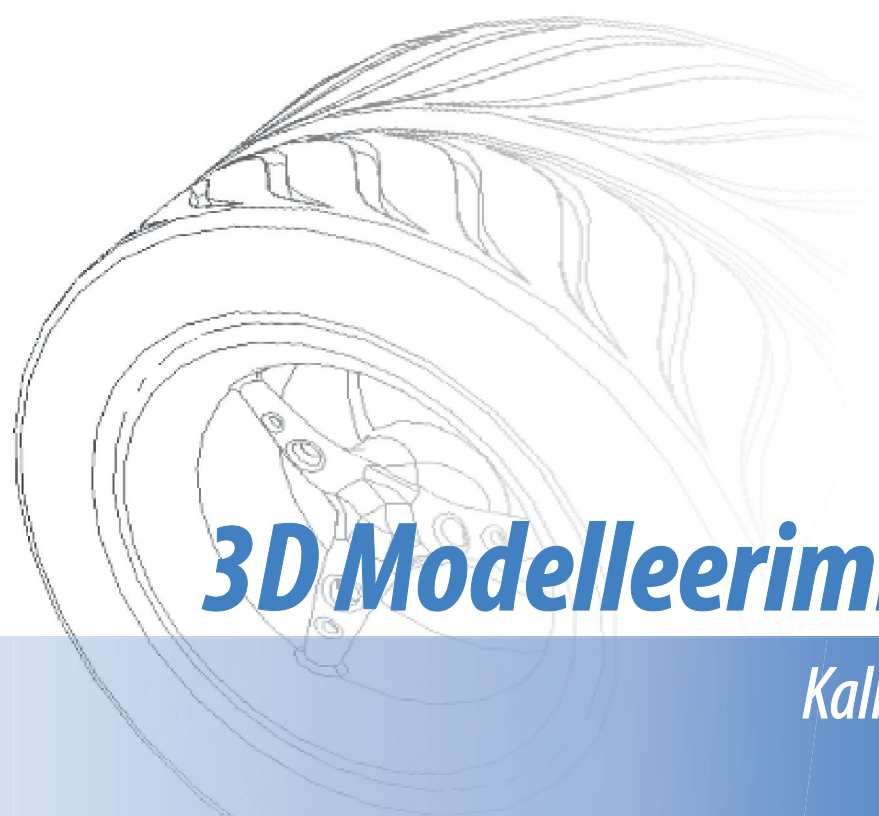


Õpilase raamat

M  
o  
d  
e  
l  
l  
e  
e  
r  
i  
m  
i  
n  
e

Õ  
P  
I  
L  
A  
S  
E

R  
A  
A  
M  
A  
T



# 3D Modelleerimine

Kalle Kivi

# 3D modelleerimine CNC pink Joonestamine

Kalle Kivi, Aivar Lüiste, Aron Lips,  
Tea Hunt, Harri Annuka, Sergei Letunovitš



Euroopa Sotsiaalfondi meetme 1.1.7 alameede 1.1.7.5  
"Kaasav, mitmekesine ja turvaline üldharidus"  
Projekt TehnoTiiger+

Kalle Kivi, Aivar Lüiste, Aron Lips, Tea Hunt, Harri Annuka, Sergei Letunovitš  
3D modelleerimine. CNC pink. Joonestamine

ISBN ISBN 978-9949-21-960-5 (pdf)

Trükikoda: Uniprint

Kujundus: Kalle Kivi

Kirjastus: Tiigrihüppe Sihtasutus

Ilmumisaeg: 2011

Tiraaž: 800 eksemplari

Litsents: Creative Commons 3.0, BY-SA

Õppematerjali väljaandmist toetab Euroopa Sotsiaalfond



Tiigrihüppe Sihtasutus ja autorid tänavad töö- ja tehnoloogiaõpetuse ning joonestamise õpetajaid, kes aitasid kaasa õppematerjali valmimisele.

# Eessõna

---

Hea lugeja,

Hoiad käes õpikut, mis on valminud Tiigrihüppe Sihtasutuse projekti TehnoTiiger+ raames. Projekti rahastab Sihtasutus Innove, eraldades Euroopa Sotsiaalfondi vahendeid õpetajate koolitamiseks, õppematerjalide loomiseks ja üleriigiliste õpilaskonkursside tarbeks.

Tiigrihüppe Sihtasutuse tegevuse algusaegadest saadik on üheks olulisemaks eesmärgiks olnud innovaatilistele ja edumeelsetele ideedele rakenduse leidmine Eesti koolides. 2005. aasta alguses alustati projektiga, mille tulemusena said kõik koolid õiguse kasutada modelleerimistarkvara *Solid Edge*. Lisaks on praeguseks hetkeks üle 50 kooli saanud endale CNC freespingi ja vastava tarkvara pingi juhtimiseks.

CNC freespingid, mida juhitakse arvutiga, ei ole kasutatavad ainult maailma suurte tootjate tehastes. Neid võib kohata mööblitööstuses, masinaehituses ja mitmel muul tegevusalal paljudes ettevõtetes ka Eestis. Läheb veel aega, kuni iga soovija hakkab kodustes oludes kasutama ka näiteks 3D printerit, aga kindlasti ei ole see võimalus väga kaugel. Küllap jõuab peagi kätte ka aeg, kus igaüks võib olla disainer, tootearendaja, kunstnik ning valmistada oma loomingut ise. Mõne vajaliku detaili asendamine kodustes oludes enda looduga võiks olla jõukohane igaühele, kes algõpet saanud.

Käesolev raamat ongi mõeldud kasutamiseks üldhariduskooli põhikooli kolmanda astme tehnoloogiaõpetuse tundides, kuid siit leiavad huvipakkuvat ja õpetuslikku ka gümnaasiumiõpilased ning tudengid. Õppematerjal sisaldab kolme eriteemalist osa – „3D modelleerimine“, „CNC“ ja „Joonestamine“. Neist igaüks koosneb omakorda kahest osast – õpilase- ja õpetajaraamatust. Õpe on suunatud siduma mõttetööd ja käelist tegevust, kirjeldama toote valmimise protsessi ning mõistma koolis õpitava seoseid elukeskkonnaga.

Raamat aitab õpetajal kokku panna ühe ülevaatliku või soovi korral mitu iseseisvat kursust, kasutada õppetöös nii personaalset kui rühmatööd – vastavalt õpetaja, õpilase ja kooli soovile, vajadustele ning võimalustele. Siinjuures täname üldhariduskoolide õpetajaid, kes oma antud tagasisidega toetasid materjali valmimist sellisel kujul.

Edukat kasutamist!

Õpiku autorid  
Tiigrihüppe Sihtasutus



# Sisukord

---

<b>Sisukord</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Solid Edge</b> .....	<b>3</b>
1.1 Akadeemilise versiooni installeerimine ja litsentsifaili kasutamine.....	3
1.2 Programmi häälestamine .....	3
<b>2. Modelleerimismoodul (Part)</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ekraanipilt.....	6
2.2 Info esitamine tööväljal .....	6
2.2.1 Suurendamine-vähendamine ja liigutamine .....	6
2.2.2 Pööramine.....	7
2.3 Vaated.....	8
2.4 „Traditsioonilise mudeli“ loomise alused.....	9
2.4.1 Pinnad ja töö alustamine .....	9
2.4.2 Eskiisi loomine.....	10
2.4.3 Kumerdamine ja faasi loomine.....	11
2.4.4 Lõikamine, pikendamine jagamine, kontsentrilised jooned .....	11
2.4.5 Sidemed .....	12
2.4.6 Joonestamise abivahendid .....	13
2.4.7 Mustri loomine.....	14
2.5 Detaili loomine ja redigeerimine .....	14
2.6 Mõõdud .....	17
2.7 PMI mõõdud .....	19
<b>3. Näidismudel 1</b> .....	<b>20</b>
3.1 Kere .....	21
3.2 Nina.....	23
3.3 Kapott .....	24
3.4 Mootor .....	25
3.5 Teised detailid.....	26
<b>4. Koostu komplekteerimine</b> .....	<b>29</b>
4.1 Detailide lisamine ja sidemete määramine.....	30
4.2 Nina lisamine.....	31
4.3 Esitiiva lisamine.....	32
4.4 Külje lisamine.....	33
4.5 Külje tiiva lisamine.....	34

4.6	Õhu suunaja lisamine .....	35
4.7	Telje lisamine .....	35
4.8	Ratta lisamine .....	36
4.9	Peegeldamine .....	36
4.10	Kapoti lisamine .....	37
4.11	Armatuur ja Rooli lisamine .....	38
4.12	Mootori, Peatoe aluse ja Peatoe lisamine.....	39
<b>5.</b>	<b>Näidismudel 2 .....</b>	<b>40</b>
5.1	Kere .....	40
5.2	Katus .....	47
5.3	Velg .....	51
5.4	Rehv .....	55
5.5	Telg .....	58
5.6	Koostu lõplik komplekteerimine .....	58
<b>6.</b>	<b>Jooniste loomine .....</b>	<b>60</b>
6.1	Lehe parameetrite määramine, kirjanurga loomine .....	60
6.1.1	Joonise vormistamise lehe häälestus.....	61
6.1.2	Kirjanurga loomine .....	61
6.2	Joonise loomine .....	62
6.3	Lõike loomine .....	63
6.3.1	Lihtlõige .....	63
6.3.2	Poolvaatlõike või kohtlõike loomine.....	64

# 1. Solid Edge

---

*Solid Edge* on kaasaegne koostu põhise modelleerimise programm.

Laiade kasutusvõimalustega, kuid kasutamine on samas suhteliselt lihtne. Programmil on Microsoft Windows operatsioonisüsteemidega töötavate programmide kujundus. Uuemad versioonid (*Solid Edge ST* ja *Solid Edge ST2*) on kasutamisloogika poolest sarnased näiteks *Microsoft Office 2007* versioonile,

Varasemates versioonides kasutatud tööriistaribad (*Toolbar*) on asendatud muutuvate lintidega (*Ribbon*).

*Solid Edge* jälgib *Windows*-i tavasid, kasutades kergesti mõistetavaid ikooni, mis annavad piltliku ettekujutuse funktsioonidest. Lisaks kirjeldatakse käskte teksti kujul, kui kursor jääb pikemalt mõnele ikoonile peatuma.

Tegemist on suhteliselt kiiresti areneva valdkonnaga. Kõige värskemad infot uute võimaluste kohta leiab aadressilt [www.plm.automation.siemens.com](http://www.plm.automation.siemens.com). Info kiiremaks leidmiseks on kasulik teada, et *Edge* kuulub programmide gruppi *Velocity Series*.

## 1.1 Akadeemilise versiooni installeerimine ja litsentsifaili kasutamine

---

- Programmi installeerimiseks käivitada fail *setup.exe*.
- Programmiga kaasas olev akadeemilise versiooni litsentsifaili asukoht peaks olema kaustas: C:\Program Files\Solid Edge ST2\Program
- Enamasti on litsentsifaili nimi *SElicense.dat*, mille peaks peale programmi installeerimist kopeerima eelnevalt näidatud kausta.

## 1.2 Programmi häälestamine

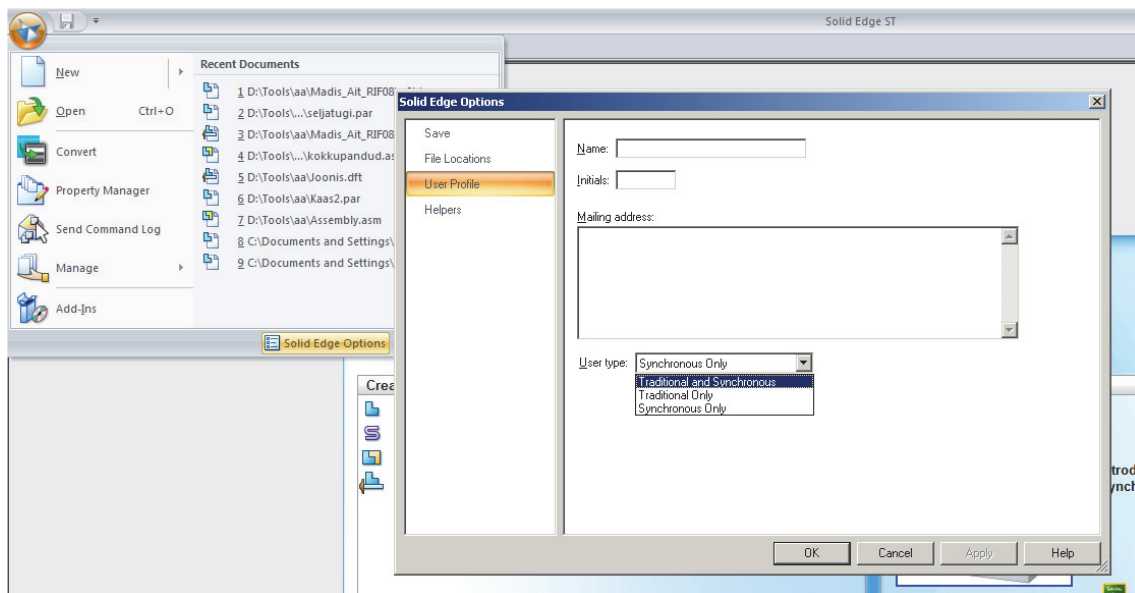
---

- Uuemad versioonid sisaldavad endas võimalust kasutada traditsioonilist või sünkroontehnoloogiat
- Vaikimisi on peale installeerimist aktiveeritud ainult sünkroontehnoloogia võimalused.

Et aktiveerida ka traditsioonilise tehnoloogia võimalused, tuleb teha järgmist [Joonis 1-1]:

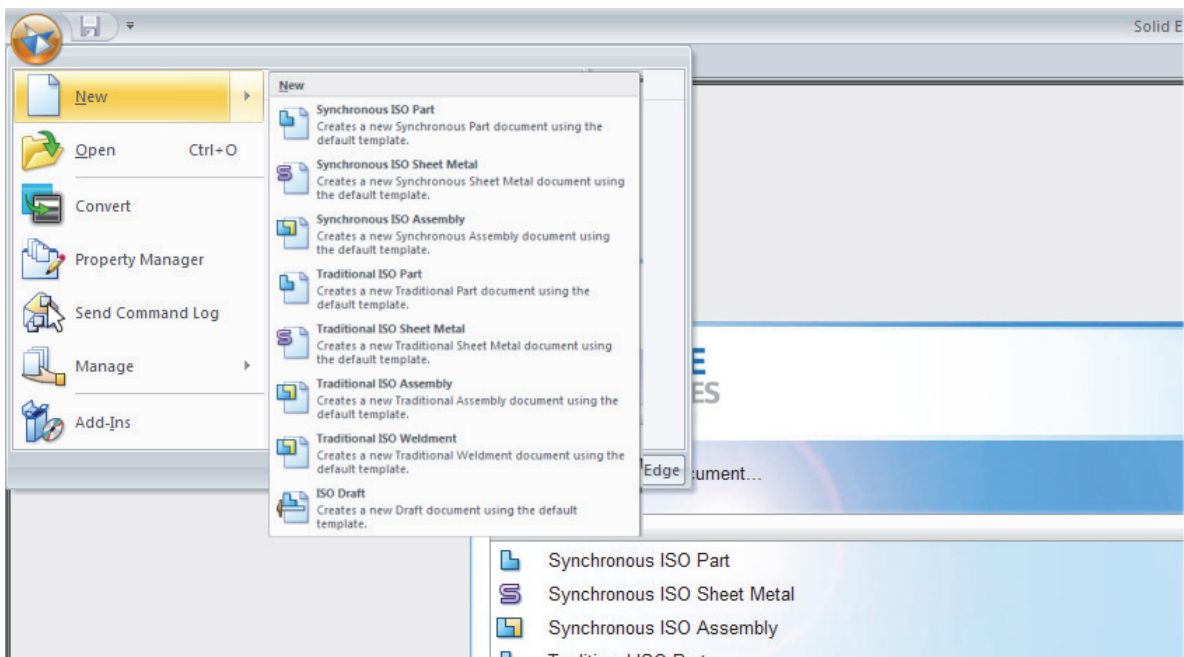
- Valida *Application Button*
- => *Solid Edge Options* =>
- *User Profile* => *Traditional and Synchronous*





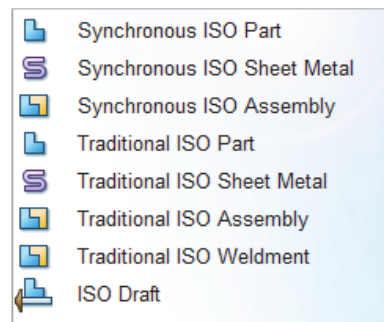
joonis 1-1

- Uut tööd on võimalik alustada, valides sobiva mooduli *Application Button* => *New*
- või siis programmi käivitamisel ekraanile jäävas aknas [joonis 1-2].



joonis 1-2

*Solid Edge* koosneb mitmest erinevast moodulist, mida saab kasutada nii sünkroontehnoloogias kui ka traditsioonilises tehnoloogias vastavalt teostatavale valikule [joonis 1-3].



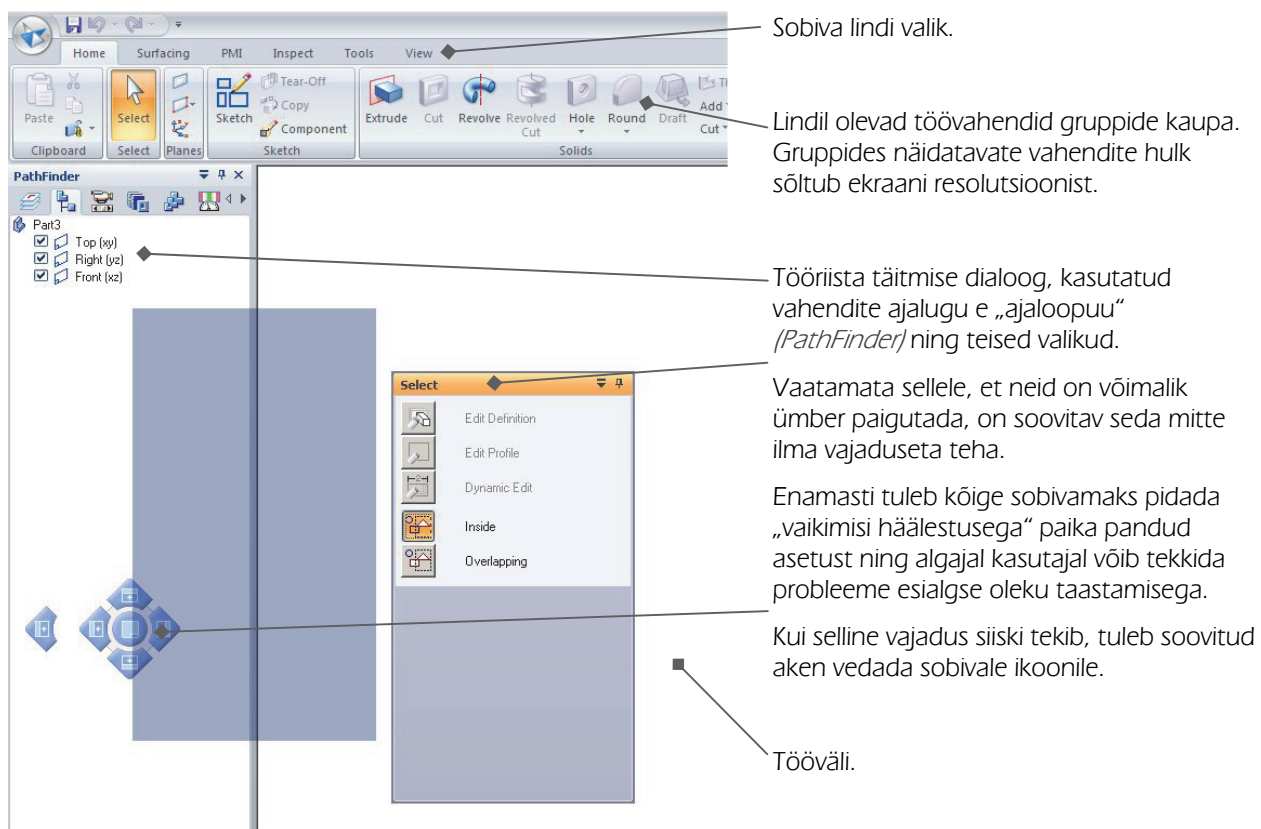
joonis 1-3

- **Part** (detailide loomine) Faili nimelaiend *par*
- **Sheet Metal** (metall-lehest detailide loomine. Faili nimelaiend *psm*)
- **Assembly** (koostude komplekteerimine, animeerimine, visualiseerimine, *Render*). Faili nimelaiend *asm*
- **Draft** (2D jooniste vormistamine). Faili nimelaiend *dft*

## 2. Modelleerimismoodul (Part)

Visuaalselt sarnanevad kõik moodulid üksteisele, seetõttu selgitatakse ekraanil olevat infot ainult *Part* mooduli ekraanipiltidega.

### 2.1 Ekraanipilt



joonis 2-1

### 2.2 Info esitamine tööväljal

Teha valikuid, kuidas ekraanil infot näidatakse, saab mitmest erinevast kohast. Samuti saab kasutada kujutise pööramiseks hiirt, erinevaid klahvikombinatsioone ning erinevaid lisaseadmeid.

#### 2.2.1 Suurendamine-vähendamine ja liigutamine

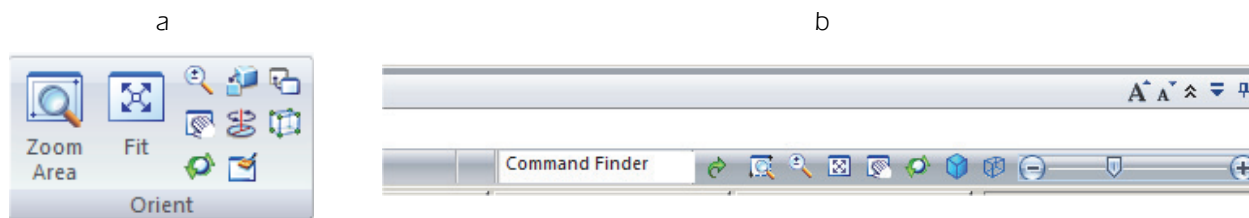
Kuna lintidel näidatava info hulk sõltub kasutatavast ekraani resolutsioonist, siis võib *Home* lindil olla valik *Orient* [joonis 2-2;a] ka hüpikmenüüna.

Samuti on need valikud lindil *View* ning ka olekuribal (*Status bar*), kui seda ei ole ekraanilt peidetud. Tavaliselt tuleb olekuriba otsida ekraani alt parempoolsest nurgast [joonis 2-2;b].

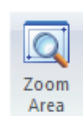
Enamikke suurendamise-vähendamise ning pööramise vahendeid saab kasutada ka ilma pooleliolevat käsku katkestamata.

Näiteks, kui ei õnnestu osutada sobivale punktile, võib tekkida vajadus mingit piirkonda suurendada.

Kui valida sobiv vahend ning sättida ekraanil olev info sobivale kujule, saab jätkata poolelijäänud dialoogi vajutusega hiire parempoolsele klahvile.



joonis 2-2



**Zoom Area** – suurendab joonist soovitud piirkonnast. Käsu kasutamiseks tuleb tõmmata ristkülik üle soovitud ala (hiire vasakut klahvi all hoides) või valida piirkond ristküliku diagonaali punkte osutades.

Suurendada-vähendada saab ka hiire kerimisrulli <SCROLL> abil.



**Fit** – toob kogu aktiivse joonise sisu tervikuna ekraanile.



**Zoom** – suurendab või vähendab dünaamiliselt hiirega lohistades. Kursori asend määrab ära tööakna tsentri ning suurendamine või vähendamine toimub selle ümber.

Sujuvaks suurendamiseks või vähendamiseks tuleb all hoida hiire vasakut klahvi ning liigutada kursorit.

Samuti on võimalik antud käsku kasutada hoides all <CTRL> klahvi ning hiire parempoolset klahvi.



**Pan** – võimaldab liigutada joonist ekraanil.

Selleks tuleb valida tööriist ning hiire vasakpoolset klahvi all hoides vedada soovitud kohta.

Samuti on võimalik joonist liigutada hoides all <CTRL> + <SHIFT> klahve ning parempoolset hiireklahvi.

## 2.2.2 Pööramine



**Rotate** – võimaldab ekraanil olevat kujutist pöörata.

Pärast vahendi valimist tuleb näidata pöördtelg või detaili serv, mille suhtes soovitakse pöörata.

Hiire abil pööramiseks tuleb all hoida kerimisrulli ning samal ajal hiirt liigutada.

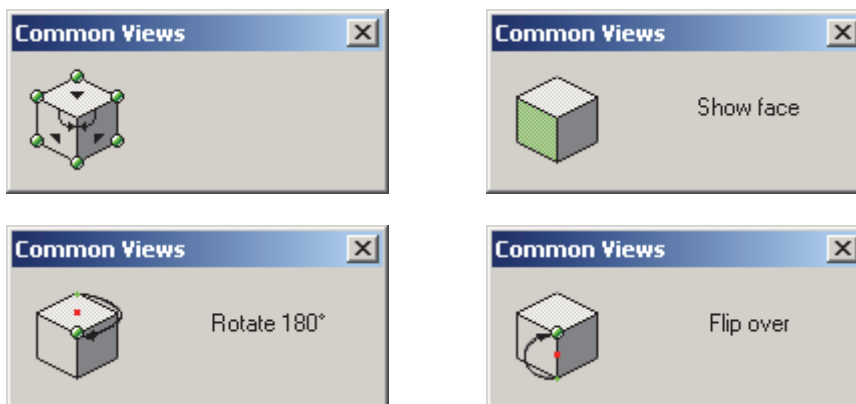
Vajutades nooleklahve klaviatuuril saab joonist pöörata 15-kraadise sammuga vastava noole suunas.

## 2.3 Vaated



**Common View** – võimaldab detaili vaadata standardsetes vaadetes ja ka pöörata vastavalt soovile.

Käsu valimisel avaneb uus aken, kus saab määratleda uusi vaateid, jälgides nooli ja punkte, mis aknas detailil näha on.



**View Orientation** – võimaldab valida sobiva vaate põhivaadet hulgast.

Eestvaade, pealtvaade, vasakultvaade jne.

Sageli on mugavam kasutada sobiva vaate valimiseks klahvikombinatsioone.

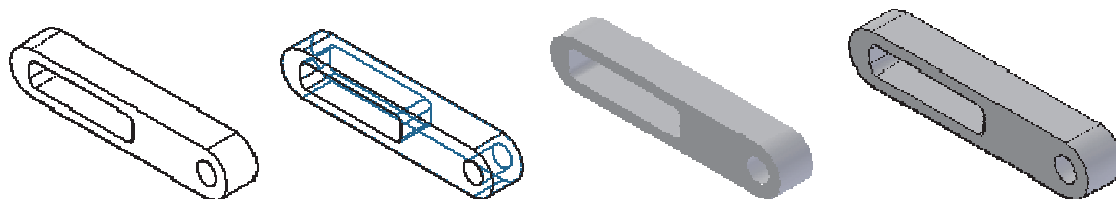
- <Ctrl>+<T> pealtvaade (*Top View*)
- <Ctrl>+<L> vasakultvaade (*Left View*)
- <Ctrl>+<R> paremaltvaade (*Right View*)
- <Ctrl>+<B> altvaade (*Bottom View*)
- <Ctrl>+<F> eestvaade (*Front View*)
- <Ctrl>+<I> isomeetiline vaade (*Isometric View*)

Esialgse vaate taastamiseks saab kasutada ka <Home> klahvi klaviatuuril.



**View Styles** – vaate laad.

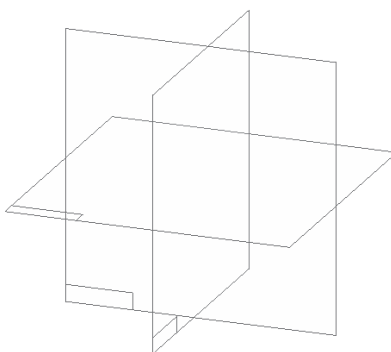
Vastavalt vajadusele võib muuta detaili kujutamist ekraanil. Näiteks juhul, kui on vaja näha servajooni, mis jääks detaili varjatud külge.



## 2.4 „Traditsioonilise mudeli“ loomise alused

### 2.4.1 Pinnad ja töö alustamine

Tavapärastelt on tööväljal uut tööd alustades 3 pinda (*plane*) [joonis 2-3]. Neid saab soovi korral ära peita, samuti saab sobivaid plaane soovi korral juurde lisada.

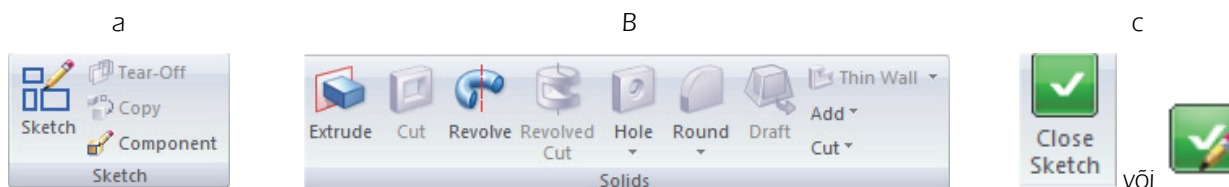


joonis 2-3

Pind valitakse pärast töövahendi [joonis 2-4;b] või *Sketch* [joonis 2-4;a] valikut ning selle valikuga määratakse ära loodava detaili orientatsioon.

Pakutavate pindadega samaväärselt saab kasutada ka loodud detaili mõnda tasapinda.

Alustades uue mudeli loomist, tuleb kõigepealt valida töövahend (*Sketch, Extrude ...*) ja olemasolev tasapind (*x-y plane, x-z plane, y-z plane*) või luua uus tasapind.



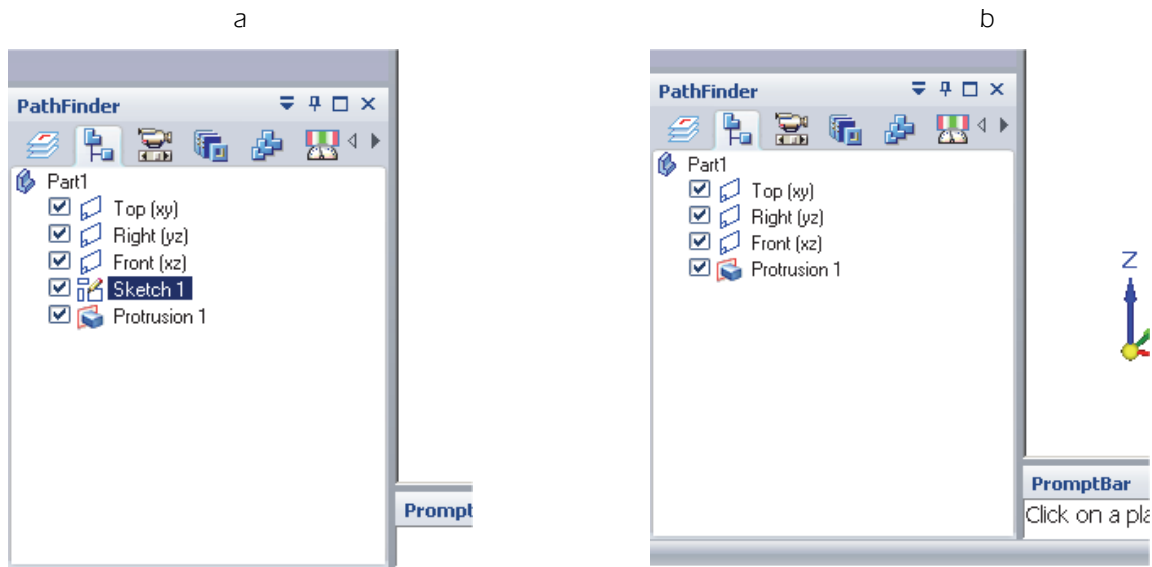
joonis 2-4

**Sketch** (eskiis) on enamike tööriistade kasutamise aluseks, mille abil näidatakse ära töövahendi kuju. *Sketch* luuakse kas eraldiseisva käsuna või mõne seda võimaldava töövahendi kasutamise käigus.

Kui soovitud eskiis on valmis, tuleb väljuda *Sketch*-i režiimist valides *Close Sketch* [joonis 2-4;c].

Ühel juhul jääb *Sketch* ajaloos nähtavaks eraldi real ning teda saab hiljem kasutada vajalike töövahendite dialoogi käigus [joonis 2-5;a].

Teisel juhul jääb ajaloos nähtavaks ainult töövahend [joonis 2-5;b].

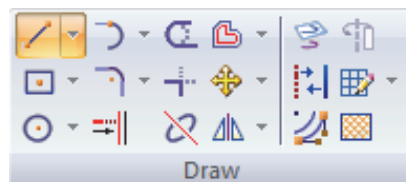


joonis 2-5

## 2.4.2 Eskiisi loomine

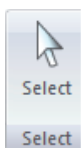
- o Eskiisi (*Sketch*) loomiseks valida vahend *Sketch* ning seejärel soovitud tasapind.
- o Sama tulemuse saab ka valides soovitud töövahendi ning seejärel sobiva tasapinna.
- o Tegevuse tulemusena sisenetakse nn. *Sketch* režiimi ja keeratakse ekraan valitud pinna suhtes pealtvaatesse.

Vahendid, mille abil luuakse *Sketch*, on paigutatud *Home* lindil sektsiooni *Draw* [joonis 2-6].



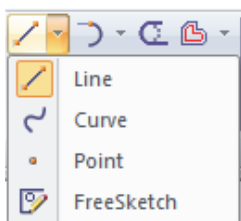
joonis 2-6

### Märgistamine



**Select Tool** – lubab märgistada ühe või mitu elementi, vajadusel saab neid ka nihutada, juhul kui mõni määratud side ei tekita konflikti.

### Jooned



**Line/Arc** – loob sirglõigu või kaare kahe otspunkti järgi.

Et minna sirge joonestamiselt üle kaarele ilma vahendit vahetamata tuleb vajutada A. Peale kaare lõpp-punkti näitamist jätkatakse uuesti sirgega.

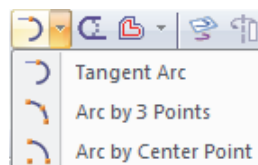
Joon lõpetatakse vajutusega hiire parempoolsele klahvile.

**Point** – loob punkti etteantud kohta.

**Curve** – loob sisestatud punktide järgi avatud või kinnise kõvera.

**FreeSketch** – loob vabakäejoone ning korrigeerib kujundid korrapärasteks joonteks ja kaarteks või ringideks.

## Kaared

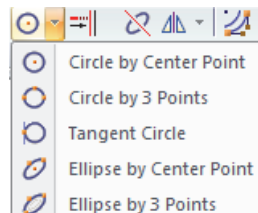


**Tangent Arc** – loob kaare olemasolevale joonele puutujaks või ristujaks.

**Arc by 3 Points** – loob kaare läbi kolme määratava punkti.

**Arc by Center** – loob kaare alustades keskpunktist, võimalik määrata raadiust ja nurka.

## Ringid ja ellipsid



**Circle by Center** – loob ringi keskpunkti järgi, lubab määrata diameetri või raadiuse.

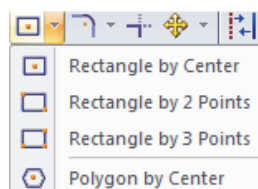
**Circle by 3 Points** – loob ringi kolme määratava punkti järgi, lubab määrata diameetri või raadiuse.

**Tangent Circle** – loob ringi puutujana mingile joonele (kahe keskkoha suhtes sümmeetrilise punkti järgi), saab määrata diameetri või raadiust.

**Ellipse by Centre** – loob ellipsi alates keskpunktist, saab määrata telgede pikkusi ning esimese telje nurka.

**Ellipse by 3 Points** – loob ellipsi kolme punkti järgi, lubab määrata telgede pikkusi ja esimese telje nurka.

## Ristkülik, hulknurk



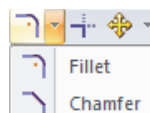
**Rectangle by Center** – loob ristküliku, näidates keskpunkti ja ühe nurgas asuva punkti.

**Rectangle by 2 Points** – loob ristküliku, näidates diagonaali punktid.

**Rectangle by 3 Points** – loob ristküliku, näidates külgede otspunktid.

**Polygon by Center** – loob hulknurga, näidates külgede otspunktid.

## 2.4.3 Kumerdamine ja faasi loomine



**Fillet** – kumerdab kahe lõikuva joone lõikepunkti etteantud raadiusega.

**Chamfer** – loob kahe lõikuva sirge lõikepunkti faasi, lubab määrata kummagi joone otsast lõigatavat pikkust.

## 2.4.4 Lõikamine, pikendamine jagamine, kontsentrilised jooned



**Trim** – lõikab (kustutab) joone osa, mis ulatub üle lõikuva joone.



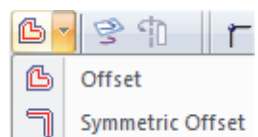
**Trim Corner** – pikendab/lühendab kahte joont nende lõikepunktini.



**Extend to Next** – pikendab joont kuni lõikuva jooneni.



**Split** – jagab joone näidatavas punktis kaheks osaks.



**Offset** – loob joonest sellega paralleelse joone.

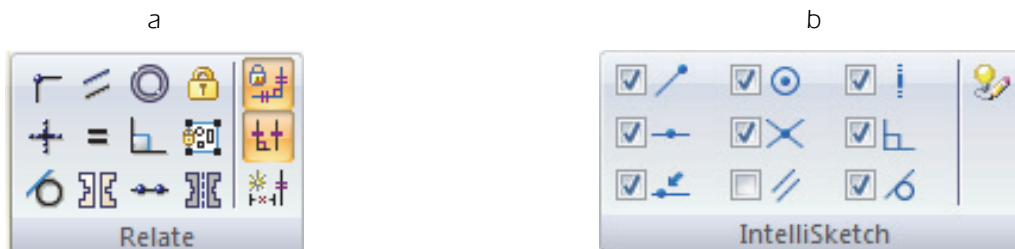
**Symmetric Offset** – loob sümmeetrilise nihke valitud keskjoone järgi.



## 2.4.5 Sidemed

Joonte vahelisi seoseid saab rakendada loomise ajal. Kasutades valikuid *Home* lindi sektsioonis **IntelliSketch** [joonis 2-7;b]. Samuti saab geomeetrisi sidemed kehtestada hiljem. Valikud *Home* lindi sektsioonis **(Relate)** [joonis 2-7;a].

*Solid Edge* üheks omaduseks on „intelligentne kursor“, mis tunneb ära joonisel paiknevad geomeetrised punktid nagu joone otspunkt, ringide ja kaarte keskpunktid, joonte lõikepunktid jne. Loodava sideme näitamiseks kuvatakse hiire kursorina väikeset sümbolit, mis toimib haaramisfunktsioonina.



joonis 2-7

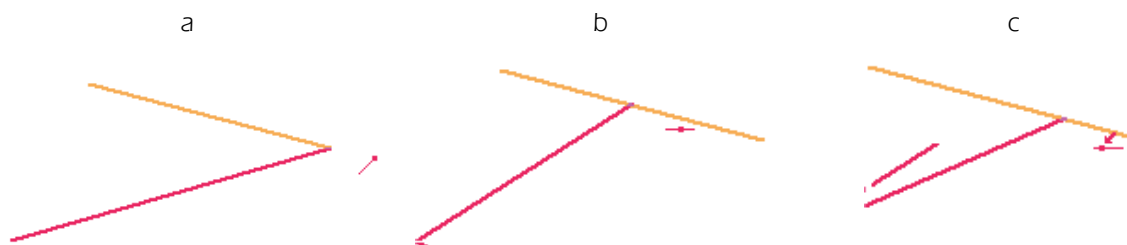
Määratud sidemeid näitavad vastavad sümbolid joonte „strateegilistes punktides“ [joonis 2-8].



joonis 2-8

Alati peaks jälgima kursori kuju, kuna see näitab, milline side luuakse.

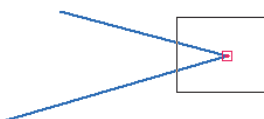
Näiteks sirgjoonel on sellisteks punktideks otspunktid [joonis 2-9;a] ja keskpunkt [joonis 2-9;b]. Samuti saab sideme määrata joone enda külge [joonis 2-9;c].



joonis 2-9

Soovi korral saab määratud sideme ka kustutada, et seda teha, peaks märkima vastava sideme ja vajutama klahvile *<Delete>*.

Sideme märkimiseks on otstarbekas kasutada vahendit *Select* [joonis 2-10], tõmmates lihtsalt ristküliku ümber soovitud sideme. Samas peab jälgima, et märgistatuks ei osutu ükski joon, vastasel korral kustutatakse ka see.



joonis 2-10

### Sidemete muutmise vahendid juba loodud joontele asuvad grupis *Relate*

- Jälgida tuleb, et ei tekiks konflikti juba varem määratud sidemetega.
- Kui joonist muuta, siis sidemetega elemendid uuenevad automaatselt, et tagada sideme säilivus.
- Näiteks, kui muuta joont, mis jagab paralleelsuse sidet teise joonega, siis nihkub teine joon nii palju, kui on vajalik paralleelsuse püsimajäämiseks.
- Kui sirgel ja kaarel on kehtestatud puutuja side, jäävad nad puutuma ka siis, kui kumbagi neist muuta.



**Connect** – ühendab kaks osutatud punkti.



**Horizontal/Vertical** – muudab joone kas horisontaalseks või vertikaalseks.



**Tangent** – ühendab joone ja ringi (kaare) puutepunkti.



**Parallel** – muudab jooned asetusest paralleelseteks.



**Equal** – muudab joonte pikkuse võrdseks.



**Symmetric** – muudab kaks elementi omavahel sümmeetriliseks joone või tasapinna suhtes.



**Concentric** – ühendab kahe ringi/kaare keskpunktid.



**Perpendicular** – asetab kaks joont 90°-se nurga alla.



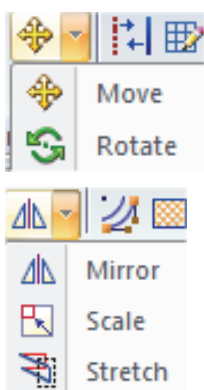
**Collinear** – asetab sirged ühele joonele.



**Symmetry Axis** – muudab joone telgjooneks, mille suhtes määratakse sümmeetriat.

### 2.4.6 Joonestamise abivahendid

Loodud joontel saab muuta asukohta ning kaldenurka. Neid saab peegeldada, muuta skaalafaktorit ning venitada.



**Move** – võimaldab liigutada elemente. Elemente saab liigutada ka lohistamise teel, ilma, et kuju muutuks.

**Rotate** – võimaldab objekte keerata.

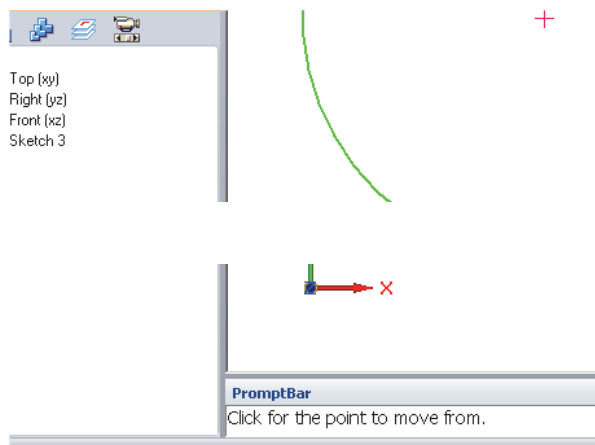
**Mirror** – peegeldab objekte osutatava telje suhtes.

**Scale** – muudab objektide suurust.

**Stretch** – võimaldab kujundit venitada.

Kõigi nende vahendite kasutamise juures tuleks jälgida **Prompt Bar**-i, mis tavapäraselt asetseb töövälja all [joonis 2-11]. *Prompt Bar*-i võib asetada ka mujale, kuid enamasti ei ole selleks põhjust.

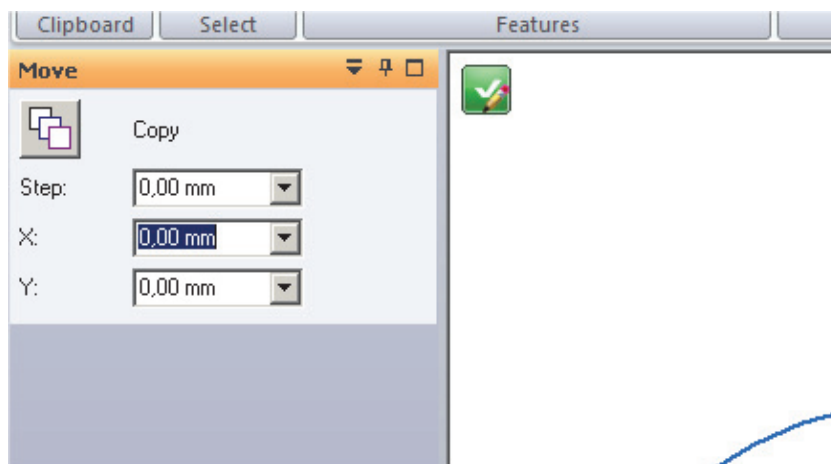
Sellel ribal toimub dialoog kasutajaga ning sealt saab alati infot, mida antud hetkel programm kasutajalt ootab.



joonis 2-11

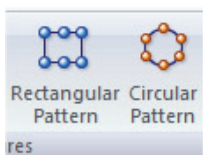
### Lisavõimalused

- o Joont (märgistatud jooni) saab ka kopeerida, kui nihutamise ajal all hoida <CTRL> klahvi.
- o Jälgida tuleks ka nupu *Copy* olekut nende abivahendite kasutamise juures, kuna sellest sõltub, kas muudetakse „Originaali“ või luuakse tegevuse käigus lisaks koopia [joonis 2-12].



joonis 2-12

## 2.4.7 Mustri loomine

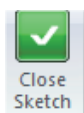


**Rectangular Pattern** – kopeerib elementi etteantud arv korda ja asetab koopiaid maatriksina.

**Circular Pattern** – kopeerib elementi etteantud arv korda ja asetab koopiaid ringjoonele.

## 2.5 Detaili loomine ja redigeerimine

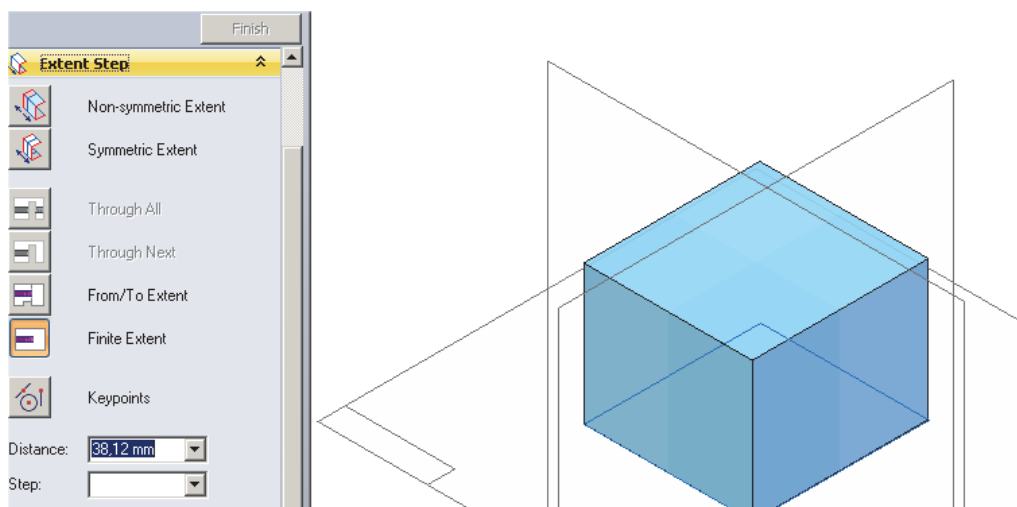
### Detaili loomine



*Close Sketch* Sketch režiimist väljumisel (*Close Sketch*) jääb ekraanile nn. „mudeli režiim“ ning kui valitud oli mingi töövahend (näiteks *Extrude*), küsitakse detaili kolmandat mõõdet [joonis 2-13].

Kui näidatava kõrguse puhul ei ole tegemist täpse määrduga, võib lihtsalt hiirega liikuda sobivas suunas ning hiire vasakpoolse klahviga fikseerida suund ja kõrgus.

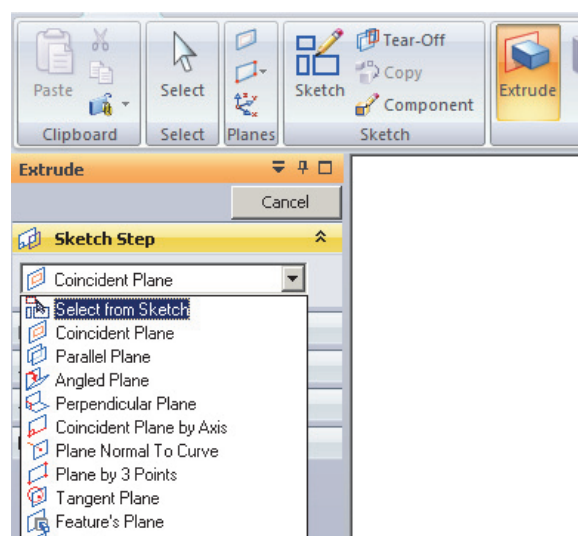
- o Vajutades **Finish** lõpetatakse töö kasutatud vahendiga.



joonis 2-13

Kui *Sketch*-i režiimist väljumisel jäi ajaloopuusse loodud eskiis, saab seda kasutada teiste vahendite juures.

- o Näiteks, kui on soov saada eskiisist detail paralleellükkega, tuleks valida **Extrude** ning näidata **Select from Sketch** [joonis 2-14], et kasutada juba loodud eskiisi.
- o Seejärel osutada soovitud eskiisile ja jätkata detaili kõrguse ning suuna näitamisega.



joonis 2-14

### Detaili redigeerimine

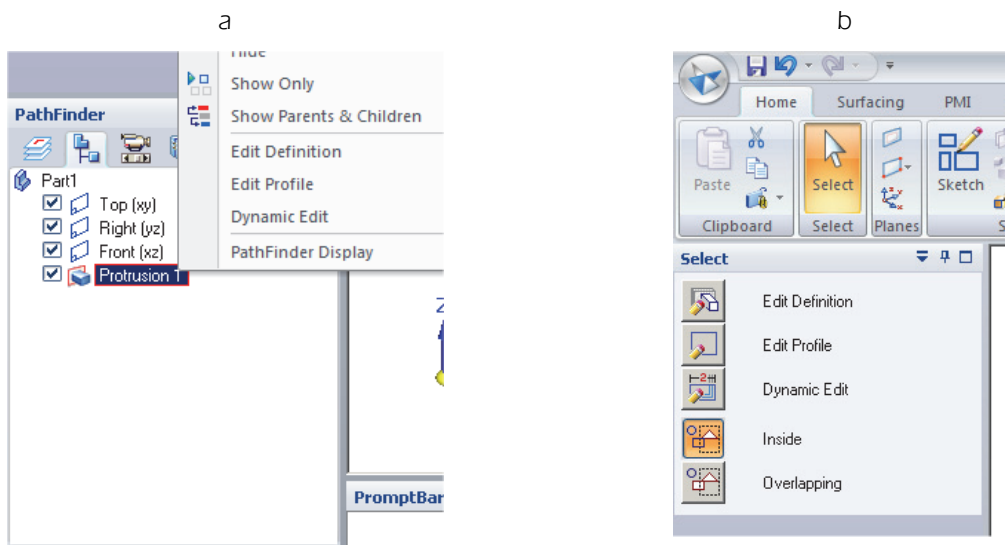
Olles lõpetanud töö mingi töövahendiga, saab seda redigeerida ka hiljem.

Kui vajutada ajaloopuus (*Pathfinder*) asetseval kasutatud tegevusel hiire parempoolset klahvi, avaneb kiirmenüü, kus on redigeerimiskäsud [joonis 2-15;a]:

- o **Edit Definition**
- o **Edit Profile**
- o **Dynamic Edit**

Samad redigeerimiskäsud võib leida, kui vajutada hiire parempoolsele klahvile tööväljal, redigeerimist vajaval elemendil või teha soovitud valiku „Tööriista täpsustamise“ vahendite hulgast, kui valitud on *Select Tool* [joonis 2-15;b].

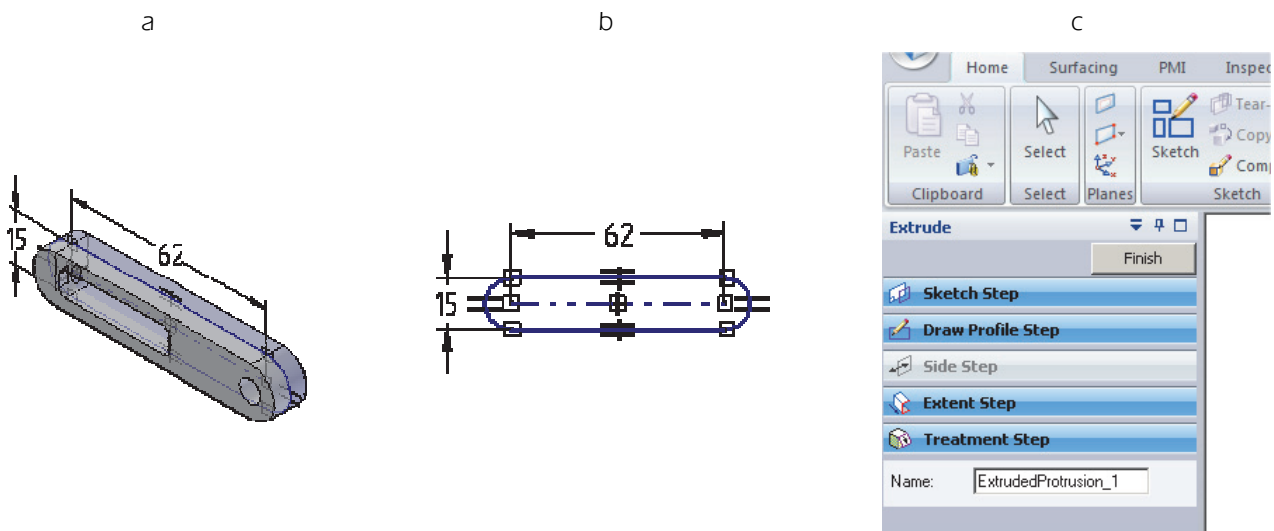
Kui avaneva kiirmenüü sisu on teistsugune, siis on tõenäoliselt hetkel pooleli mingi muu käsu täitmine. Et lõpetada töö poolelioleva käsuga, tuleks valida *Select Tool* ning jätkata seejärel hiire parempoolse klahviga.



joonis 2-15

**Edit Definition** – tööväljal avatakse redigeeritava käsuga seotud mõõdud. Märkides soovitud mõõdu, on seda võimalik muuta [joonis 2-16;a].

Lisaks avatakse tööriista täpsustavate vahendite aknas võimalused liikuda ka teiste redigeerimisvõimaluste juurde [joonis 2-16;c].



joonis 2-16

**Edit Profile** – sisenetakse *Sketch* režiimi [joonis 2-16;b]. Samaselt eelkirjeldatule, avaneb ka siin käsu kasutamisel võimalus liikuda teiste redigeerimisvahendite juurde [joonis 2-16;c].

**Dynamic Edit** – avatakse valitud detaili mõõdud ning lubatakse neid muuta.

## 2.6 Mõõdud

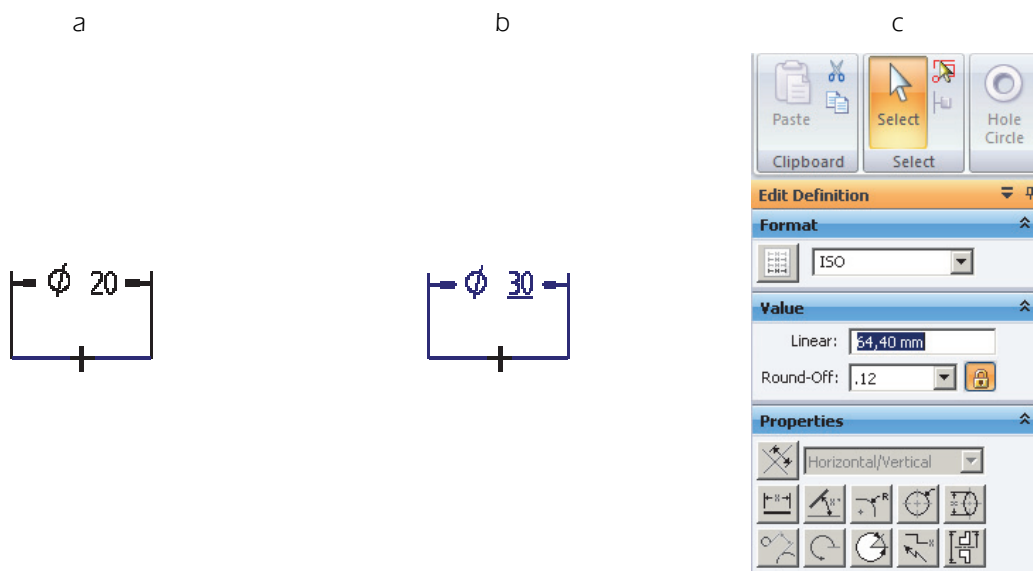
Täpse detaili loomise aluseks on mõõdud (*Dimensions*). Mõõdud määratakse kas konkreetse käsu kasutamise käigus või hilisemal redigeerimisel.

Eskiisi mõõtmed määratakse *Sketch* režiimis. Samuti tuleb nende hilisemaks muutmiseks enamasti siseneda *Sketch* režiimi (*Edit Profile*).

Mõõt saab olla juhitud (*driving*) või juhitud (*driven*).

- o Juhitava mõõdu puhul muudetakse mõõtme muutmise puhul nii esitatava väärtuse kui ka elemendi, millega mõõt on seotud, suurst või asendit [joonis 2-17;a].
- o Juhitud mõõdu puhul element ei muutu. Mõõdu muutmisel muutub vaid mõõdu suurus ja tähises on mõõtaruvi tähistav number alla kriipsutatud. Sellisel juhul ei vasta mõõt tegelikule mõõdule [joonis 2-17;b].
- o Juhitud ja juhivad mõõdud näidatakse välja erineva värvitooniga.

Mõõtmete ja mõõtjoonte paigutust ning orientatsiooni saab nende paigutamise ajal dünaamiliselt juhtida ja vajadusel ka hiljem muuta.



joonis 2-17

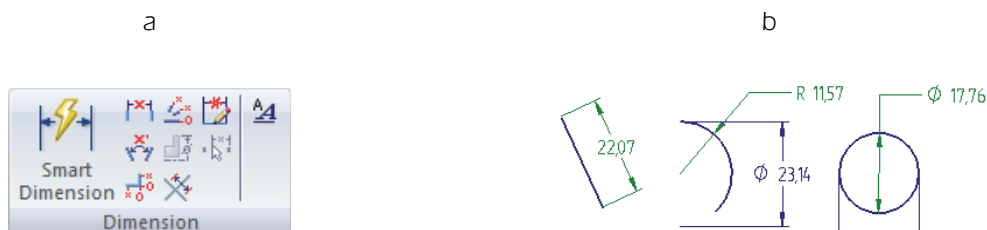


Kui *Driving* [joonis 2-17;c] ei ole „sisse lülitatud“, on tegu juhitava mõõduga. Et muuta mõõtu juhituks, tuleb näidatud nupp sisse lülitada.

Selle tulemusel muudetakse mõõt selliseks, nagu ta realselt on.

Olukorras, kus seda teha ei lasta, on tõenäoliselt kasutaja poolt tekitatud konflikt mõõtmete vahel. Sel juhul tuleks leida, kus on probleem tekitatud ning mõni peale kantud mõõtudest kustutada.

Vastava võimaluse avamiseks tuleb osutada mõnele juba peale kantud mõõdule. Mõõtude kasutamise vahendid on *Sketch* režiimis järgnevad [joonis 2-18;a]:



joonis 2-18



**Smart Dimension** – võimaldab mõõta joone pikkust, ringi/kaare diameetrit ja raadiust. Kasutamiseks osutada soovitud joonele ning näidata, kuhu paigutatakse mõõt [joonis 2-18;b].



**Distance Between** – võimaldab määrata kahe joone (punkti) vahelist kaugust. Kasutamiseks osutada kahele joonele (punktile), mille vahet on soov mõõta ning näidata, kuhu paigutatakse mõõt.



**Angle Between** – võimaldab määrata kahe joone vahelist nurka.



**Coordinate Dimension** – võimaldab määrata elemendi iseloomulike punktide koordinaate.



**Angular Coordinate Dimension** – võimaldab määrata elemendi iseloomulike punktide raadiused.



**Symmetric Diameter** – võimaldab määrata sümmeetrilist diameetrit.



**Dimension Axis** – võimaldab määrata mõõttelgede orientatsiooni lehel.

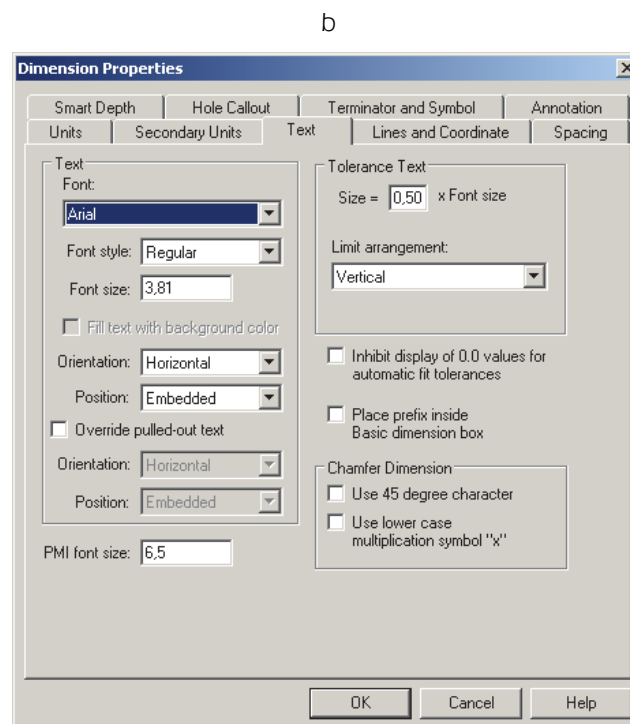
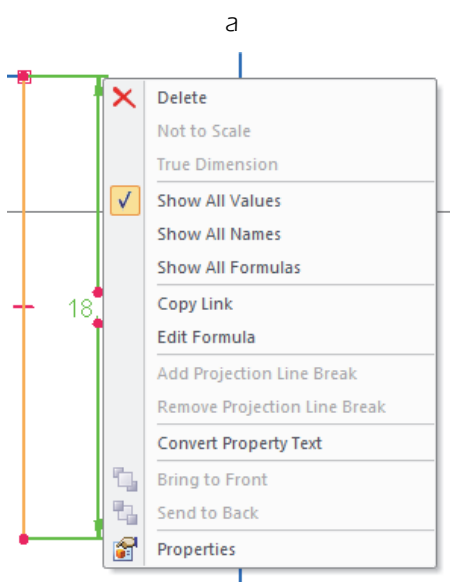


**Auto Dimension** – võimaldab eskiisi luues kanda igale joonele automaatselt peale mõõdud.

Soovi korral saab esitatavate mõõtude omadusi muuta, vajutades soovitud mõõdul hiire parempoolset klahvi ning avanenud kiirmenüüst **Properties** [joonis 2-19;a].

Näiteks võib tekkida soov muuta kasutatavat tähekörgust.

Selleks tuleks avanenud aknas valida *Text* ning muuta väärtust lahtris *Font Size* [joonis 2-19;b].



joonis 2-19

## 2.7 PMI mõõdud

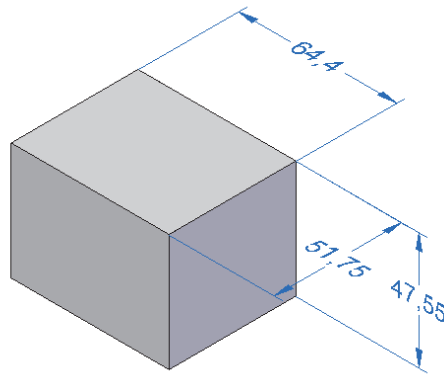
### **PMI** - *Product Manufacturing Information*

*Sketch* režiimist väljudes on võimalik kanda mudelile PMI mõõte. Need on traditsioonilises tehnoloogias juhitud tüüpi ehk informatiivsed, nende kaudu detaili mõõtmeid muuta ei saa [joonis 2-20].

Sünkroontehnoloogia kasutamisel (mida käesolevas juhendis ei käsitleta), on ka PMI mõõdud juhitud.

PMI mõõtude kasutamiseks on lint PMI, kus asetsevad nende käsitlemiseks vajalikud vahendid.

Oluline on jälgida, et enne mõõdu detailile kandmist on valitud õiges sihis olev plaan. Vastasel korral võib mõõdu kandmine mudelile ebaõnnestuda.



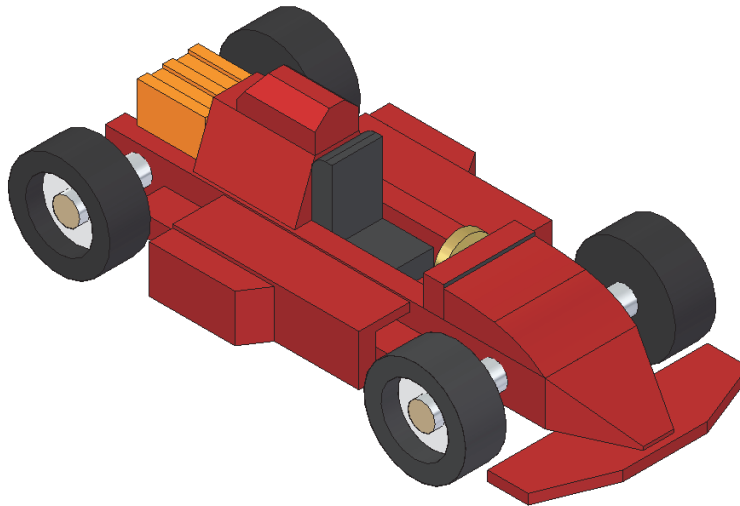
joonis 2-20



### 3. Näidismudel 1

„Näidismudel 1“ eesmärgiks on lihtsama auto loomine ja selle käigus põhiliste töövõtete omandamine [joonis 3-1].

Digitaalne mudel on loodud valmis autost, mille päritolu ei ole materjali autoritele teada.



joonis 3-1

Eesmärgiks on lihtsamatest detailidest tervikliku mudeli valmistamine ja seejuures ettekujutuse loomine otstarbekast modelleerimisest.

Mudeli valikul on lähtunud asjaolust, et modelleerimistarkvara Solid Edge tasuta omandamise võimalus on käesoleva materjali koostamise hetkel olemas kõikidel Eesti koolidel. Freespingid on olemas osal koolidel. Mudeli digitaalse loomise ja jooniste loomise osa on kasutatav seega kõikidel, freespingi omanikel on võimalik kasutada seda ka ühe võimaliku freesimise tööna.

Mudel on valmistatav ka tavapärase vahenditega tööõpetuse tundides või ringitööna.

Vastavalt õpilaste võimekusele võib kõiki detaile disainida ka oluliselt keerukamaks.

Kuna keerulisemaid töövõtteid käsitletakse teise näidismudeli loomisel, siis oleks keerukamaks ehitamise juures otstarbekas piirduda töövõtetega, mis on teostatavad paralleellükkega (*Extrude, Cut*).

Juhendis on olnud soov näidata võimalikult palju erinevaid töövõtteid. Kuigi enamikke detailidest võib luua ka juhendis kirjeldatust erineval moel, soovib autor järgida esialgse harjutamise käigus just juhendis kirjeldatud teed. Vastasel korral ei pruugi näiteks koostu komplekteerimine kirjeldatud kujul õnnestuda. Sel juhul oleks vaja leida vastavalt kasutatud lahendustele otstarbekas tee iseseisvalt, mis võib osutuda algajale keeruliseks.

Kõigepealt luuakse detailid (*Part*) ning seejärel komplekteeritakse neist koost (*Assembly*). Soovitav oleks jälgida juhendis näidatud mõõte. Vastasel korral ei pruugi koostu komplekteerimine kirjeldatud kujul olla kõige otstarbekam

Loodava mudeli detailid on suhteliselt lihtsalt freesitavad koolide CNC pinkidega, Seega on võimalik mudel ka reaalselt valmistada. Kui üritada mudelit valmistada kasutades pingi juhtimise tarkvarana NcCad-i, tuleks vajadusel mõnda detailidest käsitsi töödelda. Näiteks „Kapoti“ kumerpind. Silindrilise kujuga „Telg“, oleks otstarbekas treida.

Kui detaile keerukamaks arendada, tuleks pingi juhtimise tarkvarana kasutada programmi NX.

Pingi juhtimise tarkvara (*CAM*) kohta leiab informatsiooni juhendi teistest peatükkidest.

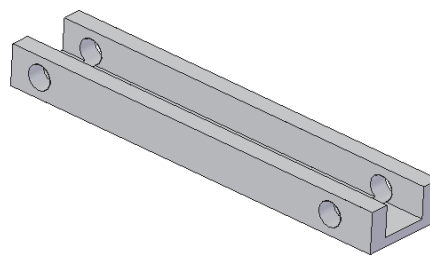
Nii detailide loomisel, kui koostu komplekteerimisel lähtutakse juhendis üldiselt põhimõttest, et kui eespool on mingi käsu kasutamist kirjeldatud, siis seda uuesti ei korrata.

Seega kui mõne detaili loomise juures puudub üksikasjalik juhend selle loomiseks, tasub vaadata vajalikke samme mõne eespool loodud samalaadse detaili juurest.

### 3.1 Kere

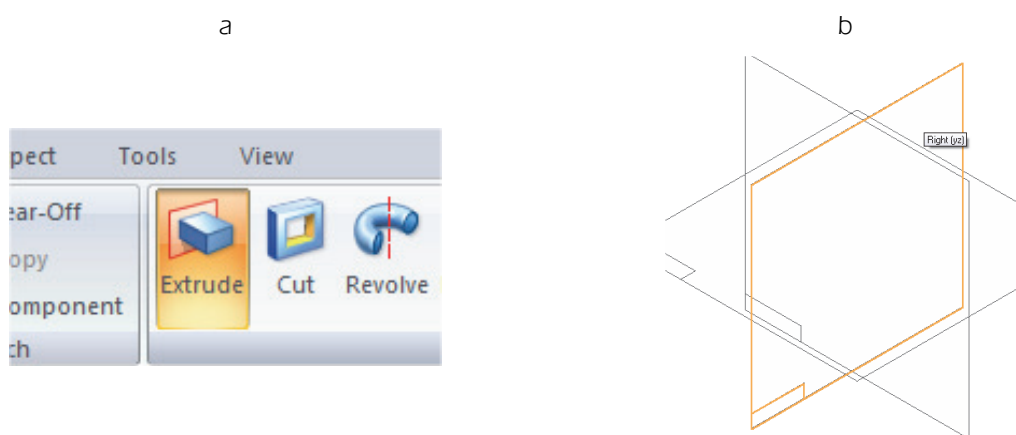
Kuna kõik detailid seotakse „Kere“ külge, siis alustatakse ka detailide loomist sellest detailist. [joonis 3-2]

Soovitav on järgida saama orientatsiooni nagu juhendis, vastasel korral võib koostu komplekteerimine erineda mõningal määral juhendis kirjeldatust.



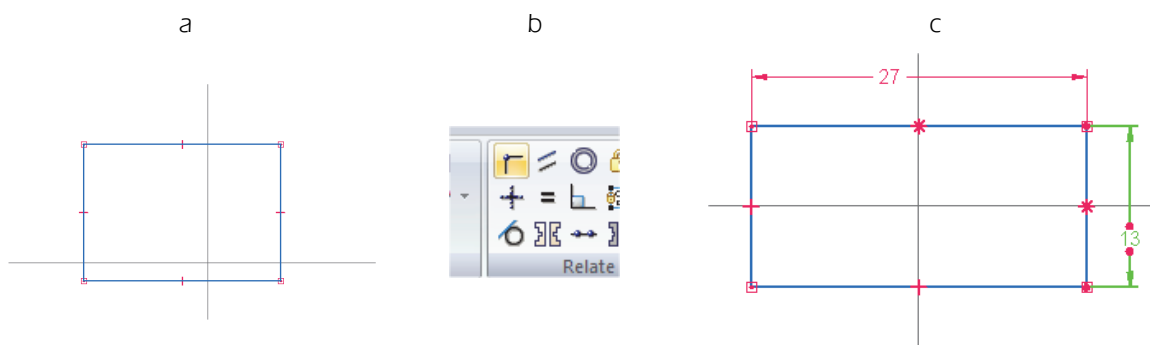
joonis 3-2

- o Valida vahend **Extrude** [joonis 3-3;a] ja näidata  $YZ$  tasapinda [joonis 3-3;b].



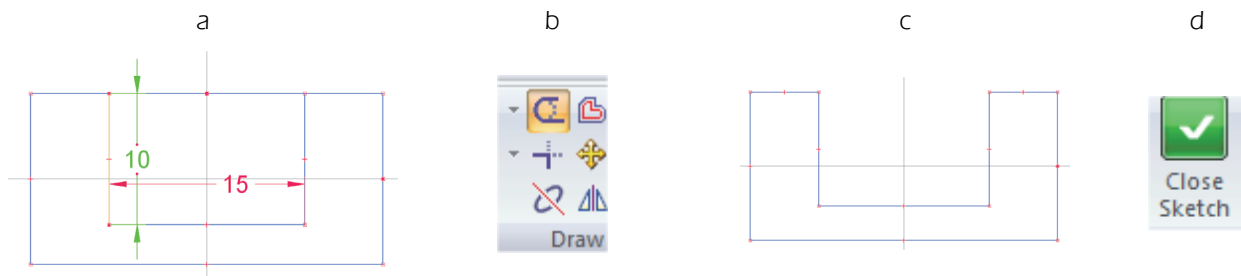
joonis 3-3

- o Joonestada ristkülik. [joonis 3-4;a]. Vajalikud joonestamisvahendid asuvad lindil *Home* seksioonis *Draw*.
- o Valida **Connect** [joonis 3-4;b] ja siduda joonte keskpunktid plaanide külge ning lisada külgedele mõõdud.
- o Määrata mõõtudeks 27 mm ja 13 mm [joonis 3-4;c].



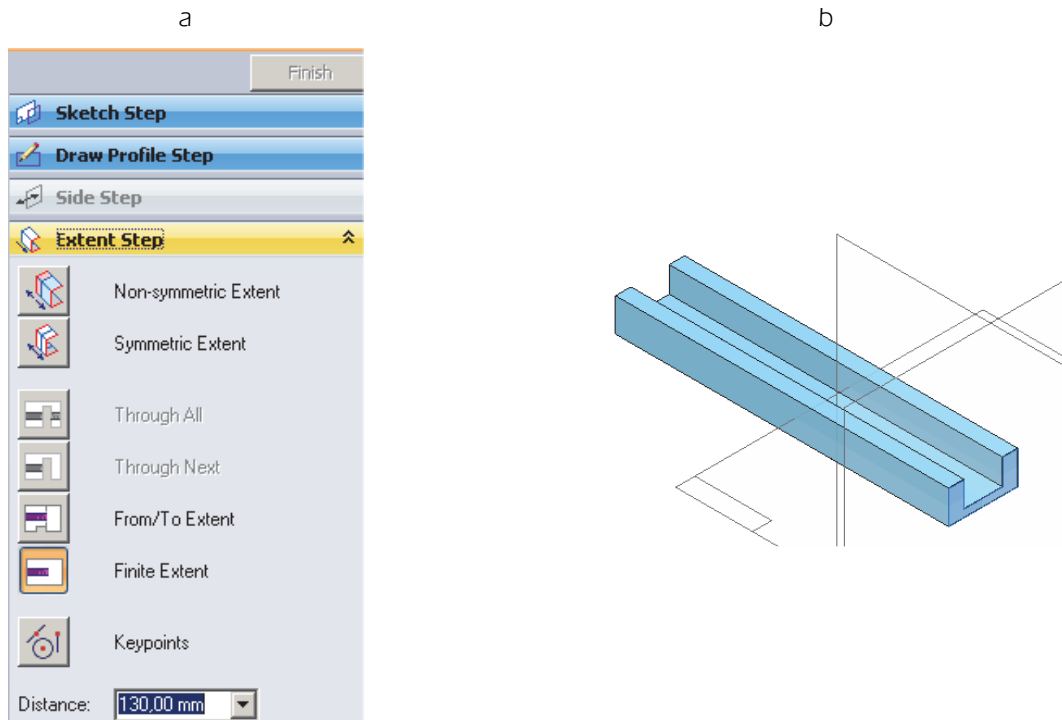
joonis 3-4

- o Luua teine ristkülik, siduda mõlema ristküliku ülemise keskjoone punktid ning määrata ristküliku mõõtudeks 15 mm ja 10 mm [joonis 3-5;a].
- o Valida **Trim** [joonis 3-5;b] ja eemaldada ülearused jooned klõpsuga mittevajalikul osal. [joonis 3-5;c].
- o Väljuda *Sketch*-i režiimist [joonis 3-5;d].



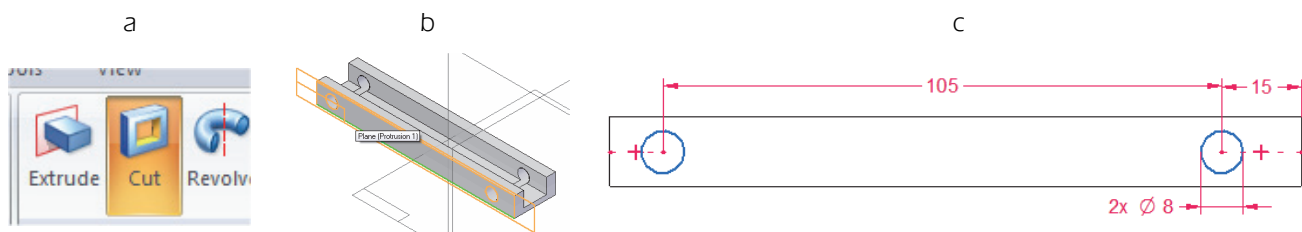
joonis 3-5

- o Määrata detaili pikkuseks 130 mm [joonis 3-6;a] ning näidata detaili loomise suund [joonis 3-6;b].



joonis 3-6

- o Valida **Cut**. [joonis 3-7;a]. Eesmärgiga lõigata telgede avad.
- o Valida pinnaks kere pikem nähtav külj pinnaks, millele paigutatakse lõikamiseks vajalikud eskiisid. [joonis 3-7;b].
- o Joonestada kaks ringjoont läbimõõduga 8 mm, paigutatuna kõrguse suunas detaili keskele, auto esiootsast 15 mm kaugusele, avade tsentrite vahe on 105 mm. [joonis 3-7;c].
- o Valida **Close Sketch**.
- o Määrata pikkuseks 27 mm ning näidata lõikamise suund.



joonis 3-7

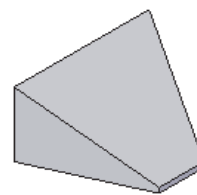
- o Salvestada loodud detail nime alla „Kere“.

## 3.2 Nina

Detail „Nina“ [joonis 3-9] paigutatakse koostu luues „Kere“ esiotsa külge.

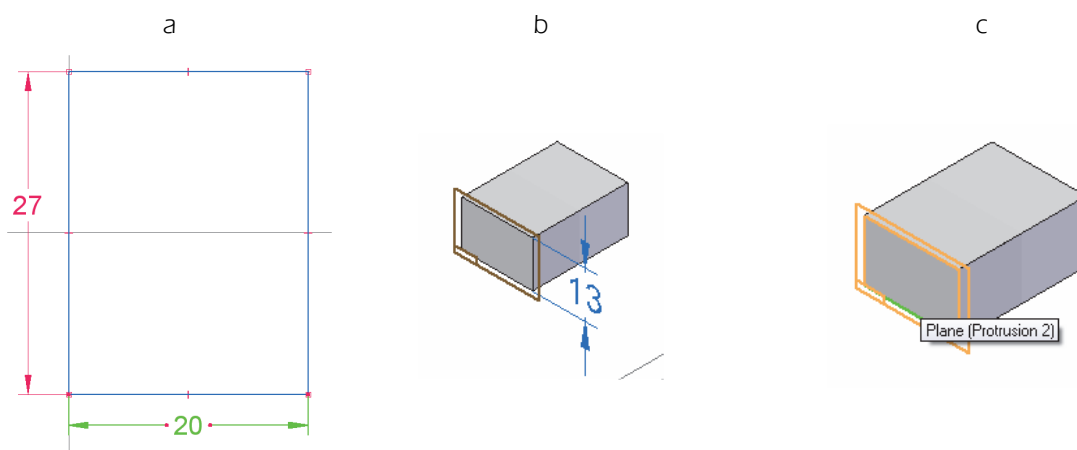
Et juhendis kirjeldatud moel tegevus õnnestuks, peaks kasutatavad mõõdud olema samaväärsed.

Võtted detaili loomisel on sarnased „Kere“ loomisel kasutatutega.




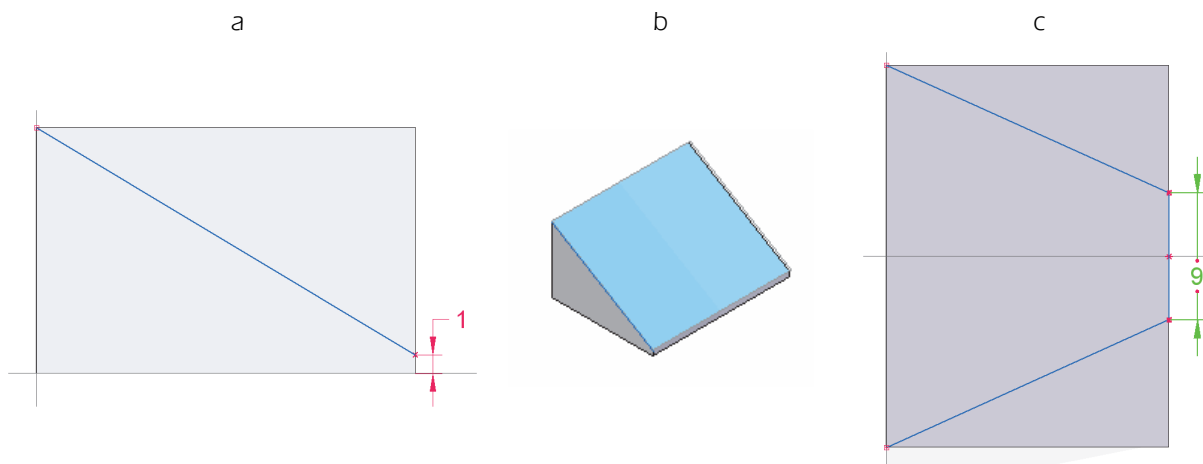
joonis 3-8

- o Valida **Extrude**. Joonestada XY tasapinnale ristkülik külgede mõõtudega 27 mm ja 20 mm. Siduda ristküliku pikema külje keskpunkt plaanide ristumiskohta [joonis 3-9;a].
- o Valida **Close Sketch**.
- o Määrata kõrguseks 13 mm ning näidata suund [joonis 3-9;b].
- o Valida **Cut** ja osutada risttahuka „väiksemale küljele“ [joonis 3-9;c].



joonis 3-9

- o Joonestada sirgjoon algusega ristküliku ülemisest vasakpoolsest nurgast ning siduda teine ots vastaspoolel asuva küljejoone külge.
- o Kanda peale mõõt ning määrata joone otsa kauguseks (*distance between*)  pikemast küljest 1 mm [joonis 3-10;a].
- o Valida **Close Sketch**.
- o Määrata kauguseks 27 mm ning näidata suund [joonis 3-10;b].
- o Näida kumb pool kuulub lõikamisele.



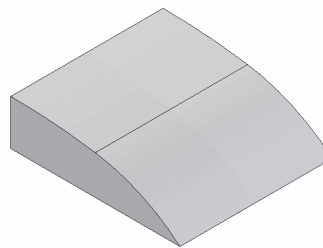
joonis 3-10

- o Valida **Cut** ja osutada XY tasapinnale.
- o Joonestada sirgjoon, mis asetseb ristküliku pikemal küljel pikkusega 9 mm ning siduda joone keskpunkt ristküliku külje keskpunkti.
- o Joone otspunktidest tõmmata sirgjooned vastaskülje nurkadesse. [joonis 3-10;c]
- o Valida **Close Sketch**.
- o Määrata kõrguseks 13 mm ning näidata suund.
- o Salvestada fail nime alla „Nina“.

### 3.3 Kapott

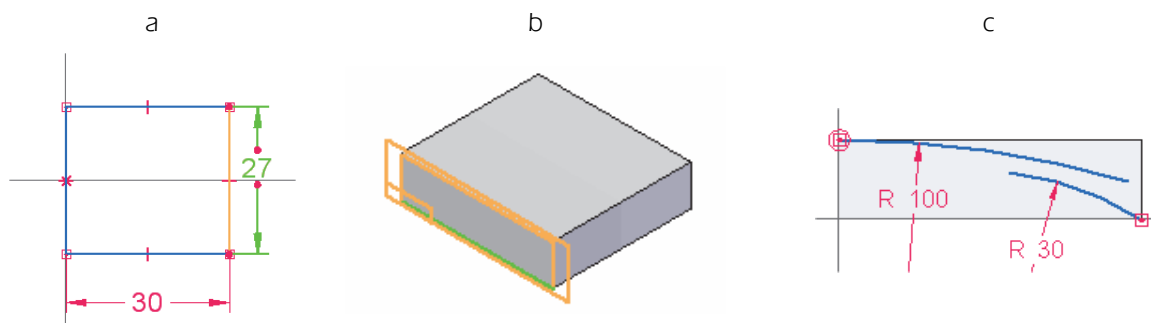
Detail „Kapott“ [joonis 3-12].

Detaili loomisel õpitakse sujuva ühenduse konstrueerimist.



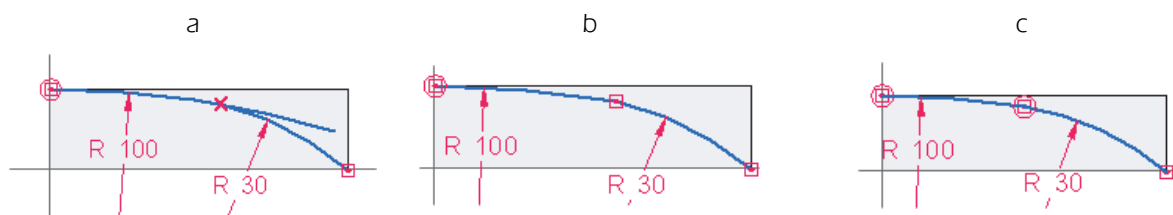
joonis 3-11

- o Luua risttahukas põhja mõõtudega 30 mm ja 27 mm ning kõrgusega 8 mm [joonis 3-12;a].
- o Valida **Cut** ja osutada risttahuka küljele [joonis 3-12;b].
- o Joonestada kaar R100, alguspunktiga ristküliku nurgast [joonis 3-12;c].



joonis 3-12

- o Joonestada kaar R30 ja siduda otspunkt ristküliku diagonaali teise otsa [joonis 3-12;c].
- o Kanda kaartele peale mõõdud.
- o Siduda kaare R30 otspunkt kaare R100 joone külge [joonis 3-13;a].
- o Käsuga *TRIM* eemaldada ülearune osa kaarest R100 [joonis 3-13;b].

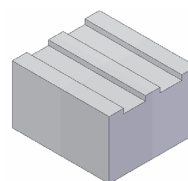


joonis 3-13

- o Siduda kaarte kokkupuutepunktid „puutepunktis“ Kuna puutepunkti täpne asukoht ei ole määratud, võib loodud kõvera kuju olla natuke erinev siin näidatust.
- o Valida *Close Sketch*.
- o Määrata kauguseks 27 mm ning näidata lõikamise pool ja suund.
- o Salvestada fail nime alla „Kapott“.

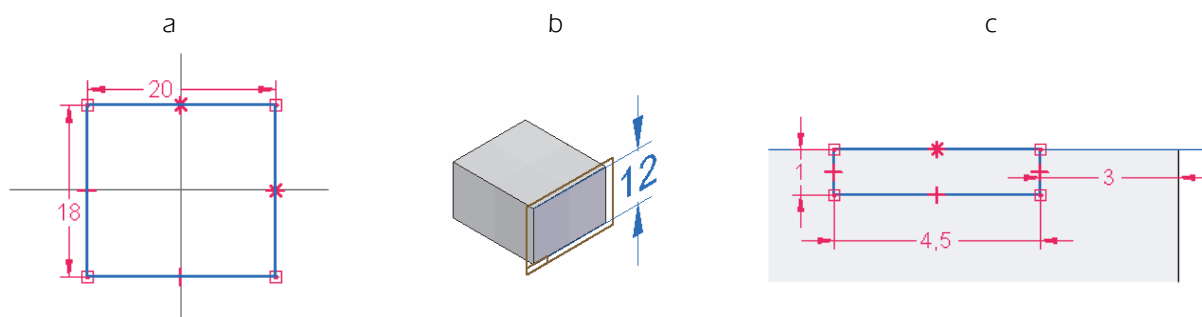
### 3.4 Mootor

Detail „Mootor“ [joonis 3-14]



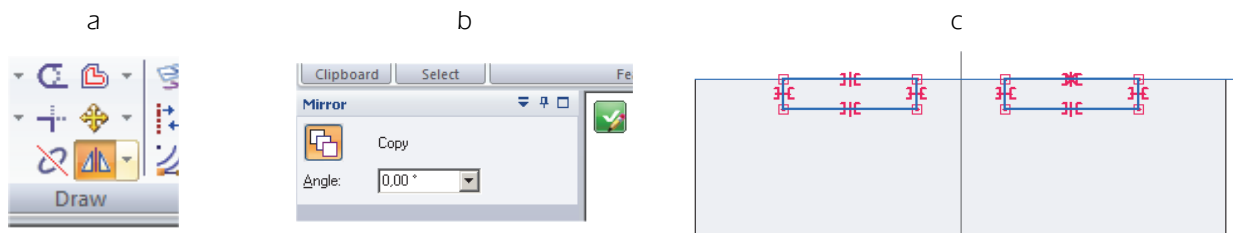
joonis 3-14

- o Luua risttahukas põhja mõõtudega 18 mm ja 20 mm ning kõrgus 12 mm [joonis 3-15;a].
- o Valida *Cut* ja osutada risttahuka väiksemale küljele [joonis 3-15;b].
- o Joonestada ristkülik ja siduda pikem külg risttahuka ülemise serva külge.
- o Määrata mõõdud [joonis 3-15;c].



joonis 3-15

- o Valida käsk *Mirror* [joonis 3-16;a].
- o Kontrollida, et tööriista täpsustavas osas oleks sisse lülitatud *Copy* [joonis 3-16;b].
- o Märgistada joonestatud ristkülik (seda on kõige lihtsam teha vedades märgistuskast ümber ristküliku) ja osutades plaanile, mille suhtes soovitakse peegeldada [joonis 3-16;c].



joonis 3-16

- Valida *Close Sketch*.
- Määrata kauguseks 20 mm ning näidata lõikamise suund.
- Salvestada fail nime alla „Mootor“.

### 3.5 Teised detailid

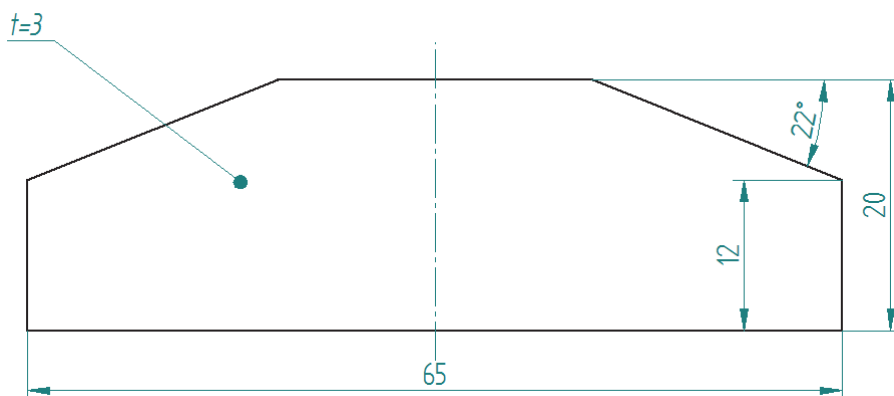
Teiste vajalike detailide loomine on sarnane kirjeldatule.

Luu järgnevad detailid ja salvestada vastavate nimede alla.

Detailide nimedes on täppidega tähed asendatud muude tähtedega, et mitte sõltuda kasutatava arvuti häälestusest.

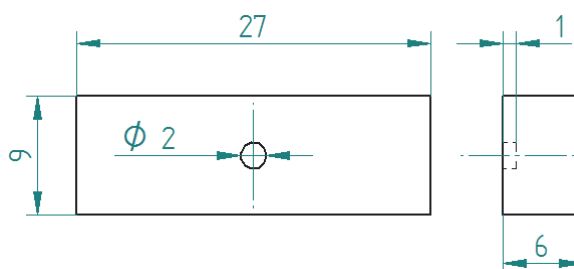
#### Esitiib

$t=3$  – detaili paksus =3 (*thickness*)

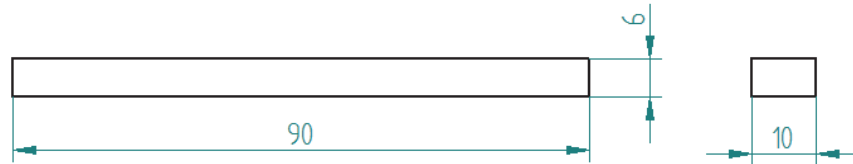


joonis 3-17

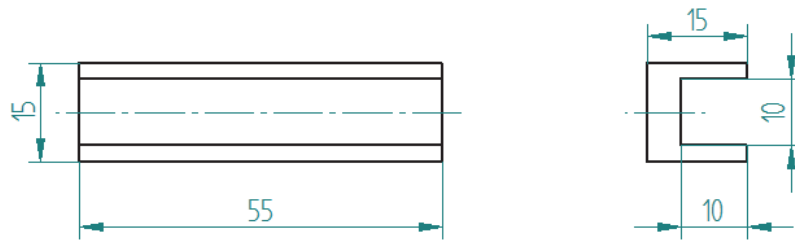
#### Armatuur



joonis 3-18

Kylg

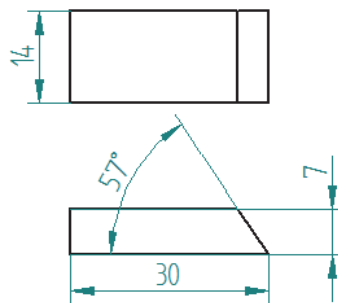
joonis 3-19

Kylje tiib

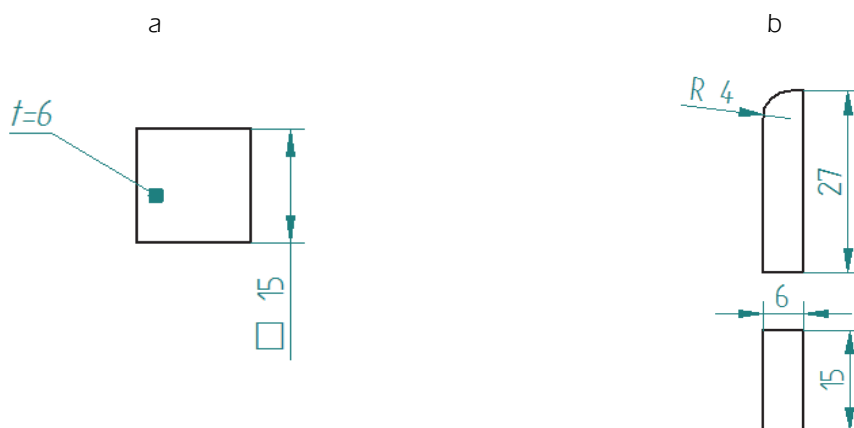
joonis 3-20

Ohu suunaja

Nurga mōõdu mārkimiseks valida vahend *Angle Between* ning osutada seejārel joonte, mille vahelist nurka soovitakse māradata. Seejārel nāidata koht, kuhu mōõt paigutatakse.



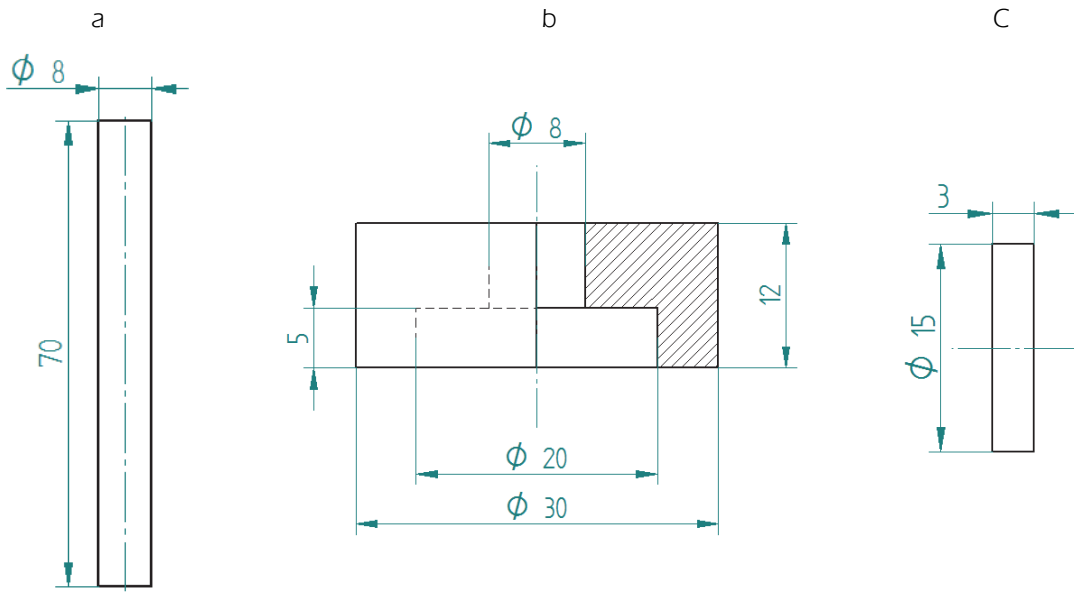
joonis 3-21

Iste (a) ja Seljatugi (b)

joonis 3-22

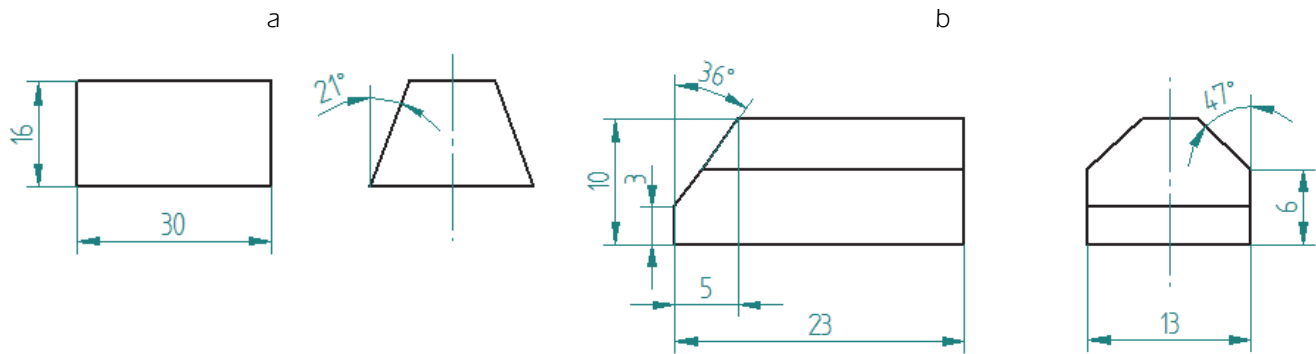


Telg (a), Ratas (b) ja Rool (c)



joonis 3-23

Peatoe alus (a) ja Peatugi (b)



joonis 3-24

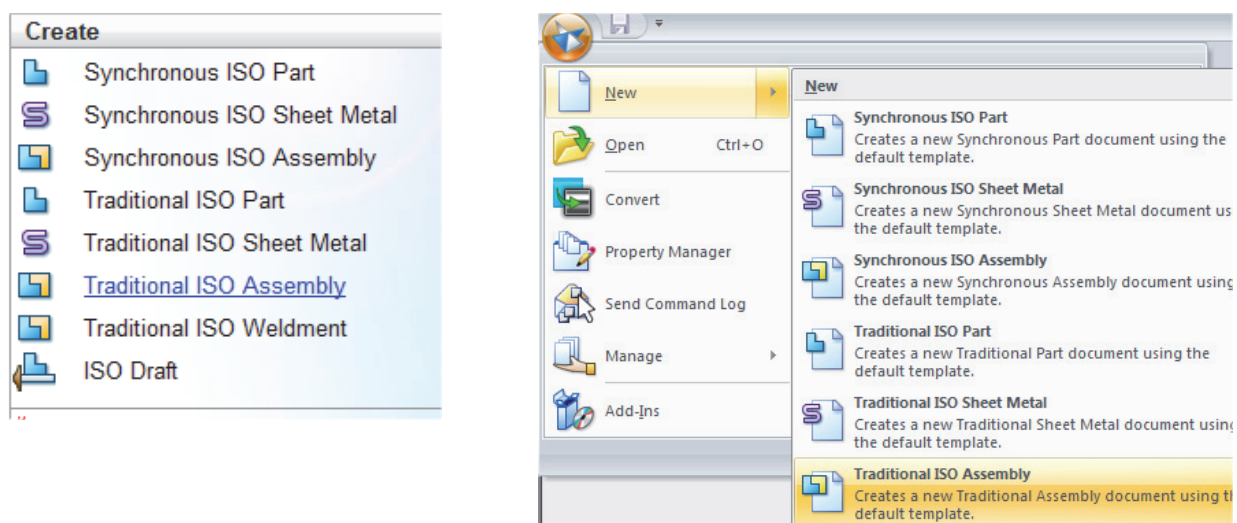
## 4. Koostu komplekteerimine

Järgnevalt käsitletakse koostu komplekteerimist traditsioonilisel meetodil.

Eesmärgiks on näidata erinevaid võimalusi soovitud tulemuse saavutamiseks. Nii mõndagi tulemust võib saavutada ka teistmoodi kui järgnevalt kirjeldatakse.

Käivitada *Assembly*. Seda saab teha kas programmi käivitamise avaaknas või valikuga

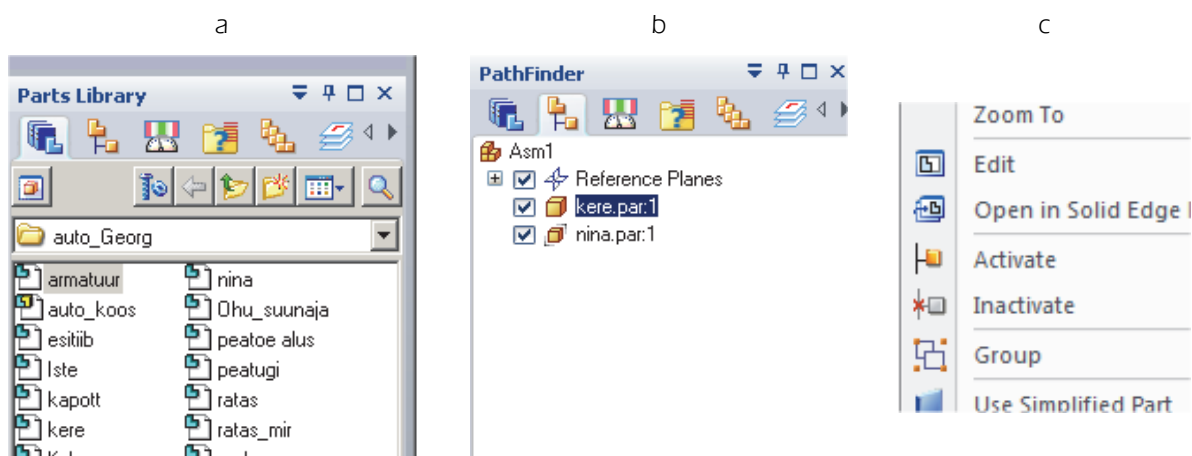
*Application Button/New/Traditional ISO Assembly*. [joonis 4-1]



joonis 4-1

Ekraanipilt on sarnane Part keskkonna omale, kuid on loomulikult erinev töövahend.

Auto komplekteerimiseks eelkõige vajalikud töövahendid asuvad lindil *Home*. Lisaks on kindlasti vaja liikuda *Parts Library*, [joonis 4-2;a] (detailide lisamiseks) ja *Pathfinder*-i [joonis 4-2;b] (sidemete täpsustamiseks) vahel.



joonis 4-2

Detailid saavad olla aktiveeritud või mitteaktiveeritud.

Oleku muutmiseks tuleks detaili peal vajutada hiire parempoolsele klahvile ning valida kas *Activate* või *Inactivate* [joonis 4-2;c].

Samuti võib olekut muuta ka *Pathfinder-i* aknas, kasutades hiire parempoolset klahvi soovitud detaili nimel, mille olekut soovitakse muuta.

Kuna punkte, pindasid ja jooni, mille vahel saab sidemeid määrata, tekib keerulisemate koostude puhul liiga palju, siis on otstarbekas kuulutada hetkel mittevajalikud detailid mitteaktiveerituteks.

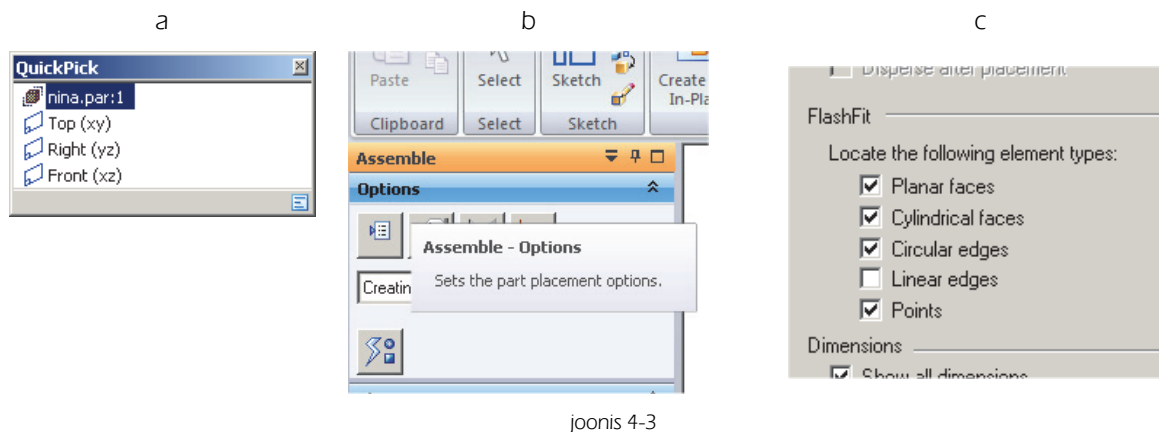
### Sidemeid saab määrata ainult aktiveeritud detailide vahel.

Õigele pinnale või joonele osutamise lihtsustamiseks on vahend *QuickPick*

Kui viia hiire viit mingile punktile, ning jätta ta hetkeks seisma, tekib ekraanile ∞-märk. Vajutades seejärel hiire parempoolsele klahvile, pakutakse valikut võimalikest märgistuse objektidest antud kohas [joonis 4-3;a].

Kui vahend *Assemble* on aktiivne siis saab tööriista täpsustavas aknas määrata, mille külge sidemeid on võimalik määrata, valikuga *Options* [joonis 4-3;b].

Et pakutavaid võimalusi sidemete määramiseks ei oleks liiga palju, on otstarbekas välja lülitada hetkel mittevajalikud võimalused [joonis 4-3;c]. Samas saab valikuid muuta iga sideme määramise käigus.



joonis 4-3

## 4.1 Detailide lisamine ja sidemete määramine.

Detaili lisamiseks tuleb avada *Parts Library* ning soovitud detail vedada tööväljale. Võib kasutada ka topeltklõpsu hiire vasakule klahvile, kuid sel juhul ei pruugi olla detaili paiknemine tööväljal oodatud kohas.

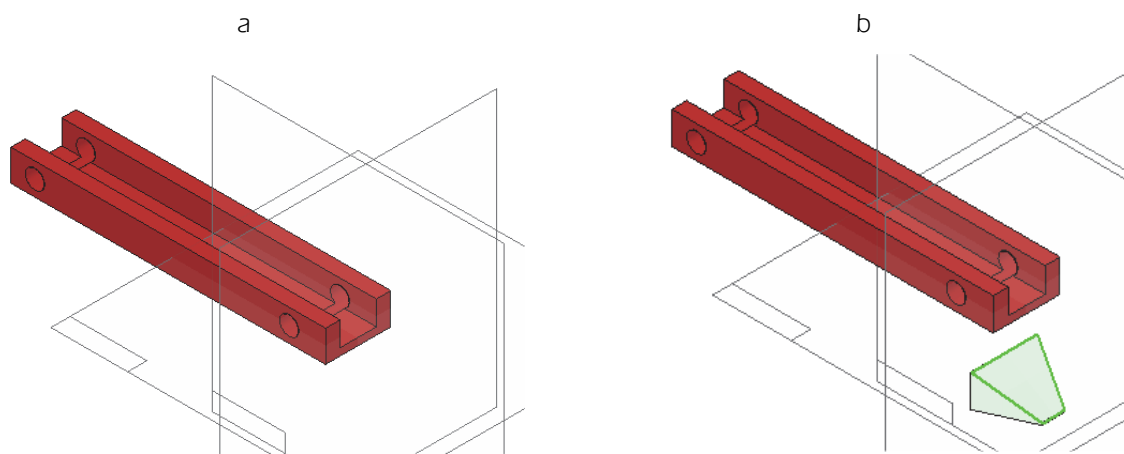
Alati tuleb jälgida, et aktiivne oleks detail, millele soovitakse sidemeid määrata. Kui vahepeal on valitud mingi muu detail, siis tuleks valida *Select Tool* [joonis 4-4;a], osutada vajalikule detailile ning seejärel valida *Assemble* [joonis 4-4;b] lindilt *Home*.



joonis 4-4

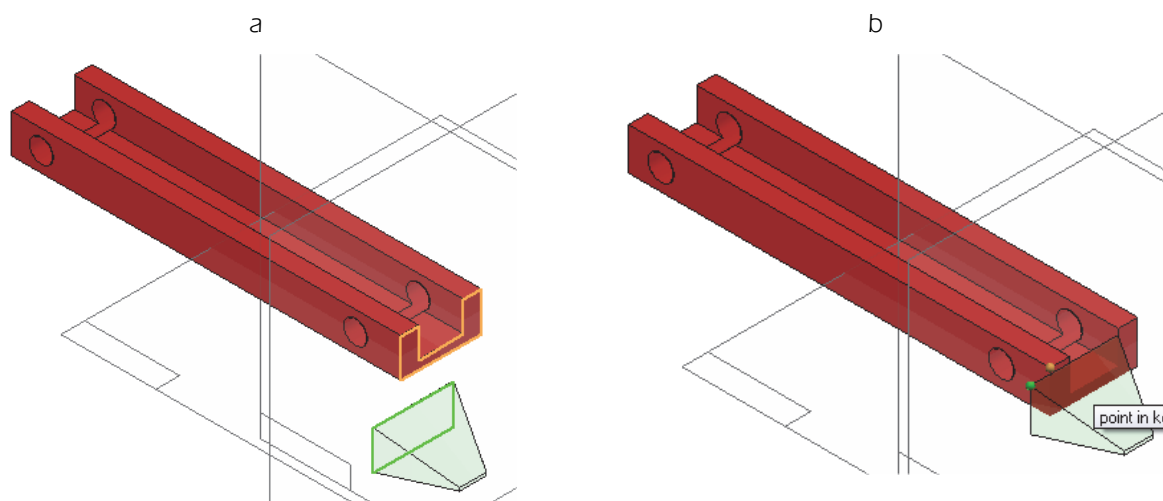
- o Vedada detail „Kere“ tööväljale [joonis 4-5;a].
- o Salvestada fail nime alla *Auto\_Koost*. Lisatakse nimelaiend *.asm*.

## 4.2 Nina lisamine



joonis 4-5

- Vedada „Nina“ tööväljale. Soovitav alt kuskile selle koha lähedusse, kuhu teda tahetakse paigutada. [joonis 4-5;b] „Nina“ asetseb „Kere“ suhtes lõpptulemusena õigel kohal, kui otspinnad puutuvad kokku ja serva jooned asetsevad kohakuti.
- Märgistada „Nina“ tagumine külg ja siduda see „Kere“ otsapinna külge [joonis 4-6;a].
- Siduda nurga punktid [joonis 4-6;b].
- Detailid asetsevad teineteise suhtes õigel kohal [joonis 4-7;a].

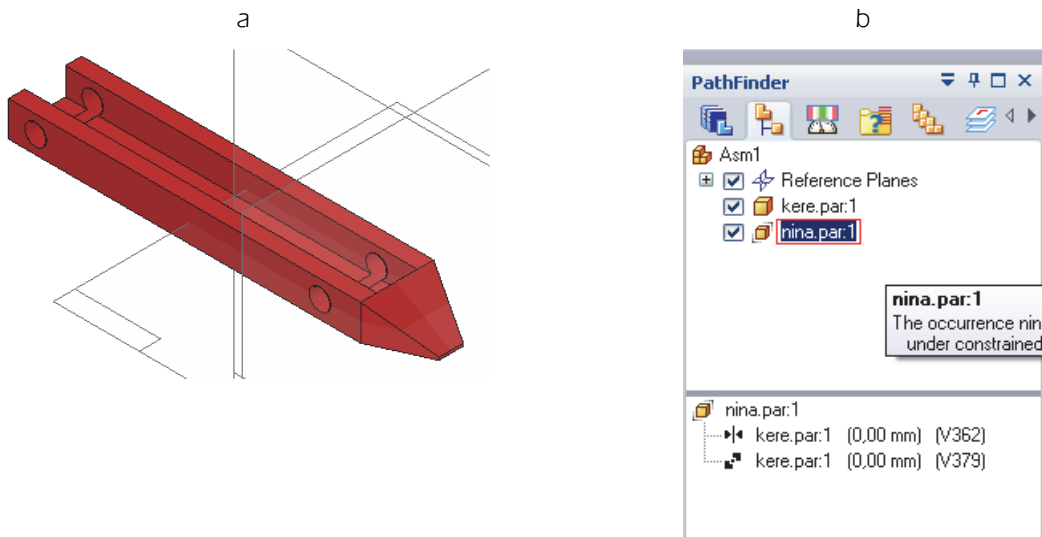


joonis 4-6

Antud ühenduse juures oleks piisanud ka ainult nurga punktide ühendamisest, et detailid paikneks teineteise suhtes ruumiliselt õigesti.

Hiljem saab määratud sidemeid jälgida ning vajadusel ka muuta ja kustutada *PathFinder*-i aknas. Osutades soovitud detailil, näidatakse akna alumises osas välja kõik temaga seotud sidemed [joonis 4-7;b].

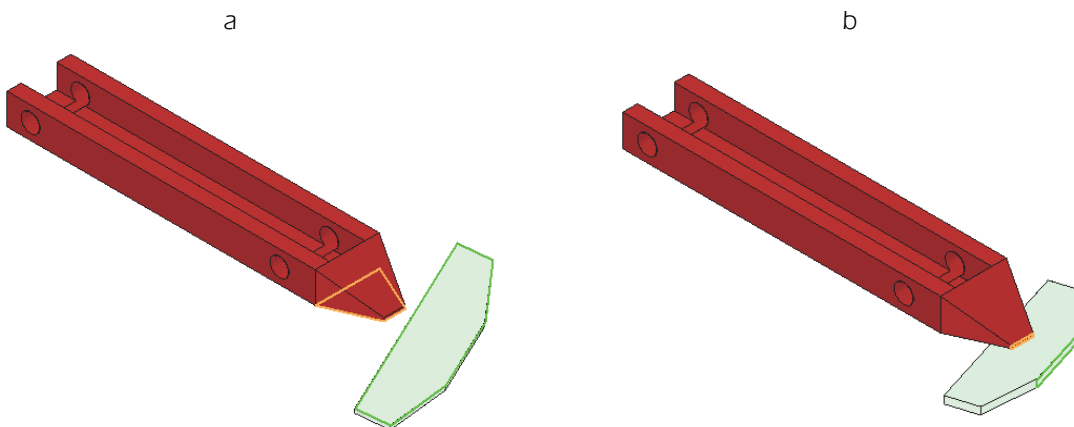
Kui mõni neist on tekkinud ekslikult või on mittevajalik, siis saab ta siinkohal kustutada.



joonis 4-7

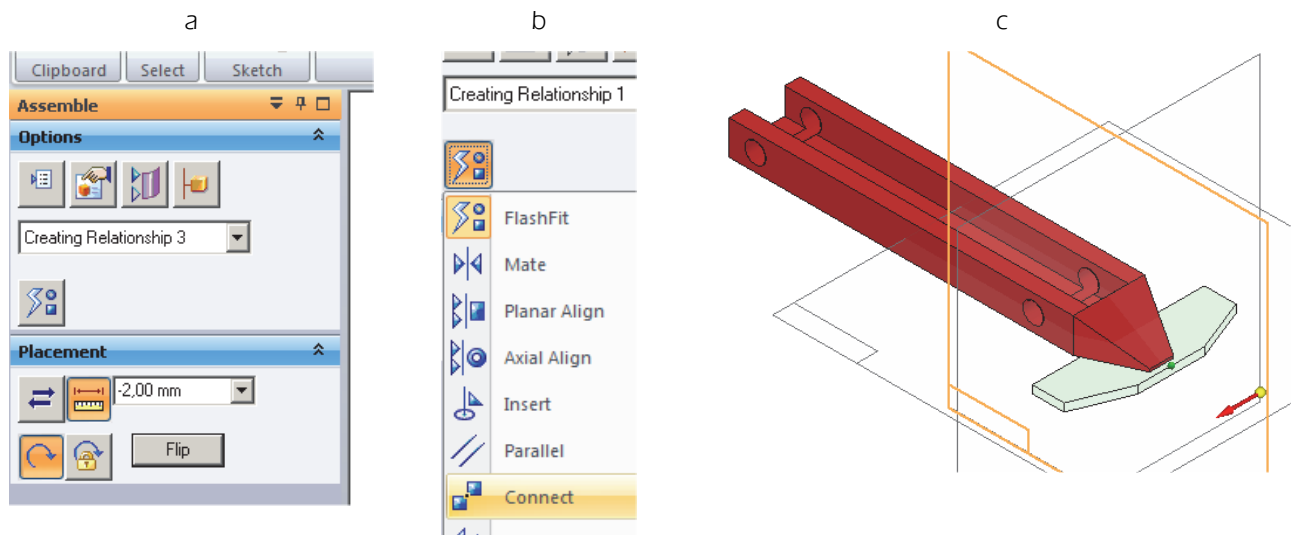
### 4.3 Esitiiva lisamine

- Vedada Esitiib tööväljale.
- Siduda „Esitiiva“ pealmine pind „Nina“ alumise pinna külge [joonis 4-8;a].
- Siduda esimesed pinnad üksteise külge [joonis 4-8;b] ja määrata kauguseks üksteisest 2 mm [joonis 4-9;a]. Seda saab soovi korral teha ka hiljem, kui hakata *PathFinder* -i aknas sidet täpsustama. Positiivne väärtus liigutab detaili ühes suunas, negatiivne teises suunas.



joonis 4-8

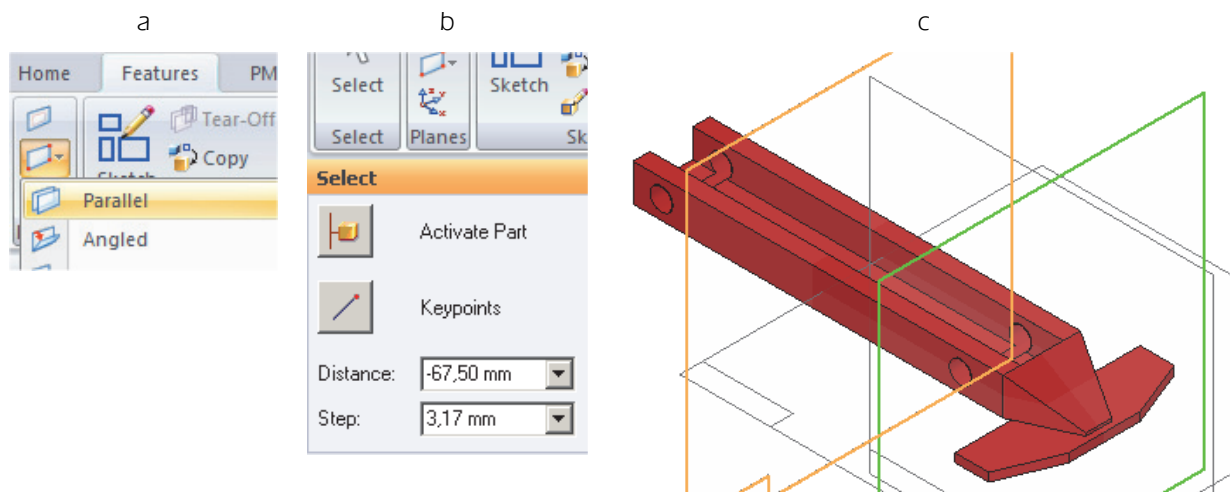
- Valida kasutatava sideme tüübiks *Connect* ja ühendada „Esitiiva“ esimese serva keskpunkt plaani XZ külge [joonis 4-9;c]. Hetkel on seda lihtne määrata, kuna „Kere“ loomisel sai ta modelleeritud nii, et plaan XZ jookseks mudeli keskelt läbi.



joonis 4-9

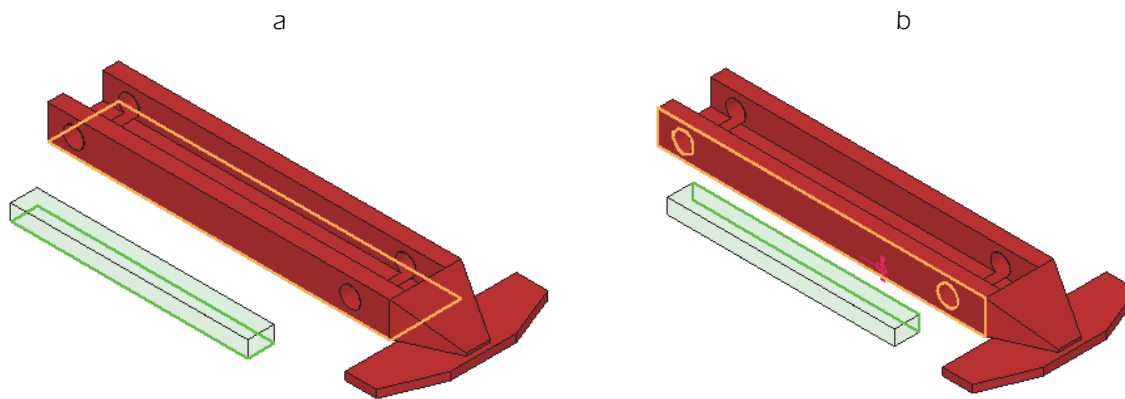
#### 4.4 Külje lisamine

- Vedada „Kylg“ tööväljale. Detail on õigesti paigutatud, kui tema alumine pind on samal tasapinnal „Kere“ alumise pinnaga, küljed puutuvad kokku ja keskoht asub „Kere“ avade keskel.
- Luua paralleelne plaan YZ plaaniga [joonis 4-10;a;c] kaugusele 67,5 mm [joonis 4-10;b]. Selleks vajalikud vahendid asuvad lindil *Features* [joonis 4-10;a].



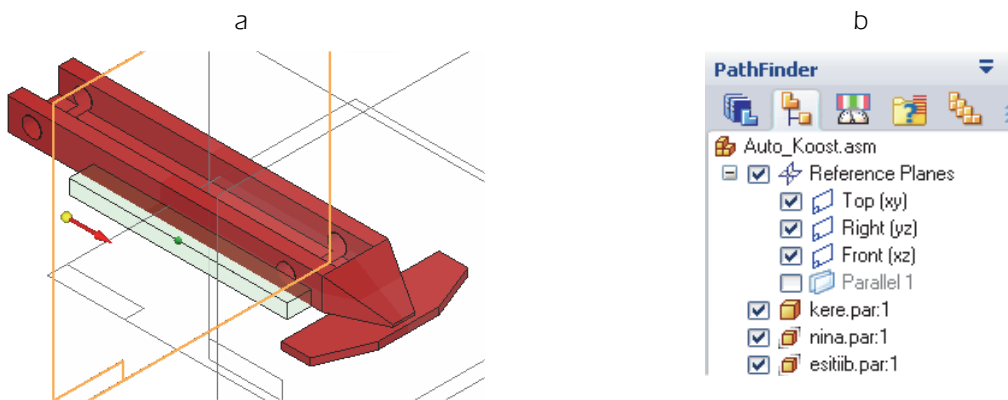
joonis 4-10

- Siduda „Kere“ ja „Kylje“ alumised pinnad [joonis 4-11;a].
- Siduda küljed [joonis 4-11;b].



joonis 4-11

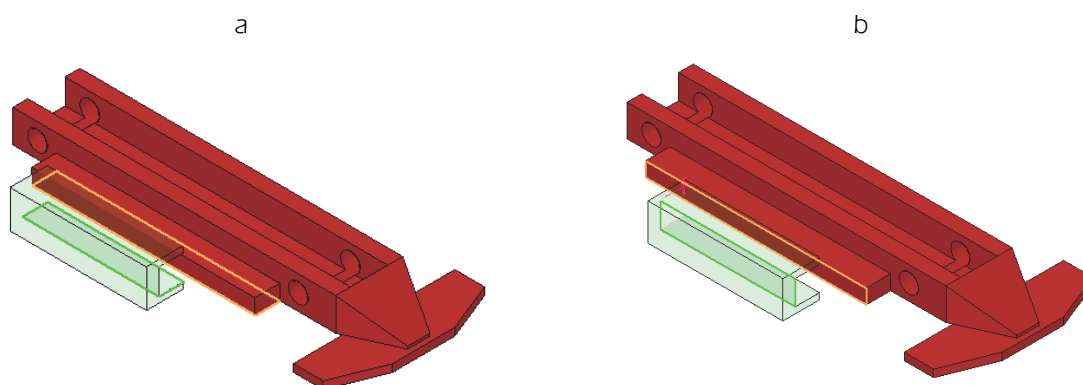
- Siduda „Kylje“ keskpunkt (*Connect*) loodud plaani külge [joonis 4-12;a].
- Soovi korral võib loodud plaani ekraanilt välja lülitada [joonis 4-12;b]. Samuti võib välja lülitada detaile, mida hetkel ei soovita näha.



joonis 4-12

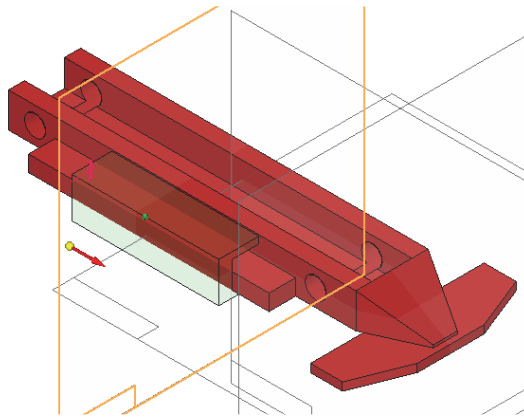
## 4.5 Külje tiiva lisamine

- Vedada „Kylje\_tiiv“ tööväljale. Detail peaks olema paigutatud „Kylje“ keskele sisepind vastu „Kylje“ alumist pinda.
- Siduda „Kylje\_tiiva“ sisemine alumine pind ja „Kylje“ alumine pind [joonis 4-13;a].
- Siduda „Kylje\_tiiva“ sisemine külgpind ja „Kylje“ külgpind [joonis 4-13;b].



joonis 4-13

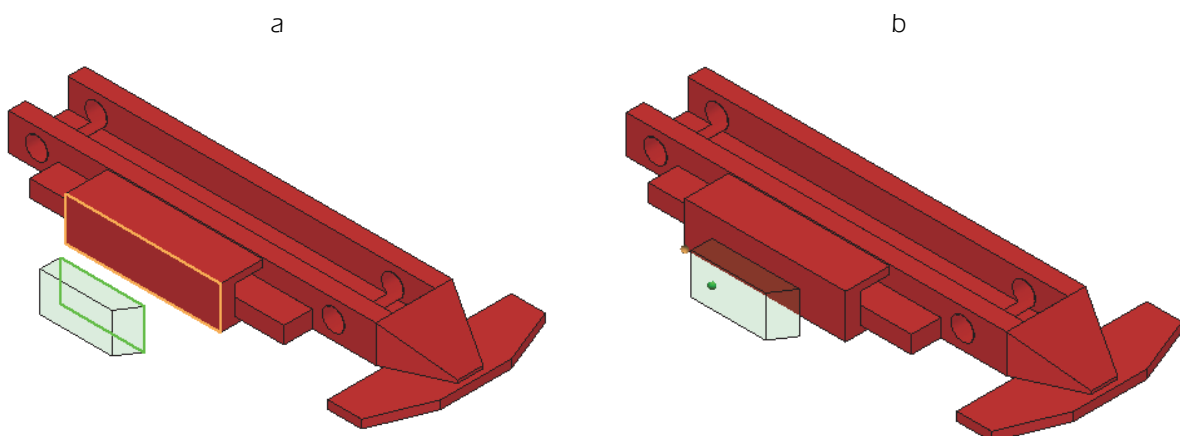
- Siduda „Kylje\_tiiva“ keskpunkt sama plaani külge, mis loodi „Kylje“ lisamise käigus, (*Connect*), [joonis 4-14].



joonis 4-14

#### 4.6 Õhu suunaja lisamine

- Vedada „Õhu\_suunaja“ tööväljale.
- Siduda küljed [joonis 4-15;a].
- Siduda alumises servas olevad otspunktid (*Connect*), [joonis 4-15;b].



joonis 4-15

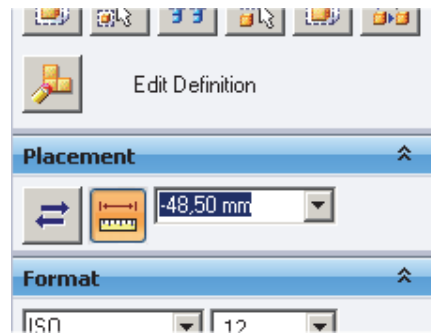
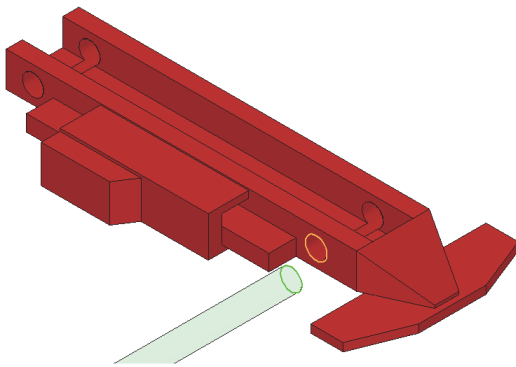
#### 4.7 Telje lisamine

- Vedada „Telg“ tööväljale.
- Siduda „Telje“ servajoon (*Edge*) „Kere“ ava servajoonekülge [joonis 4-16;a].
- Määrata kauguseks 48,5 mm (pool telje pikkust + pool kere laiust;  $35 + 13,5$ ), [joonis 4-16;b].

a

b

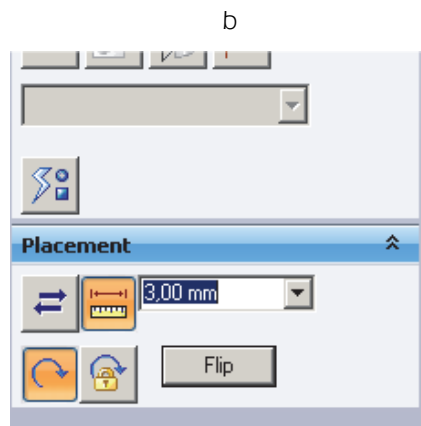
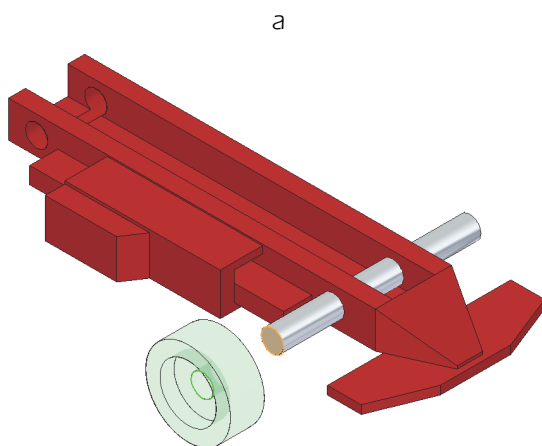




joonis 4-16

## 4.8 Ratta lisamine

- Vedada „Ratas“ töölauale.
- Siduda „Ratta“ sisselõike ava servajoon „Telje“ servajoone külge [joonis 2-17;a].
- Määrata kauguseks 3 mm [joonis 2-17;b].



joonis 4-17

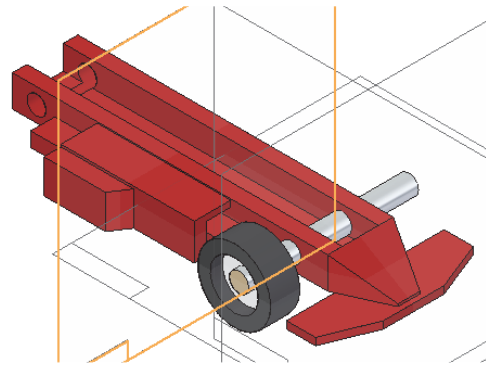
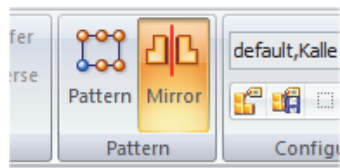
## 4.9 Peegeldamine

Sümmeetriliste koostude puhul on otstarbekam korduva detailide paigaldamise asemel kasutada peegeldamist. Et peegeldamine oleks võimalikult lihtsalt teostatav, on juba detaile luues otstarbekas paigutada loodav detail selle plaani suhtes sümmeetriliselt, mille suhtes soovitakse hiljem peegeldamist läbi viia.

- Valida käsk *Mirror* lindilt *Home* [joonis 4-18;a].
- Osutada plaani, mis asetseb „Kere“ avade suhtes keskel [joonis 4-18;b], (paralleelne plaan YZ-iga, mis eelnevalt lisatud sai).

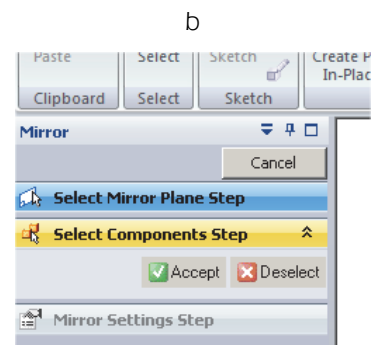
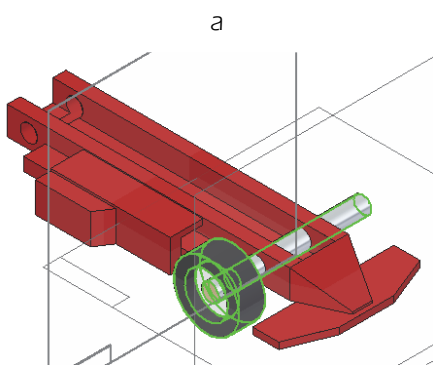
a

b



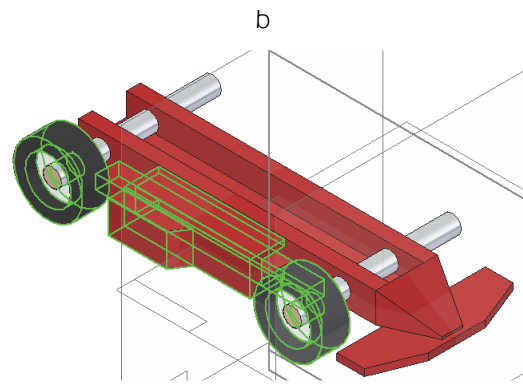
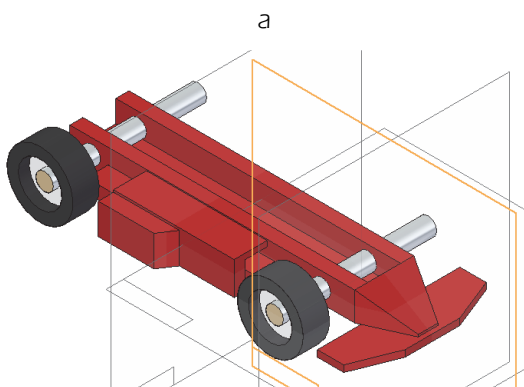
joonis 4-18

- Märgistada „Ratas“ ja „Telg“ [joonis 4-19;a].
- Valida *Accept*. Samaväärne on ka vajutus hiire parempoolsele klahvile või vajutus klahvile *<Enter>* [joonis 4-19;b].
- Valida OK ja *Finish*.



joonis 4-19

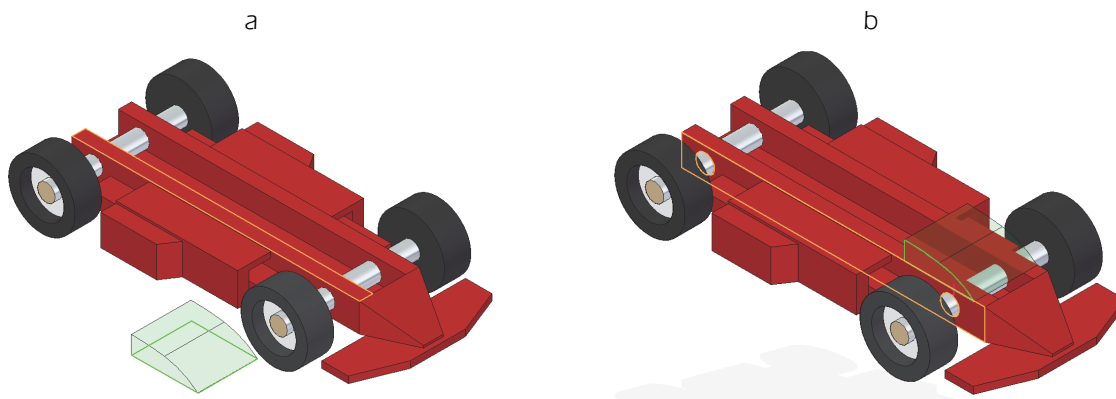
- Valida uuesti käsk *Mirror*.
- Osutada XZ tasapinnale [joonis 4-20;a].
- Märgistada „Rattad“, „Kylg“, „Kylje\_tiiib“ ja „Ohu suunaja“, ehk märgistada kõik detailid, mis peaks olema ka teisel küljel [joonis 4-20;b].
- *Accept OK* ja *Finish*.



joonis 4-20

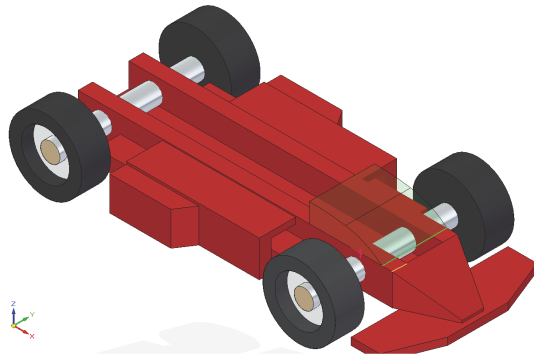
## 4.10 Kapoti lisamine

- Vedada „Kapott“ tööväljale.
- Siduda „Kapoti“ alumine „Kere pealmisele pinnale [joonis 4-21;a].
- Siduda „Kapoti ja „Kere“ küljed [joonis 4-21;b].



joonis 4-21

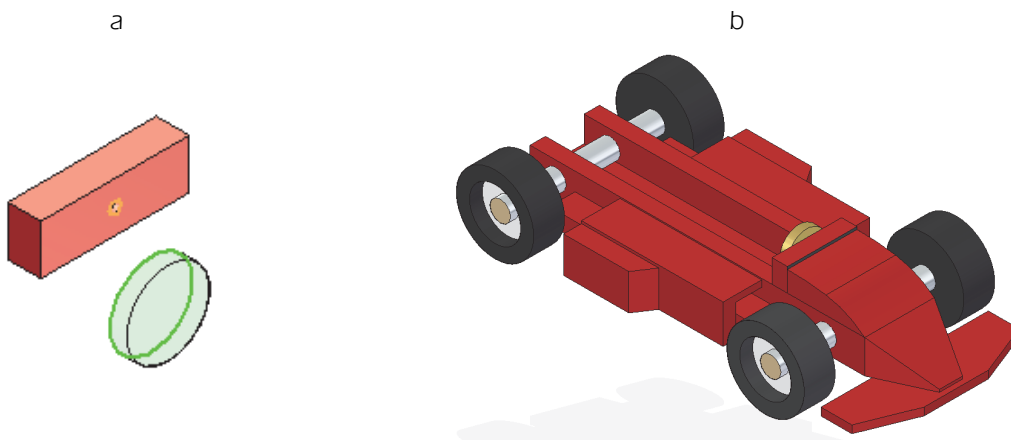
- o Siduda „Kapoti“ esimene serv „Kere“ esimese servaga [joonis 4-22].



joonis 4-22

#### 4.11 Armatuuri ja Rooli lisamine

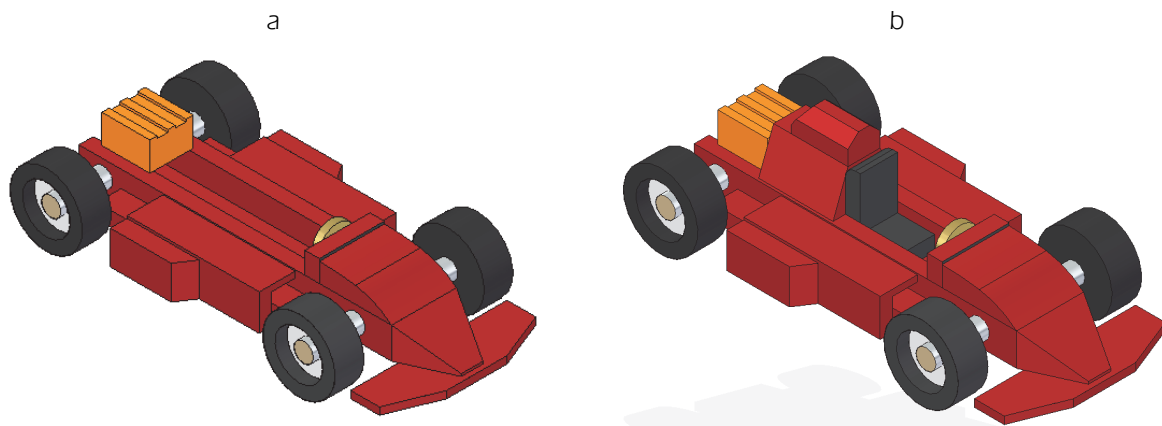
- o Vedada „Armatuur“ tööväljale.
- o Vedada „Rooli“ tööväljale.
- o Siduda „Rooli“ servajoon „Armatuuri“ sees oleva ava servajoonega [joonis 4-23;a].
- o Siduda „Armatuur“ „Kere“ pealmise pinna ja küljega.
- o Siduda „Armatuuri“ esimene pind ja „Kapoti“ tagumine pind [joonis 4-23;b].



joonis 4-23

## 4.12 Mootori, Peatoe aluse ja Peatoe lisamine

- Vedada „Mootor“ tööväljale.
- Siduda „Mootori“ alumine ja „Kere“ pealmine pind.
- Siduda „Mootori“ pealmise pinna keskpunkt XZ plaani külge (*Connect*).
- Siduda „Mootori“ tagumine külg „Kere“ tagumise küljega. Määrata kauguseks 5 mm [joonis 4-24;a].
- Lisada „Peatoe\_alus“, „Peatugi“, „Iste“ ja „Seljatugi“.
- Luua sidemed [joonis 4-24;b].



joonis 4-24

## 5. Näidismudel 2

Auto [joonis 5-1] on 2007. aastal esitatud Tiigrihüppe konkursile, kus saavutas auhinna disaini eest.

Mudeli loomisel on eesmärgiks õpetada erinevaid modelleerimise tehnikaid. Kindlasti saab nii mõndagi detailidest luua ka teisiti.

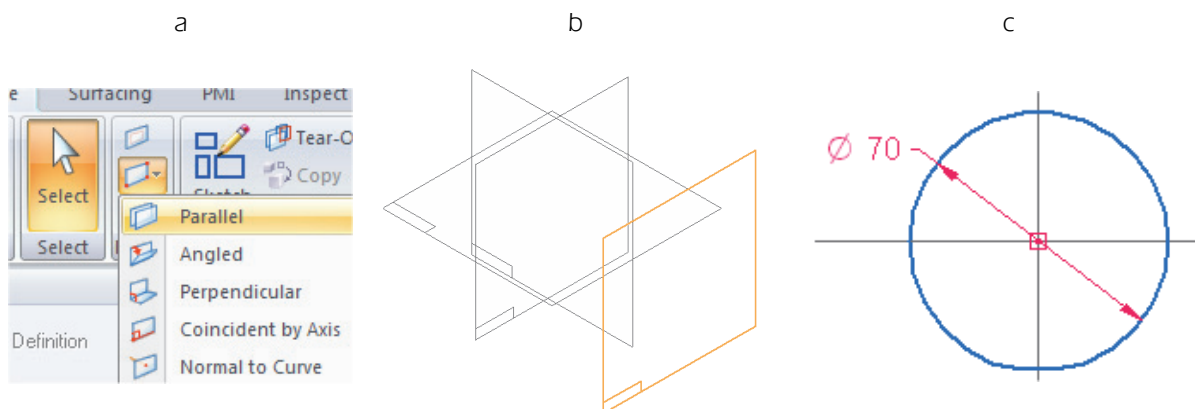
Loodud detailid: „Kere“, „Katus“, „Velg“, ja „Rehv“, „Telg“.



joonis 5-1

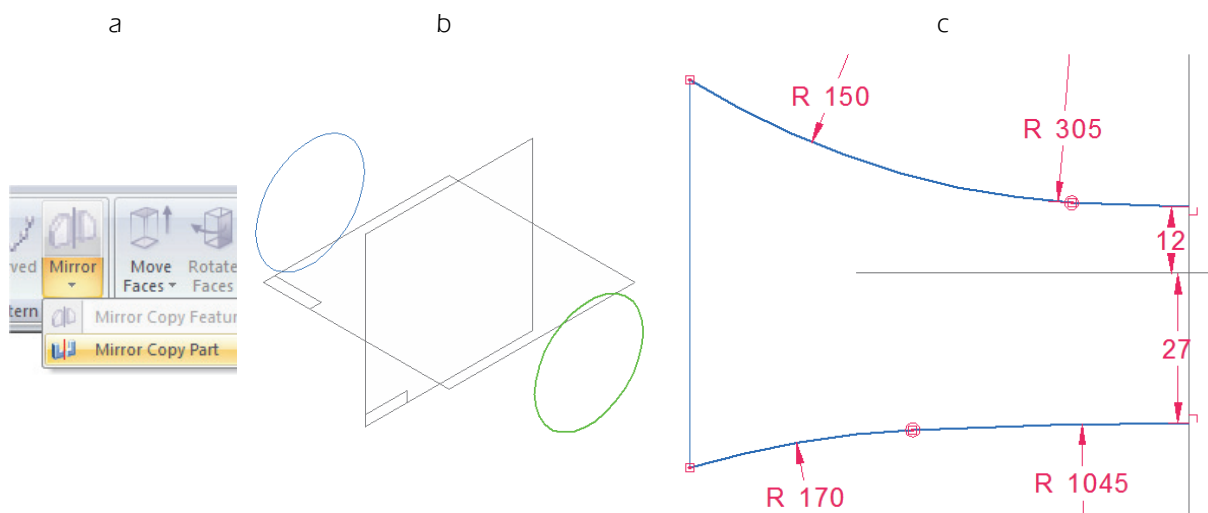
### 5.1 Kere

- o Luua YZ tasapinnaga paralleelne pind [joonis 2-2;a;b], kaugusele 90 mm.
- o Loodud tasapinnale joonestada ringjoon läbimõõduga 70 mm. Siduda keskpunkt tasapindade ristumiskohaga (*Connect*) [joonis 2-2;c],



joonis 5-2

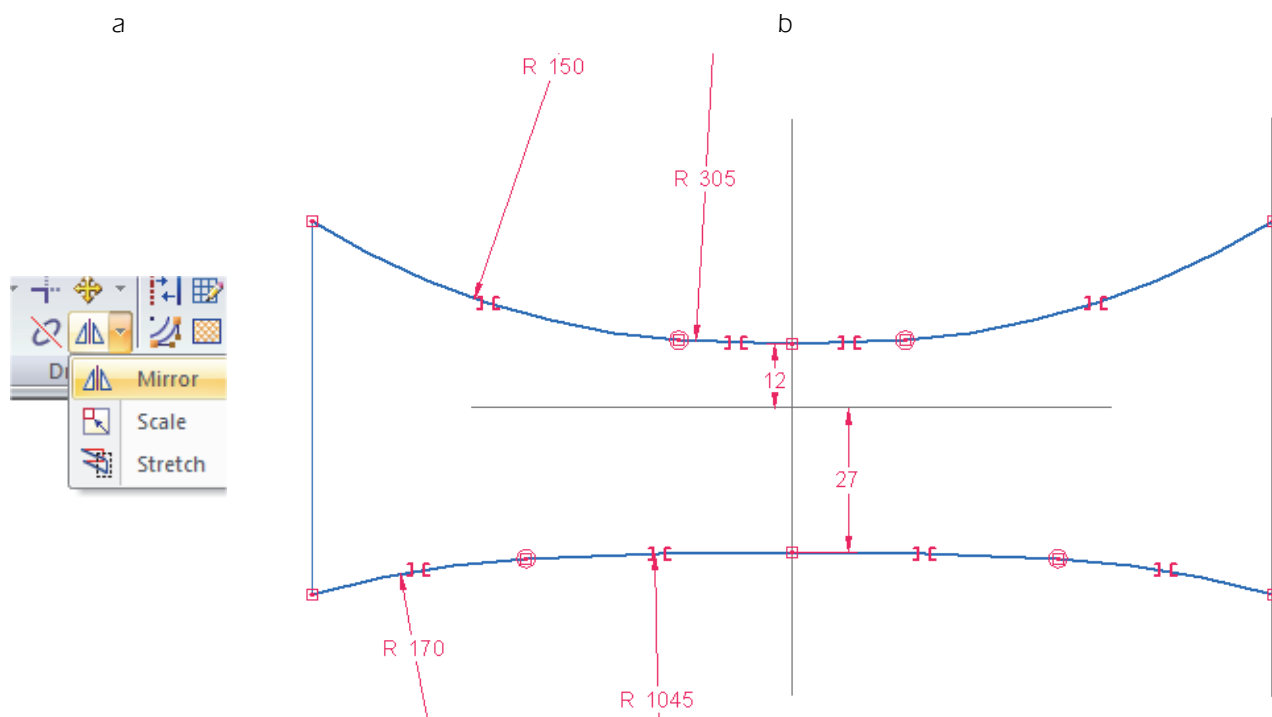
- o Peegeldada loodud ringjoon YZ tasapinna suhtes (*Mirror Copy Part*) [joonis 5-3;a;b]



joonis 5-3

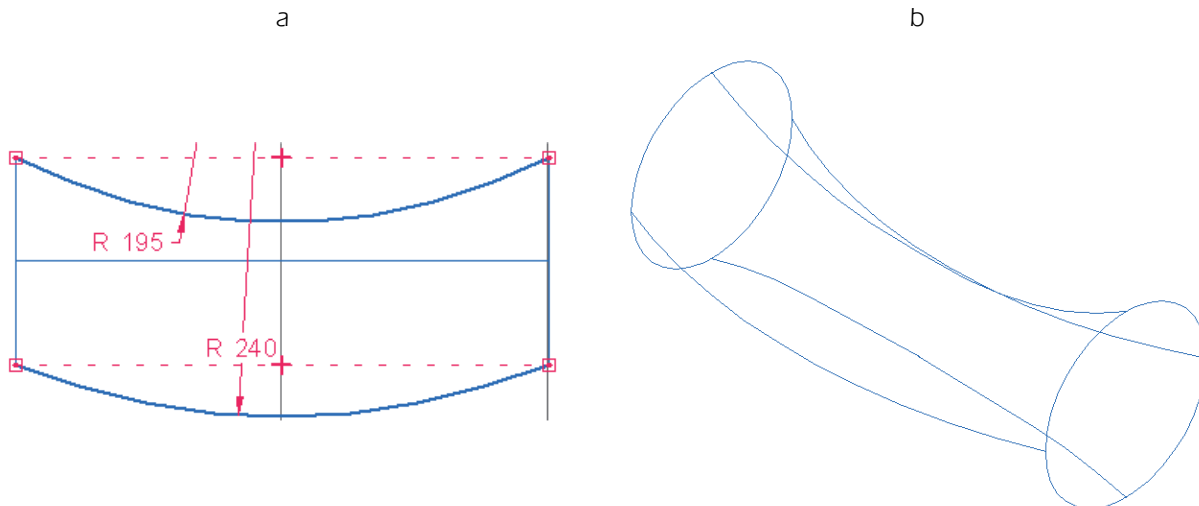
- o Luua XZ tasapinnale eskis [joonis 5-3;c]. Seda võib teha kaarte abil. Et tagada sümmeetriat, on soovitatav joonestada ainult üks pool ning teine pool peegeldada [joonis 5-4;a;b].
- o Et tagada sujuvat üleminekut sümmeetriateljel, peaks olema kaare otspunktid ühelt poolt seotud telje külge sidemega *Perpendicular* [Ptk. 2.4.5] ja teiselt poolt loodud ringjoonte ülemisse ja alumisse punkti.
- o Soovi korral võib kaarte asemel kasutada ka vahendit *Curve*, mis annab rohkem võimalusi leida sobivat joone kuju, kuid teeb samas keeruliseks töö mõõtmatega.

Peegeldamise tulemusel ei ühendata sümmeetriateljel kaare otspunkte ega ka kaare otspunkti ringjoonega. Kasutades sidet *Connect* [Ptk. 2.4.5] tuleb need punktid kindlasti siduda. Sidumata punktide korral ei õnnestu jätkata tegevusega *Add/Loft*, mida on kirjeldatud [joonis 5-6;a].



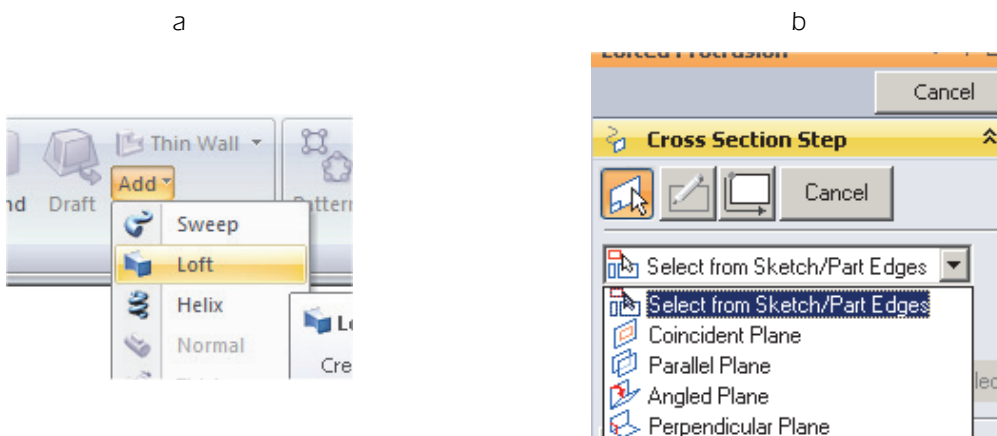
joonis 5-4

- o Luua XY tasapinnale 2 kaart, mille otspunktid on seotud loodud ringide otsesse [joonis 5-5;a].
- o Loodud eskiise [joonis 5-5;b] kasutatakse *Lofted Protrusion*-i loomiseks.



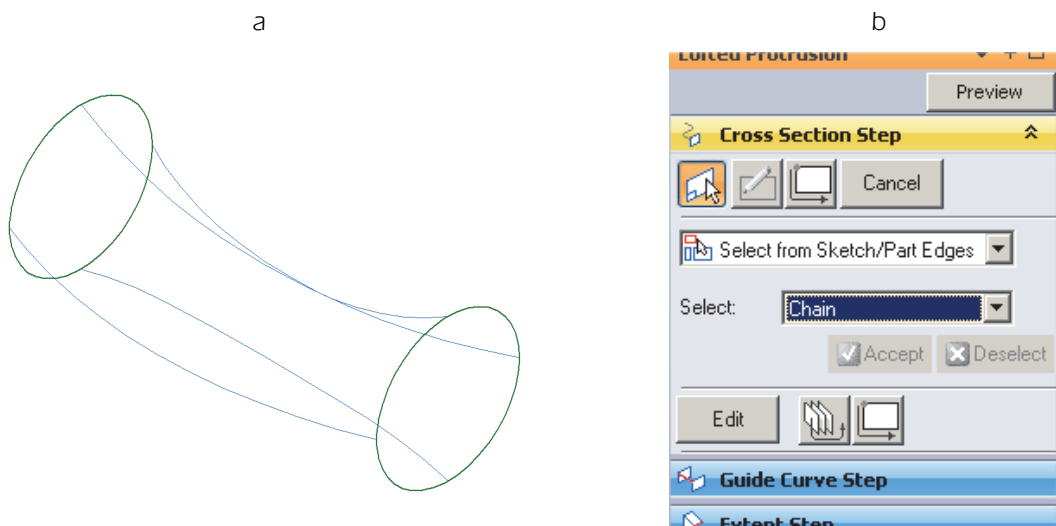
joonis 5-5

- o Valida *Add/Loft* [joonis 5-6;a].
- o Jälgida, et aktiveeritud oleks valik eskiisist loomine (*Select from Sketch*) [joonis 5-6;b].



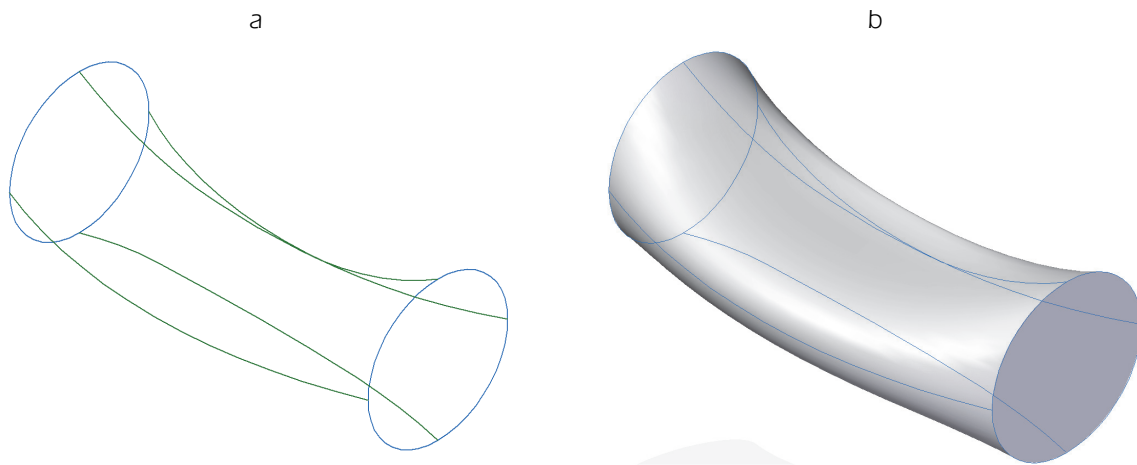
joonis 5-6

- o Märjista ringjooned.
- o Valida *Guide Curve Step*, eesmärgiga näidata juhtjooni.



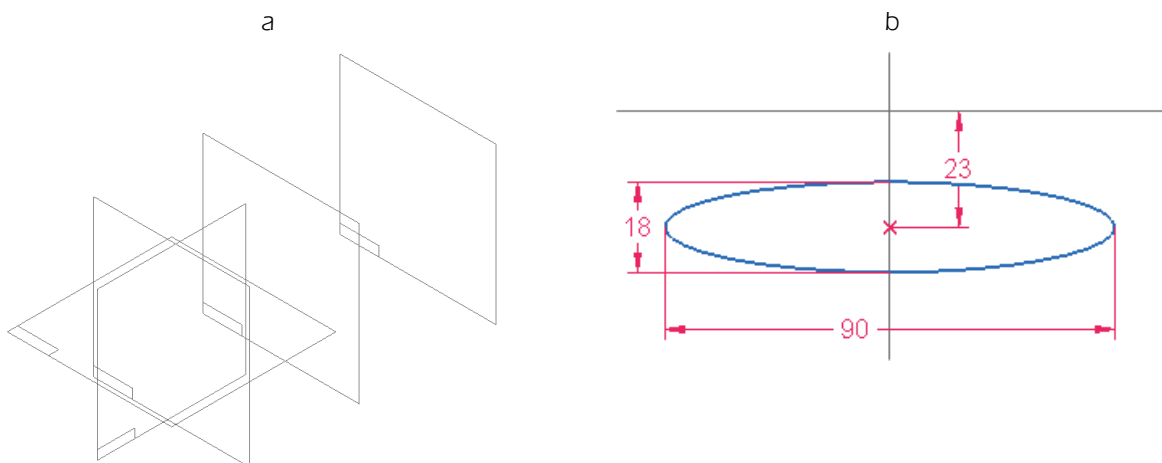
joonis 5-7

- Osutada ühele juhtjoonele, valida *Accept*. Seejärel teisele juhtjoonele, valida *Accept*. Samuti ka kolmas ja neljas juhtjoon [joonis 5-8;a].
- Valida *Preview* ja seejärel *Finish* töö lõpetamiseks kasutatud vahendiga. „Esiosa“ on valmis [joonis 5-8;b].



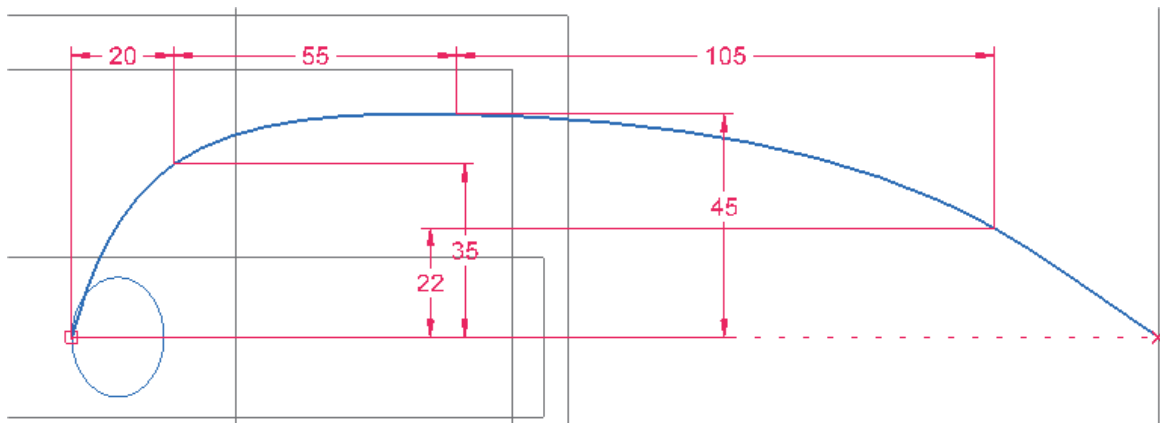
joonis 5-8

- Looa kaks XZ tasapinnaga paralleelset tasapinda kaugustele 80 mm ja 180 mm [joonis 5-9;a].
- Looa XY tasapinnale ellips [joonis 5-9;b].



joonis 5-9

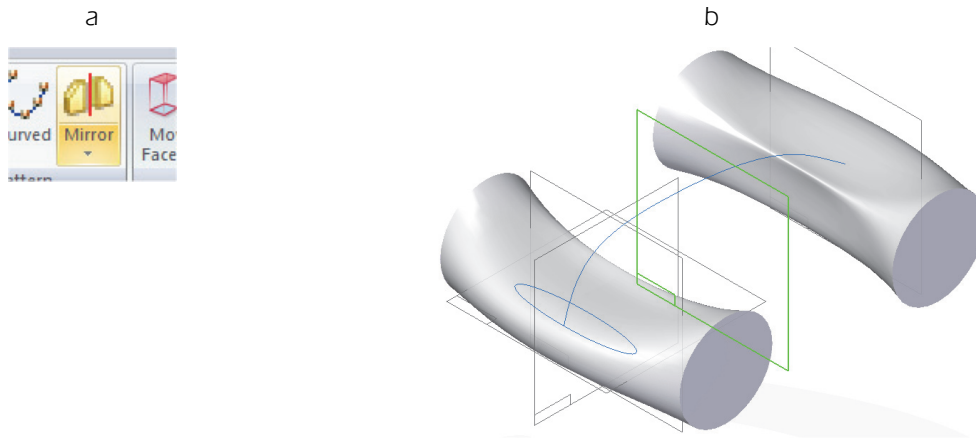
- Looa YZ tasapinnale joon (*Curve*), mis oleks ühest otsast seotud ellipsi joone külge, teisest otsast 180 mm kaugusele loodud tasapinna ja XY tasapinna ristumiskohta ning läbiks umbkaudu näidatud punkte [joonis 5-10].



joonis 5-10

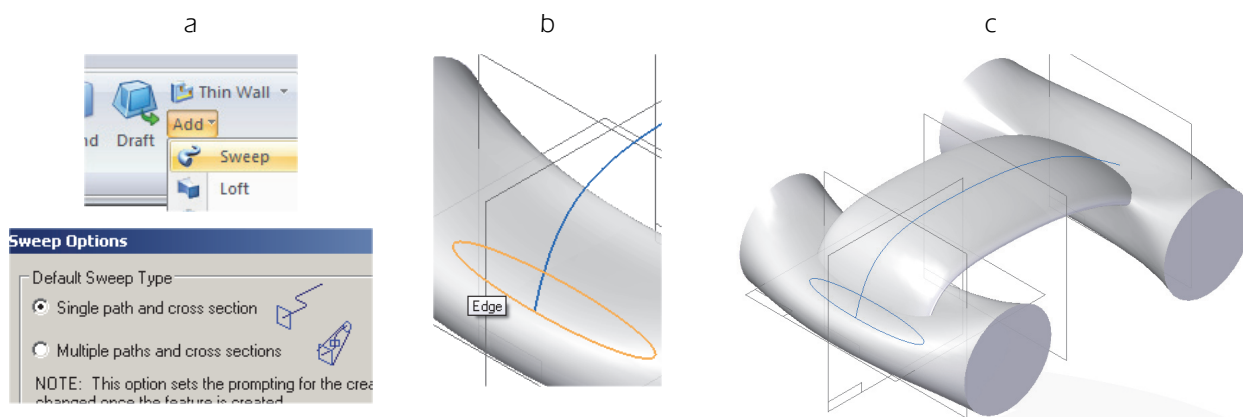


- o Peegeldada [joonis 5-11;a] loodud „Esiosa“ XZ tasapinnast 80 mm kaugusel oleva tasapinna suhtes. Tekib auto „Tagaosa“ [joonis 5-11;b].



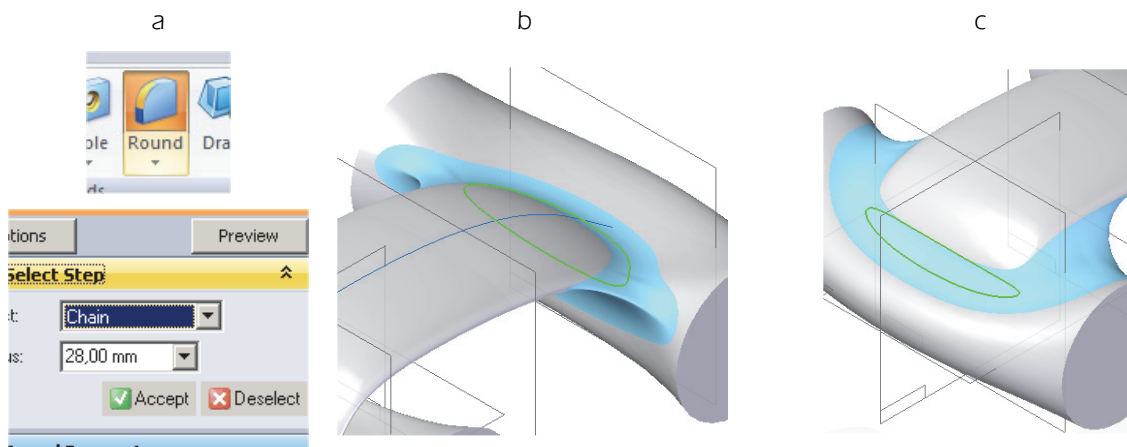
joonis 5-11

- o Luua *Swept Protrusion*, kasutades režiimi *(Single path and Cross Section)* [joonis 5-12;a].
- o Selleks osutada juhtjoonele (*path*), valida *Accept* ning seejärel osutada ellipsile (*Cross section*) [joonis 5-12;b].
- o *Finish* [joonis 5-12;c].



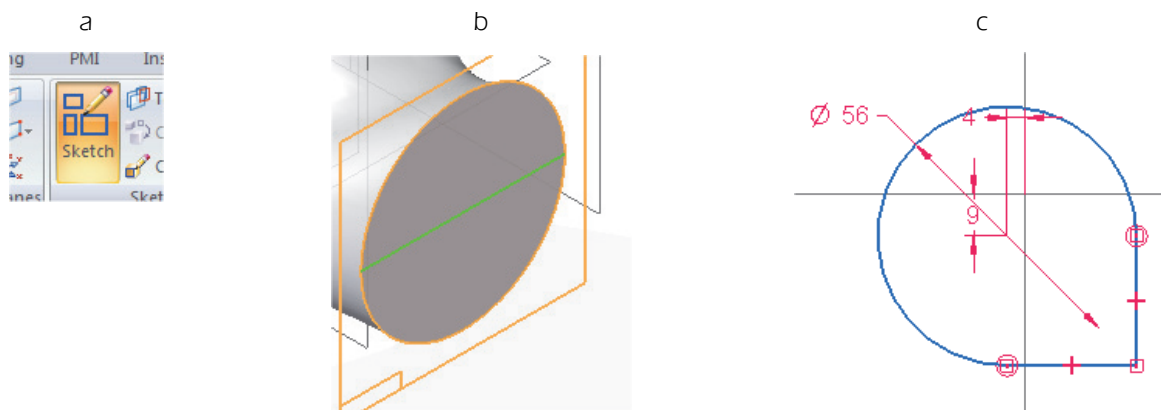
joonis 5-12

- o Ümardada [joonis 5-13;a] (*Round*) üleminek „Tagaosale“. Selleks osutada joonele, mida on soov ümardada ja määrata raadiuseks 28 mm [joonis 5-13;b].
- o Valida *Accept Preview* ja *Finish*.
- o Ümardada üleminek esiosale. Määrata raadiuseks samuti 28 mm [joonis 5-13;c].



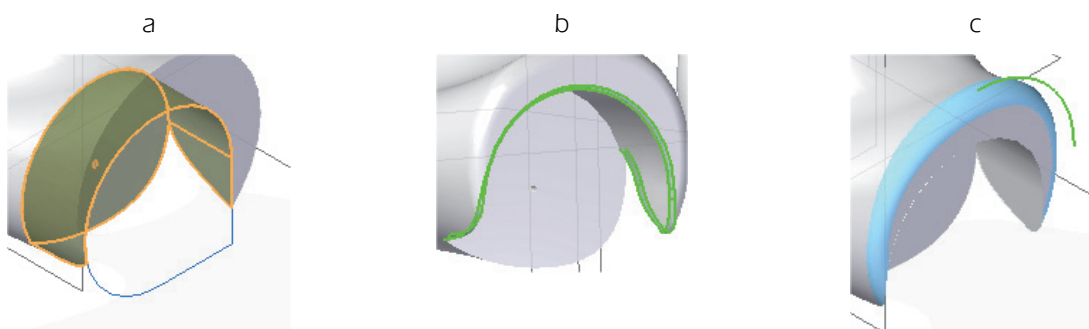
joonis 5-13

- o „Rattakoopa“ loomiseks valida *Sketch* [joonis 5-14;a], kasutades pinnaks „Esiosa“ tasapinnalist serva [joonis 5-14;b].
- o Otstarbekas on joonestada ringjoon, seejärel lisada sirged jooned ning üleardused joone osad lõigata (*Trim*) [joonis 5-14;c].



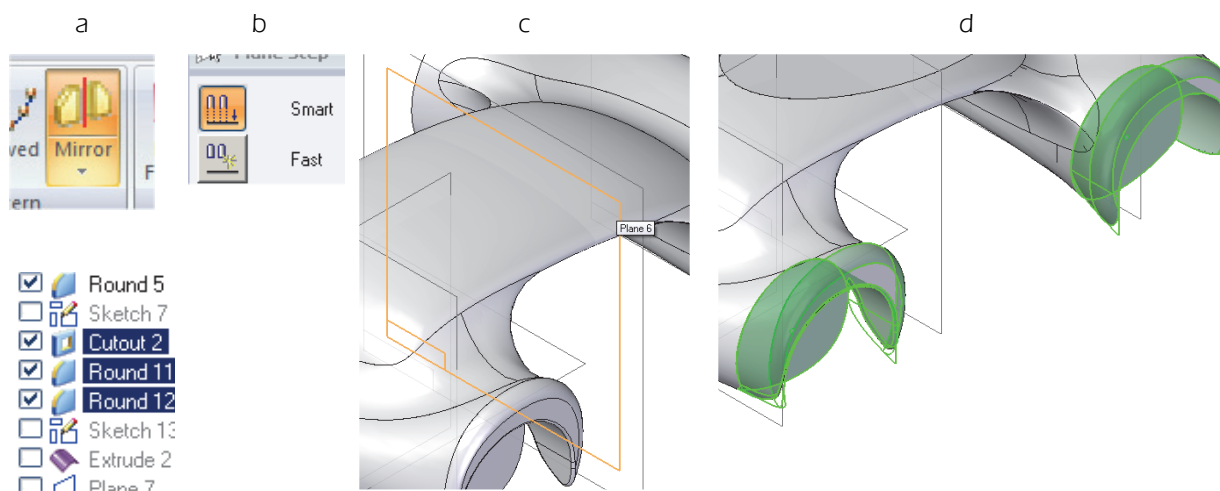
joonis 5-14

- o Lõigata (*Cut*) „Rattakoobas“, sügavuseks 24 mm [joonis 5-15;a].
- o Ümardada rattakoopa alumine serv 1 mm [joonis 5-15;b] (*Round*).
- o Ümardada rattakoopa ülemine serv 5 mm [joonis 5-15;c].



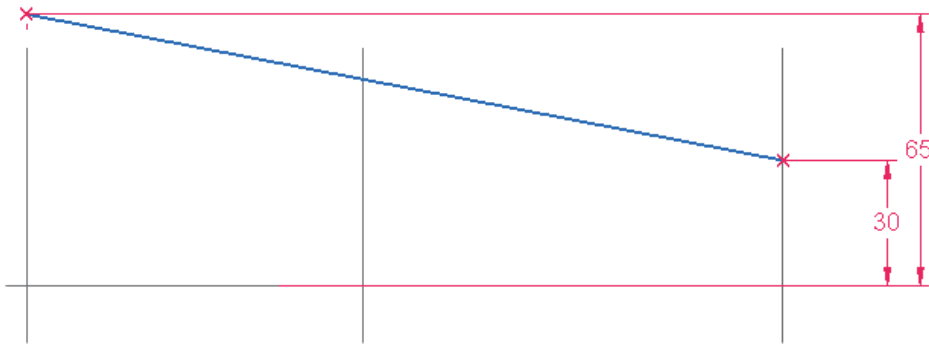
joonis 5-15

- o Peegeldada (*Mirror*) „Rattakoobas ja alumise ning ülemise serva ümardused „Tagaosale“.
- o Märgistamiseks võib kasutada ka ajaloopuus (*Pathfinder*) nähtavaid käskude nimetusi [joonis 5-16;a].
- o Kasutada režiimi *Smart* [joonis 5-16;b].
- o Peegeldamine peaks toimuma XZ tasapinnast 80 mm kaugusel oleva tasapinna suhtes [joonis 5-16;c].
- o Peegeldada samad asjad nii „Esiosalt“ kui ka „Tagaosalt“ YZ tasapinna suhtes auto teisele küljele [joonis 5-16;d].



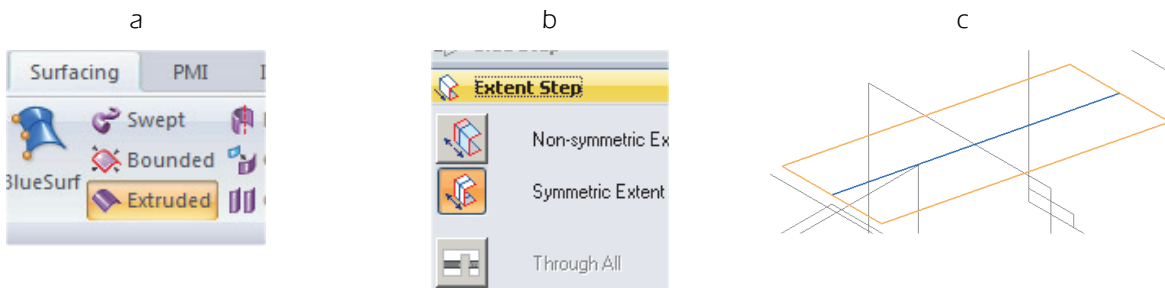
joonis 5-16

- o Luua YZ tasapinnale sirgjoon (*Sketch*), eesmärgiga luua plaan, millele paigutatakse eskiis katuse sisselõikeks [joonis 5-17].



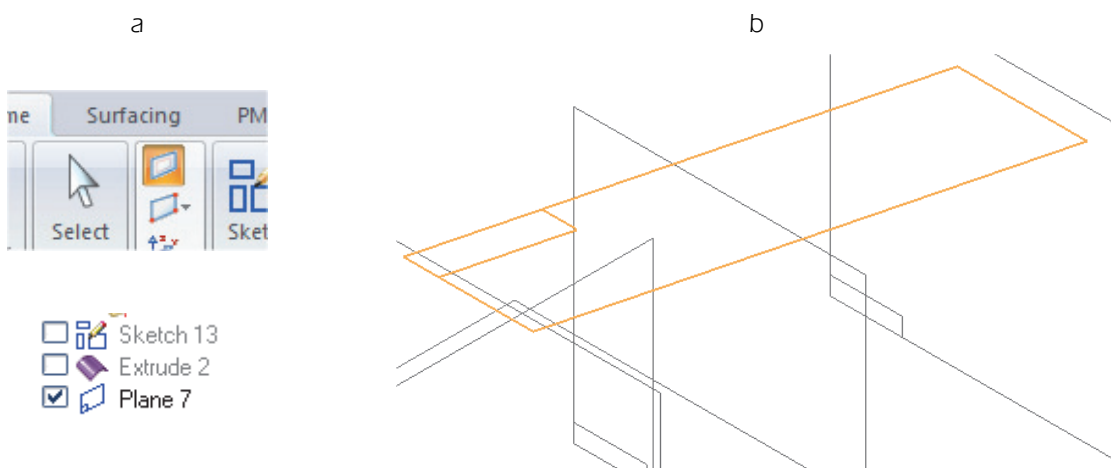
joonis 5-17

- o Lindilt *Surfacing* valida *Extruded*, [joonis 5-18;a;b] ning luua sirgjoonest vabapind sümmeetriliselt mõlemas suunas [joonis 5-18;c]. Antud tegevuse juures mõõt ei oma hetkel tähtsust.



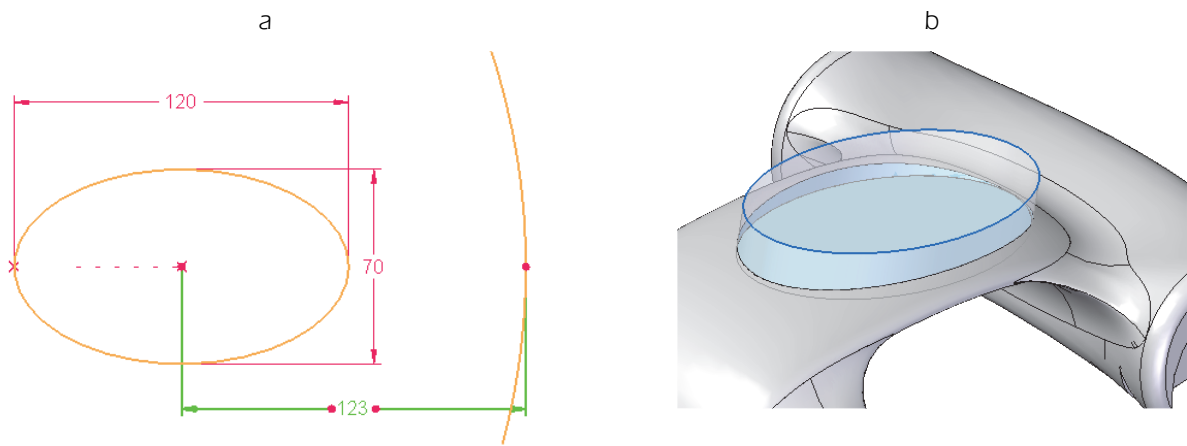
joonis 5-18

- o Vabapinna külge lisada tasapind (*Coincident Plane*) ning peita vabapind [joonis 5-19;a;b].



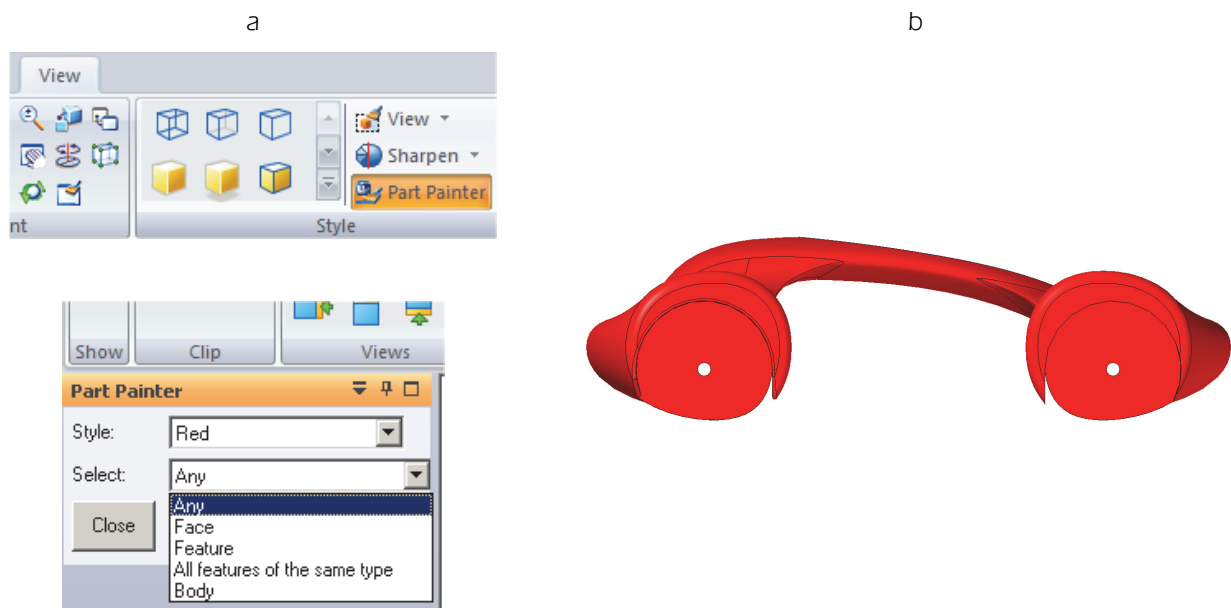
joonis 5-19

- o Joonestada loodud plaanile ellips mõõtudega 70 mm ja 120 mm ning mille keskpunkti kaugus „Tagaosa“ kaugemast punktist on 123 mm [joonis 5-20;a].
- o Lõigata ava sügavusega 17 mm [joonis 5-20;b].



joonis 5-20

- o Valida lindilt *View, Part Painter*. Valida stiiliks (*Style*) punane (*Red*) ning kehtivuseks (*Select*) kogu detail (*Any*). Soovi korral saab määrata kasutatavat stiili ka näiteks ainult ühele pinnale (*Face*) mitte kogu detailile ning kujundada eri osad eri stiilidega [joonis 5-21;a].
- o Osutada kerele
- o Salvestada fail nime alla „Kere“
- o Lõigata rattakoobastesse avad „Telje“ paigutamiseks. Avade läbimõõt 5,5 mm. Avade tsentrid ühtivad rattakoobaste tsentritega [joonis 5-21;b].



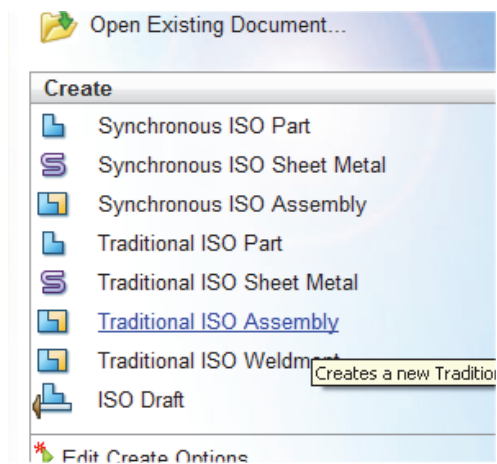
joonis 5-21

## 5.2 Katus

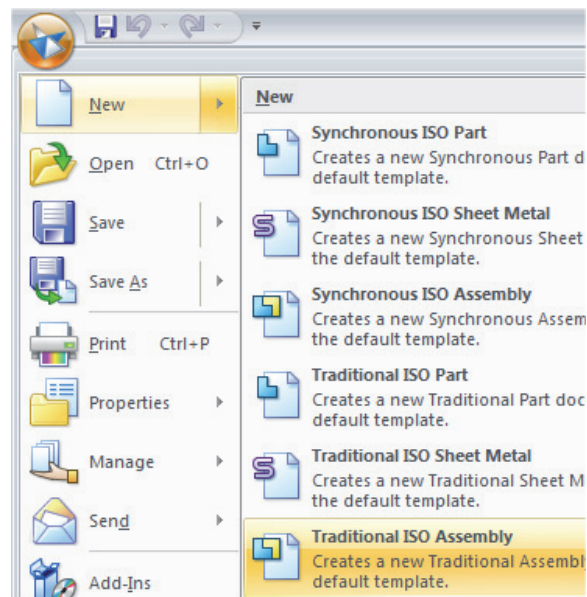
Kuna „Katus“ peab sobituma „Kere“ külge sellisel kujul, et pealne pind ühtib kere pealse pinnaga, siis on otstarbekas hakata Katust looma läbi *Assembly*.

- o Alustada uue *Assembly* loomist kas programmi avaaknast või valikust *Application Button New/Traditional ISO Assembly*.
- o Vedada „Kere“ tööväljale.

a



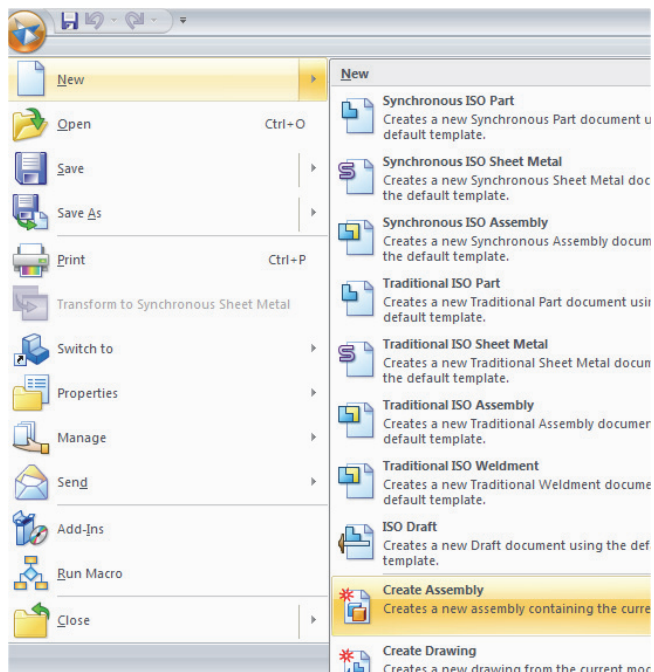
b



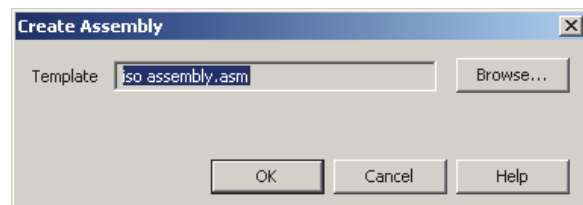
joonis 5-22

- Kui baasdetail on avatud („Kere“ antud töös), võib teha ka valiku *Application Button/New /Create Assembly* [joonis 5-23;a].
- Valida kasutatav mall (*Template*) *Iso assembly.asm* [joonis 5-23;b].
- Alustatakse uue *Assembly* failiga ning baasdetail on juba tööväljal.
- Salvestada fail nime alla *koost.asm*

a



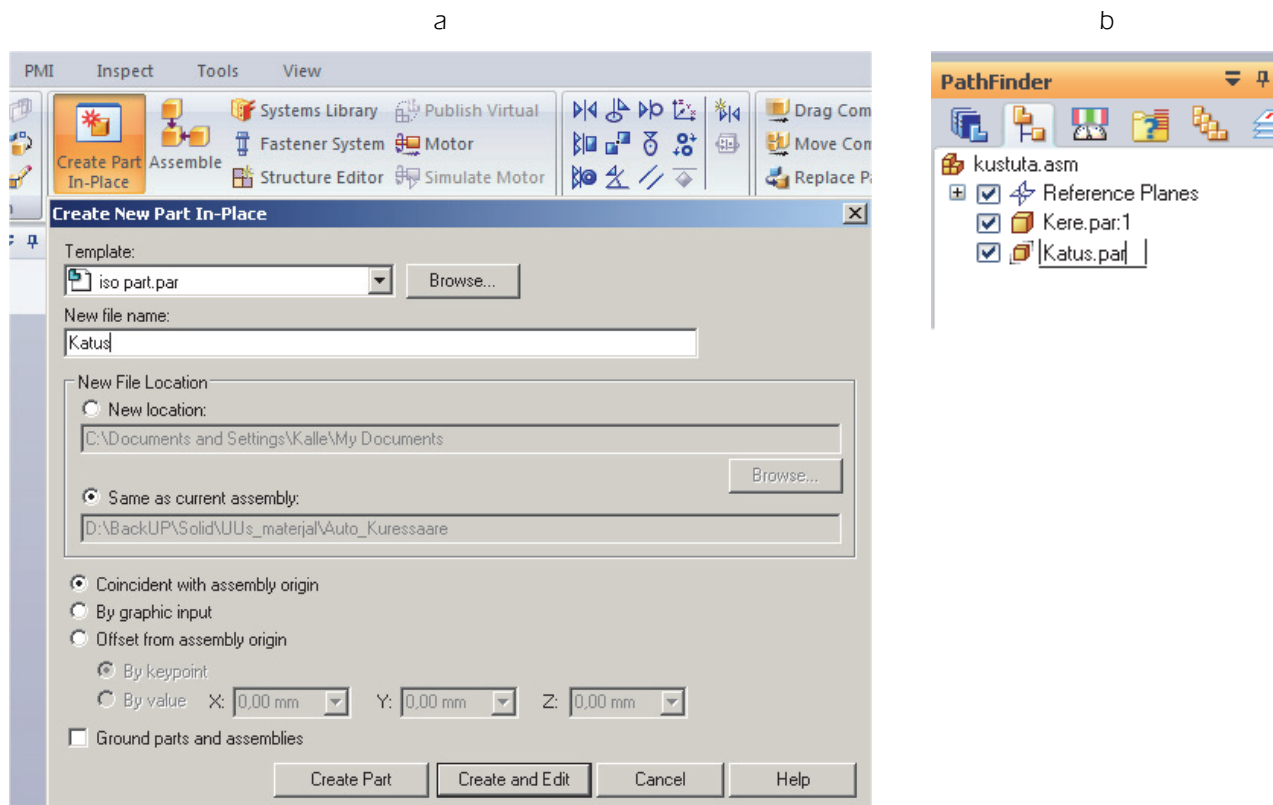
b



joonis 5-23

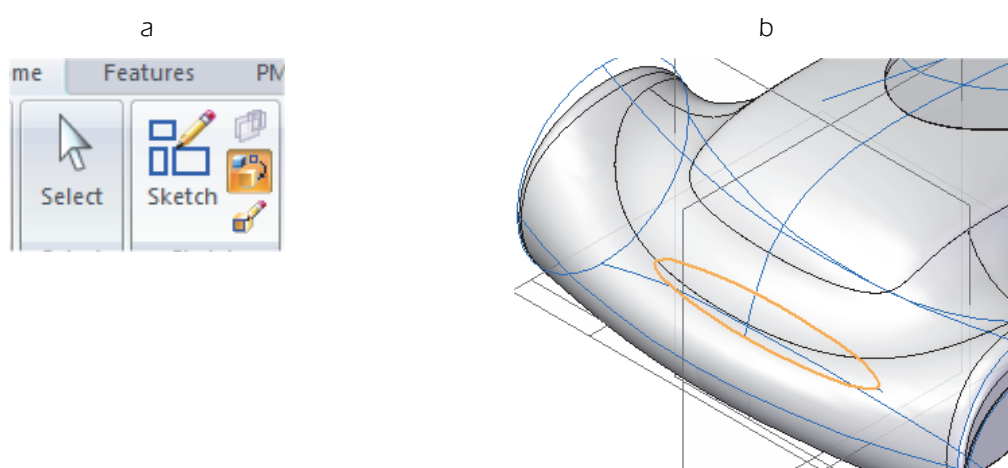
- Valida *Create Part In Place*, malliks (*Template*) *iso part.par* ning anda loodavale failile nimeks „Katus“ [joonis 5-24;a].
- Loodav fail salvestatakse samasse kohta, kus asub avatud koost.

- Valida *Create Part*. Luuakse uus tühi fail, mis on nähtav *Pathfinder-i* aknas [joonis 5-24;b] Valides *Create and Edit* sisenetakse *Part* keskkonda, kuid kõik *Assembly-s* kasutusel olevad detailid jäävad nähtavaks. *Part* ja *Assembly* keskkondade vahel saab liikuda ka hiljem.



joonis 5-24

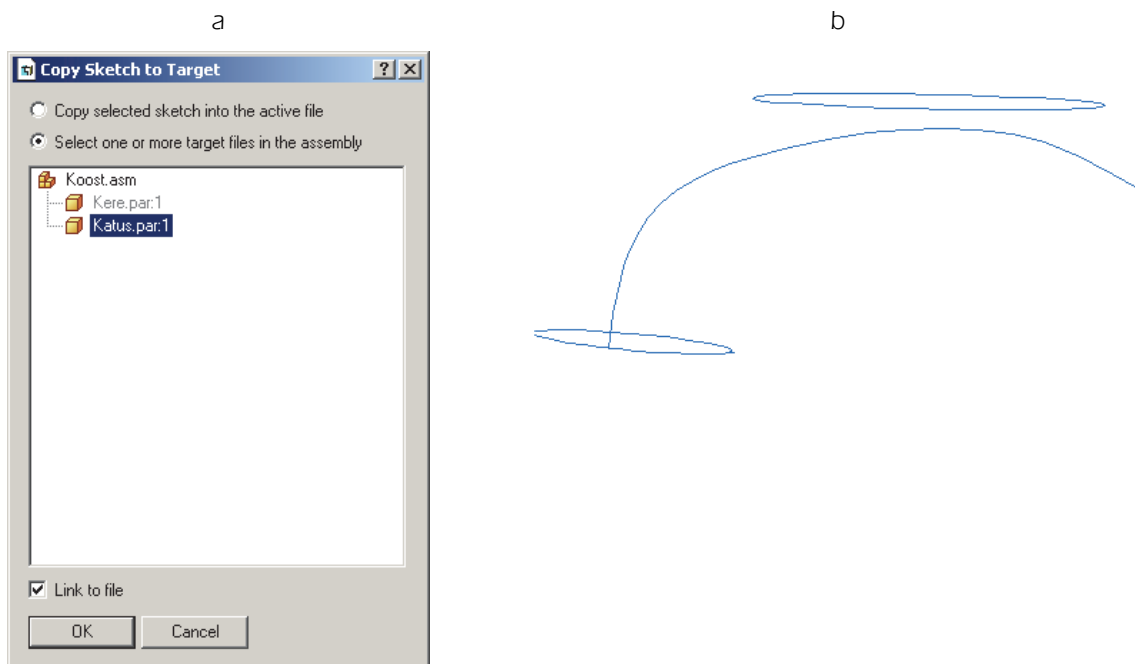
- Kuna soovime kasutada failis „Kere“ loodud eskiise, siis valida *Copy Sketch* [joonis 5-25;a].
- Osutada detailile „Kere“.
- Osutada *Sketch-i* mida on soov teise faili üle viia [joonis 5-25;b].



joonis 5-25

- Valida fail „Katus“, kuhu soovitakse *Sketch-i* üle viia, ja jätta aktiivseks *Link to file* [joonis 5-26;a]. Sel juhul säilitatakse sidemed esialgse *Sketch-iga*. Ühes failis tehtavad muudatused teostatakse automaatselt ka teises.
- Samal moel viia faili katus juhtjoon ja ellips, millega lõigati „Katuse“ ava [joonis 5-26;b].





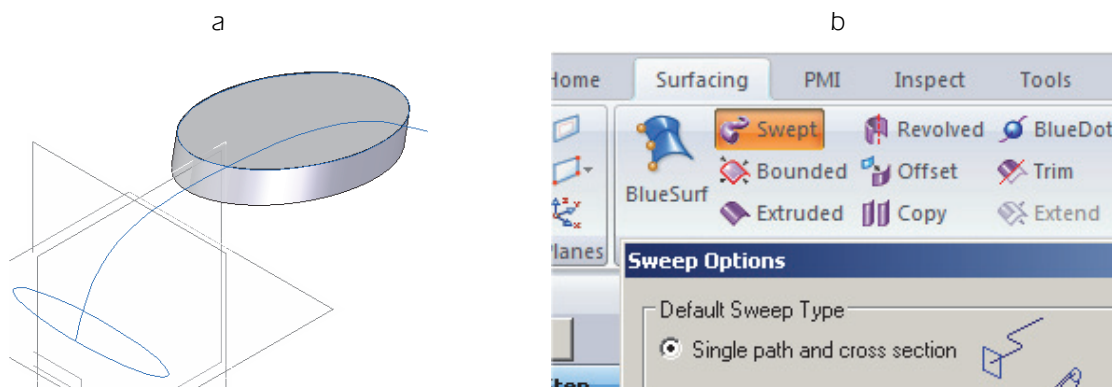
joonis 5-26

- Vajutada topeltklõps failil nimega „Katus.par“ *Pathfinder*-i aknas. Sellega sisenetakse Part keskkonda [joonis 5-27;a].
- Peita fail Kere.par [joonis 5-27;b].



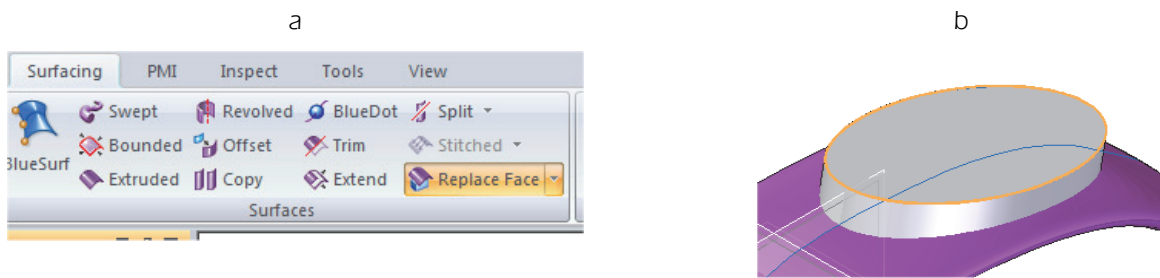
joonis 5-27

- Luua vahendiga *Extrude* katus. Sügavus 17 mm [joonis 5-28;a].
- Luua vabapind lindil *Surfacing* vahendiga *Swept* juhtjoonest ja ellipsist [joonis 5-28;b].



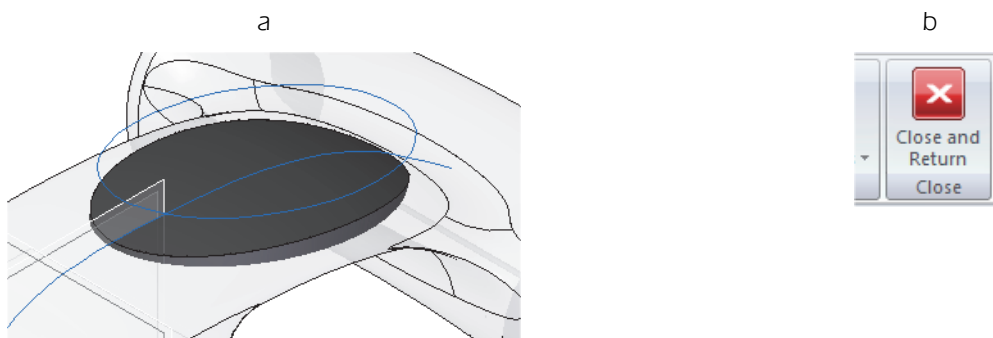
joonis 5-28

- Valida lindil *Surfacing* vahend *Replace Face* [joonis 5-29;a].
- Osutada Ellipsist loodud keha pealmisele pinnale [joonis 5-29;b].



joonis 5-29

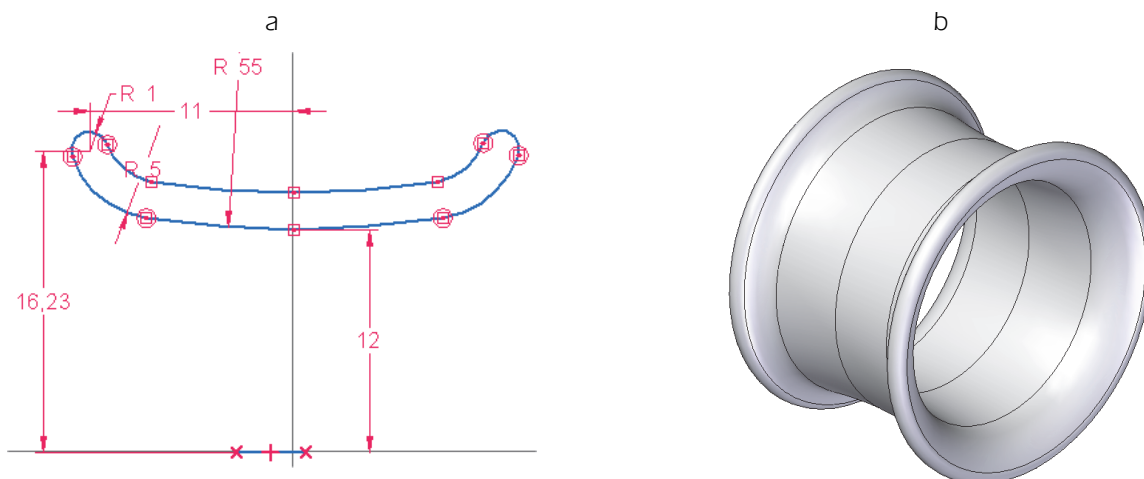
- Valida *Accept*.
- Osutada loodud vabapinnale ning valida *Finish*.
- Värvida „Katus“ mustaks [joonis 5-30;a].
- Muuta uuesti nähtavaks „Kere“.
- Valida *Close and Return* [joonis 5-30;b].
- Salvestada fail.



joonis 5-30

### 5.3 Velg

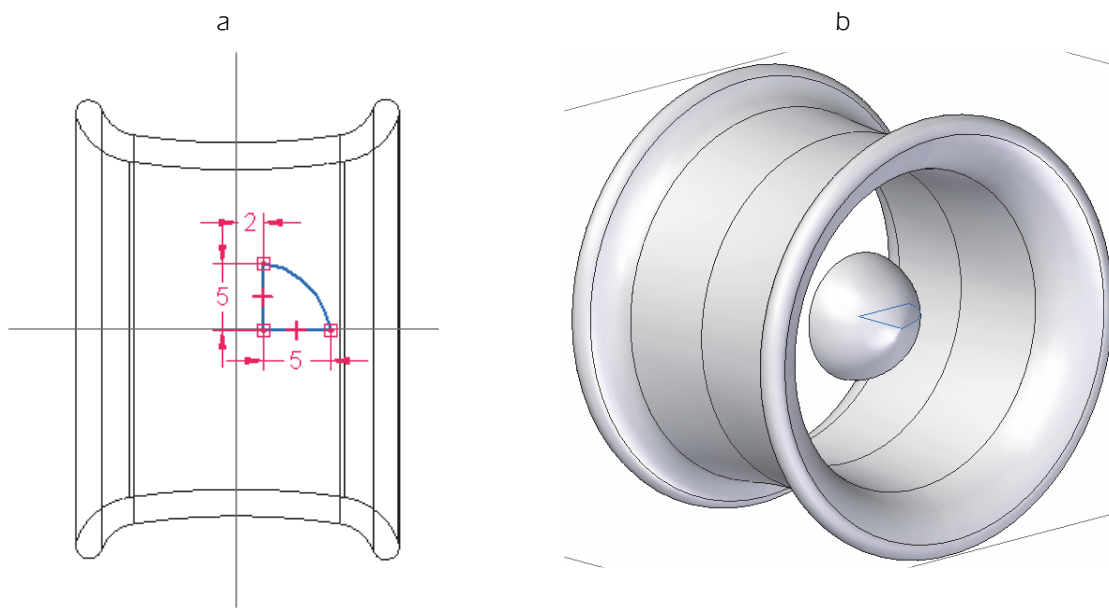
- Luua *Sketch* [joonis 5-31;a].
- Soovitavad vahendid on *Arc*, *Circle*, *Offset* ja *Trim*. Luua üks pool, peegeldada (*Mirror*) teine pool ning siduda (*Connect*) pooled kaarte otspunktides tervikuks. Kuna tegemist on pöördkehaga, siis tuleb lisada ka joon (pöördetelg), ümber mille soovitakse eskiis pöörlema panna.
- Luua pöördkeha  $360^\circ$  (*Revolve*) [joonis 5-31;a].



joonis 5-31

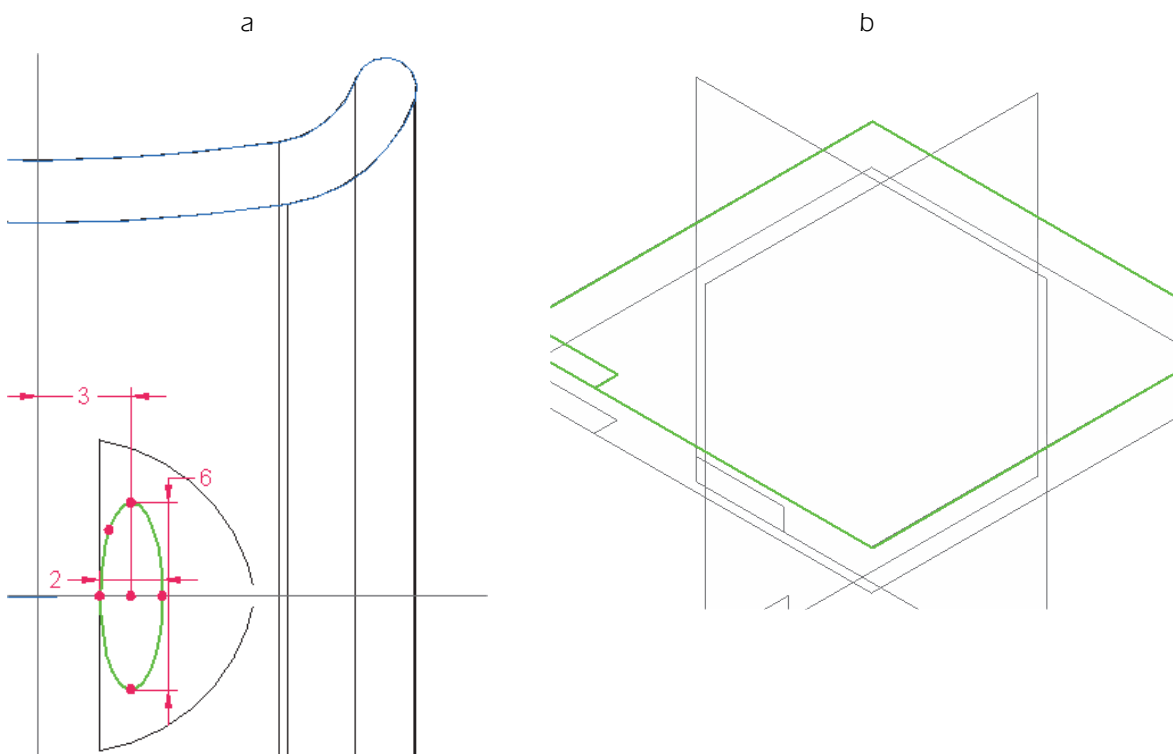


- o Luua XY tasapinnale joonestatavast eskiisist (*Sketch*) pöördkeha [joonis 5-32;a;b].



joonis 5-32

- o Joonestada XY tasapinnale ellips [joonis 5-33;a].
- o Luua XY tasapinnaga paralleelne tasapind ülespoole, kaugusele 13 mm [joonis 5-33;b].



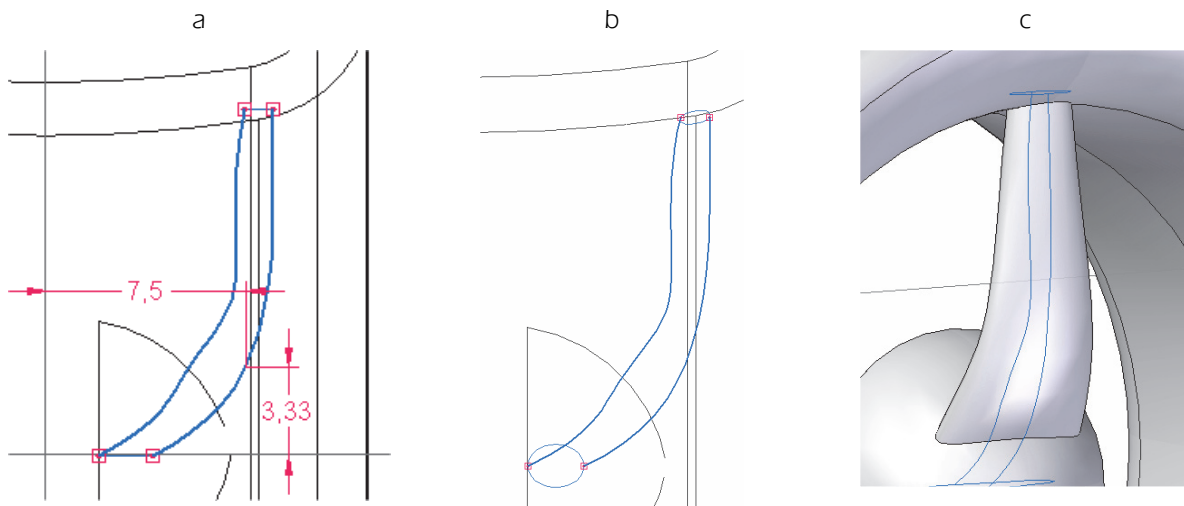
joonis 5-33

- o Loodud plaanile joonestada ellips, mille keskpunkti kaugus YZ tasapinnast on 8 mm [joonis 5-34;a] ja mõõdud 1 mm, 0,5 mm ning kaldenurk  $75^\circ$  [joonis 5-34;b].



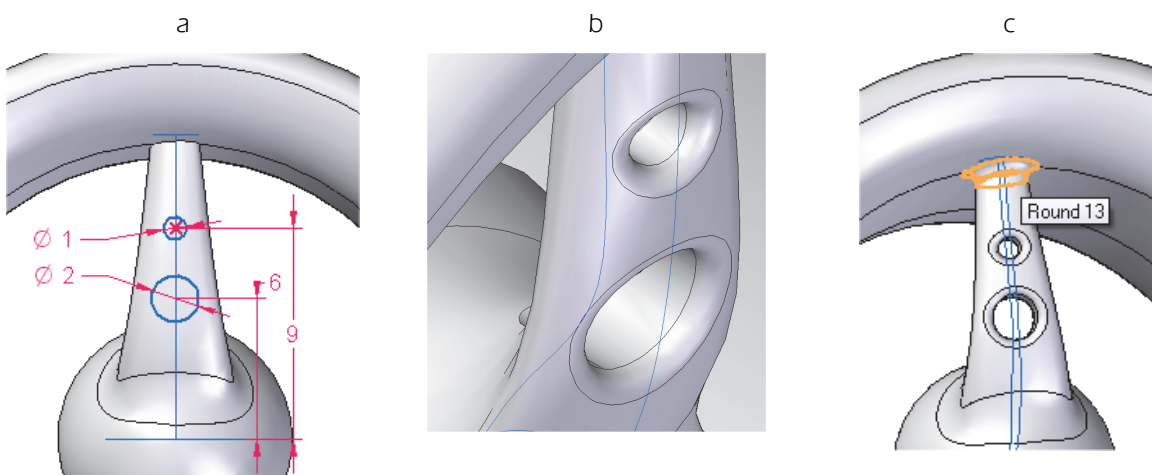
joonis 5-34

- Looa XZ tasapinnale *Sketch* vahendiga *Curve*. Järgida umbkaudu näidatud kuju [joonis 5-35;a].
- Oluline on jälgida, et joonte otspunktid oleks seotud loodud ellipsitega [joonis 5-35;b].
- Looa *Loft*, kasutades loodud ellipseid ja juhtjooni [joonis 5-35;c]. Tegevus on sarnane „Kere“ loomisel kasutatule [joonis 5-6], [joonis 5-7], [joonis 5-8].



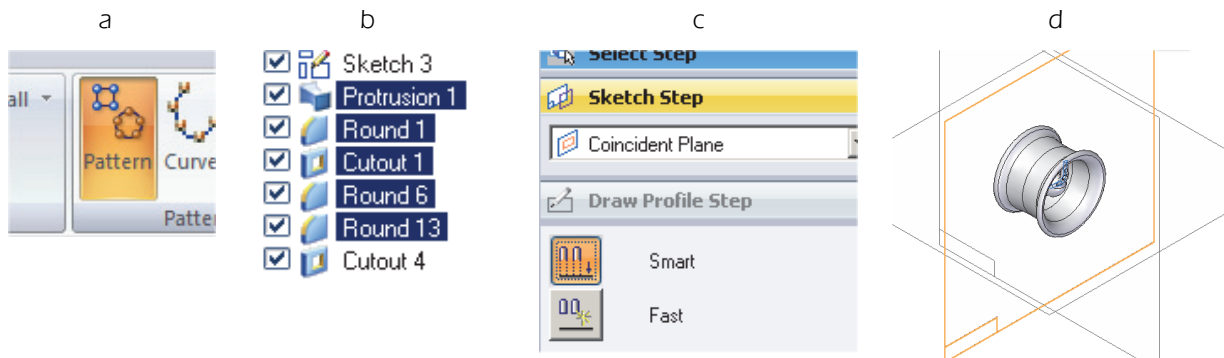
joonis 5-35

- Lõigata loodud „Kodarasse“ avad läbimõõduga 1 mm ja 2 mm [joonis 5-36;a].
- Ümardada (*Round*) lõigatud avade esiservad raadiusega R 0,3 mm [joonis 5-36;b].
- Ümardada kodara serv R 0,5 mm [joonis 5-36;c] ja alumine serv R 3 mm.



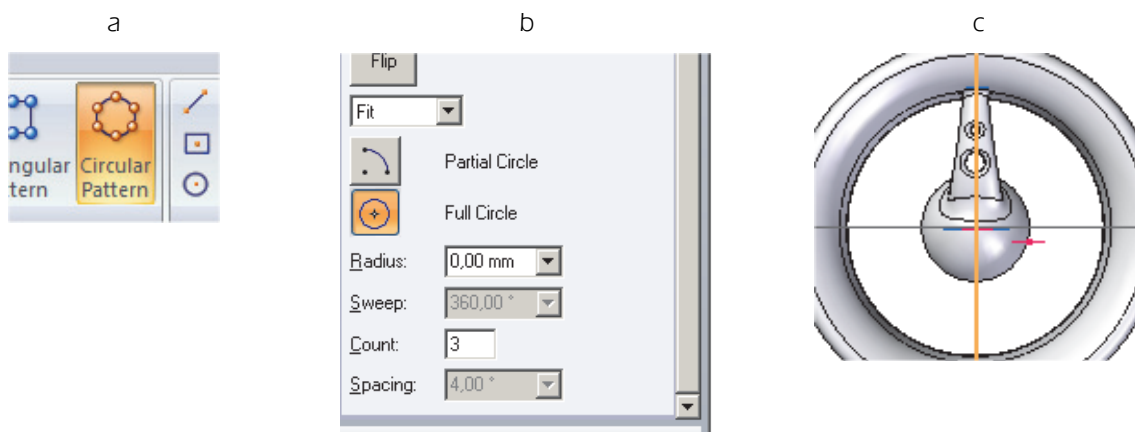
joonis 5-36

- Vejje kodarate paljundamiseks tuleb luua muster (*Pattern*) [joonis 5-37;a].
- Märjista „Kodar“, kodarasse lõigatud avad ja avade ümardatud osad ning kodara alumise ja ülemise serva ümardused (<Ctrl> klahvi all hoides) ja valida *Pattern*. Võib alustada ka sellest, et valida *Pattern* ning seejärel märjista elemendid, mida soovitakse mustri loomisel kasutada [joonis 5-37;b].
- Valida kasutatavaks mustri tüübiks *Smart* [joonis 5-37;c].
- Valida tasapind, millega määratakse mustri paigutamise suund. Hetkel sobib selleks YZ- või ükskõik milline paralleelne tasapind sellega [joonis 5-37;d].



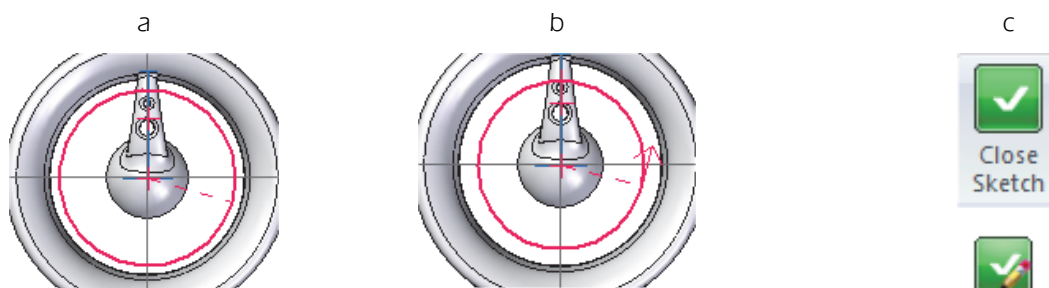
joonis 5-37

- Valida kasutatavaks mustri tüübiks ringikujuline muster (*Circular Pattern*) [joonis 5-38;a].
- Määrata mustri elementide arvaks 3 (*Count*) [joonis 5-38;b].
- Valida ringikujulise mustri keskpunktiks XY ja XZ tasapindade ristumiskoht (*Center Point of the Arc*) [joonis 5-38;c].



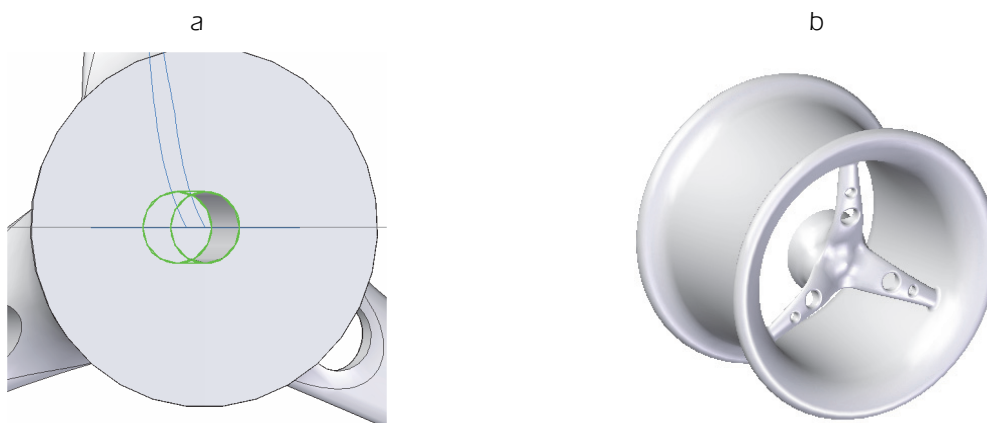
joonis 5-38

- Valida loodava mustri alguspunkt (*Start Point of the Arc*). Kuna hetkel luuakse muster 360° ei oma tähtsust, millist punkti näidata alguspunktina. Võib liikuda keskpunktist kaugemale ja osutada suvalist punkti [joonis 5-39;a].
- Valida pööramise suund (*Point on the Arc*) [joonis 5-39;b].
- Valda *Close Sketch* [joonis 5-39;c].



joonis 5-39

- Lõigata „Velje“ siseküljele ringikujuline ava läbimõõduga 5 mm ja sügavusega 3 mm [joonis 5-40;a].
- Salvestada fail nime alla „Velg“ [joonis 5-40;b].

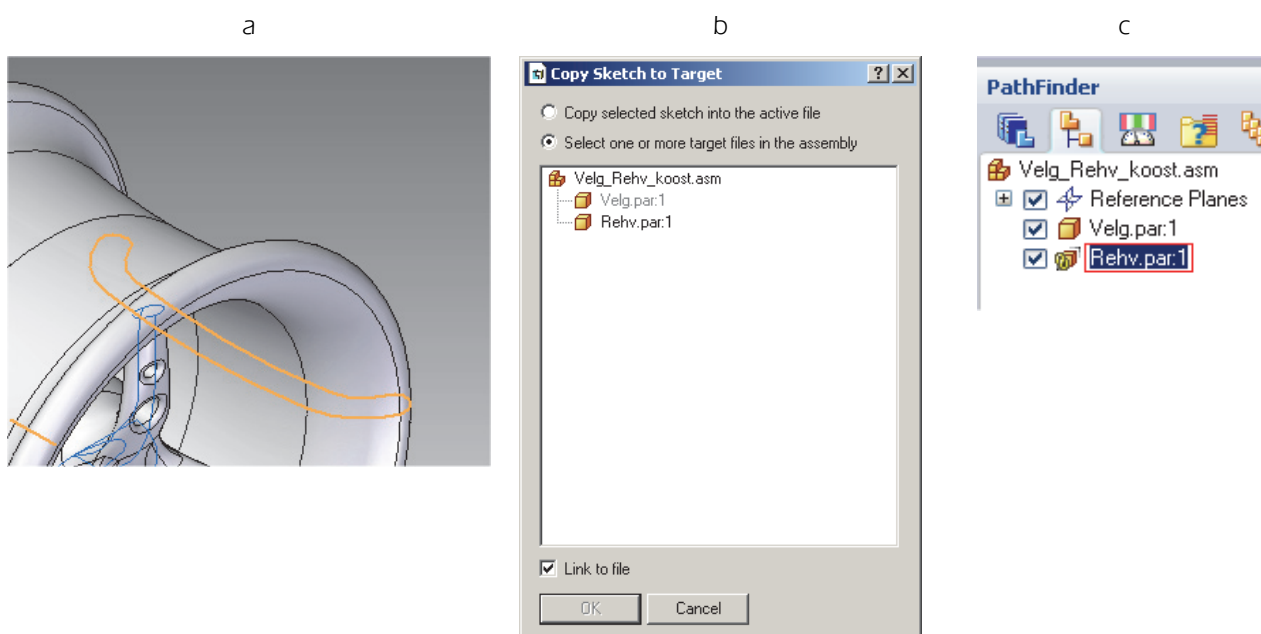


joonis 5-40

## 5.4 Rehv

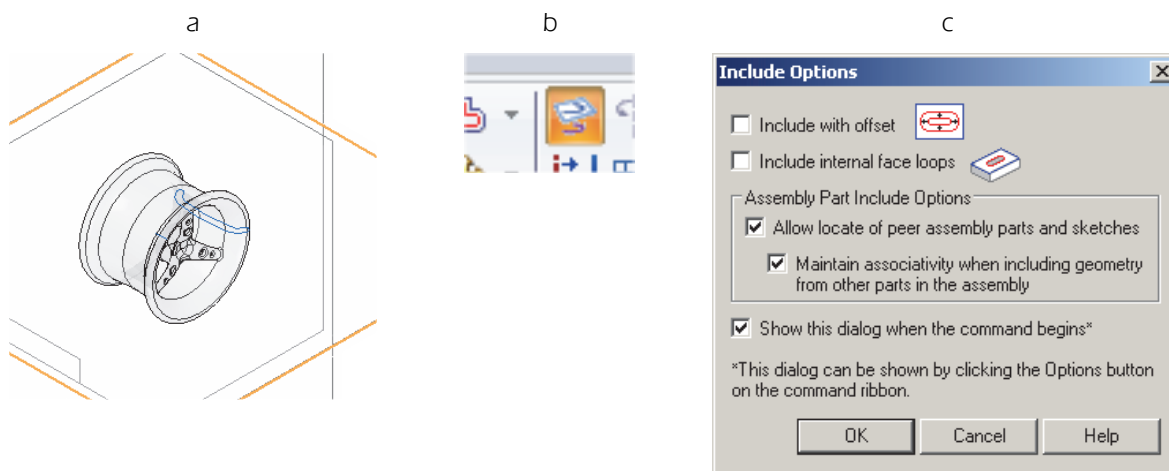
Kuna rehv peaks sobituma täpselt veljele ja ka auto alla on neid otstarbekas koos paigutada, luuakse neist eraldi koost.

- Avada fail „Velg.par“ ja alustada sellest uue koostu (*Assembly*) loomist või alustada uue koostu failiga ja vedada „Rehv“ töölauale. Tegevus on sarnane „Katuse“ loomise juures kirjeldatule [joonis 5-22], [joonis 5-23].
- Alustada „Rehvi“ loomist [joonis 5-24].
- Salvestada fail nime alla Velg\_Rehv\_Koost.asm
- Kopeerida „Velje“ loomisel kasutatud *Sketch* faili rehv.par [joonis 5-41;a;b].
- Siseneda Part keskkonda, faili Rehv.par (topeltklõps faili nimel), [joonis 5-41;c].



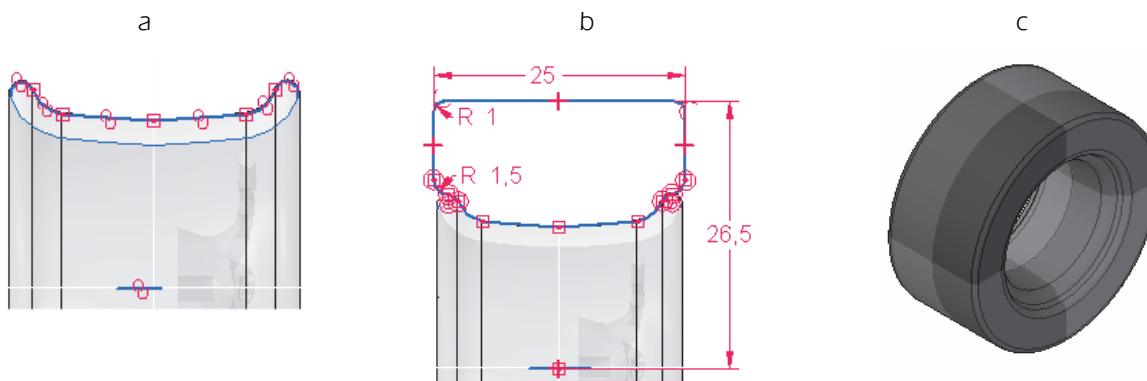
joonis 5-41

- o Alustada uue *Sketch-i* loomist XY tasapinnale [joonis 5-42;a].
- o Kuna soovitakse kasutada „Veel“ loomisel kasutatud *Sketch-i* osa, mitte tervikut, siis valida käsk *Include* [joonis 5-42;b].
- o Avanevas aknas *Include Options* hetkel muudatusi teha vaja ei ole. Valida *OK* [joonis 5-42;c].



joonis 5-42

- o Osutada joone osadele, mida on soov uues *Sketch-is* kasutada. Sealhulgas ka pöördetelg [joonis 5-42;a].
- o Modifitseerida *Sketch* [joonis 5-43;b]. Soovituslikud vahendid on *Line*, *Fillet* ja *Trim*.
- o Luua pöördkeha (*Revolve*) ja määrata stiiliks must [joonis 5-43;c] (*Part Painter*) [joonis 5-21]



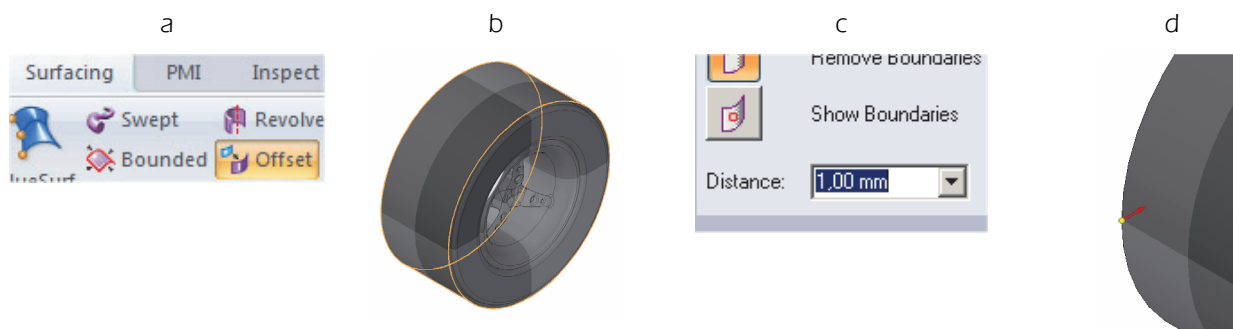
joonis 5-43

- o Luua XY tasapinnaga paralleelne tasapind kõrgusele 28 mm [joonis 5-44;a].
- o Loodud tasapinnale joonestada *Sketch* rehvimustri lõikamiseks [joonis 5-44;b]. Soovituslikud töövahendid *Curve* ja *Mirror*.



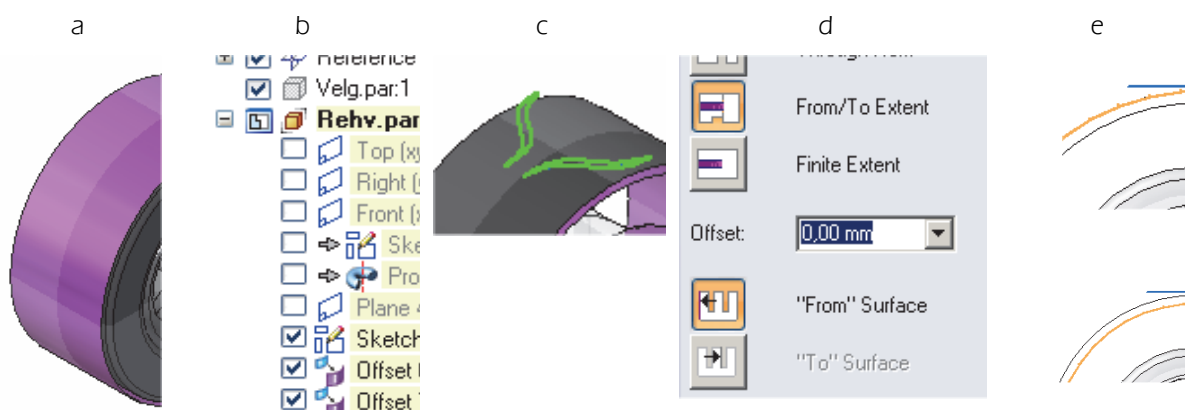
joonis 5-44

- o Et lõigatava mustri põhi ei oleks tasapinnaline, vaid arvestaks rehvi kuju tuleb tekitada vabapinnad alates millest kuni milleni lõiget teha soovitakse. Selleks valida lindilt *Surfacing* käsk *Offset* [joonis 5-45;a].
- o Osutada „Rehvi“ pealispinnale [joonis 5-45;b].
- o Määrata kauguseks 1 mm [joonis 5-45;c].
- o Tekitada pind rehvi keskkoha suunas [joonis 5-45;d].



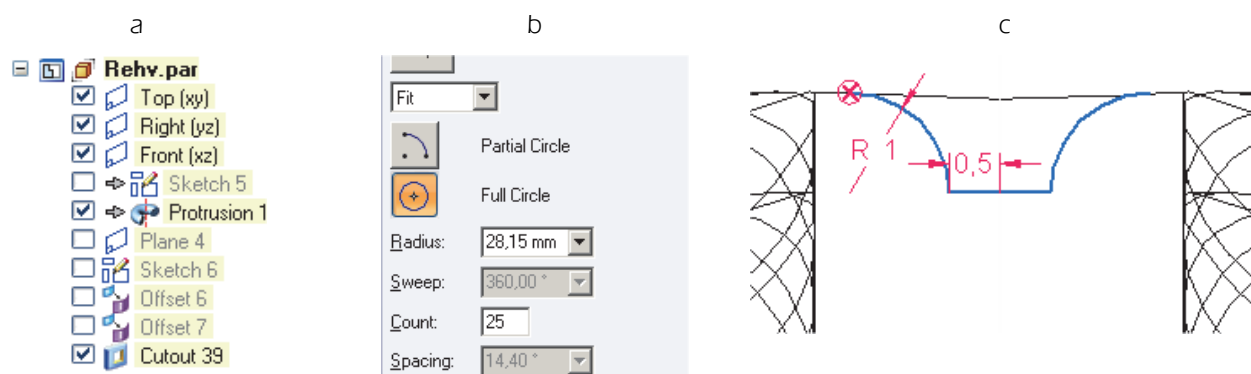
joonis 5-45

- o Luua vabapind ka rehvi väljapoole. Kaugusele 0,5 mm [joonis 5-46;a].
- o Peita „Rehvi“, et oleks lihtsam näha loodud vabapindasid [joonis 5-46;b].
- o Lõigata loodud eskiisist (*Sketch*) [joonis 5-46;c] (*Cut*) režiimis *From/To Extent* [joonis 5-46;d] rehvimuster. Selleks osutada algul välimisele- ja seejärel sisemisele vabapinnale [joonis 5-46;e].



joonis 5-46

- o Peita *Sketch-id* ja vabapinnad ning tuua ekraanile „Rehvi“ keha ja rehvimustri lõige [joonis 5-47;a].
- o Luua ringikujuline muster (*Pattern*) 360°, elementide arvuga 25. Mustri loomist on kirjeldatud „Velje“ loomise juures [joonis 5-37], [joonis 5-38], [joonis 5-39].
- o Lõigata „Veesoon“ *Revolved Cut*, [joonis 5-47;c].



joonis 5-47

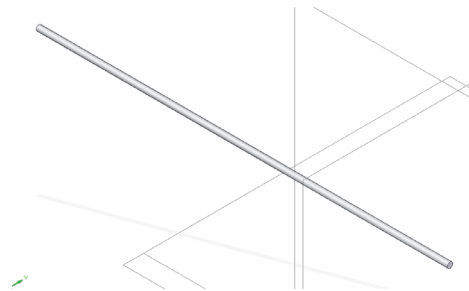
- Väljuda Part keskkonnast [joonis 5-48;a].
- Salvestada fail [joonis 5-48;b]. Salvestatakse nii eraldiseisvad failid kui ka koost.



joonis 5-48

## 5.5 Telg

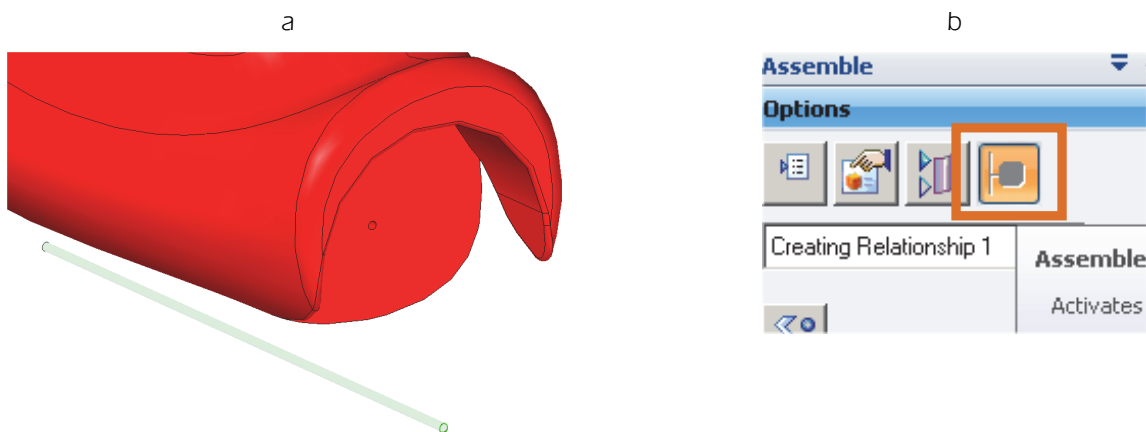
Luua „Telg“, mille profiil on ringikujuline, läbimõõt 5 mm ja pikkus 170 mm [joonis 5-49].



joonis 5-49

## 5.6 Koostu lõplik komplekteerimine

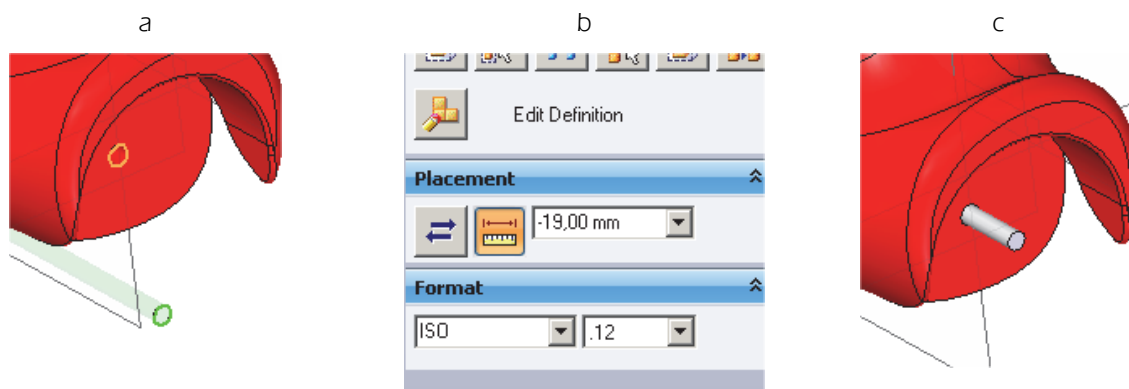
- Avada fail „Koost.asm“ mis loodi „Katuse“ modelleerimisel.
- Vedada „Telg“ tööväljale.
- Osutada „Telje“ servajoonele [joonis 5-50;a]. Jälgida, et märgitud saab just servajoon (*Edge*), mitte otsa pind (*Face*).
- Valida *Activate Part* ja osutada „Kerele“ [joonis 5-50;b].



joonis 5-50

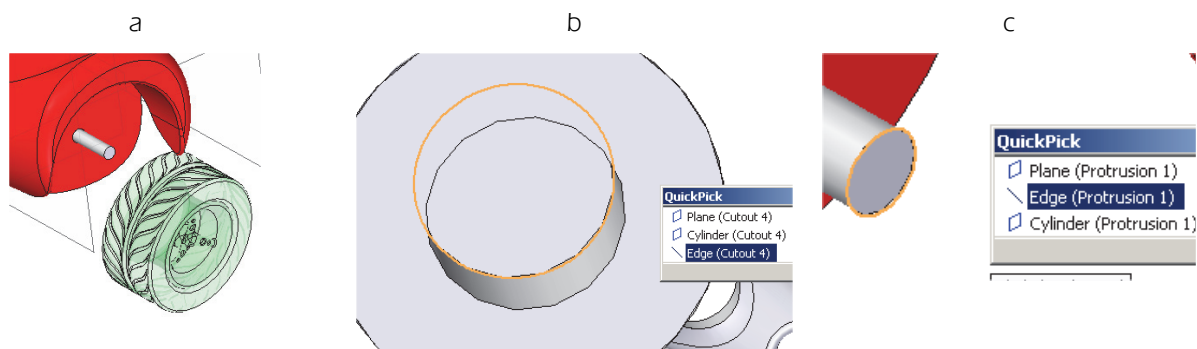


- Siduda „Telje“ servajoon „Kere“ sees oleva ava servaga [joonis 5-51;a].
- Määrata kauguseks -19 mm [joonis 5-51;b;c].



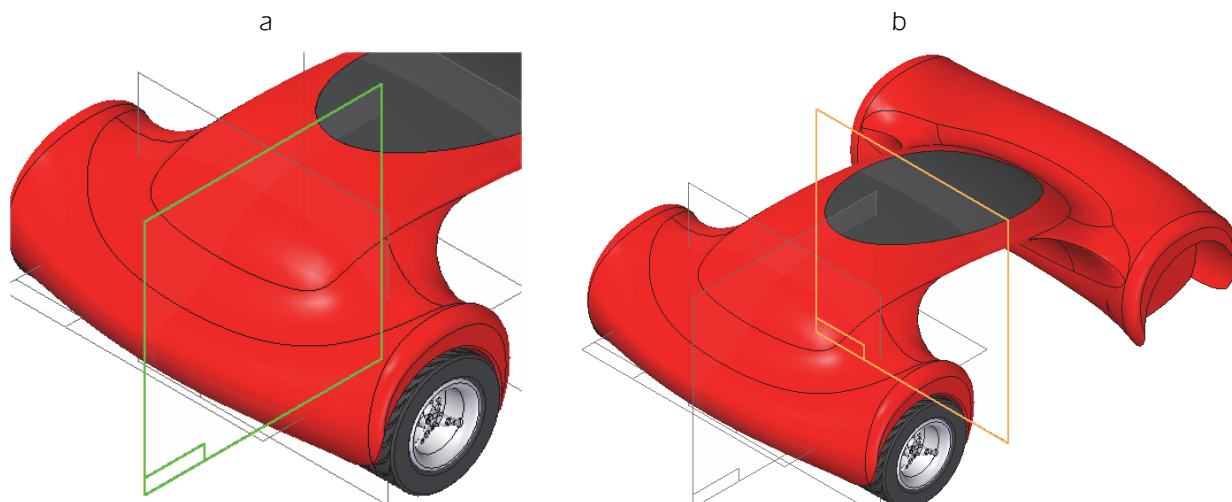
joonis 5-51

- Vedada fail Velg\_Rehv\_Koost.asm tööväljale [joonis 5-52;a].
- Siduda „Velge“ lõigatud ava põhja servajoon [joonis 5-52;b] „Telje“ otsa servajoonega [joonis 5-52;c]. Kui sidemeid ei leita automaatselt, siis tuleb vastav detail aktiveerida [joonis 5-50;b].



joonis 5-52

- Peegeldada „Velg“ ja „Rehv“ YZ tasapinna suhtes [joonis 5-53;a]. Peegeldamise juhiseid vaata Ptk.4.9.
- Peegeldada mõlema poole „Rattad“ ja „Veljed“ ning „Telg“ XZ tasapinnaga paralleelse tasapinna suhtes. (-80 mm kaugusel), [joonis 5-53;b].
- Salvestada töö, mudel on valmis.



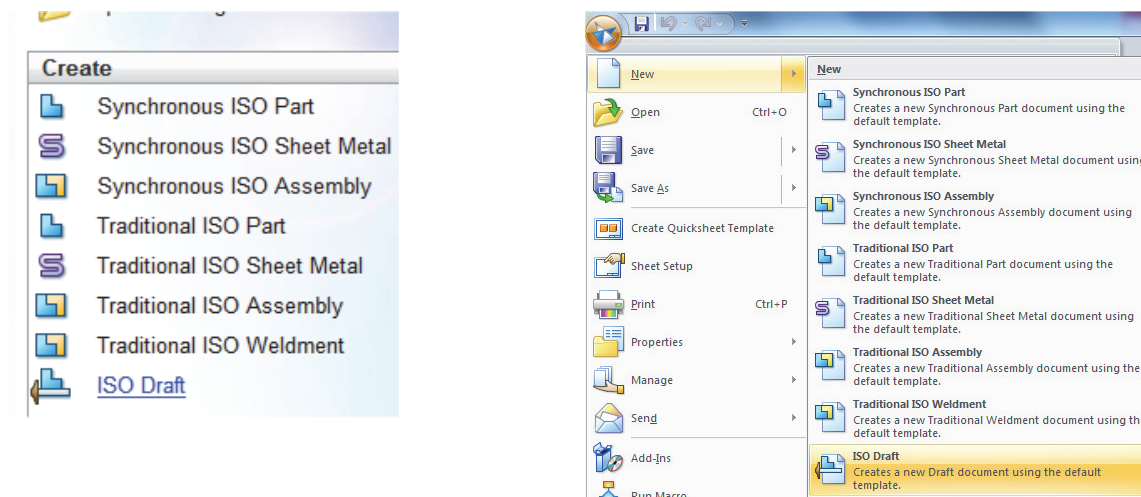
joonis 5-53



## 6. Jooniste loomine

Eesmärgiks on näidata põhilisi vajalikke vahendeid detailidest jooniste vormistamiseks. Suuremate jooniste vormistamiseks on vaja põhjalikumalt tutvuda nõutavate standarditega.

Käivitada *Draft*



joonis 6-1

### 6.1 Lehe parameetrite määramine, kirjanurga loomine

Programmi installeerimisel arvestatakse võetakse vaikimisi kehtivaks lehe suuruseks A2.

Kasutatavad lehe tüübid on:

- Joonise vormistamise leht (*Working*). Kasutatakse joonise vormistamiseks 3d mudelist või 2d joonisest.
- Tausta leht. Kasutatakse joonise vormistamisel kirjanurga või muu vajaliku info lisamiseks joonisele. Tausta lehele paigutatud info on redigeeritav ainult tausta lehel.
- Joonestamise leht (*2d Model*). Kasutatakse joonestamiseks, kui mingil põhjusel ei ole võimalust või soovi luua mudelit, millest omakorda luua jooniseid. Puudub paberileht. Tööväli on lõputu suurusega. Joonise vormistamiseks või välja printimiseks tuleb kasutada *Working Sheet-i*.

Eeldades, et enamasti puudub koolides võimalus kasutada A4 formaadist suuremaid väljundseadmeid, tuleks alustada sobiva lehe suuruse määramisest.

Kui on teada, et alaliselt soovitakse kasutada A4 formaati, oleks otstarbekas muuta „vaikimisi” kehtivat häälestust.

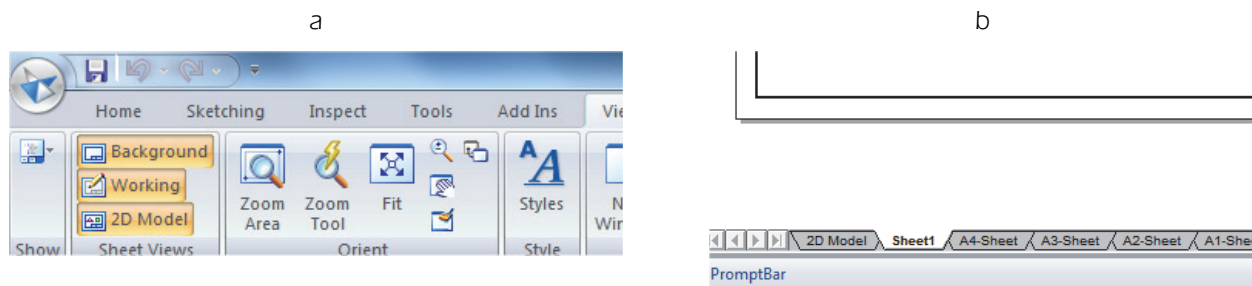
Selleks tuleks muuta vaikimisi kehtivat prototüüpfaili, mille nimi on *iso draft.dft*. Kui installeerimise käigus ei muudetud installatsiooni sihtkohta, on faili asukoht kettal *C:\Program Files\Solid Edge ST2\Template\iso draft.dft*.

Kui seda faili muuta, siis järgnevatel kordadel programmi käivitamisel võetakse vaikimisi kehtivad määrangud juba muudetud kujul.

Kindlasti ei ole vaja seda faili muuta sageli. Arvestama peab ka sellega, et kui sama arvutit kasutavad mitmed inimesed, siis puudutavad tehtud muudatused ka teisi.

Kui soovitud muudatused on ühekordsed, on otstarbekas muudatusi teha alustatud failis ja prototüüpfaili mitte muuta.

- Aktiveerida lindilt *View* lisaks lehe tüübile *Working* ka *Background* ja *2d Model* [joonis 6-2;a].
- Akna alla serva tekivad juurde nõutud sakid [joonis 6-2;b].



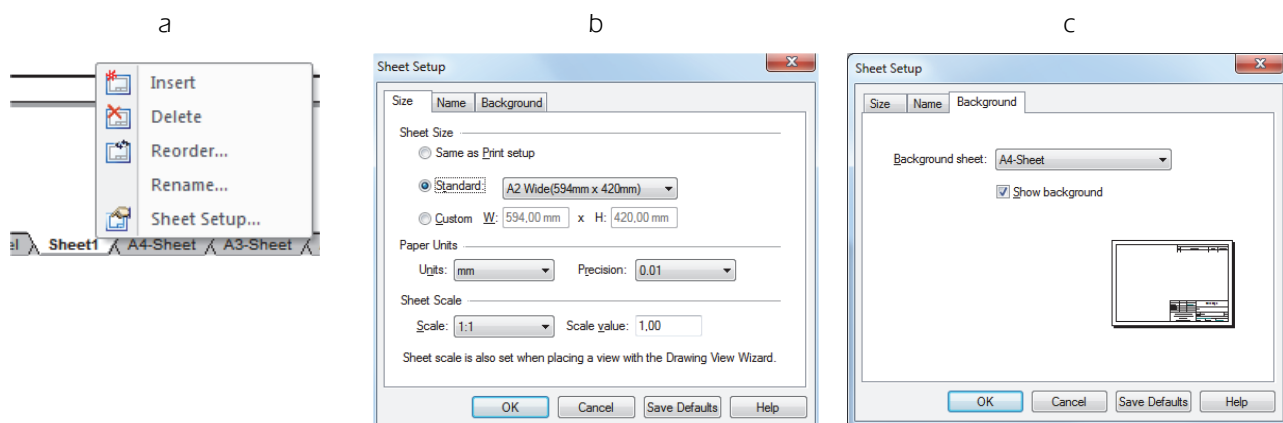
joonis 6-2

Vajutades hiire parempoole klahvi mõne saki nimel, avaneb menüü, kus on võimalik teha valikuid lehtede lisamiseks, kustutamiseks, ümber nimetamiseks ja häälestuse muutmiseks.

Oluline on jälgida, et hiire parempoolse klahvi vajutamisel „joonise vormistamise lehel“, lisatakse sama tüüpi leht. Kui on soov lisada „tausta leht“, tuleb parempoolset hiireklahvi vajutada taustalehel.

### 6.1.1 Joonise vormistamise lehe häälestus

- Vajutada hiire parempoolset klahvi lehel, mille häälestust soovitakse muuta [joonis 6-3;a].
- Valida *Sheet Setup* [joonis 6-3;a].
- Valida kasutatava lehe suuruseks A4 [joonis 6-3;b].
- Kui on soov kasutada tausta lehte, siis valida sakk *Background* ning leida sobiv tausta leht [joonis 6-3;c].
- Kui tausta lehte ei soovita kasutada, tuleks välja lülitada „*Show background*“ [joonis 6-3;c].



joonis 6-3

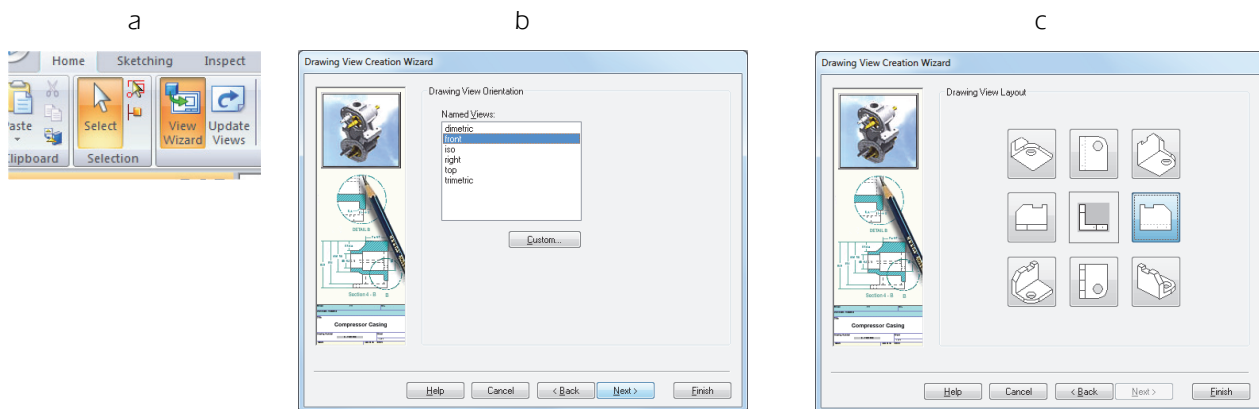
### 6.1.2 Kirjanurga loomine

- Kirjanurk tuleks luua sobiva suurusega taustalehel. Kui ei soovita programmi poolt pakutavat tausta-lehte muuta, tuleks alustada uue taustalehe loomisest. Selleks vajutada hiire parempoolset klahvi taustalehel ja valida *Insert*.
- Anda loodud lehele sobiv nimetus, vajutades loodud lehel hiire parempoolset klahvi ning valida *Rename*.

- Kui on soov kasutada mõnel programmiga kaasas oleval taustalehel olevat infot, võib selle oma loodud lehele ümber kopeerida ning seejärel redigeerida leht sobivale kujule.
- Loodud taustalehe kasutuselevõttu on kirjeldatud peatükis 6.1.1 [joonis 6-3;c].

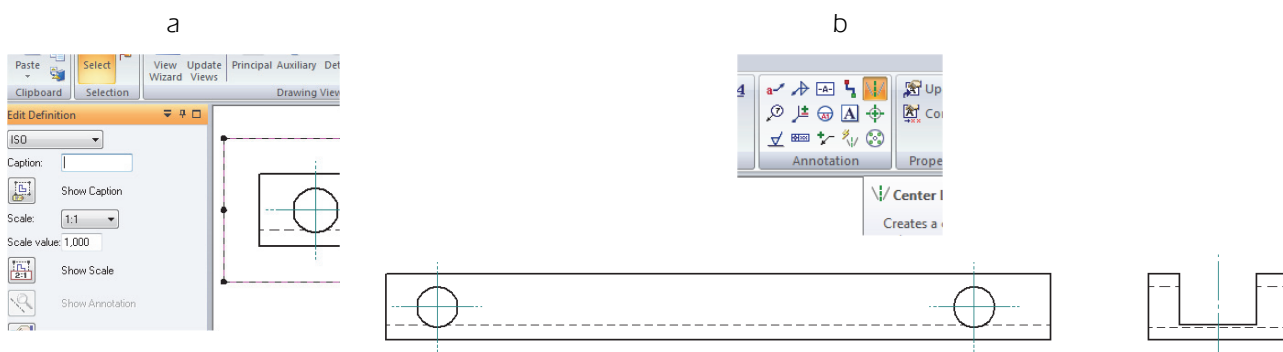
## 6.2 Joonise loomine

- Valida lindilt *Home*, *View Wizard* [joonis 6-4;a].
- Avada soovitud fail. Juhendis valitakse selleks fail *kere.par*, tööst „Näidismudel1“, valida *Next*.
- Valida detaili orientatsioon. Eeldatavalt võiks see olla enamasti pealtvaade (*top*) või eestvaade (*front*). Valida *Next* [joonis 6-4;b].
- Lülitada sisse vaated, mida soovitakse saada lisaks [joonis 6-4;c]. Valida *Finish*.



joonis 6-4

- Osutada joonise vormistamise lehel sobivale kohale. Asukohta on võimalik ka hiljem muuta.
- Märjistades lehel lisatud detaili, on võimalik muuta skaalafaktorit, värvide kasutamist ja muid omadusi.
- Harjumuspärane lähenemine joonistusprogrammides detaili suurendamiseks (haarates nurgast kinni ja venitades) detaili suurust ei muuda. Suurust saab muuta ainult skaalafaktorit muutes (*Scale* või *Scale value*), [joonis 6-5;a].
- Lisada vajalikud tsentrite jooned. Sobivad kohad tuleb endal näidata [joonis 6-5;b].

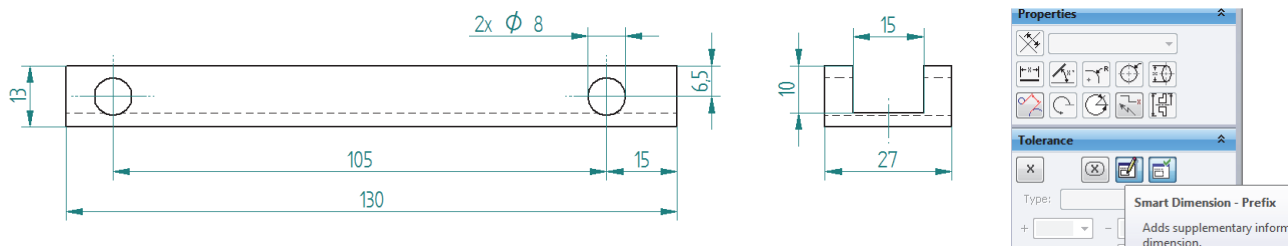


joonis 6-5

- Lisada vajalikud mõõtmed. Mõõtmete kandmine joonisele on sarnane kirjeldatule peatükis 2.6.
- Kui on soov lisada infot, mida automaatselt ei pakuta (N: 2x), on vaja kasutada *Prefix-i* lisamise võimalust, mis avaneb ekraani vasakul servas, kui valida mõni mõõtude joonisele kandmise võimalustest sektsioonis *Tolerance*.

a

b



joonis 6-6

## 6.3 Lõike loomine

Vahel ei ole erinevate vaadete kasutamisega võimalik või otstarbekas kogu vajalikku infot joonisele kanda. Sel juhul kasutatakse lõikeid.

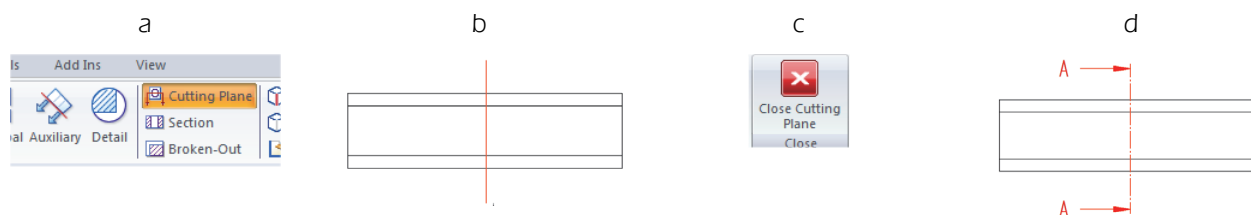
Samuti on võimalik vaate ja lõike ühendamine.

Lõigete kasutamisel luuakse viirutus vastavalt kasutatud materjalidele. Materjal määratakse „Part“ moodulis.

Lõike konstrueerimist vaadeldakse detailidega külje tiib.par (lihtlõige) ja ratas.par (kohtlõige).

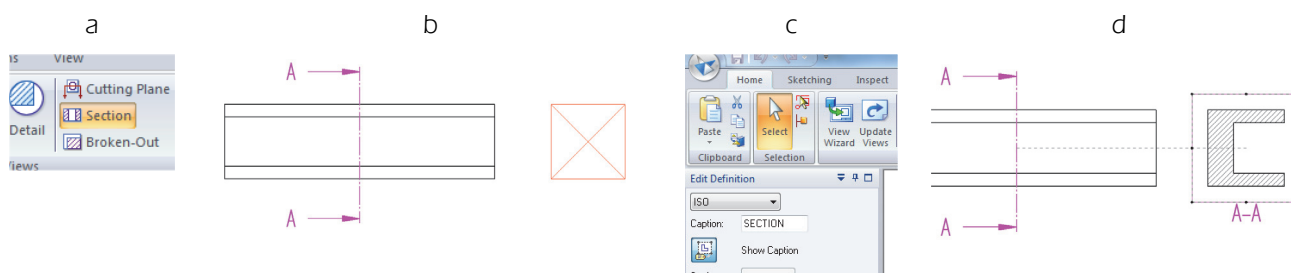
### 6.3.1 Lihtlõige

- Valida *View Wizard* ja avada fail külje tiib.par.
- Valida orientatsiooniks eestvaade (*Front*) ning muid vaateid mitte lisada.
- Valida *Cutting plane* [joonis 6-7;a].
- Osutada vaatele, mida soovitakse lõigata.
- Joonestada lõikejoon [joonis 6-7;b].
- Valida *Close Cutting Plane* [joonis 6-7;c].
- Näidata lõike suund [joonis 6-7;d].



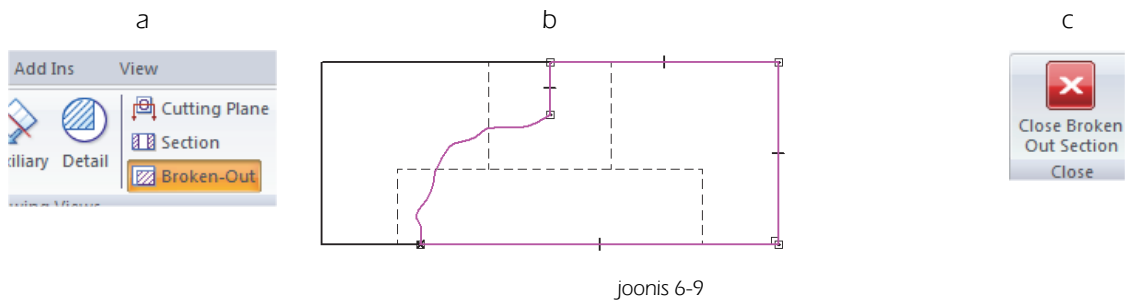
joonis 6-7

- Valida *Section* [joonis 6-8;a].
- Osutada lõikele A-A [joonis 6-8;b].
- Näidata koht, kuhu soovitakse lõige paigutada [joonis 6-8;b].
- Osutada loodud lõikele ja soovi korral kustutada nimetus „Section“ [joonis 6-8;c;d].



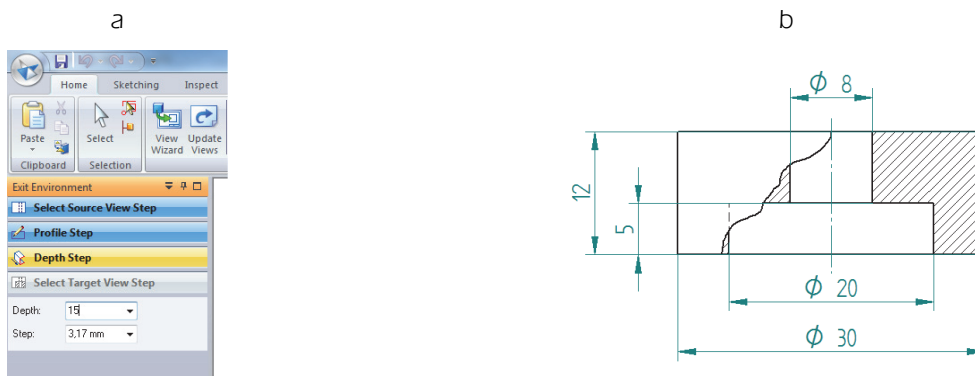
### 6.3.2 Poolvaatlõike või kohtlõike loomine

- o Valida *View Wizard* ja avada fail *ratas.par*.
- o Valida orientatsiooniks pealtvaade (*Top*) ning muid vaateid mitte lisada.
- o Valida *Broken-Out* [joonis 6-9;a].
- o Osutada vaatele, mida soovitakse lõigata.
- o Joonestada lõikejoon. Jälgida tuleb, et moodustuks kinnine kontuur [joonis 6-9;b].
- o Valida *Close Broken-Out Section* [joonis 6-9;c].



joonis 6-9

- o Sisestada lõike sügavuseks 15 mm, kuna ratta läbimõõt oli 30 mm ning sooviks on teha lõige poole sügavuse ulatuses [joonis 6-10;a].
- o Lisada tsentrijoon ning kanda peale mõõdud [joonis 6-10;b].



joonis 6-10