

# 3D näidisülesanne kasutades Solid Edge ST8. Õppematerjal

Seminaritöö

Autor: Maie-Liis Guitar

Juhendaja: Kalle Kivi

Autor: ..... " ..... "2015

Juhendaja: ..... " ..... "2015

Instituudi direktor: ..... " ..... "2015

Tallinn 2015

---

## Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev seminaritöö on minu töö tulemus ja ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

.....

(kuupäev)

.....

(autor)

**Lihtlitsents seminaritöö reprodutseerimiseks ja seminaritöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina \_\_\_\_\_ (sünnikuupäev: \_\_\_\_\_)

*(autori nimi)*

1. annan Tallinna Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*(seminaritöö pealkiri)*

mille juhendajaks on \_\_\_\_\_,

*(juhendaja nimi)*

säilitamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Ülikooli Akadeemilise Raamatukogu repositooriumis.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.  
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tallinnas, \_\_\_\_\_

*(allkiri ja kuupäev)*

## Sisukord

---

Sisukord.....	4
Sissejuhatus.....	5
1. Terminid.....	6
2. Ülesanne .....	8
3. Tõenäolised probleemid.....	29
3.1 Materjali koostamise käigus tekkinud probleemid .....	29
3.2 Materjali kasutamise käigus tekkinud probleemid .....	30
Kokkuvõte .....	31

Seminaritöö käsitleb 3D modelleerimise teemat luues eestikeelset õppematerjal kasutades koostu põhise modelleerimise programmi *Solid Edge ST8*. Tänu Tiigrihüppe Sihtasutuse projektile TehnoTiiger+ on *Solid Edge* litsentsid alates 2012. aasta oktoobrist koolidele vabalt alla laaditavad.

Käesoleva töö teema valik tulenes reaalsest vajadusest koostu põhise modelleerimise programmi *Solid Edge* eestikeelse õppematerjali järele, mida oleks võimalik kasutada nii iseseisvalt õppimiseks, kui ka koolide 3D modelleerimise tundides. Antud õppematerjal on loodud kasutades *Solid Edge* kõige uuemat versiooni, milleks on töö kirjutamise hetkel *Solid Edge ST8*. Samas sai kontrollitud, et materjal on kasutatav ka vanema versiooniga, näiteks *Solid Edge ST6*, kui selleks tekib vajadust.

Seminaritöö koostamise eesmärgiks on luua *Solid Edge ST8* tutvustav õppematerjal, mis oleks eestikeelne ning arusaadav ja kasutatav nii iseseisvalt kui ka inimestel, kes programmi kasutamist veel õpivad. Seda eesmärki toetavad ingliskeelsete terminite loetelu ning töö koostamise käigus tekkinud probleemide analüüsimine. Lisaks sai õppematerjali katsetatud selle koostamise käigus inimeste abiga, kes polnud varem *Solid Edge* programmiga kokku puutunud ning pakkusid tagasisidet vastavalt oma kogemustele. Nende poolt välja toodud probleemid on esitatud ja analüüsitud kolmandas peatükis ning aitasid töö eesmärki veelgi edendada.

Antud seminaritöös esitatud ülesanne pole õppeaine esimene harjutus, vaid on üks kindel harjutus, mis eeldab eelnevalt käsitletud teemade tundmist. Seetõttu on ka kujundus erinev tavalisest, et töö oleks samas kujunduses ülejäänud Informaatika eriala 3D modelleerimise harjutustega. Ülesande idee on pärit *Solid Edge* vanadest ametlikest õppematerjalidest, mis on juhendaja käest saadud, aga allikale viidata ei saa.

Esimeses peatükis on välja toodud ingliskeelsed terminid, mida esineb töö käigus ning nende eestikeelsed tõlked, mis esinevad materjalis. Selle eesmärk on vähendada ingliskeelsete terminite esinemist töö sees ning sealhulgas olla viitematerjal kasutatud käskudele.

Teise peatüki moodustab ühe harjutuse õppematerjal, mis oleks ühe tunni sisu. Ülesanne on esitatud sammhaaval töö käiku illustreerivate joonistega ning peaks olema kaasa tehtav nii tunnis kui ka iseseisvalt. Materjal on kasutatud vaid traditsioonilist modelleerimist. Esialgu oli mõtte tööle lisada ka sünkroonmodelleerimise õpetus, sest selles on teguviis traditsioonilisest erinev. Kuid mõlema teema esitamisega oleks töö oma mahtu ületanud, mistõttu sai tehtud otsus piirduda traditsioonilise modelleerimisega.

Kolmanda peatüki moodustavad kirjeldused probleemidest, mis tekkisid töö autoril antud materjali koostamisel ning materjali proovinud inimestel selle kasutamisel. Lisaks on tekkinud probleeme analüüsitud ja kirjeldatud nende parandamiseks ning ennetamiseks tehtud samme.

## 1. Terminid

---

Kuna seminaritöös kasutatud programm *Solid Edge ST8* on inglise keeles ning antud õppematerjal eesti keeles, siis lugeja abistamiseks on esimeses peatükis esitatud ülevaade programmis kasutatud terminite nimekiri nende õppematerjalis esinevate eestikeelsete vastetega.

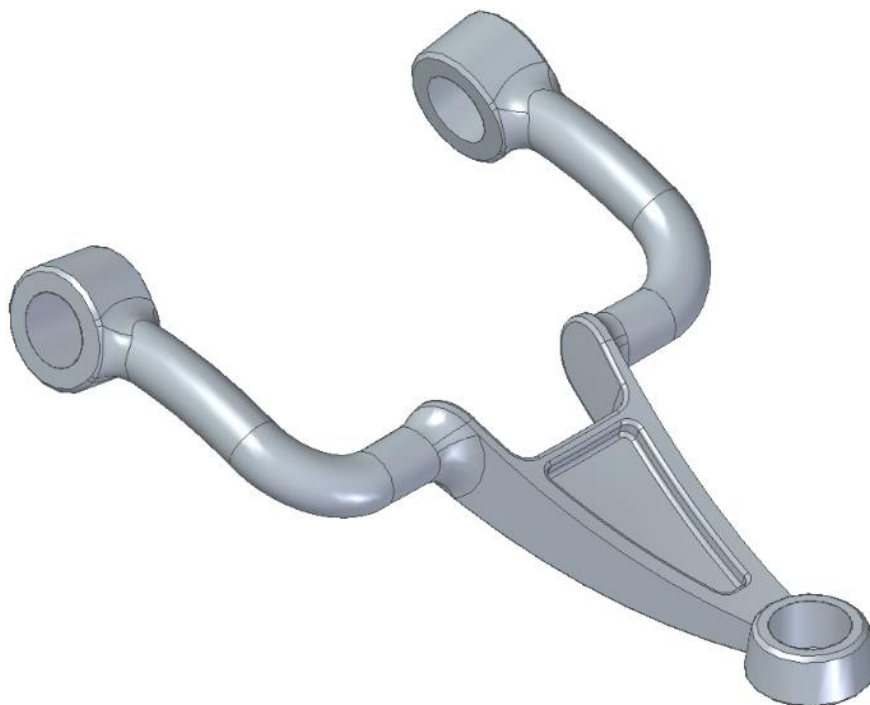
Ingliskeelne termin	Eestikeelne termin
<i>Ordered</i>	Traditsiooniline modelleerimine
<i>Parallel Plane</i>	Paralleelne pind
<i>Angled Plane</i>	Kaldus pind
<i>Sketch</i>	Eskiis
<i>Plane</i>	Tasapind, pind, tasand
<i>Extrude</i>	Keha loomine
<i>Circle</i>	Ring
<i>Connect</i>	Kinnitussuhe
<i>Symmetric Extent</i>	Sümmeetriline ulatus
<i>Mirror</i>	Peegeldamine
<i>Smart Dimension</i>	Nutikas mõõtmine
<i>Angle Between</i>	Nurga mõõtmine
<i>Distance Between</i>	Vahemaa mõõtmine
<i>Revolve</i>	Pöördkeha tegemine
<i>Tangent Arc</i>	Puutujatega kaar
<i>Split</i>	Poolitama
<i>Trim</i>	Kärpima
<i>Rectangle</i>	Ristkülik
<i>Fillet</i>	Kumerdama
<i>Cross</i>	Ristjoon
<i>Sweep</i>	Keha tõmbamine
<i>Project to Sketch</i>	Eskiisile projekteerimine
<i>Revolved Cut</i>	Pöörlev lõige
<i>Offset</i>	Nihkega pind
<i>Extruded</i>	Vabapinna loomine
<i>Select</i>	Viitamisvahend
<i>Cut</i>	Lõige
<i>Extent</i>	Ulatus

<i>Non-symmetric</i>	Mitte-sümmeetriline
<i>Round</i>	Ümardamine
<i>Chamfer</i>	Kaldkant

## 2. Ülesanne

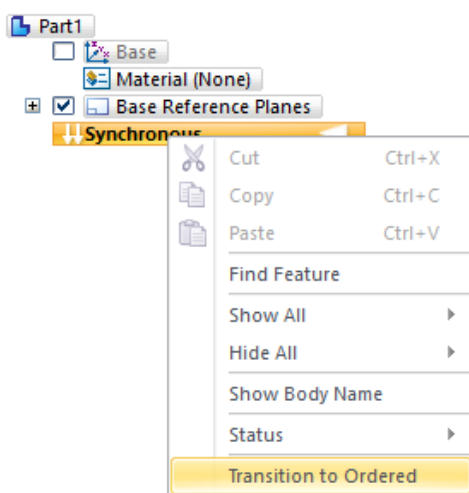
---

Selles ülesandes valmistame ühe valutüki mudeli kasutades traditsioonilist modelleerimist. Valmides peaks su mudel välja nägema nagu järgneval illustratsioonil [joonis 2-1].



joonis 2-1

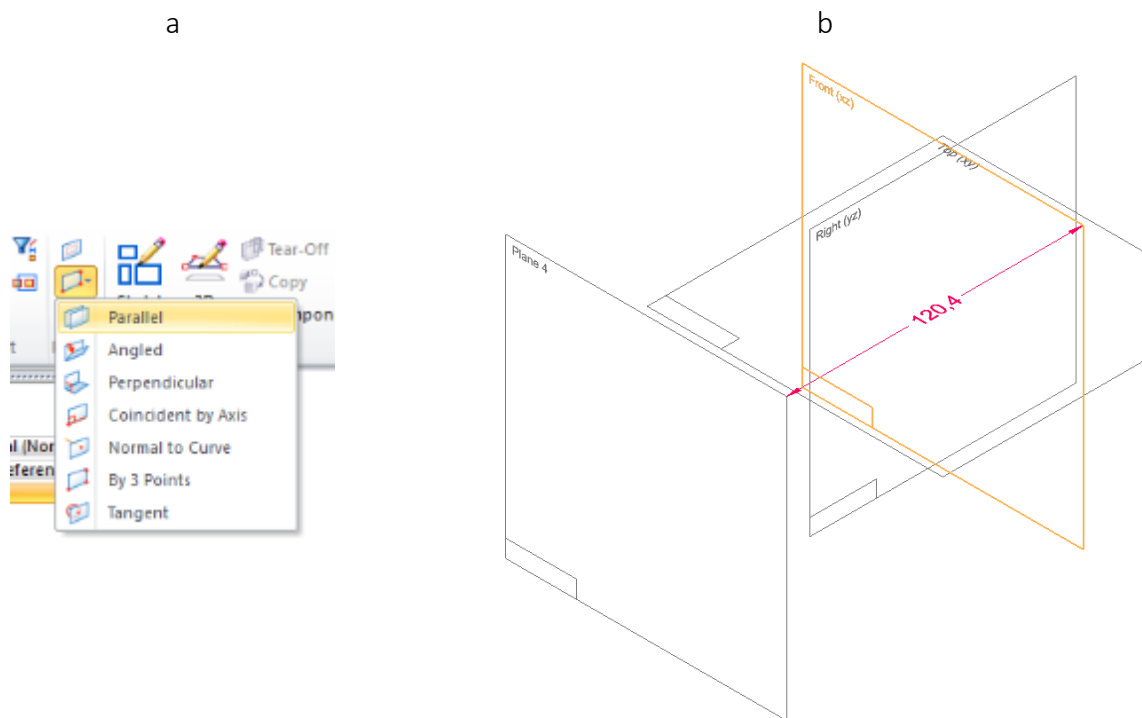
- Luua *ISO Metric Part* fail.
- Teha paremkliik *Synchronous* ribale ning valida *Transition to Ordered* [joonis 2-2]. Samuti tasub märkida ära *Base Reference Planes* ees olev ruut, mis toob esile abistavad pinnad.



joonis 2-2

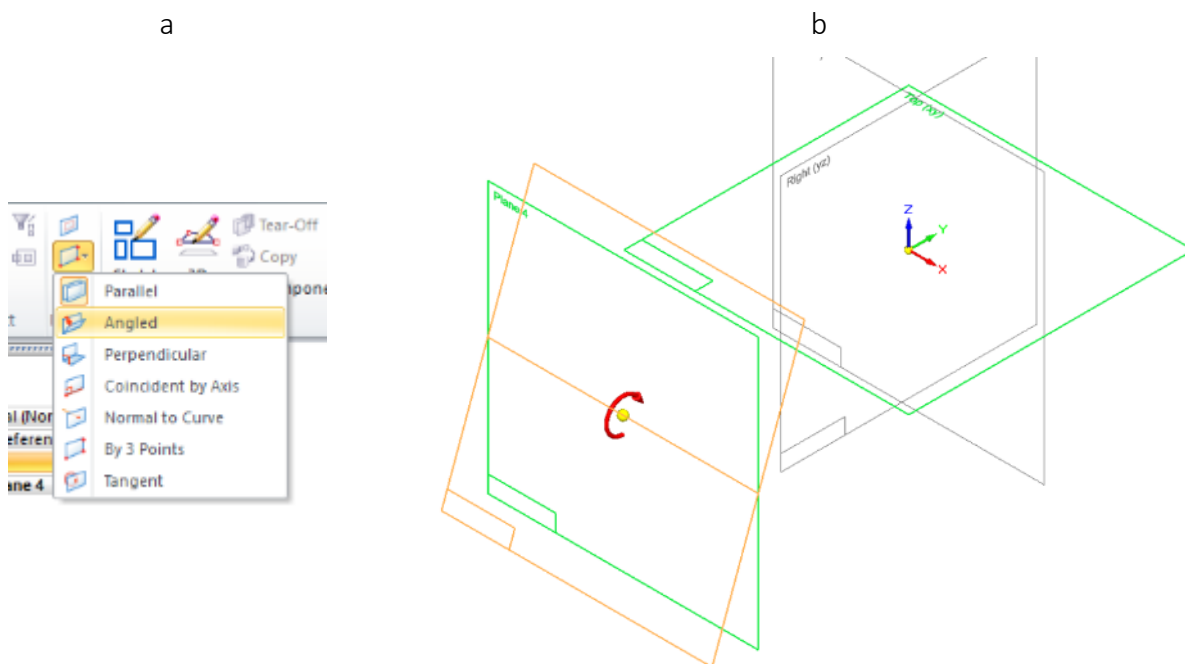
- Luua 353 pind [joonis 2-3;a] 120,4 mm kaugusele XZ tasapinnast [joonis 2-3;b].





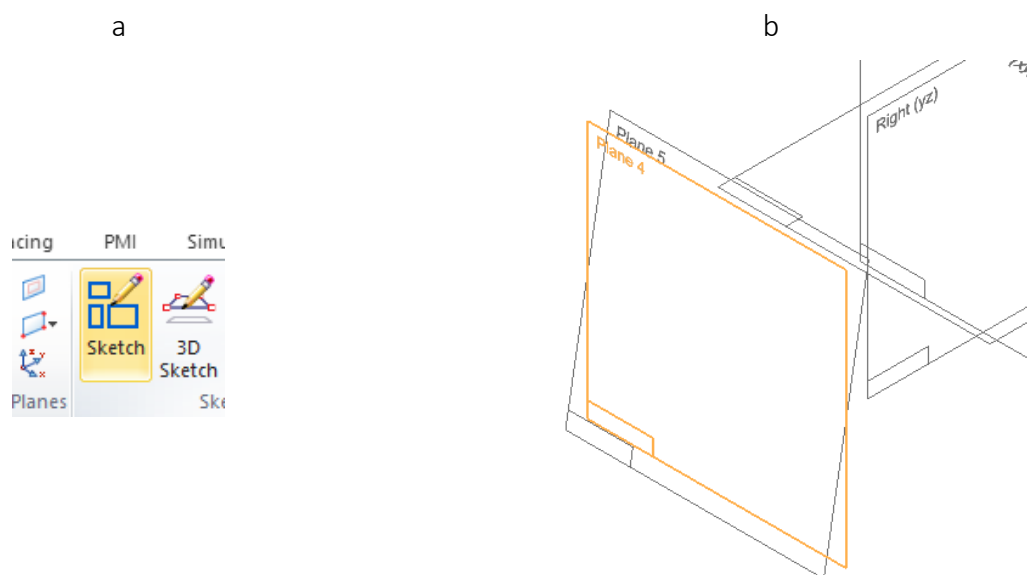
joonis 2-3

- Luua kaldus pind [joonis 2-4;a], mis on eelmises sammus tehtud tasandi suhtes 10-kraadise nurga all. Abipinnana kasuta XY tasapinda. Lisaks panna tähele, et uue pinna nurgas esinev kastike oleks samas nurgas, kus on eelmise pinna oma. See tähistab visandite alumist vasakut nurka [joonis 2-4;b].



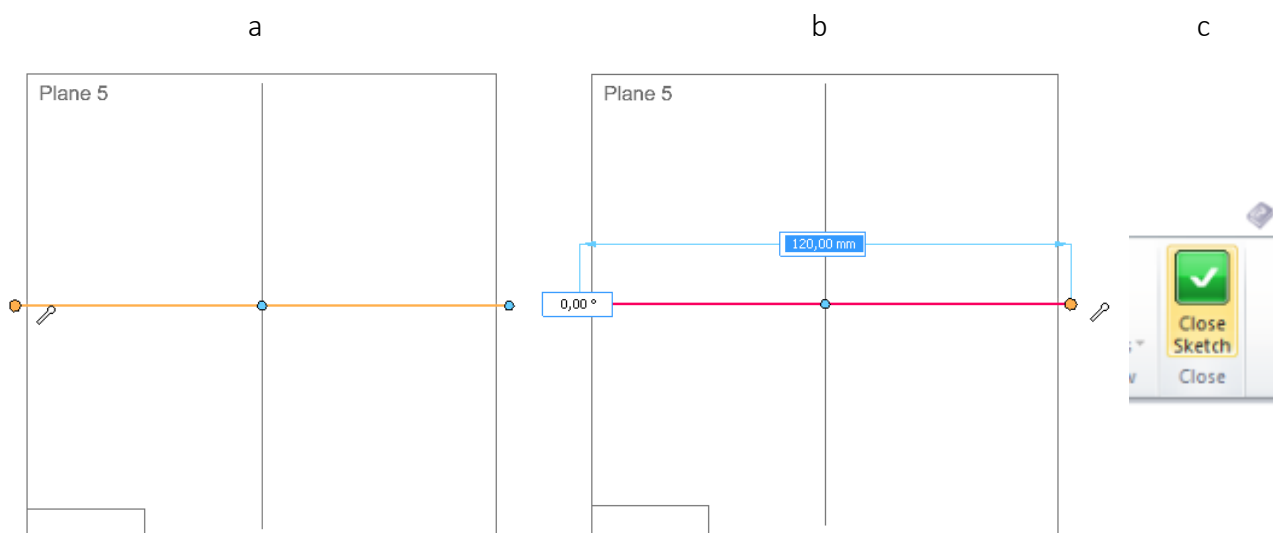
joonis 2-4

- Valida eskiisi tegemise vahend *Sketch* [joonis 2-5;a] ja viidata esimesena tehtud pinnale [joonis 2-5;b].



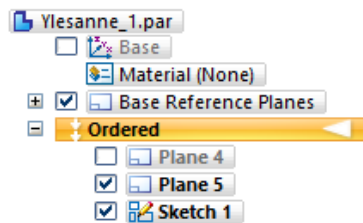
joonis 2-5

- Tõmmata joon mööda horisontaalset keskjoont, kinnitades see mõlemast otspunktist taustal paistva tasapinna otste külge [joonis 2-6;a;b]. Paremklikk lõpetab joone jätkamise.
- *Close Sketch* sulgeb eskiisi tegevuse ning seejärel paremklikk kinnitab eskiisi [joonis 2-6;c].



joonis 2-6

- Esimesena loodud tasapinda pole enam vaja, seega peita see vaate lihtsustamiseks ära, mida saab teha vasakul asetsevas loodud vahendite ajaloos, märkides ruudu selle nime ees tühjaks [joonis 2-7].



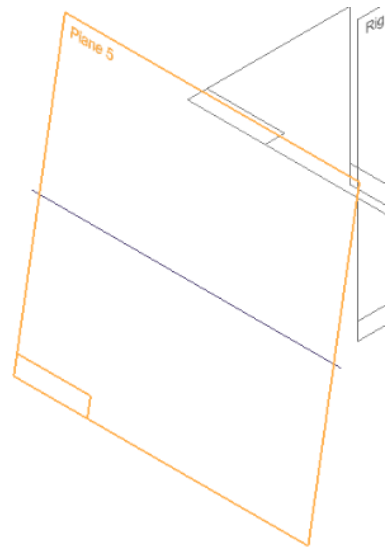
joonis 2-7

- Valida keha tegemise töövahend *Extrude*, jälgides et tasapinna valik oleks *Coincident Plane* [joonis 2-8;a] ning seejärel viidata varem tehtud kaldus tasapinnale [joonis 2-8;b].

a



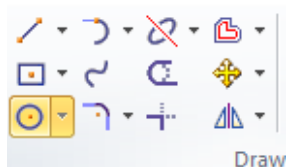
b



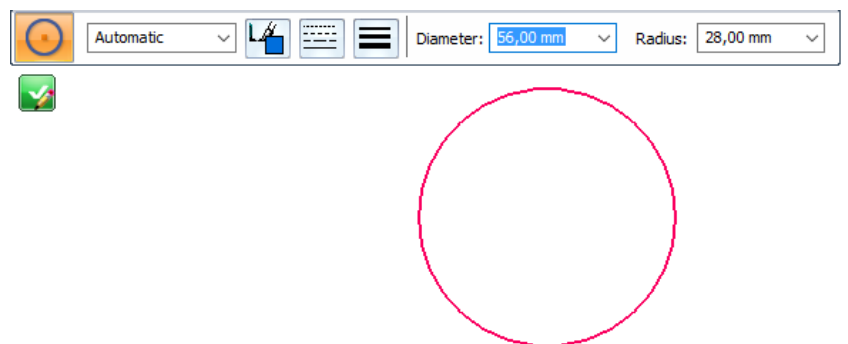
joonis 2-8

- Valida ringi tegemise vahend [joonis 2-9;a] ning joonestada ring suvalisse kohta määrates läbimõõduks 56 mm [joonis 2-9;b]. Jälgida, et sel ei tekiks ühtegi seost, mida tähistavad punktiirid ja kollased täpid.

a

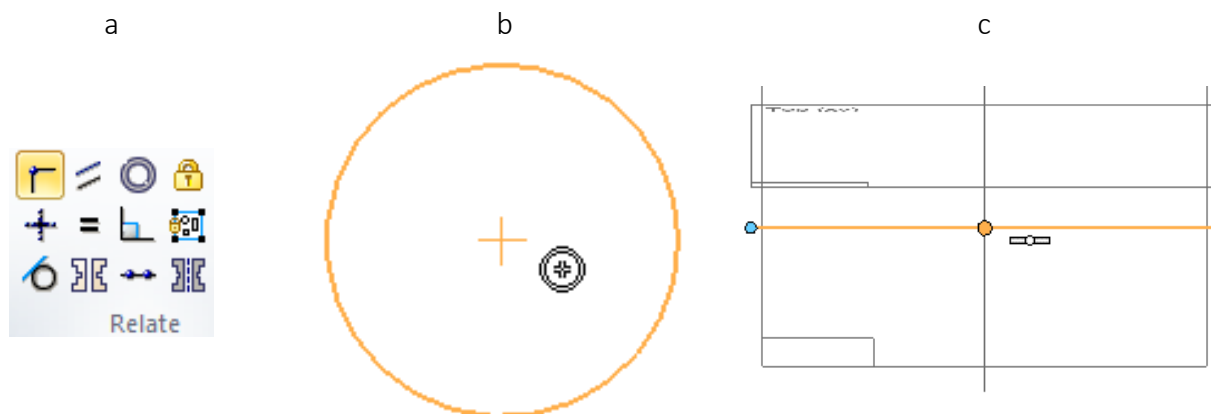


b



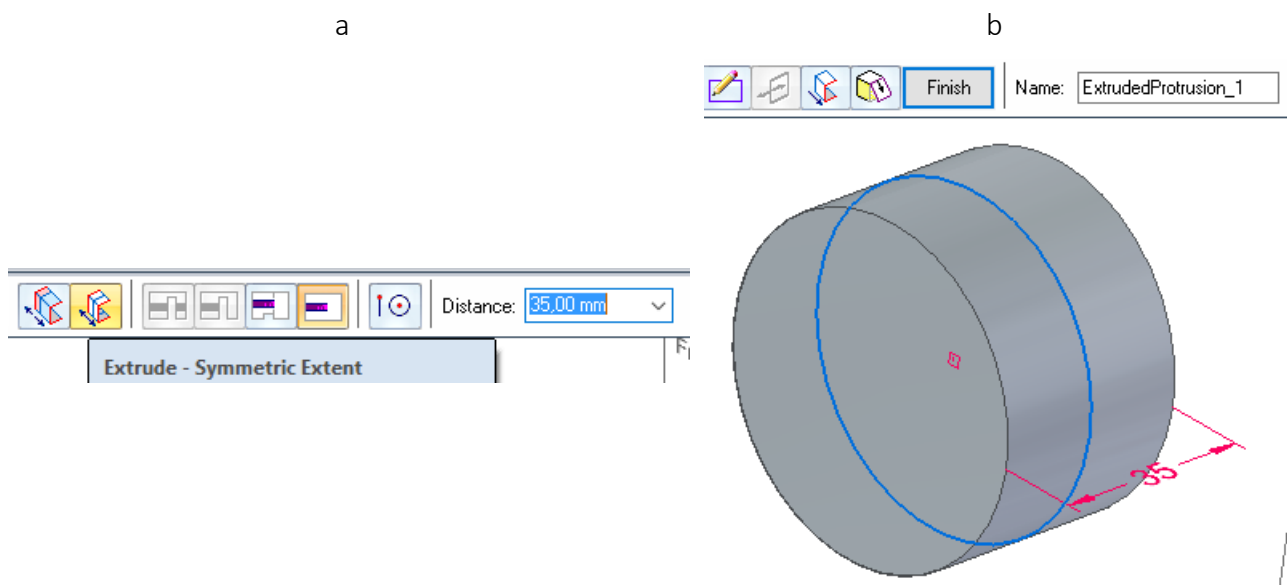
joonis 2-9

- Valida kinnitussuhe [joonis 2-10;a] ja ühendada ringi keskpunkt [joonis 2-10;b] ning eelnevalt tehtud joone keskpunkt [joonis 2-10;c]. Ring peaks hüppama paika ning seejärel sulgeda eskiis.



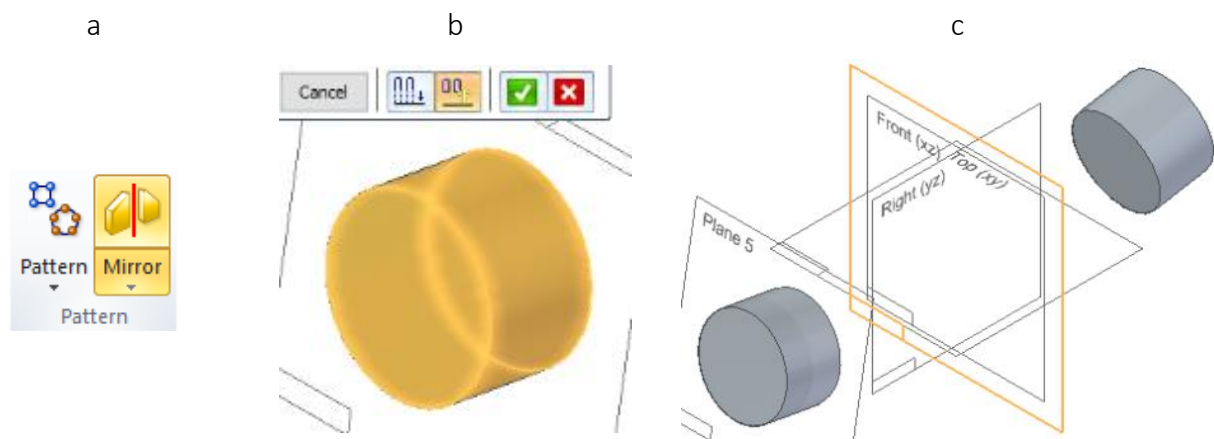
joonis 2-10

- Valida sümmeetriline ulatus ning määrata pikkuseks 35 mm [joonis 2-11;a]. Paremkliik või nupp *Finish* kinnitab tegevuse [joonis 2-11;b].



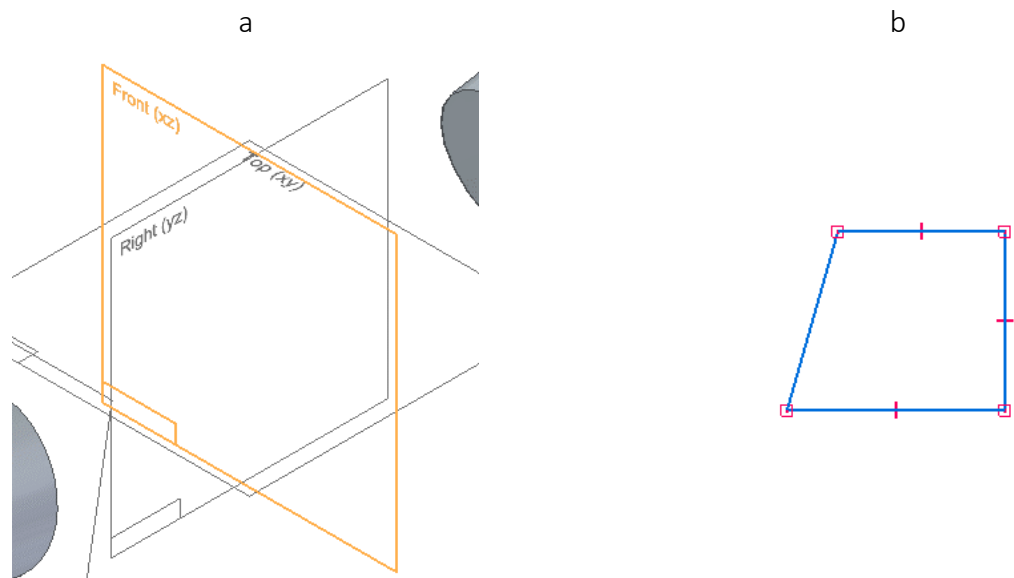
joonis 2-11

- Valida peegeldamise vahend *Mirror* [joonis 2-12;a] ja viidata esiteks eelnevalt tehtud kehale. Paremkliik või rohelisele nupule vajutamine kinnitab valiku [joonis 2-12;b]. Seejärel valida XZ tasapind [joonis 2-12;c]. Kinnitada tegevus.



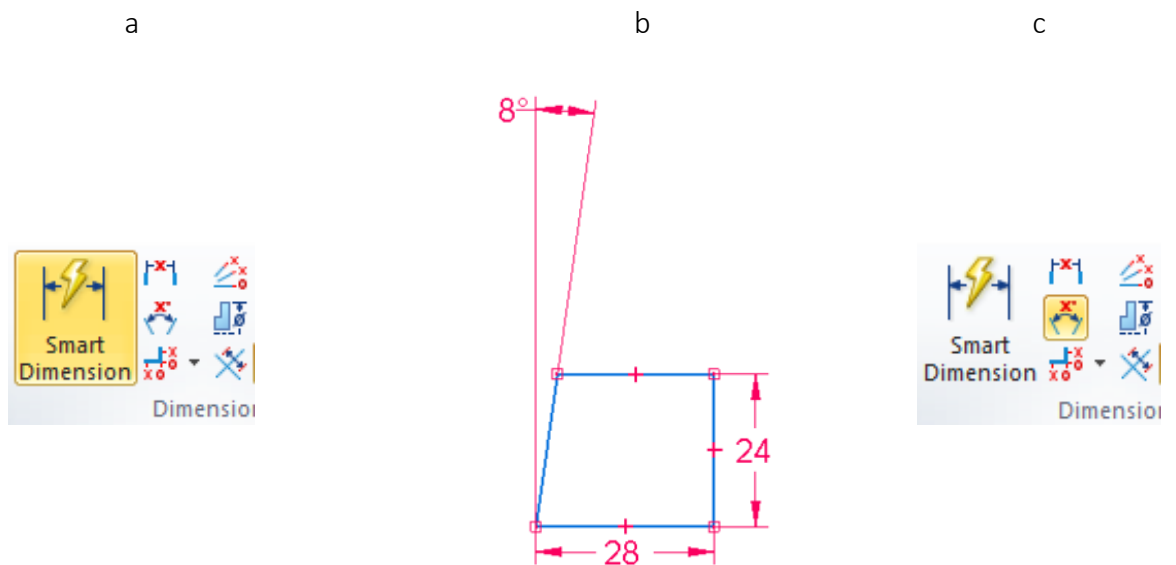
joonis 2-12

- Alustada eskiisi tegemist  $XZ$  tasapinnale [joonis 2-13;a]. Joonistada suvaline täisnurkne trapets tasandi keskkohast paremale ning alla, mille vasakpoolne külg on kaldus [joonis 2-13;b]. Panna tähele, et ei tekiks muid sidemeid.



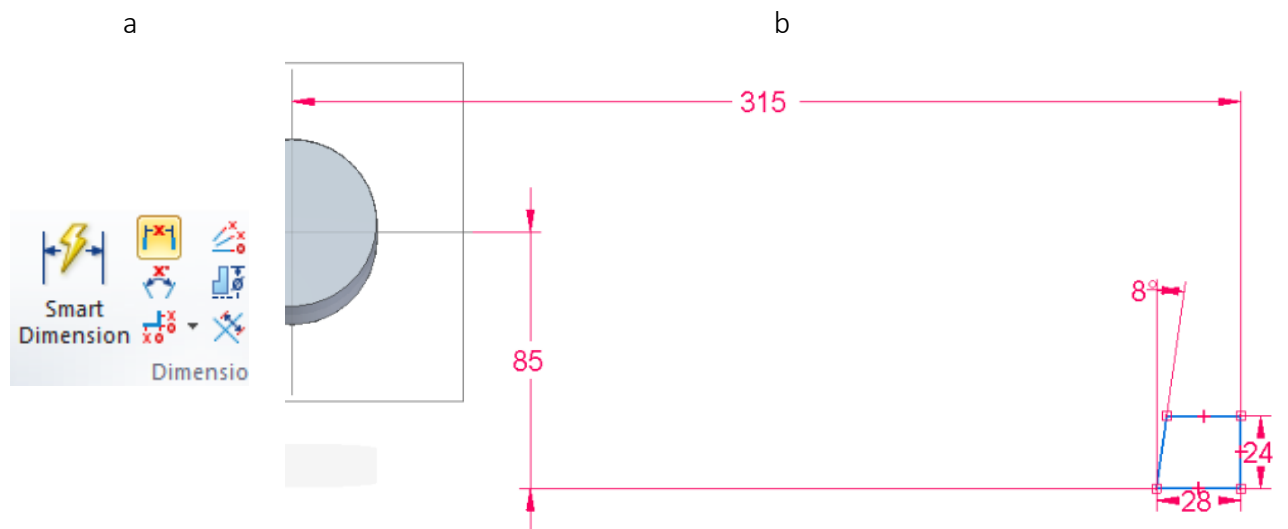
joonis 2-13

- Valida nutikas mõõtmisvahend **Smart Dimension** [joonis 2-14;a] ja määrata külgedele järgnevad mõõdud vajutades soovitud küljele: vertikaalne külg 24 mm ning alumine horisontaalne külg 28 mm [joonis 2-14;b]. Kaldus külje nurga määramiseks kasutada nurga mõõtmise vahendit [joonis 2-14;c] ning viidata esiteks külje alumisele nurgale ja seejärel külje ülemisele nurgale ning määrata vaheks 8 kraadi.



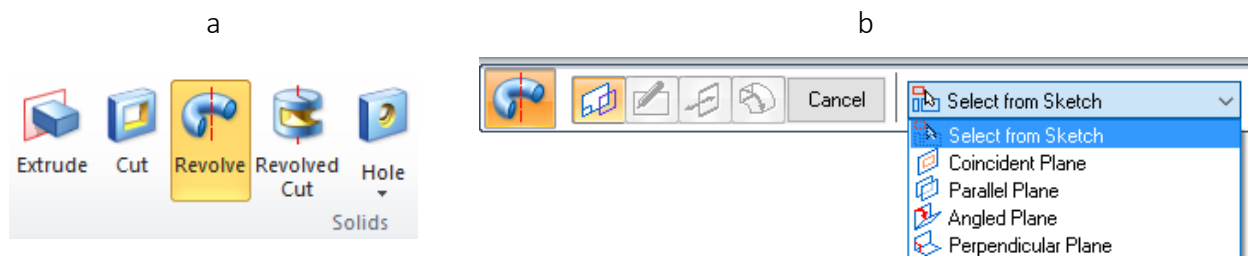
joonis 2-14

- Valida vahemaa mõõtmise vahend [joonis 2-15;a] ja lisada mõõddud antud tasandi keskjoonte ja nelinurga välimiste äärte vahele. Vertikaalsete joonte vaheks määrata 315 mm ning horisontaalsete joonte vaheks 85 mm [joonis 2-15;b]. Sulgeda ja kinnitada eskiis.



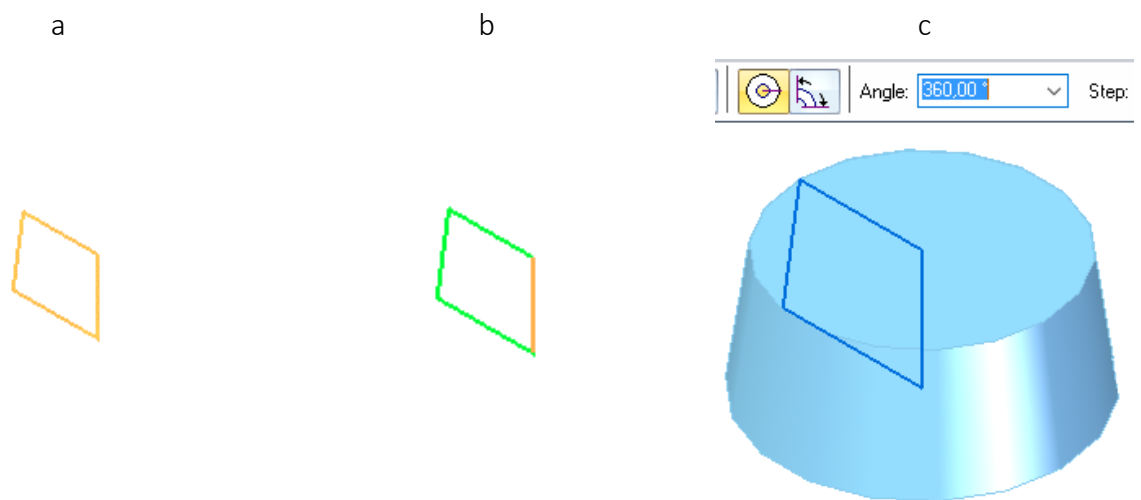
joonis 2-15

- Valida pöördkeha tegemise vahend *Revolve* [joonis 2-16;a] ning määrata tööreal töö tegemise tasandiks *Select from Sketch* [joonis 2-16;b].



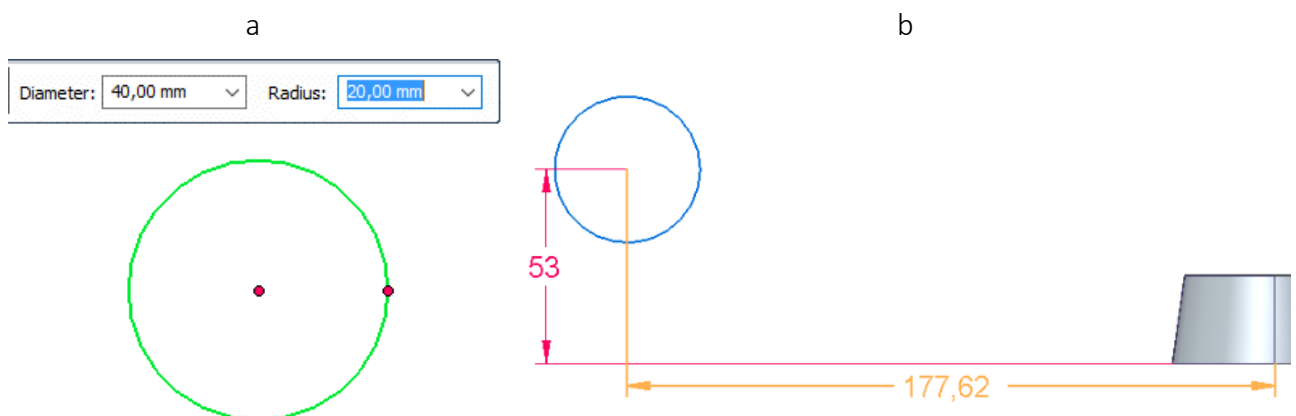
joonis 2-16

- Viidata tehtud nelinurga visandile [joonis 2-17;a]. Paremkliik viib järgmise sammuni. Valida nelinurga vertikaalselt sirge äär teljeks [joonis 2-17;b]. Pöördekoha nurgaks määrata 360 kraadi, seda saab täpsustada kas tööreal numbrit määrates või vajutades vastavat nuppu tööreal [joonis 2-17;c]. Paremkliik kinnitab keha.



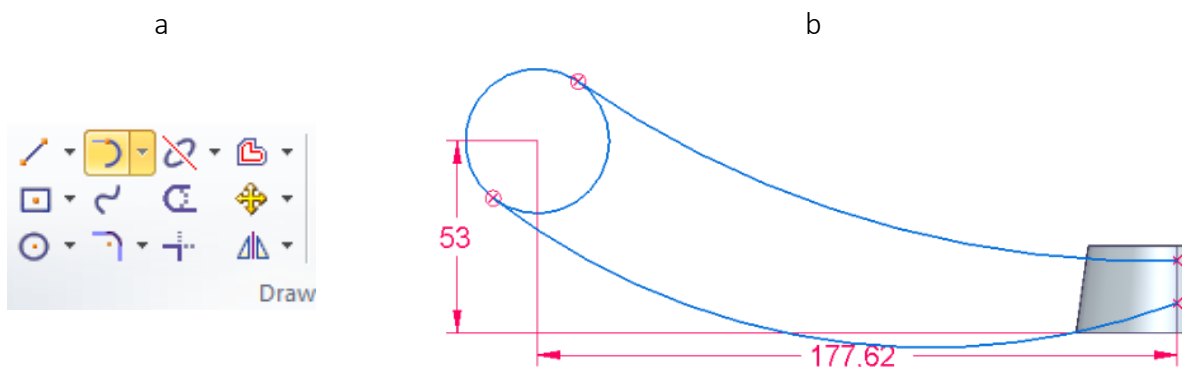
joonis 2-17

- Alustada eskiisi tegemist XZ tasapinnale. Esiteks joonistada ring raadiusega 20 mm [joonis 2-18;a]. Kasutades vahemaa määramise vahendit, paigutada selle keskpunkt 53 mm kõrgemale eelnevalt tehtud trapetsi alumisest alusest ning 177,62 mm kaugusele pinna keskpunkti poole trapetsi sirgest haarast [joonis 2-18;b].



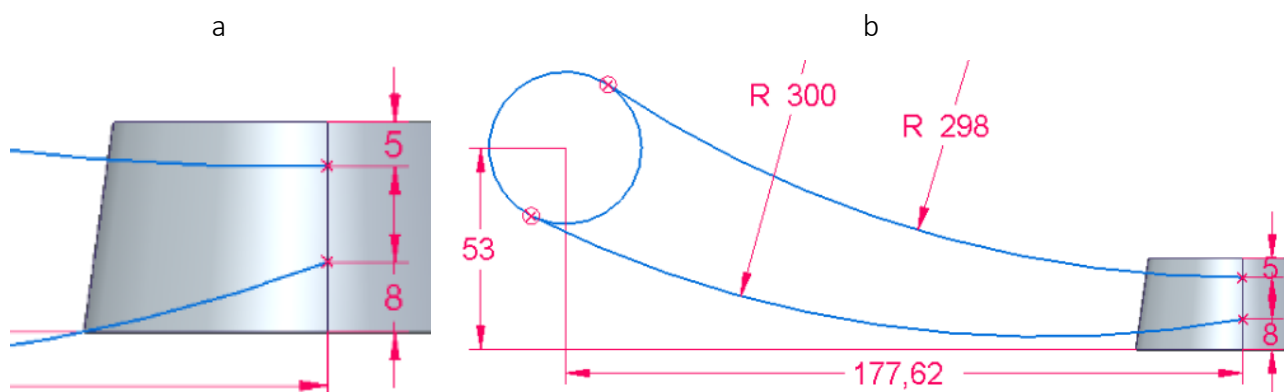
joonis 2-18

- Kasutades puutujatega kaare tegemise vahendit [joonis 2-19;a], joonistada kaks ringi ja trapetsi sirget haaret ühendavat kaart [joonis 2-19;b]. Jälgida, et kaared oleks näidatud suunaga ning ei satuks seosesse haarde sirge otste või keskpunktiga.



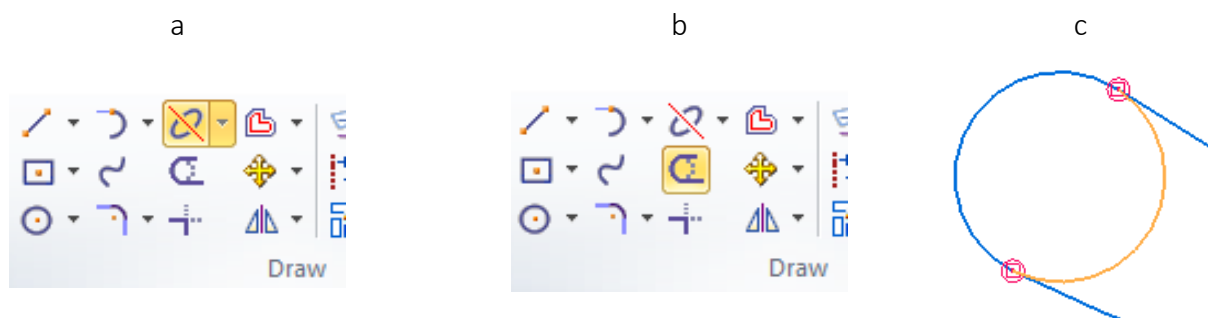
joonis 2-19

- Määrata kaarte otste ning trapetsi sirge haarde otste vahemaad järgnevalt: 5 mm ülemiste vahele ning 8 mm alumiste vahele [joonis 2-20;a]. Seejärel määrata kaarte raadiused : 298 mm ülemisele ning 300 mm alumisele [joonis 2-20;b].



joonis 2-20

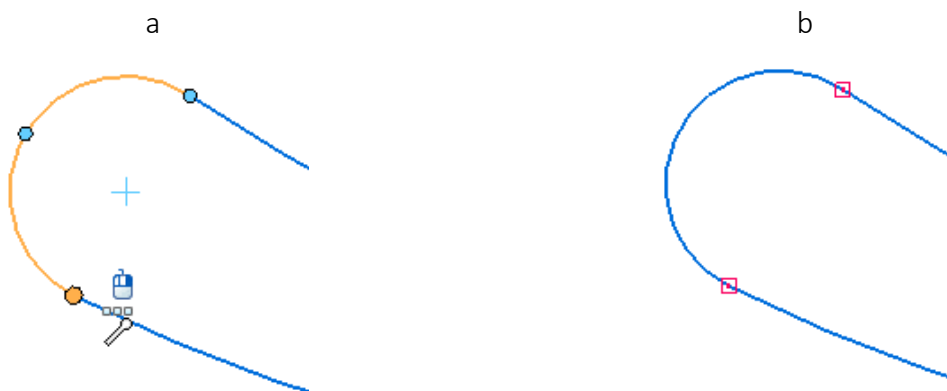
- Valida poolitamise vahend [joonis 2-21;a] ning viidata ringile. Seejärel viidata kaarte puutepunktidele, misjärel muutub ring kaheks eraldi kaareks. Seejärel valida kärpimise vahend [joonis 2-21;b] ning viidata ringi sisemisele kaarele [joonis 2-21;c].



joonis 2-21

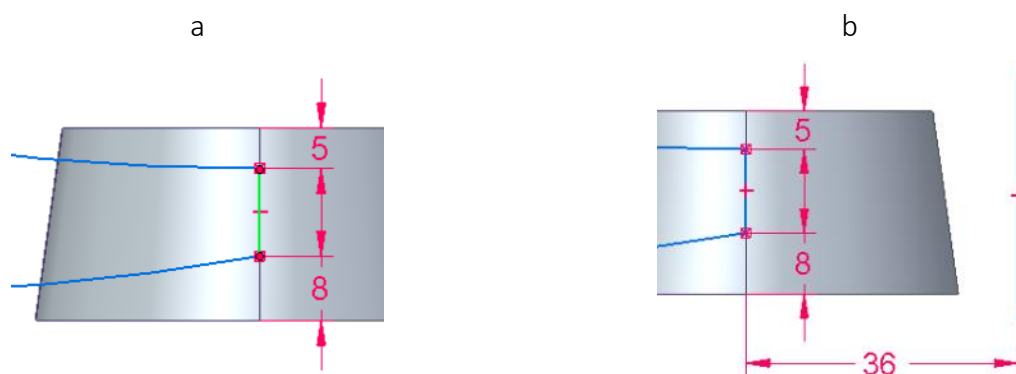


- Valida kinnitussuhe ning ühendada sellega allesjäänud ringikaare otsad [joonis 2-22;a] ning seda puutuvate kaarte otsad nii et need moodustavad kinnise kaare [joonis 2-22;b].



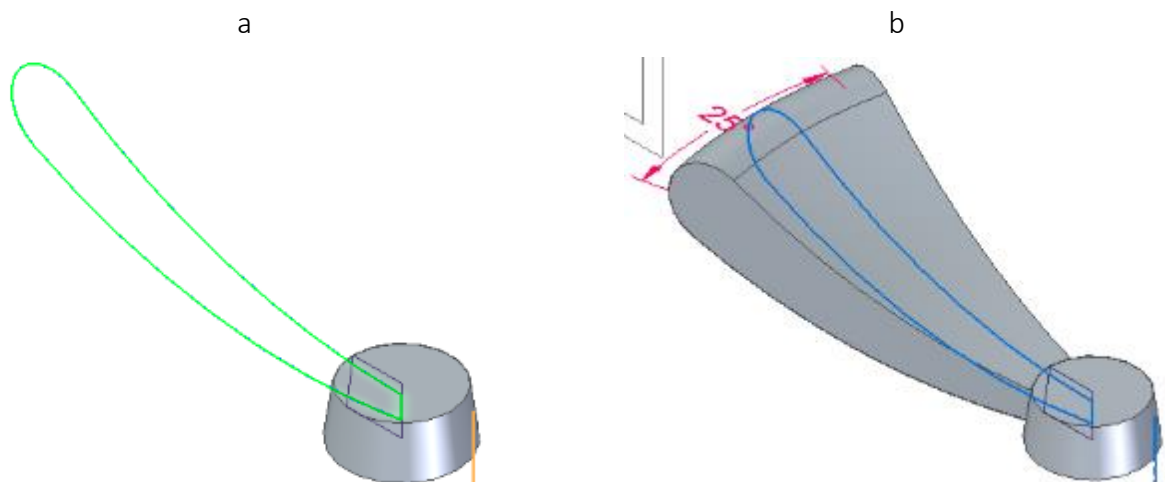
joonis 2-22

- Sulgeda kujund joonega [joonis 2-23;a]. Taha sidemeteta vertikaalne joon trapetsist paremale ning määrata kaugus sirgest haarast 36 mm [joonis 2-23;b]. Sulgeda ja kinnitada eskiis.



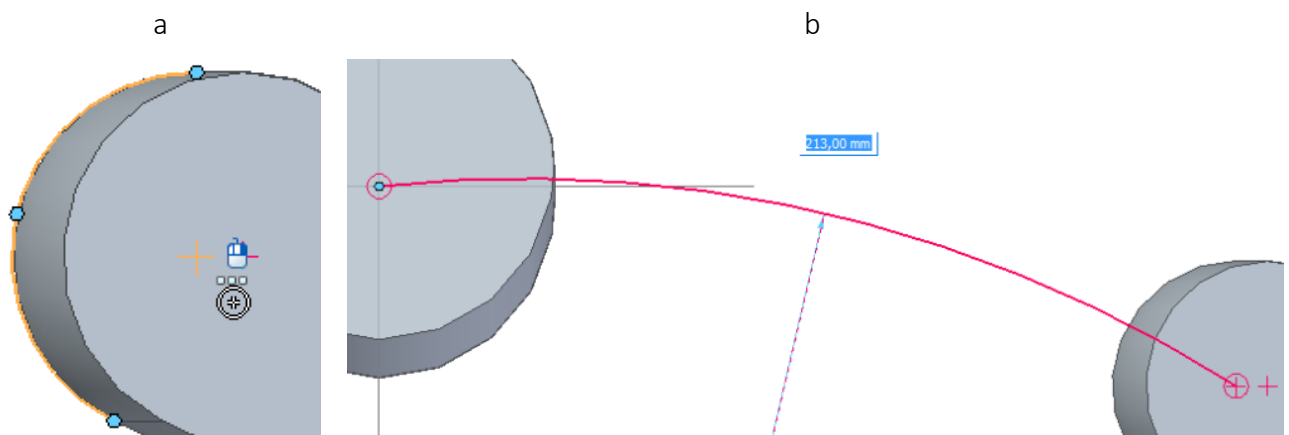
joonis 2-23

- Valida pöördkeha tegemise vahend (*Revolve*) ning viidata tehtud visandile. Pöörlemise teljeks valida viimasena tehtud joon [joonis 2-24;a]. Taha sümmeetrilise ulatusega keha raadiusega 25 kraadi [joonis 2-24;b]. Kinnitada keha.



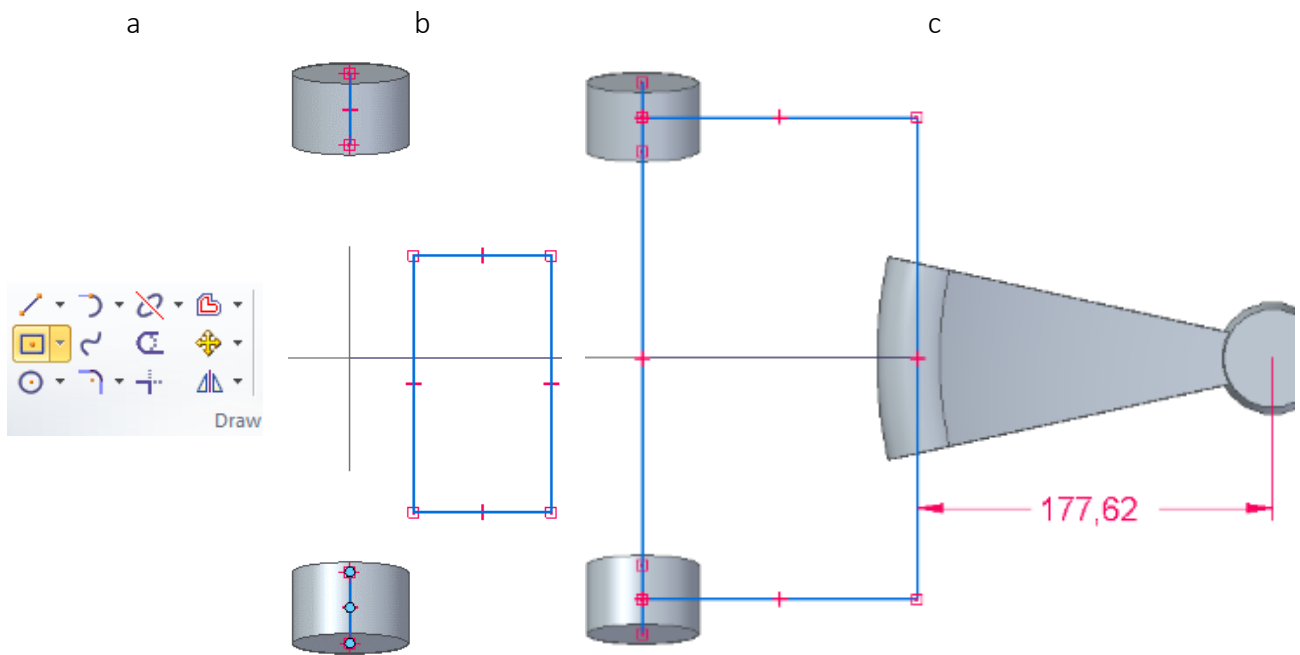
joonis 2-24

- Vaate lihtsustamiseks võib peita kõik visandid.
- Alustada eskiisi tegemist XZ tasapinnale. Valida puutujatega kaare tegemise vahend ning alustada tõmbamist viimasena tehtud keha kõige kaugema kaarepunkti keskkohast [joonis 2-25;a]. Kinnitada see tasandi keskpunkti ning määrata raadiuseks 213 mm [joonis 2-25;b]. Sulgeda ja kinnitada eskiis.



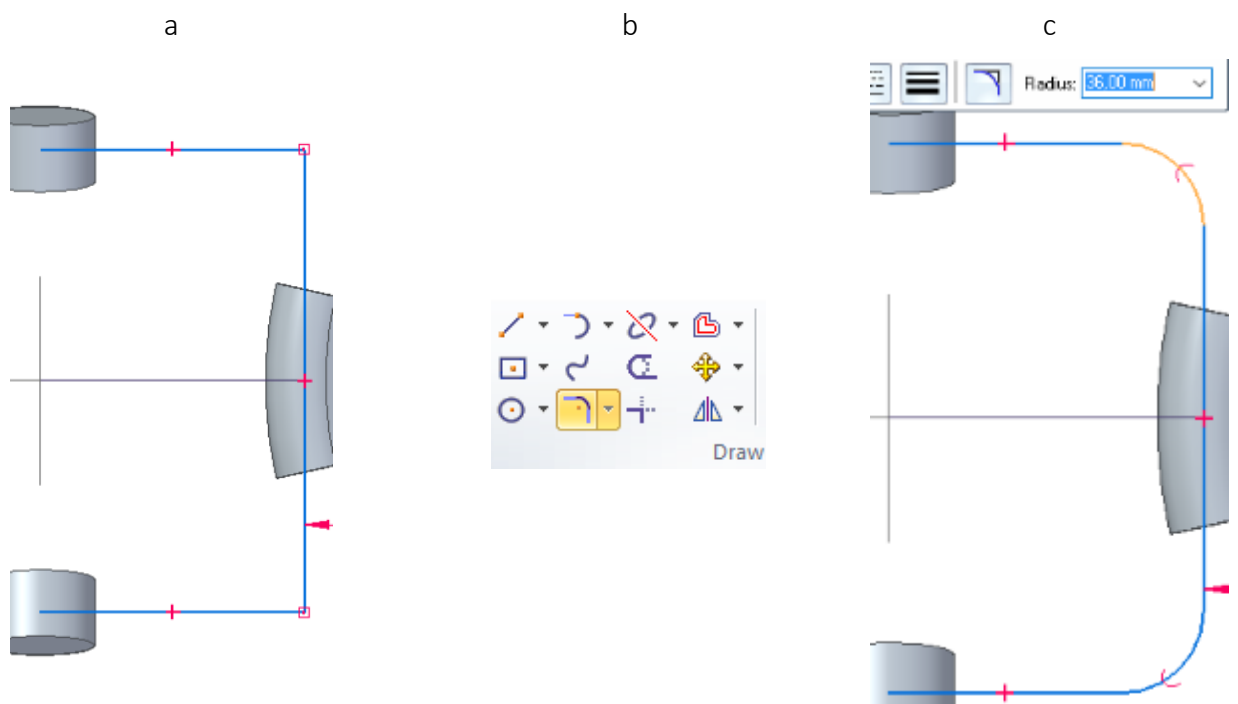
joonis 2-25

- Alustada eskiisi tegemist XY tasapinnale. Valida ristküliku tegemise vahend [joonis 2-26;a] ning tõmmata üks seosetu ristkülik kehade vahele. Samuti tõmmata peegeldatud kehade keskelt läbi jooned, kinnitades nad ringide keskpunktidele [joonis 2-26;b]. Kinnitada ristküliku vasaku külje otspunktid peegeldatud kehade keskel oleva joonte keskpunktidesse. Seejärel määrata parempoolse külje ja trapetskeha keskpunkti vahemikuks 177,62 mm [joonis 2-26;c].



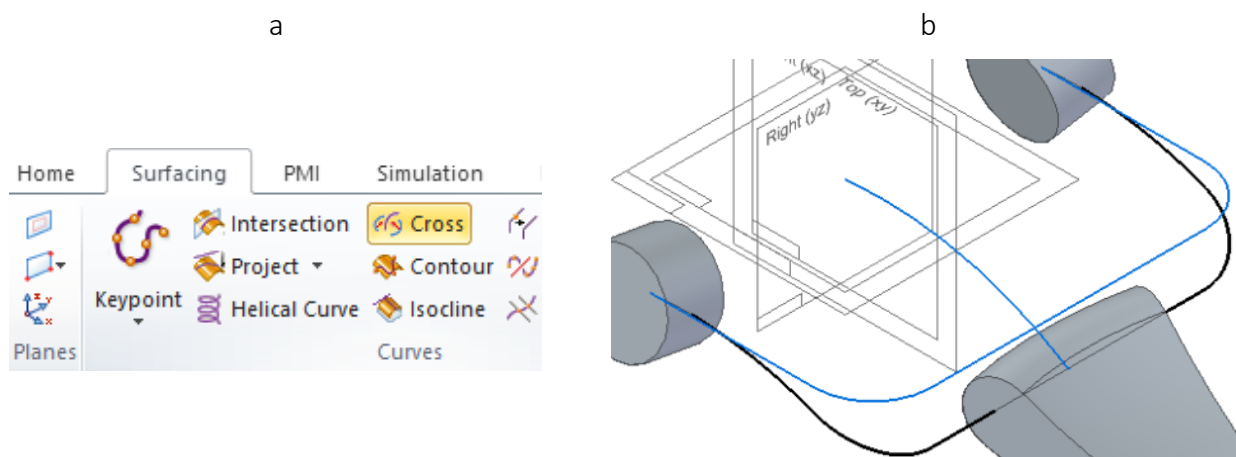
joonis 2-26

- Kärpimisvahendiga eemaldada vasakpoolsed vertikaaljooned [joonis 2-27;a]. Valida kumerdamisvahend [joonis 2-27;b] ning ümardada allesjäänud nurgad määrates raadiuseks 36 mm [joonis 2-27;c]. Sulgeda ja kinnitada eskiis.



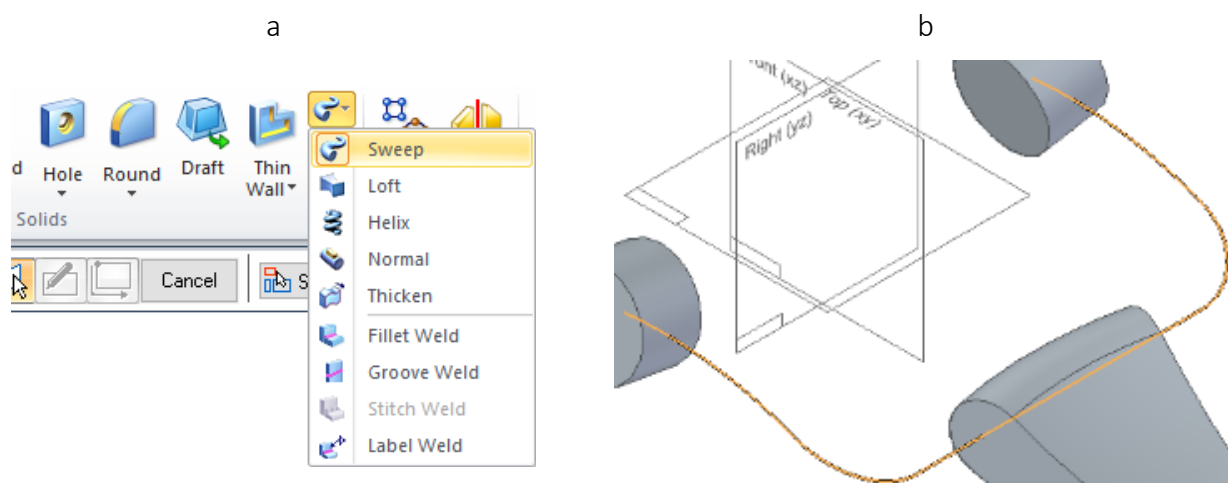
joonis 2-27

- Lindilt **Surfacing** valida ristjoone vahend **Cross** [joonis 2-28;a]. Viidata tehtud joonte eskiisidele, vahepeal kinnitades valikut ning kinnitada tegevus [joonis 2-28;b]. Peita eskiisid.



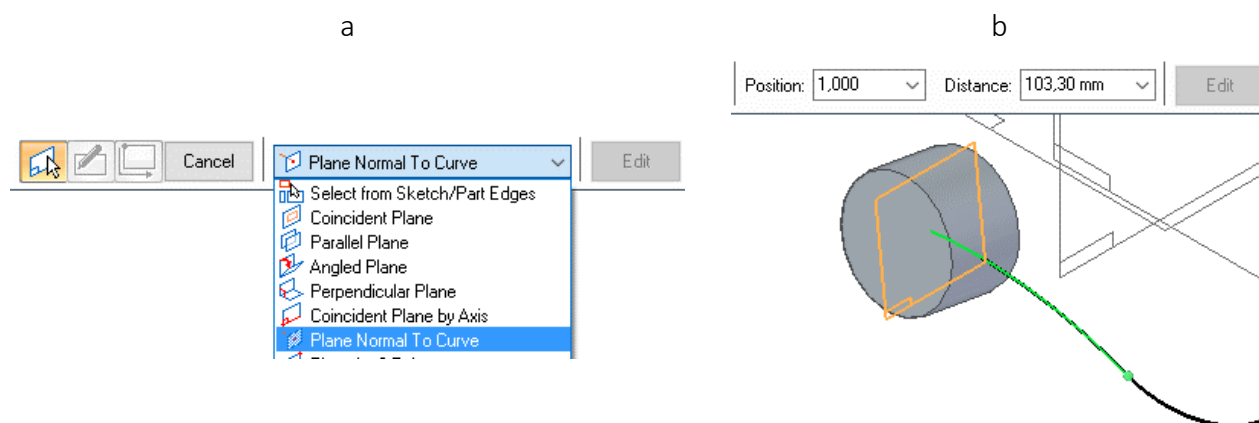
joonis 2-28

- Valida keha tõmbamise vahend **Sweep** [joonis 2-29;a] ja aktsepteerida pakutud dialoog. Viidata tehtud ristjoonele ning kinnitada [joonis 2-29;b].



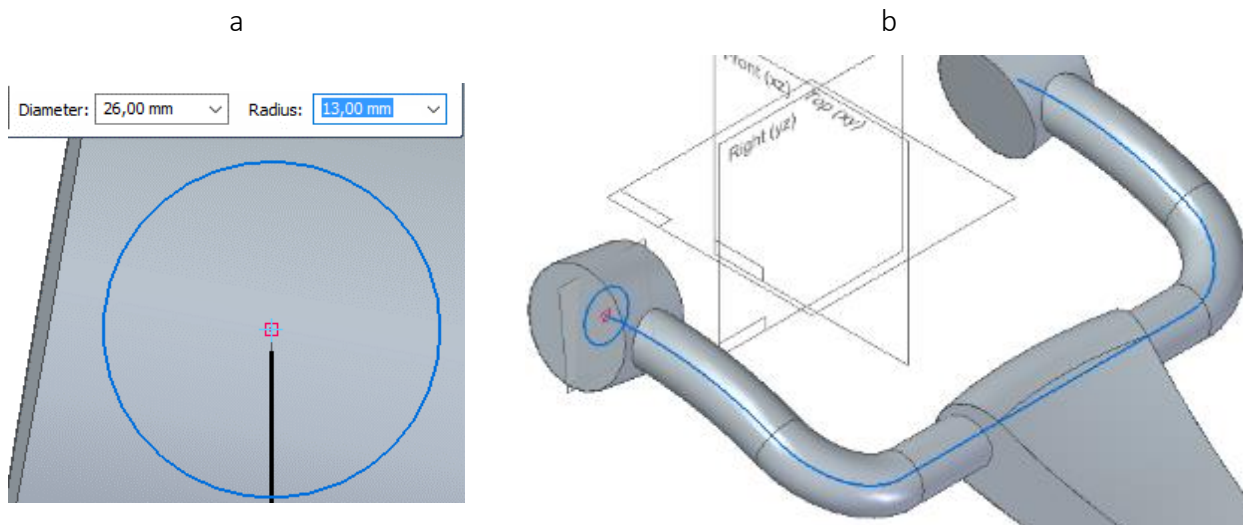
joonis 2-29

- Määrata tasandiks **Plane Normal to Curve** [joonis 2-30;a]. Seejärel viidata tehtud ristjoonele ühe otsa joonele ning tõmmata tasand võimalikult lõppu [joonis 2-30;b].



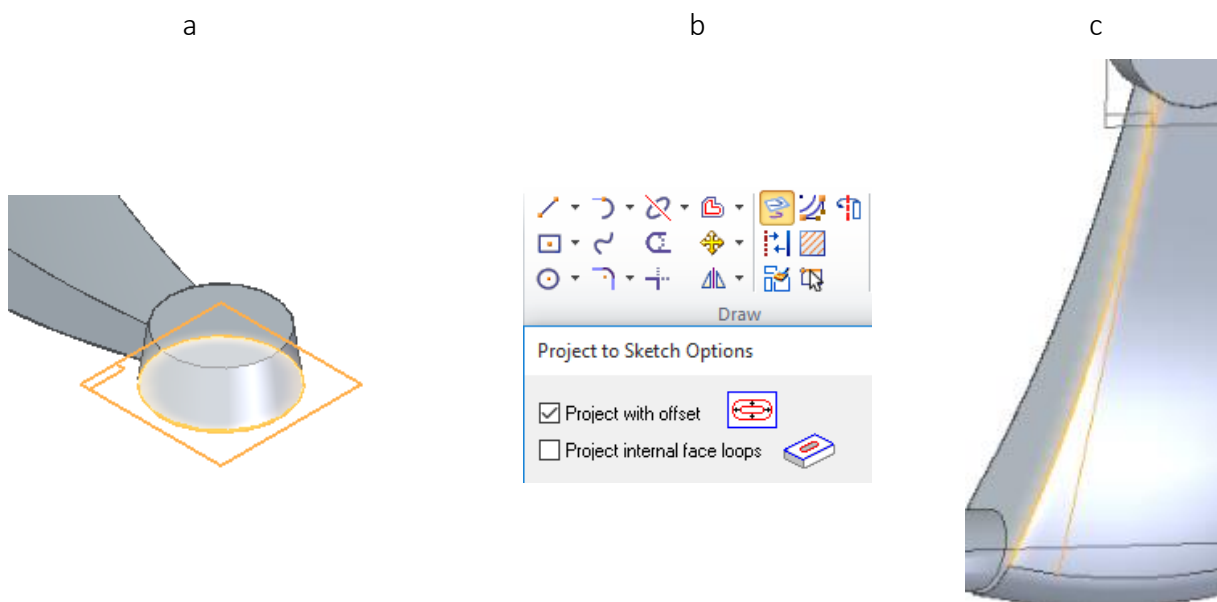
joonis 2-30

- Tõmmata otsa keskpunktist ringjoon diameetriga 26 mm [joonis 2-31;a]. Sulgeda eskiis. Kinnitada samm ning keha [joonis 2-31;b].



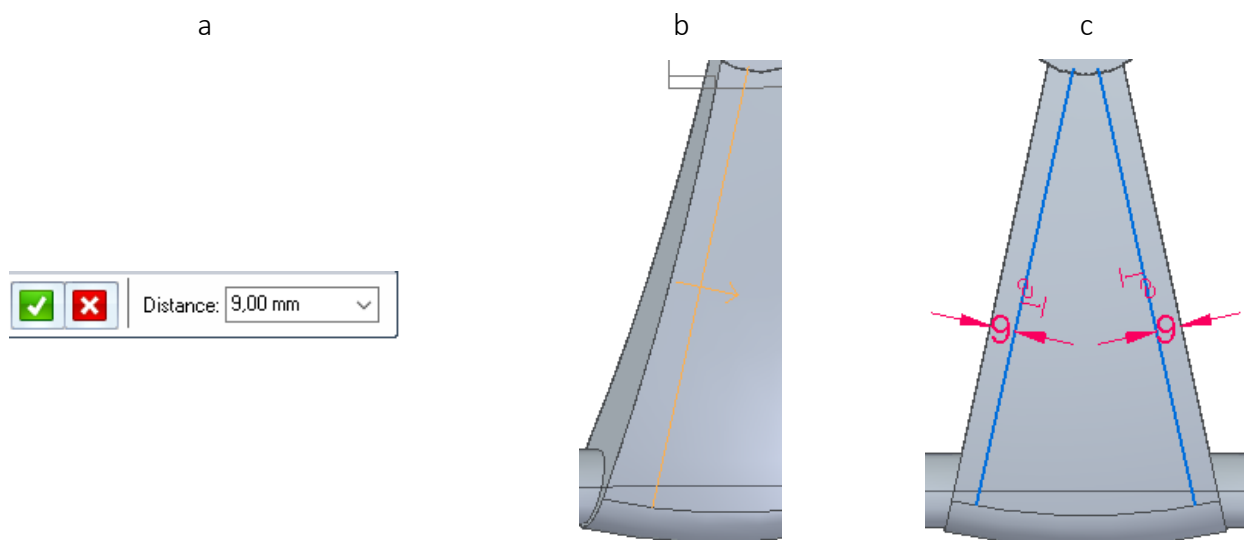
joonis 2-31

- Alustada eskiisi tegemist võttes tasandiks kärbitud koonuse alumine põhi [joonis 2-32;a]. Valida eskiisile projekteerimise vahend ning märkida ära **Project with offset** ees olev ruut [joonis 2-32;b]. Kinnitada valik. Viidata näidatud ääre peale. Sellele pihta saamiseks võib olla vajalik vaadet keerata [joonis 2-32;c].



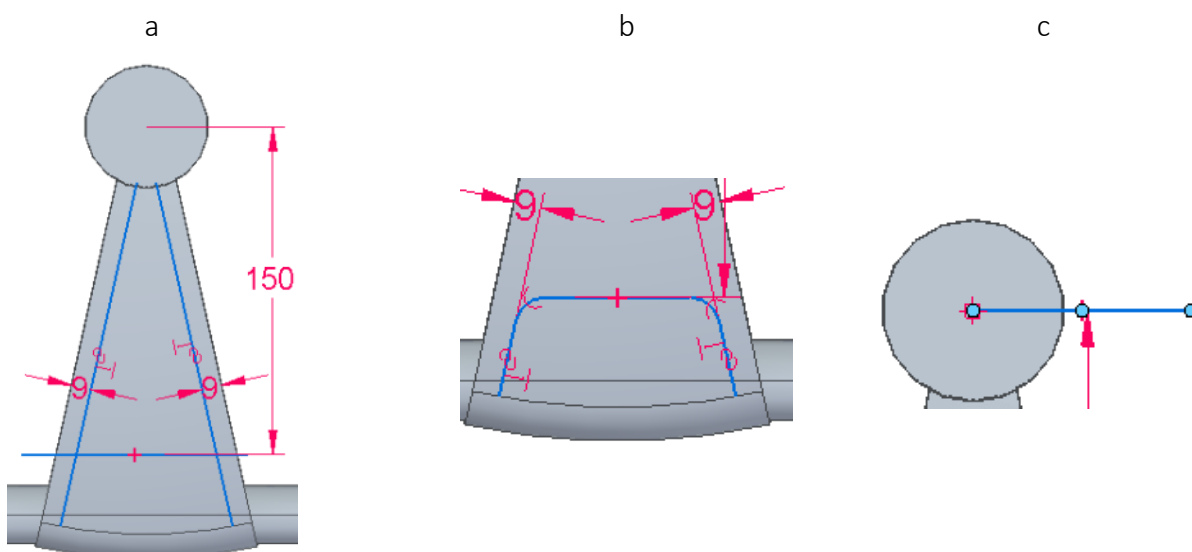
joonis 2-32

- Nihke suuruseks määrata 9 mm ning kinnitada valik [joonis 2-33;a]. Nihke suunaks määrata kujundi sisepoole [joonis 2-33;b]. Teha sama teise poolega ning naasta otsevaatele [joonis 2-33;c].



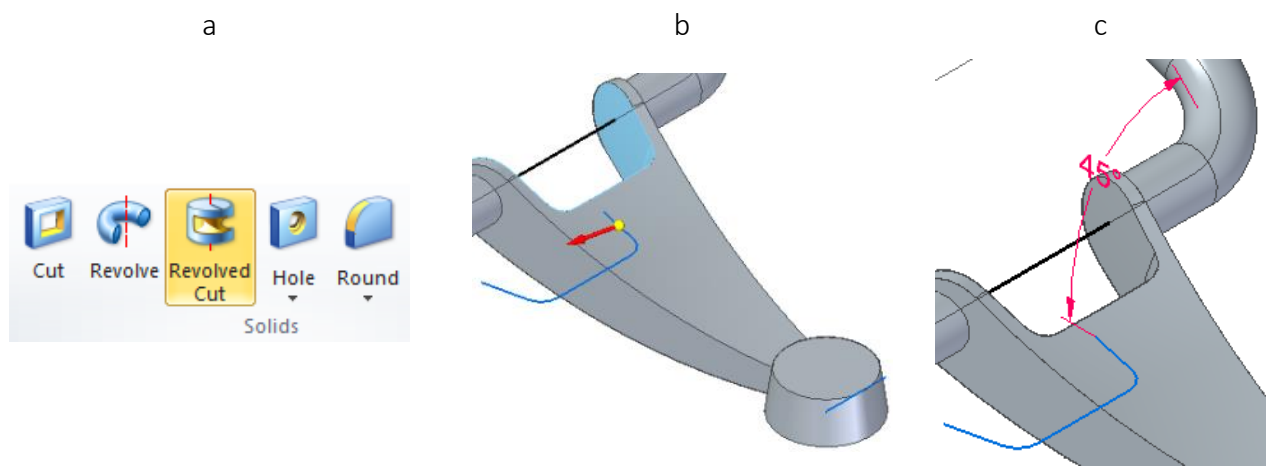
joonis 2-33

- Luua seosetu horisontaalne joon ning määrata selle kauguseks koonuse tasapinna keskpunktist 150 mm [joonis 2-34;a]. Kärpida üleliigsed jooned ning määrata nurkade kumeruse raadiuseks 10 mm [joonis 2-34;b]. Tõmmata horisontaalne joon silindri keskpunktist [joonis 2-34;c]. Sulgeda eskiis.



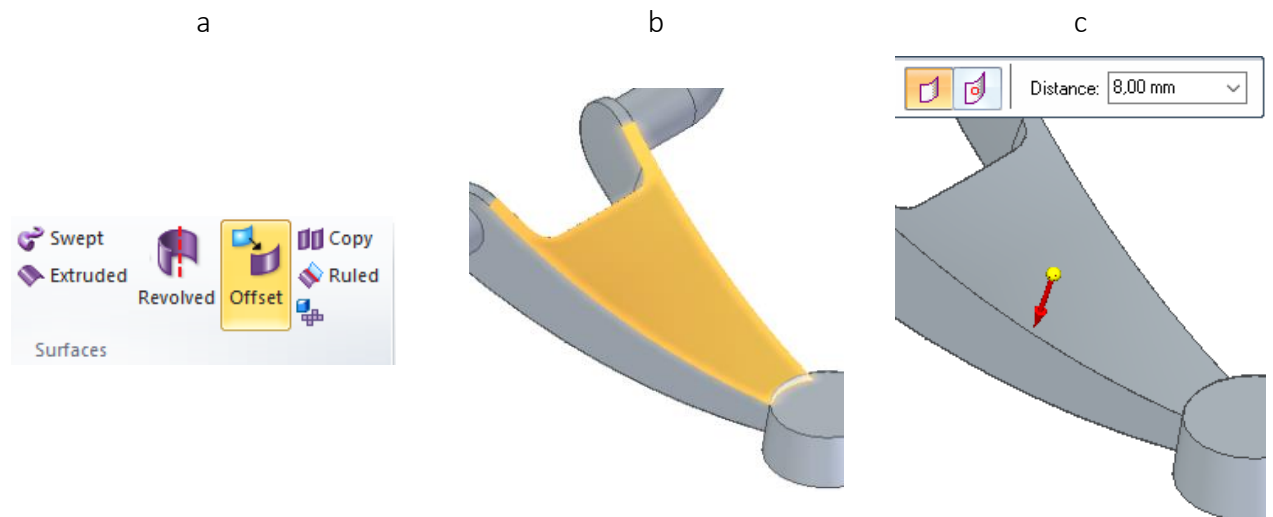
joonis 2-34

- Valida pöörlev lõige **Revolved Cut** [joonis 2-35;a]. Lõike kujuks võtta tehtud kaare eskiis ning teljeks silindri keskkohast tõmmatud joone eskiis. Lõikesuunaks valida kaarest sissepoole [joonis 2-35;b]. Lõike pikkuseks määrata 45 kraadi keha poole [joonis 2-35;c]. Kinnitada lõige, peita eskiisid.



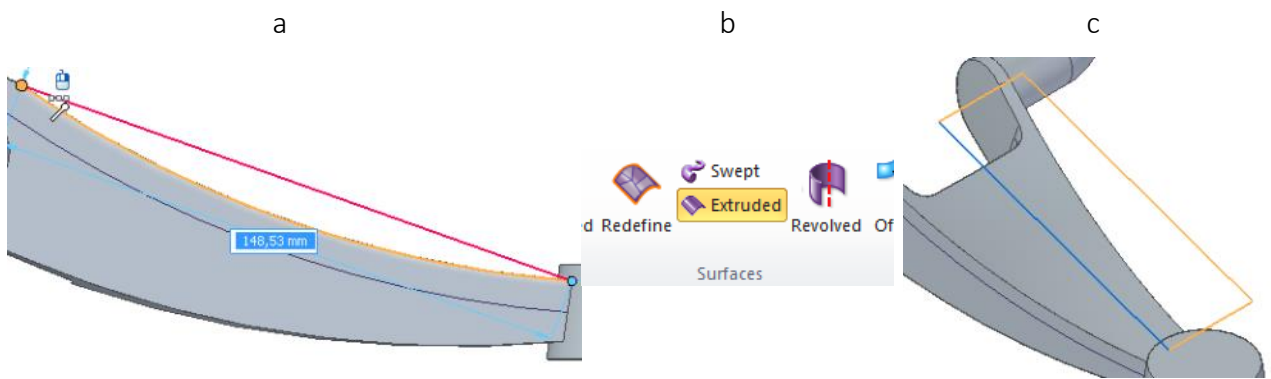
joonis 2-35

- Lindilt *Surfacing* valida nihkega pinna tegemise vahend **Offset** [joonis 2-36;a]. Viidata näidatud keha tahule [joonis 2-36;b]. Nihke suunaks määrata keha sisse ning vahemaaks 8 mm [joonis 2-36;c]. Kinnitada tasand.



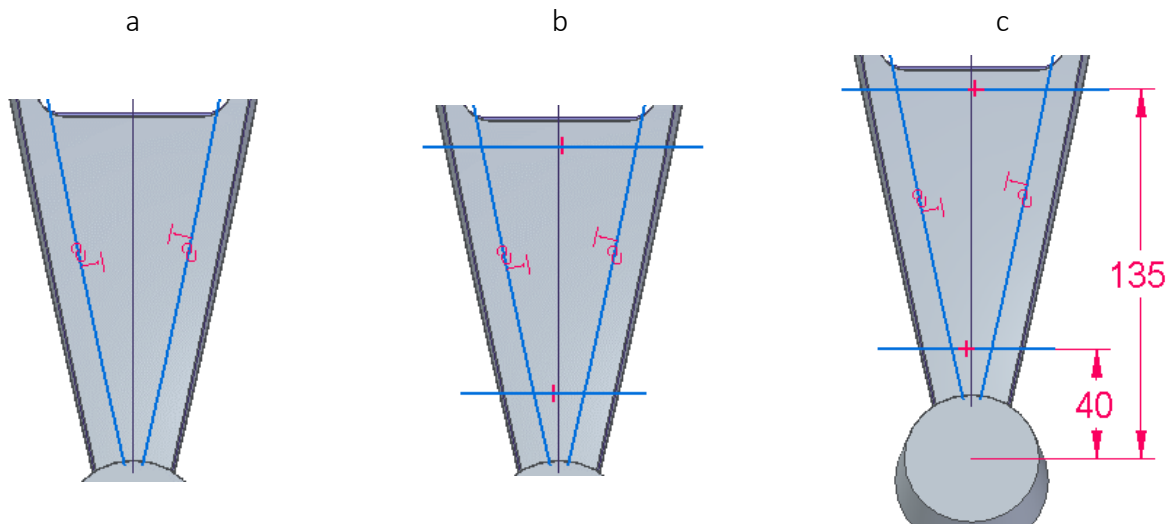
joonis 2-36

- Alustada eskiisi tegemist *XZ* tasapinnale. Tõmmata joon kaardus keha ühest otsast teise [joonis 2-37;a]. Sulgeda ja kinnitada eskiis. Seejärel valida lindilt *Surfacing* vabapinna loomise vahend **Extruded** [joonis 2-37;b] ning valida aluseks äsja tehtud joon. Tõmmata suvalise suurusega pind [joonis 2-37;c]. Kinnitada vabapind.



joonis 2-37

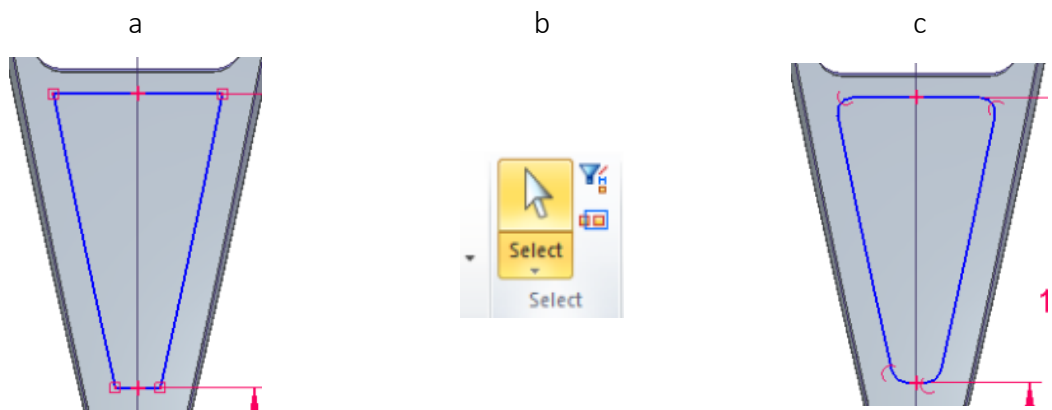
- Alustada eskiisi tegemist tehtud vabapinnale. Peita vabapind. Projekteerida kaldus ääred 10 mm kaugusele sissepoole [joonis 2-38;a]. Seejärel tõmmata kaks seosetut horisontaalset joont üle projektsioonide [joonis 2-38;b]. Määrata horisontaalsete joonte vahemaa koonuse keskpunkti suhtes: lähem 40 mm kaugusele, kaugem 135 mm kaugusele [joonis 2-38;c].



joonis 2-38

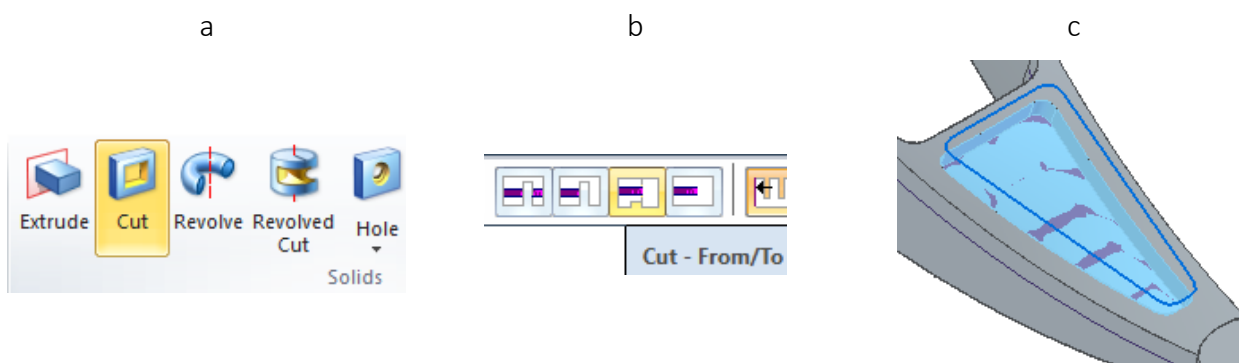
- Lõigata ära üleliigsed otsad [joonis 2-39;a]. Kui tekib probleem, et kaldus jooni ei saa trimmida, siis kasutades viitamisvahendit **Select** [joonis 2-39;b], viidata joone keskmis asuvale seosele ning see kustutada. Viimaks ümardada nurgad raadiusega 5 mm [joonis 2-39;c]. Sulgeda ja kinnitada eskiis.





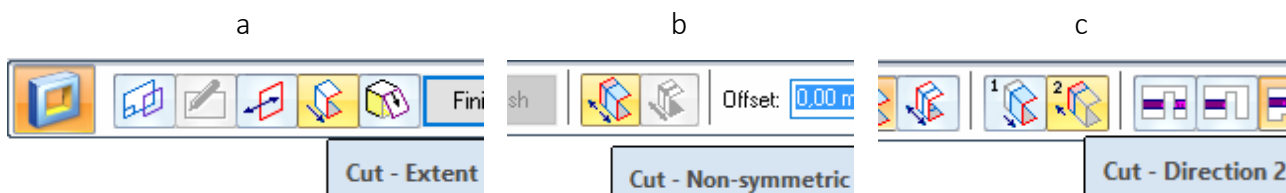
joonis 2-39

- Valida lõike vahend **Cut**. [joonis 2-40;a] Viidata tehtud eskiisile, kinnitada. Lõikamise vahendi abirealt valida lõike pikkuseks **From/To Extent** [joonis 2-40;b] ning määrata sihiks pinna alla tekitatud tasapind [joonis 2-40;c].



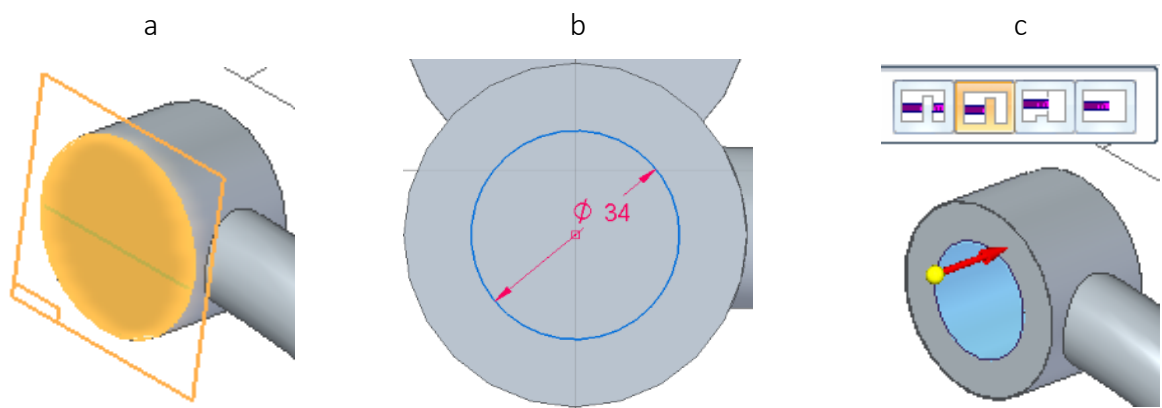
joonis 2-40

- Kui väljalõike tegemisega tekib probleeme, siis proovida järgnevat lahendust: pärast luhtunud väljalõiget valida ulatuse samm [joonis 2-41;a]. Seejärel valida mitte-sümmeetrilise ulatuse samm [joonis 2-41;b] ning viimaks suund number kaks [joonis 2-41;c].



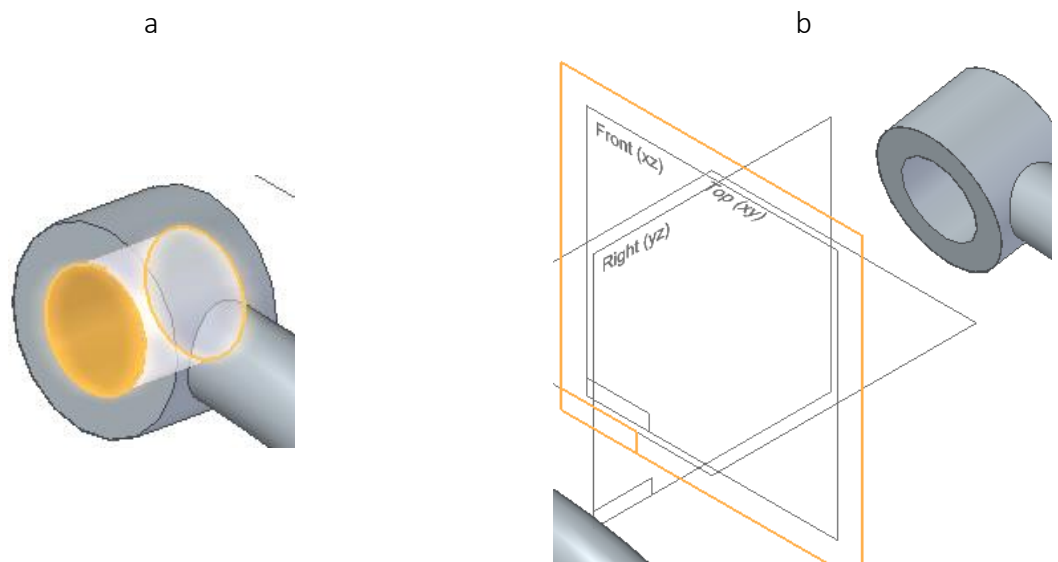
joonis 2-41

- Alustada lõike (**Cut**) tegemist esimesele silindrile [joonis 2-42;a]. Joonistada pinna keskpunktist ring läbimõõduga 34 mm [joonis 2-42;b]. Sulgeda eskiis. Määrata lõike tüübiks **Through Next** ning näidata suund läbi kujundi [joonis 2-42:c].



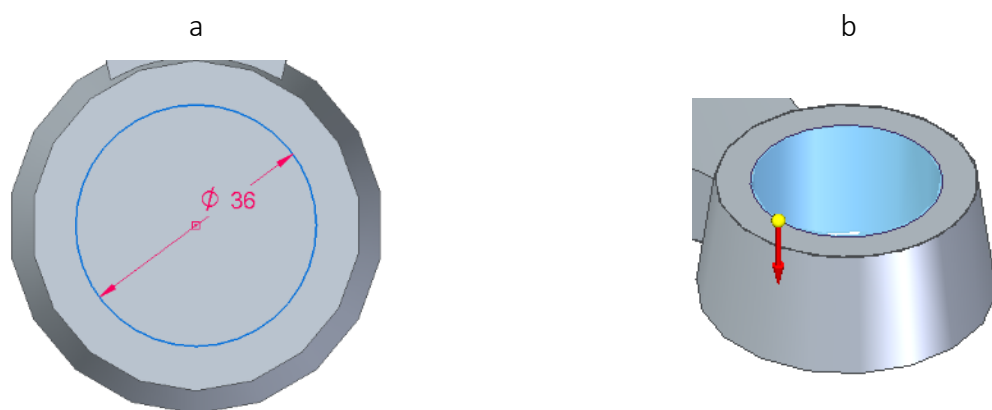
joonis 2-42

- Peegeldada (*Mirror*) tehtud lõige [joonis 2-43;a] üle *XZ* tasapinna ka teisele silindrile [joonis 2-43;b].



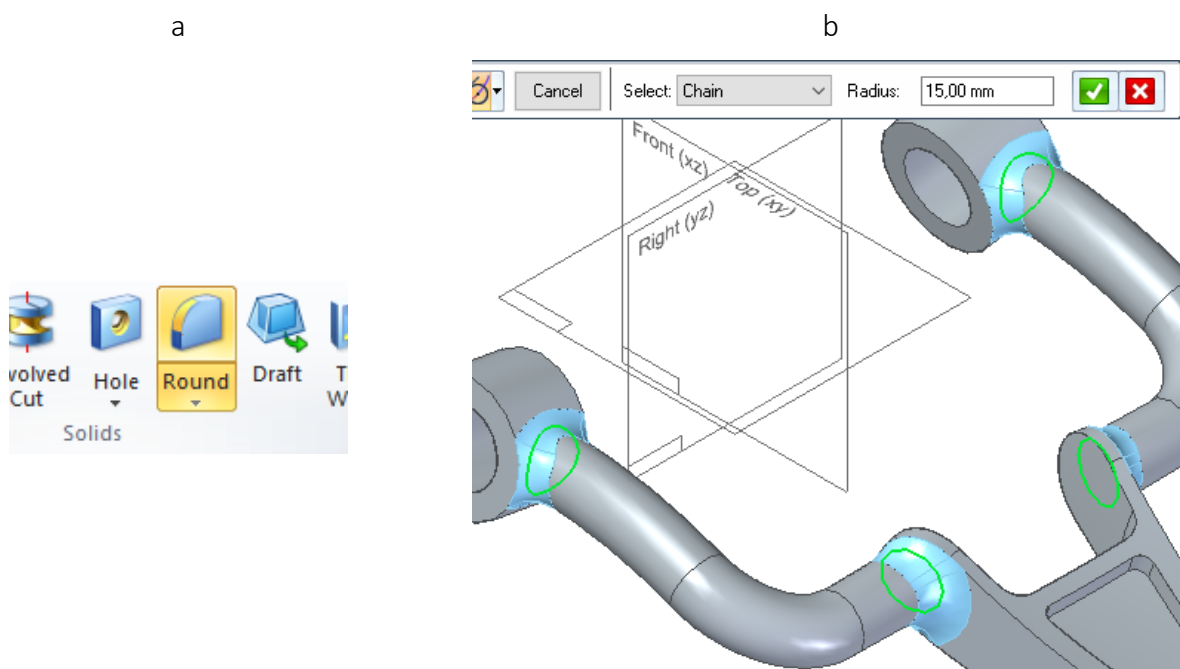
joonis 2-43

- Teha lõige (*Cut*) kärbitud koonuse keskele, ring läbimõõduga 36 mm [joonis 2-44;a;b].



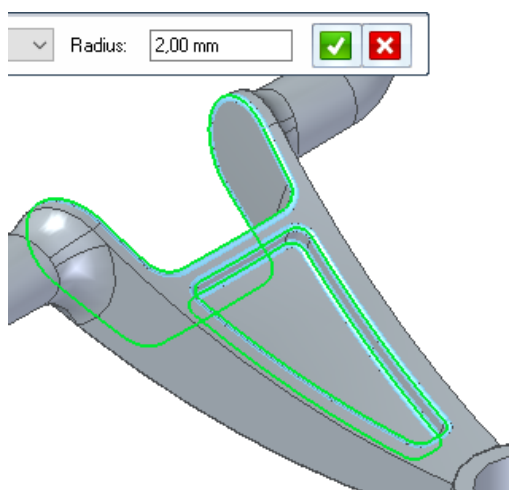
joonis 2-44

- Valida ümardamisvahend **Round** [joonis 2-45;a]. Määrata ümarduse suuruseks 15 mm ning ümardada *Sweep* vahendiga loodud keha otsad [joonis 2-45;b]. Kinnitada tegevus.



joonis 2-45

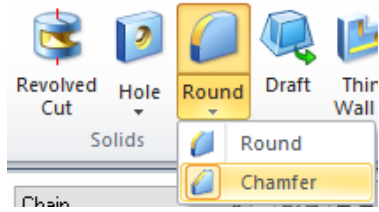
- Määrata ümarduse suuruseks 2 mm ning viidata sellega V-kujulise keha lõigete äärtele [joonis 2-46]. Kinnitada tegevus.



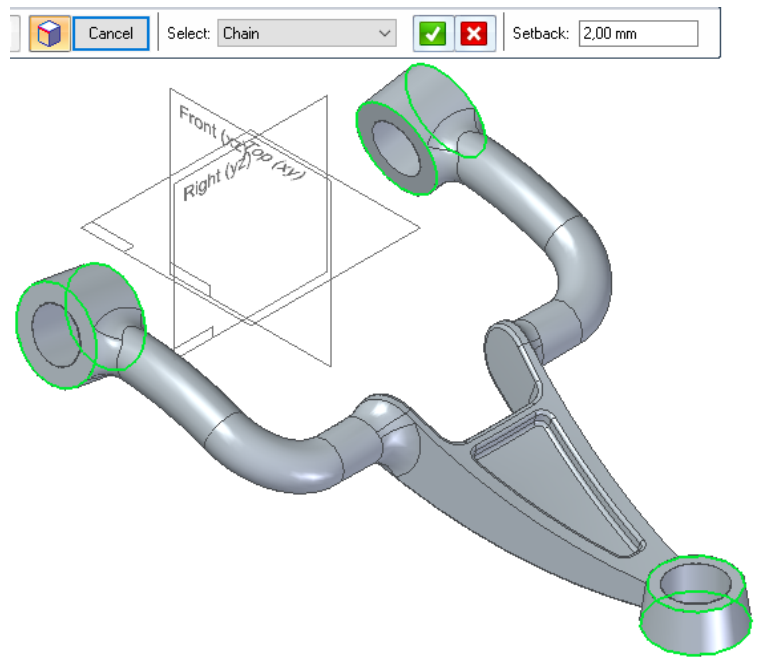
joonis 2-46

- Valida kaldkandi vahend **Chamfer** [joonis 2-47;a]. Määrata lõike suuruseks 2 mm ning viidata silindrite välisäärtel [joonis 2-47;b]. Kinnitada tegevus.

a



b



joonis 2-47

- Salvestada loodud detail.

### 3. Tõenäolised probleemid

---

Antud peatüki eesmärk on välja tuua ning analüüsida probleeme, mis tekkisid nii materjali koostamise käigus, kui ka materjali kasutamise käigus.

Materjali koostamise käigus tekkinud probleemid tekkisid põhiliselt vana ametliku õppematerjali ebamäärasuse tõttu, kus mõni samm oli eeldatud, et tegija juba teab. Need probleemid sai lahendatud või ümber tehtud iseseisvalt või juhendaja abiga.

Materjali kasutamise käigus tekkinud probleemid on koostatud tagasiside põhjal inimestelt, kes olid nõus materjali lugema ning võimaluse korral läbi proovima. Nende tagasisidemete põhjal sai materjali läbi töödeldud ning lisatud vastavad täpsustused edaspidiste probleemide ennetamiseks.

#### 3.1 Materjali koostamise käigus tekkinud probleemid

---

Materjali koostamise käigus tekkinud probleemid tekkisid põhiliselt vana ametliku õppematerjali, mille põhjal materjal koostati, ebamäärasuse tõttu, kus mõni samm oli eeldatud, et tegija teab ning teeb iseseisvalt ning seega ebaadekvaatselt selgitatud. Need probleemid said analüüsitud ning seejärel lahendatud või ümber tehtud uues materjalis iseseisvalt või õppejõu abiga.

Esimeseks probleemiks kujunes esimese eskiisi tegemine. Selgusetuks jäi mis tasapinnale antud joon on vaja teha. Joon ise pole õpetusele kriitiline, aga lihtsustab edaspidi silindrite tegemist, määrates nende paiknevust. Probleem sai lahendatud luues joonis esimesele lisatasapinnale ning täpsustusega, et see peab olema sama pikk kui taustal nähtava ristuva tasapinna äär.

Kuna töös esineb palju ingliskeelseid termineid, sest programm ise on inglise keeles, siis sai loodud terminite tabel. Tabeli olemasolu võimaldab töö kirjutamisel vähem muretseda ingliskeelsete nimede olemasolu pärast, sest kõik mis esinevad on ühes kohas ära selgitatud. Samuti on selle eesmärk olla abivahendiks materjali kasutamisel, kui mõne termini ingliskeelne või eestikeelne vaste kasutajal ununeb.

Järgmiseks probleemiks kujunes joonise 2-32;c juurde käiva jutuga, kus programmi poolt määratud otsevaatega ei saanud mõnes olukorras pihta soovitud joonele, vaid jäi ette lühem joon. Sisuliselt ei tohiks see probleem töö tegemist takistada, sest lühem joon on siiski piisavalt pikk, et hiljem saavutada soovitud lõige. Kuid ühtse tulemuse saavutamiseks ning veel lühema joone probleemi ennetamiseks sai siiski lisatud täpsustus, et vastava joonele pihta saamiseks võib olla vajalik oma vaadet keerata.

Algmaterjalil puudus täielikult informatsioon missugusele tasapinnale luua eskiis, mille juurde käivad joonised 2-38 ja 2-39. Läbi sai proovitud erinevaid variante, enamus millest ei lasknud soovitud lõiget teha, aga ainsaks töötavaks variandiks kujunes vabapinna loomine nagu näidatud joonisel 2-37 ning selle juurde käiv jutt. Algselt oli plaan teha antud vabapind keha sees oleva vabapinna suhtes, aga töö kõigis sai tehtud otsus luua lõikepind keha kumeruse suhtes, et vältida võimalust kus õiget punkti ei leita ning lõige tuleb mittetäielik.

Eelmise probleemi lahendus tõi aga esile uue probleemi, mis ei lasknud soovitud joonist lõpule viia nagu näidatud joonisel 2-39;a. Nimelt takistasid joonise sidemed seda kärpimast soovitud kujule. Seega sai lisatud materjali täpsustus kuidas antud sidemetest lahti saada, kui selline probleem peaks esinema.

Viimaseks ning üheks suuremaks probleemiks kujunes joonisel 2-40;c oleva lõike saavutamine. Probleemi lahendamist sai katsetatud mitut viisi ning kõige ühtsemaks lahenduseks sai otsustatud et on lisapunkti kirjutamine. Seetõttu sai lisatud joonis 2-41 ning selle juurde käiv jutt, mis loodetavasti lahendab kõik võimalikud probleemid, mis selle punktiga võivad töö tegemise käigus tekkida. Töö

koostamise käigus pakkus antud lahendus parandust programmi eeldustest tekkinud probleemile, kus ta ei lase kasutajal lõiget teha, sest programm automaatselt valib lõikele vale suuna eskiisi suhtes.

### 3.2 Materjali kasutamise käigus tekkinud probleemid

---

Antud õpetust sai antud kasutamiseks ka mõnele inimesele, kes pole varem *Solid Edge* programmi kasutanud ning nad pakkusid tagasisidet oma kogemuste põhjal. Järgevalt on esitatud mõned probleemid, mis tekkisid neil inimestel materjali kasutamise käigus ning sammud mis said tehtud nende probleemide lahenduseks ning edaspidiseks ennetamiseks.

Üheks probleemiks kujunes programmi *Solid Edge ST8* nõue uuema operatsioonisüsteemi järele, nimelt *Windows 7* või uuem ja 64-bit. Siiski on materjal kasutatav ka vanemal versioonil, *ST6*, mis toetab 32-bit operatsioonisüsteemi kasutamist. Samuti oli mõnda aega *Siemens, Solid Edge* pakkuja, koduleht mittefunktsionaalne, mistõttu ei saanud *ST6* programmi alla tõmmatud. Antud probleemid said suunitluse ning aja möödudes lahendatud, ning sai mainitud vaid sissejuhatuses.

Kuna õppematerjal on pikk ning eeldab eelnevalt läbi tehtud materjali mäletamist, tekkis inimestel mõned korrad probleem töö käigus, et ei mäletatud varem kasutatud käsu asukohta. Mõnes kohas, kui materjali sees esines vastava käsu ingliskeelne nimetus, sai seda probleemi leevendatud meeldetuletustega sulgudes oleva ingliskeelse nimetuse näol. Samuti on selle probleemi leevendamise eesmärk esimeses peatükis esineva terminite tabelil, mida sai antud probleemi esinemise tõttu täiendatud.

Üks kasutaja tõi välja probleemid jooniste 2-13;b ja 2-28;b juurde käiva õpetuse ebatäpsuses, mis raskendas soovitud tulemuse saavutamist. Probleemi lahendamiseks sai seotud punktidele lisatud vajalikud täpsustused, mis loodetavasti edaspidi hoiavad ära samade probleemide tekkimist. Joonis 2-13;b õpetuse juurde sai lisatud täpsustus, et trapets tuleks lisada tasandi keskpunktis paremale ja allapoole. Joonis 2.28;b juurde sai lisatud täpsustus, et joonte viitamise vahepeal tuleb oma valikut kinnitada.

Viimaks sai kasutaja tagasisideme põhjal lisatud joonis 2-39;b, viitamisevahendi asukoha näitamine, mis oli materjali koostamise käigul vahele jäänud.

Seminaritöö eesmärgiks oli koostada lihtsasti arusaadav õppematerjal *Solid Edge ST8* kasutamiseks, mida saaks kasutada nii iseseisvalt kui ka 3D modelleerimise ainetundides. Eesmärgi saavutamist toetasid ka töös esinenud ingliskeelsete terminite ja nende tõlgete tabel ning töö käigus tekkinud probleemide kirjeldus, analüüs ja pakutud lahendused. Lisaks sai kasutatud tagasisidet inimestelt, kes programmiga esimest korda kokku puutusid, et materjali täiendada ning ennetada mõningate probleemide edaspidist tekkimist.

Algselt oli mõtte ka tööle lisada sünkroonmodelleerimise õpetus. Materjali koostamise käigus aga selgus, et antud ülesande kirjeldamine kasutades traditsioonilist modelleerimist kujunes nõnda pikaks, et sünkroonmodelleerimise samuti sisaldamine oleks ületanud töö mahu. Seega sai tehtud otsus keskenduda antud töös vaid traditsioonilisele modelleerimisele.

Seminaritöö materjali koostamisel tekkinud takistused sai kirja pandud tekkinud probleemidena ning sealhulgas sai neid analüüsitud. Kõikidele probleemidele leiti tööks sobiv lahendus kas iseseisvalt või vajadusel juhendaja abiga. Parimate leitud lahendustega sai õppematerjali töö käigus täiendatud.

Tuginedes tagasisidemele inimestelt, kes programmi esimest korda käsitlesid, oli õppematerjal suhteliselt lihtne kasutada ning aru saada, täites oma eesmärgi. Põhiliseks probleemiks kujunes kasutajatel varem kasutatud käskude meenutamine. Seda probleemi sai leevendatud materjali loomise käigus terminite tabeli täiendamisega ning vähesel määral juhendi sees käskudele viitamisega. Lisaks esines probleemi materjalis vähesel selgituse tõttu mõne punkti juures, mida sai tagasisideme põhjal täiendatud lootuses ennetada samade probleemide edaspidist tekkimist.