kehad

Sorting – sorteerimine

Split – tükelda (poolita)

Suffix – järelliide

Surface Texture Symbol – pinnakareduse sümbol

Switch Windows – aknaid vahetama (käsk, millega saab valitud akna tuua ekraanile)

Synchronous – sünkroontehnoloogia (mõeldud põhiliselt toote arendamiseks)

Zoom – suurenda-vähenda

Zoom Tool – suurendamise tööriist

Tangent Arc – puutekaar

Tangent – puutuja

Text – kiri

Text Profile – teksti kuju

To Cylinder extent – kogu silindri ulatuses

Total Length – kogupikkus (joonte summaarne pikkus)

Trim – lõika ja kustuta

Update – uuendama, värskendama

Update Views – vaadete uuendamine (värskendamine)

View Wizard – vaadete viisard (abiprogramm, mis on ette nähtud valitud detaili vaadete loomiseks)