

TLÜ HAAPSALU KOLLEDŽ
Infotehnoloogia osakond

Argo Mõttus

**MODELLEERIMINE SÜNKROONTEHNOLOOGIAS
SOLID EDGE NÄITEL**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Kalle Kivi

Haapsalu 2010

Infotehnoloogia osakond		Informaatika eriala
Töö pealkiri Modelleerimine sünkroontehnoloogias Solid Edge näitel		
Teadusvaldkond Infotehnoloogia		
Uurimuse tasand Bakalaureusetöö	Aasta ja kuu 2010, juuni	Lehekülgede arv 52
Referaat Bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua lühiülevaade disainitehnoloogiast tootmise valdkonnas ning koostada sünkroontehnoloogial põhineva <i>Solid Edge</i> tarkvara kohta eestikeelne õppematerjal. Antud tehnoloogia vähendab tunduvalt toodete disainile kulutatavat aega, kiirendades sellega tootmisprotsessi ning säästes ressursidele kuluvaid vahendeid. Töös juhendatakse ühe kujundi näitel samm-sammult uues tehnoloogias modelleerima ning iga võimaliku liigutuse juures tuuakse välja ka olulised põhiteadmised. Kasutatakse mitmeid erinevaid tööriistu, tutvustamaks lugejaskonnale programmi tehnilisi võimalusi.		
Võtmesõnad: Solid Edge, sünkroontehnoloogia, modelleerimine, 3D CAD		
Säilitamise koht TLÜ Haapsalu kolledži raamatukogu		
Töö autor: Argo Mõttus		allkiri:
Kaitsmisele lubatud: Juhendaja: Kalle Kivi		allkiri:

HAAPSALU COLLEGE OF TALLINN UNIVERSITY

Department of Information technology		Information technology
Title Modeling in Synchronous Technology based on Solid Edge		
Science Areas Computer Science		
Level Bachelor Thesis	Month and year 2010, June	Number of pages 52
Abstract The main aim of the current thesis was to give a shortened overview of the design technology used in the product manufacturing field and to create a tutorial in Estonian for the new <i>Solid Edge</i> software, which uses synchronous technology. The mentioned innovative technology significantly reduces the time spent on product designs, speeding up the overall manufacturing process and saving costs on valuable resources. The paper gives step-by-step instructions on how to design objects in the new modelling technology based of a selected model and gives out important basic knowledge on every possible move. Different tools are used to introduce the software's technical capabilities to readers.		
Keywords: Solid Edge, Synchronous Technology, modeling, 3D CAD		
Where deposited Library of Haapsalu College of Tallinn University		
Author of diploma thesis: Argo Mõttus		signature:
Approved for dissertation: Academical advisor: Kalle Kivi		signature:

SISUKORD

Sisukord.....	4
Sissejuhatus	5
1 Ülevaade 3D disainist arvuti abil (3D CAD)	7
1.1 Traditsiooniline modelleerimine	7
1.2 Otsene modelleerimine.....	7
1.3 Sünkroontehnoloogia	8
2 Solid Edge ST käivitamine.....	9
2.1 Valikud.....	9
3 Solid Edge ST töökeskkond	11
3.1 Tööriistade grupid (A).....	11
3.2 Käsuriiba (B)	12
3.3 Mudeli koostisosade haldamine (C).....	12
3.4 Graafikaliides (D).....	12
3.5 Tööriista viipade kuvamine (E).....	14
3.6 Lisavalikud	14
4 Modelleerimine	15
4.1 Eskiisi loomine.....	15
4.2 Eskiisi täiendamine	21
4.3 Eskiis mudelil.....	22
4.4 Mudeli täiendamine.....	25
4.5 Kaare eskiis	27
4.6 Aukude lisamine.....	30
4.7 Läbiv lõige.....	33
4.8 Kaldenurkade haldamine.....	37
4.9 Tugi-kinnitused	41
4.10 Peegeldamine	44
4.11 Lõppviimistlus.....	47
Kokkuvõte	50
Kasutatud allikad.....	51
Lisa 1. Süsteeminõuded.....	52

SISSEJUHATUS

Tehnoloogia areneb tänapäeval väga kiirelt ning sellega peab sammu pidama ka tarkvara, mis erinevaid süsteeme juhib. Personaalarvutitele suunatud vahendid omavad suurt rolli just arengu edasiviimisel kuna nende abil on võimalik luua veelgi rohkem innovaatilisi lahendusi.[3]

3D modelleerimise tarkvara vallas on uudseks vahendiks sünkroontehnoloogial põhinevad tarkvarapaketid, mis võimaldavad inseneridel toodete projekteerimisele kuluvat aega kokku hoida, mis omakorda vabastab rohkem ressursse uute lahenduste loomisele.

Kuna tehnoloogia on värske ja innovatiivne ning mujal maailmas juba laialt leviv, siis sobib antud teema ka uurimiseks. Probleemiks ongi see, et uudsuse tõttu ei ole saadaval eestikeelseid materjale.

Bakalaureusetöö eesmärgiks on luua ülevaade antud tehnoloogial põhinevast *Solid Edge* tarkvarast ning koostada selle kohta eestikeelne modelleerimisjuhend. Rakendus on kasutusel ka Tallinna Ülikoolis informaatika õppekavas 3D modelleerimise näol ning valmivat tööd on võimalik kasutada sealses õppetöös.

Töö käigus uuriti üldist disainitehnoloogia tausta ning loodi selle põhjal ülevaatlik tutvustus. Samuti koostati *Solid Edge* programmi ja selles modelleerimist tutvustav õppematerjal. Tarkvara versioonina oli kasutusel *Solid Edge with Synchronous Technology 2 (Solid Edge ST2)* akadeemiline versioon.

Bakalaureusetöö koosneb neljast peatükist. Esimeses antakse ülevaade 3D modelleerimisest tööstuse valdkonnas ning kirjeldatakse erinevaid tehnoloogiaid. Teises peatükis tutvustatakse rakenduse käivitamisel avanevaid valikuid. Kolmas osa käsitleb rakenduses kasutatavaid vahendeid ning neljandas osas kirjeldatakse ühe mudeli põhjal samm-sammult kuidas selle modelleerimine sünkroontehnoloogias käib. Jooniseid on kokku 74.

Lisasid on tööl üks ning selles on välja toodud kasutusel olnud programmi süsteeminõuded.

Töö sisulise käsitlemise juures kasutati enamasti tootjapoolseid ametlikke ja tarkvaras endas olevaid ingliskeelseid õppematerjale ning seetõttu ei ole töö üldise väljanägemise huvides viiteid nendele eraldi välja toodud.

1 ÜLEVAADE 3D DISAINIST ARVUTI ABIL (3D CAD)

Eduka toote arendusprotsessi kuulub kindlasti selle idee kandmine kavandile, olgu see siis kas paber- või digitaalkujul.¹ Kui varasematel aegadel on toote disainimisel kasutatud joonestamist, siis tehnika ja modelleerimistarkvara arenedes suundus see üle 2D eskiiside loomisele. Praegusel hetkel liigub protsess üle juba 3D-põhisele süsteemile, kaotades vajaduse töötada kahemõõtmeliste kavanditega. Tähtsamaks muutub kolmemõõtmelistest kujunditest jooniste genereerimise võimalus.

Loomulikult on kõigil tehnoloogiatel ka sarnaseid omadusi ja lahendusi, kuid antud teemas neid pikemalt ei käsitleta.

1.1 Traditsiooniline modelleerimine

Traditsiooniline tehnoloogia näebki ette modelleerimise alustamist eskiisidest, mis sisaldavad endas kõiki loodava objekti omadusi. Kui eskiis on loodud valesti ning mõni parameeter või väärtus on puudu, siis ei õnnestu sellest ka 3D mudelit luua. Samuti ei näe taolise tehnoloogia kasutaja disainile tehtud muudatusi kolmemõõtmelisel kujul reaajas, vaid peab laskma programmil see eraldi valmis genereerida. Sõltuvalt objekti keerukusest ja süsteemi võimsusest võib seega iga plaaniväline muutus võtta väga palju aega. Tehnoloogiat on sel põhjusel nimetatud ka ajaloopõhiseks modelleerimiseks.

Solid Edge tarkvara varasemad versioonid on seda tehnoloogiat täiendanud erinevate elementide lisamise võimalusega.[7]

1.2 Otsene modelleerimine

Antud modelleerimine kujutab endast objekti pindade otsest redigeerimise võimalust, kuid ei luba parameetreid muuta ega uusi elemente lisada. Positiivseks pooleks on see, et töödeldava objekti eelnevat ajalugu või mõõtmeid ei pea teadma. Selle tehnoloogia alla kuulub ka vabavormiline pindmodelleerimine.[7], [2]

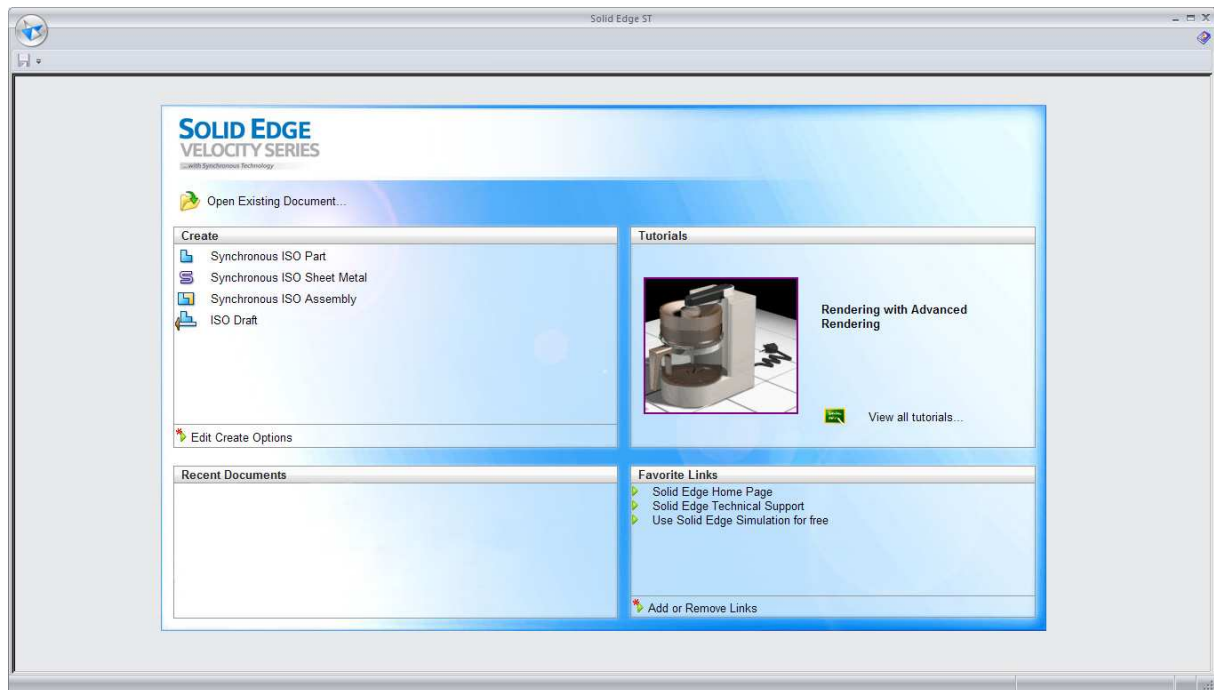
¹ Engineering design process. *Wikipedia, the free encyclopedia.*
http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_design_process

1.3 Sünkroontehnoloogia

Sümkroontehnoloogia ühendab endas nii paindliku ja kiire otse-modelleerimise kui ka täpse parameetrilise kavandamise, võimaldades loodavat objekti reaajas erinevate vahenditega töödelda. Modelleerimisel saab täiendusi lisada otse objekti pindadele ning protsessi käigus luuakse nende vahel ka automaatsed üld-seosed, mis tagab loodava mudeli dünaamilise ja sümmeetrilise redigeerimise. Kõik see võimaldab lahti öelda 2D eskiiside kasutamisest.[7]

2 SOLID EDGE ST KÄIVITAMINE

Solid Edge ST2 programmi käivitades avaneb aken, milles tuleb 3D mudeli loomiseks luua uus dokument – selleks valida **Synchronous ISO part** (Joonis 2-1).



Joonis 2-1. Dokumendi loomine

2.1 Valikud

Programmi avalehel on veel teisigi valikuid, mida aga antud töös pikemalt ei käsitleta. Need toob autor järgnevates alapunktides esile lühikeste seletustena.

Open Existing Document... – olemasoleva dokumendi avamine

Create – Loomine

Synchronous ISO Sheet Metal – plekitööde modelleerimine

Synchronous ISO Assembly – loodud detailide ühendamine

ISO Draft – 2D jooniste koostamine

Edit Create Options – lisavalikud “Loomine” menüü seadistamiseks

Recent Documents – Hiljutised dokumendid

Kuvatakse linkidena viimastena avatud dokumendid.

Tutorials – Õpetused

„Rendering with Advanced Rendering” – juhuslik valik õpetuste seast (muutub igal programmi käivitamisel)

View all tutorials – kõikide õpetuste nimekiri

Favorite Links – Lemmikud lingid

Solid Edge Homepage – link Solid Edge'i kodulehele

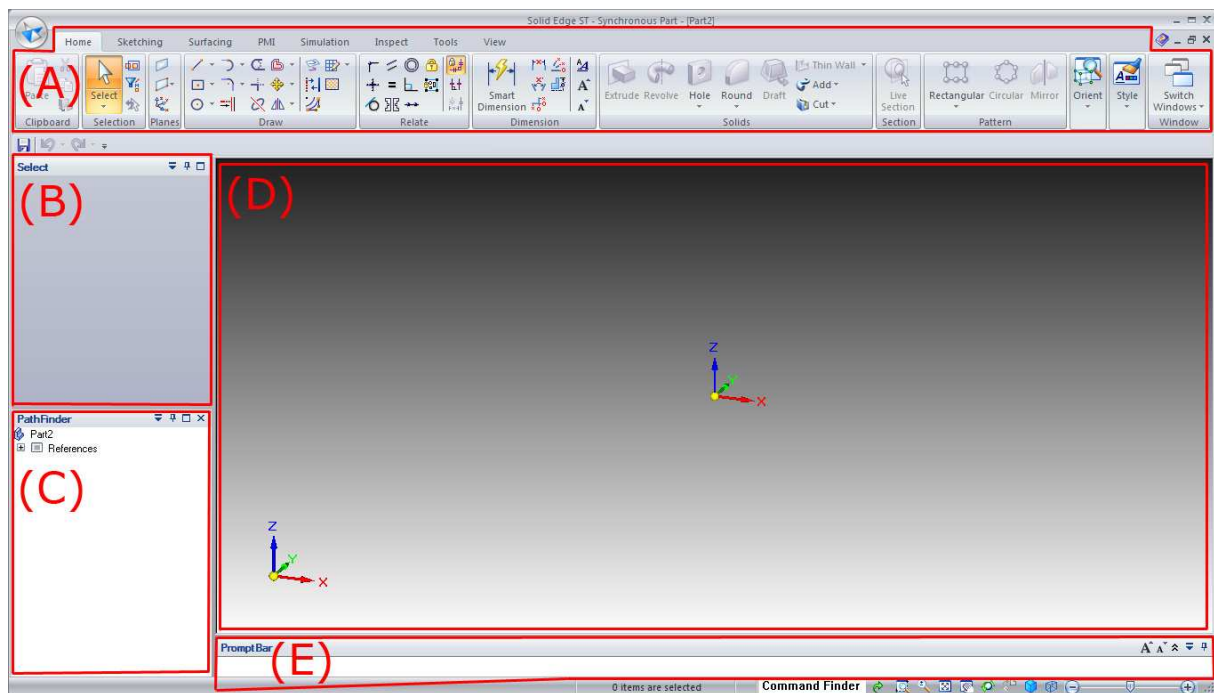
Solid Edge Technical Support – link Solid Edge'i tehnilise toe lehele

Use Solid Edge Simulation for free – link *Solid Edge Simulation* rakenduse tutvustusele

Add or Remove Links – linkide lisamine ja eemaldamine

3 SOLID EDGE ST TÖÖKESKKOND

Mudeli loomisel tuleb meeles pidada programmi peamised töö-alad (Joonis 3-1). Kirjeldamisel on aluseks võetud mudeli koostamise keskkond (*Synchronous ISO part*).



Joonis 3-1. Rakenduse elemendid

- (A): **Application Commands** - modelleerimisel kasutatavad käsud (tööriistade grupid)
- (B): **Command bar** - tööriista parameetrite muutmine (käsuriba)
- (C): **PathFinder** - mudeli koostisosade (geomeetria) haldamine (rajaleidja)
- (D): **Graphics Window** – loodava mudeliga töötamise ala (Graafikaliides/tööväli)
- (E): **PromptBar** – tööriista viipade kuvamine (viibariba)

3.1 Tööriistade grupid (A)

Sellel alal valitakse vajalikud tööriistad, mida läheb modelleerimisel tarvis. Hetkeliselt hiirekursorit tööriistal hoides tuuakse esile selle nimetus ning lühike kirjeldus. Grupid on paremaks organiseerimiseks paigutatud erinevatele vahekaartidele, mida saab avada gruppide kohal olevatele menüü-tekstidele vajutades (*Tabs*).

3.2 Käsuriiba (B)

Iga tööriista valimisel Tööriistade grupist, saab selle vahendiga muuta valitu parameetreid ja omadusi.

3.3 Mudeli koostisosade haldamine (C)

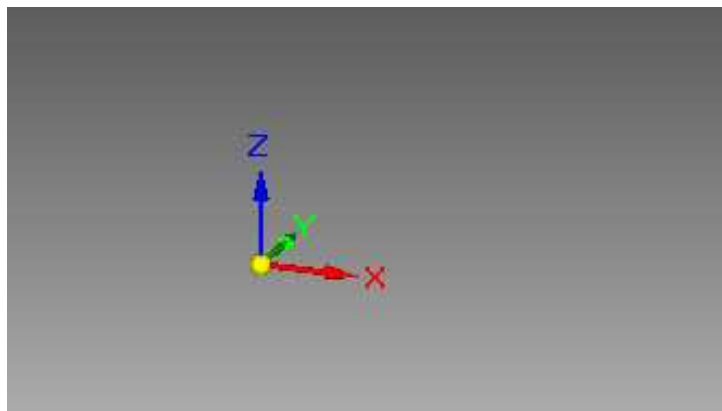
See ala koondab enda alla kõik vahendid millest töölaual olev mudel koosneb, võimaldades neid kergelt hallata. See annab võimaluse nii enda kui teiste mudeleid paremini tundma õppida ning modelleerimise protsessi analüüsida.

Vahendite haldamine toimib sarnaselt failide haldamisele Windowsi operatsioonisüsteemis – neid saab kustutada, ümber nimetada, grupeerida jne.

Antud alal saab peita ka koordinaatsüsteemi ning selle tasandeid - sellest tuleb juttu järgmises punktis.

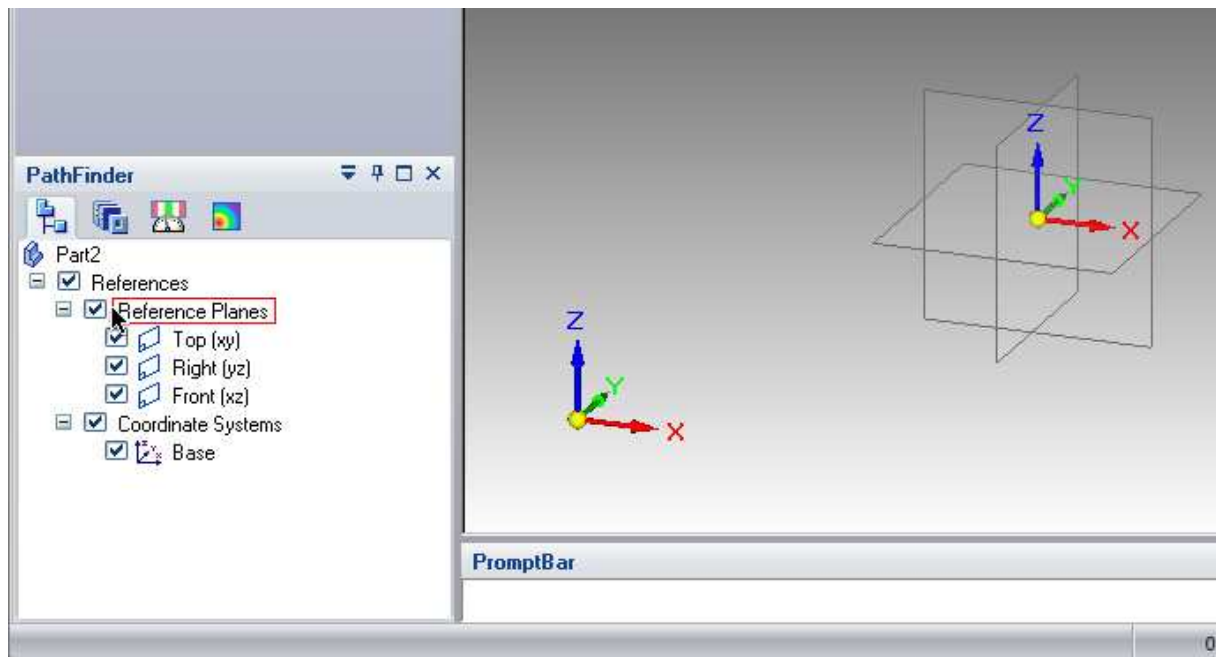
3.4 Graafikaliides (D)

Antud rakenduse osa kuvab modelleeritava mudeli kolmemõõtmelisena ning siin toimub ka viimase interaktiivne muutmine. Mudeli aluspõhjaks on *coordinate system* ehk koordinaatsüsteem, mis koosneb x-, y- ja z-teljest (Joonis 3-2) ning nende tasanditest(*Reference Planes*), mis on vaikimisi peidetud.



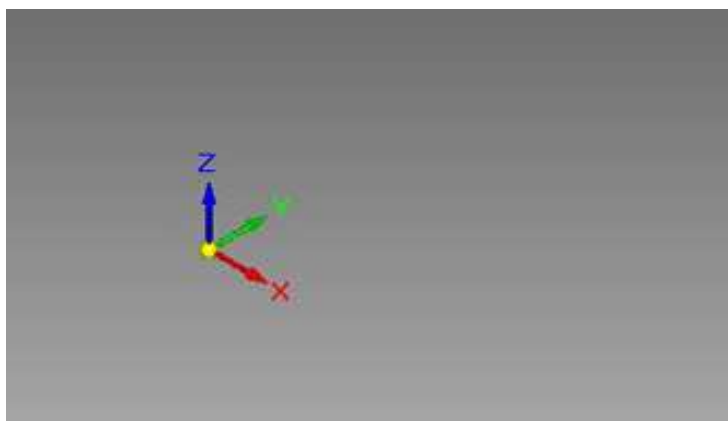
Joonis 3-2. Koordinaatsüsteemi alus

Tasandid ei ole modelleerimisel hädavajalikud, kuid vajadusel saab need esile tuua koostisosade haldamise alal, märkides ära *Reference Planes* ees oleva linnukese (Joonis 3-3). Sarnasel viisil toimub ka koordinaatsüsteemi (*Coordinate Systems*) ning teiste sarnaste funktsioonide peitmine ja kuvamine.



Joonis 3-3. Koordinaatsüsteemi tasandid

Mugavamaks töö alustamiseks võibki tasandid jätta peidetuks ning teljed tuleks viia üle isomeetrilisele vaatele (*isometric view*) kuna see toob esile rohkem detaile – selleks vajutada klaviatuuril klahvikombinatsiooni <CTRL>+<i> (Joonis 3-4).



Joonis 3-4. Isomeetriline vaade

Graafikaliidese alal kuvatakse ka *QuickBar* ehk kiirvalikute riba, mis võimaldab kiiret ligipääsu kasutusel oleva tööriista enimkasutatavatele operatsioonidele - näitena on välja toodud *Extrude/Select* tööriista kiirvalikud (Joonis 3-5).



Joonis 3-5. Kiirvalikute riba

3.5 Tööriista viipade kuvamine (E)

Liikudes tööriista valimise järel graafikaliidesele, kuvatakse antud ribale teade, millist tegevust kasutajalt tööriista kasutamisel oodatakse - see on programmiga tutvumisel väga kasulik informatsioon. Näitena on välja toodud tekst, mis kuvatakse risküliku joonistamise alustamisel (Joonis 3-6).



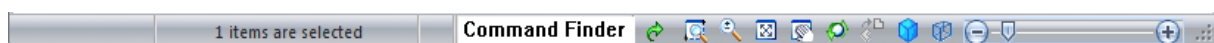
Joonis 3-6. Viibariba

3.6 Lisavalikud

Tööriistade gruppidest üleval vasakul asub **Application Button**, mille all on dokumentide haldamiseks vaja minevad valikud.

Samadest gruppidest üleval paremal asub **Help Index**, millele vajutades avaneb nimekiri programmis olevatest ingliskeelsetest abi-teemadest.

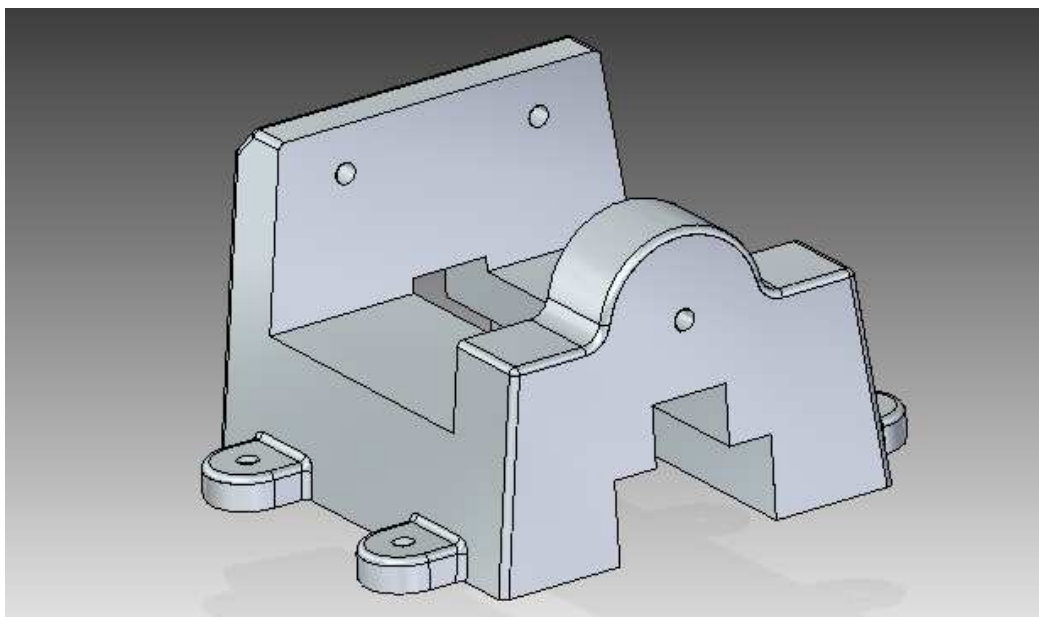
Viibapaani all asub **Status bar** ehk olekuriba mis kuvab rakendusega seotud tekste ning sisaldab endas ka käskude otsimise kasti(*Command Finder*) ja Vaate-menüü(*View*) kiirvalikuid (Joonis 3-7).



Joonis 3-7. Olekuriba

4 MODELLEERIMINE

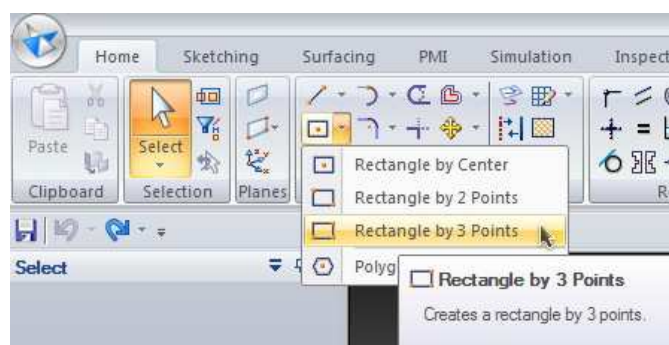
Näidismudeliks sai valitud juhendaja poolt soovitatud objekt (Joonis 4-1), mis näib esmapilgul üsna lihtne, kuid sisaldab siiski mitmeid detaile, mis kõik eeldavad paljude erinevate tööriistade kasutamist ning tundmaõppimist. Nende läbitöötamine annab autori arvates piisava algteadmise *Solid Edge ST* programmist.



Joonis 4-1. Loodav mudel

4.1 Eskiisi loomine

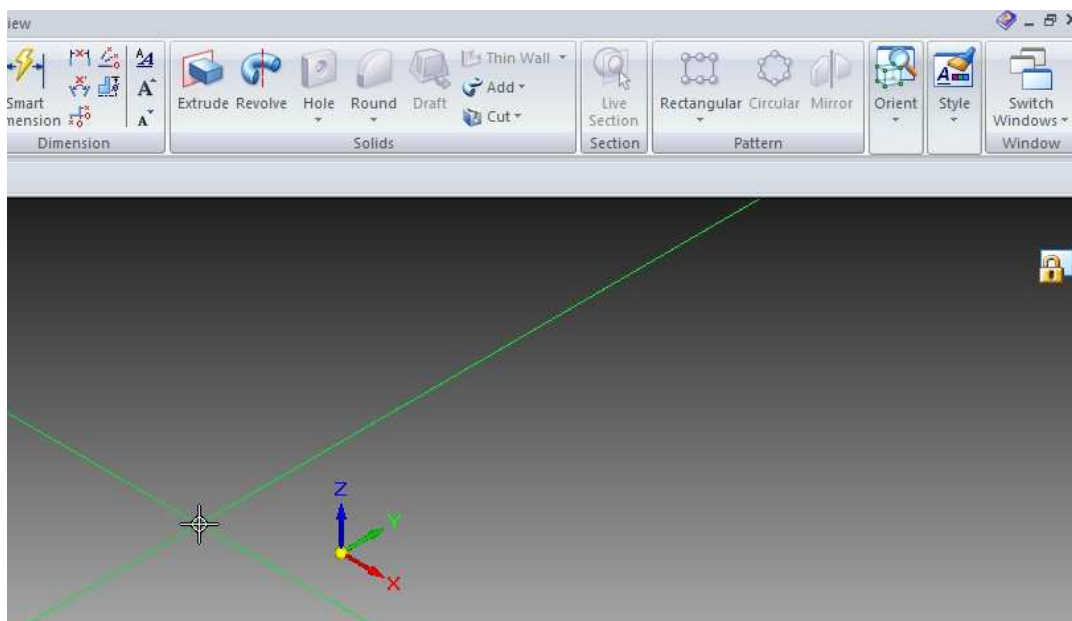
Modelleerimist alustatakse *Solid Edge*'is alati eskiisi joonistamisest. Antud juhul tuleb luua riskülik kolme punkti abil – selleks valida **Draw** grupist **Rectangle by 3 points** (Joonis 4-2).



Joonis 4-2. Riskülik kolme punkti abil

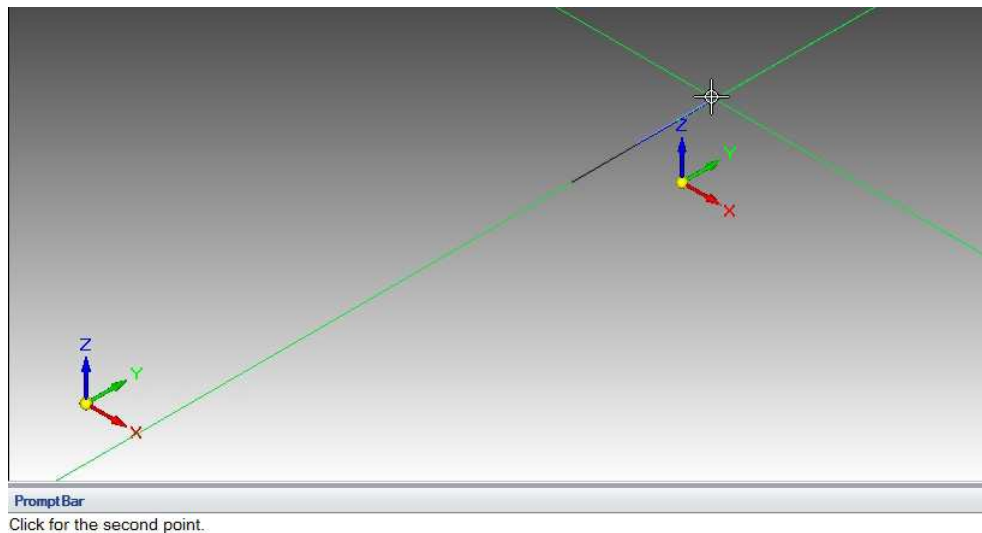
Ristküliku loomise vältel toob autor sulgudes välja ka viibaribal kuvatud tekstid, et lähemalt selgitada selle olemust, kuid peale kujundi valmimist neid enam välja ei tooda.

Peale mainitud tööriista valikut Graafikaliidesele liikudes, kuvatakse kaks ristuvat abijoont ning viibaribal soovitatakse joonistamise hõlbustamiseks tasand lukustada (... *Click or press F3 to lock the sketch plane.*) – selleks tuleb vajutada klaviatuuril **F3** klahvi. Lukustamise õnnestumisest annab märku tabaluku ikoon Graafikaliidese üleval parmas nurgas (Joonis 4-3).



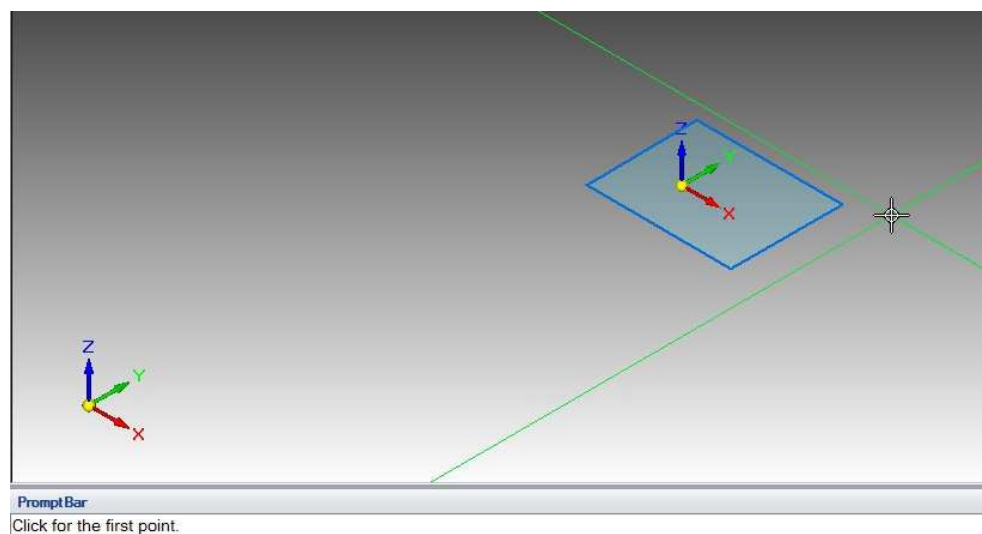
Joonis 4-3. Tabaluku ikoon

Seejärel tuleb paika panna ristküliku esimene(lühem) külg – selleks valida koordinaatsüsteemi ligiduses üks punkt (*Click for the first point.*) ning vajutada hiire vasakut klahvi (valikud tuleks langetada selliselt, et koordinaatsüsteem jääks enam-vähem loodava kujundi keskele – see võimaldab hiljem objekti kergemini telgedega siduda). Esimene punkt pannakse paika ning sellest lähtudes luuakse joon, mis on aluseks esimese külje pikkusele. Pikkuse määramiseks tuleb valida teine punkt (*Click for the second point.*) ning see vasaku hiire klahviga kinnitada. Tuleb ka jälgida, et loodav joon oleks ühtiv roheline abijoonega – see tagab paralleelsuse koordinaatsüsteemi y-teljega (Joonis 4-4).



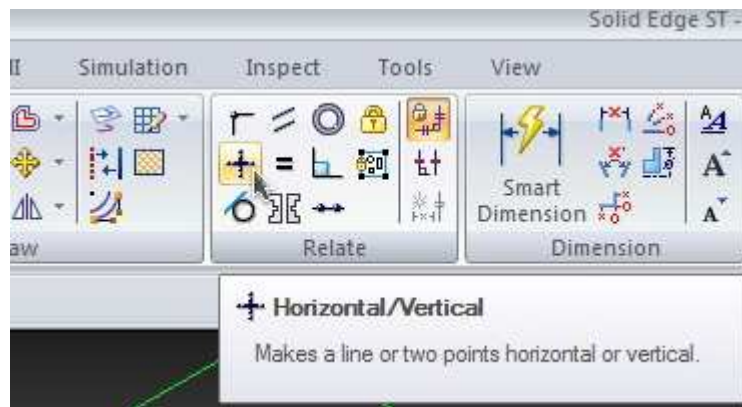
Joonis 4-4. Eskiisi loomine (1)

Ristküliku eskiisi lõpetamiseks tuleb hiirt liigutades valida sobiv pikkus (liikudes x-teljega paralleelselt) ning seejärel eelmiste punktidega sarnaselt kinnitada vasaku hiireklahvi vajutusega. Tööriista tegevuste lõppemisel algavad selle valikud esimesest sammust uuesti peale (*Click for the first point.*) ning kasutajale kuvatakse lõplik eskiis (Joonis 4-5).



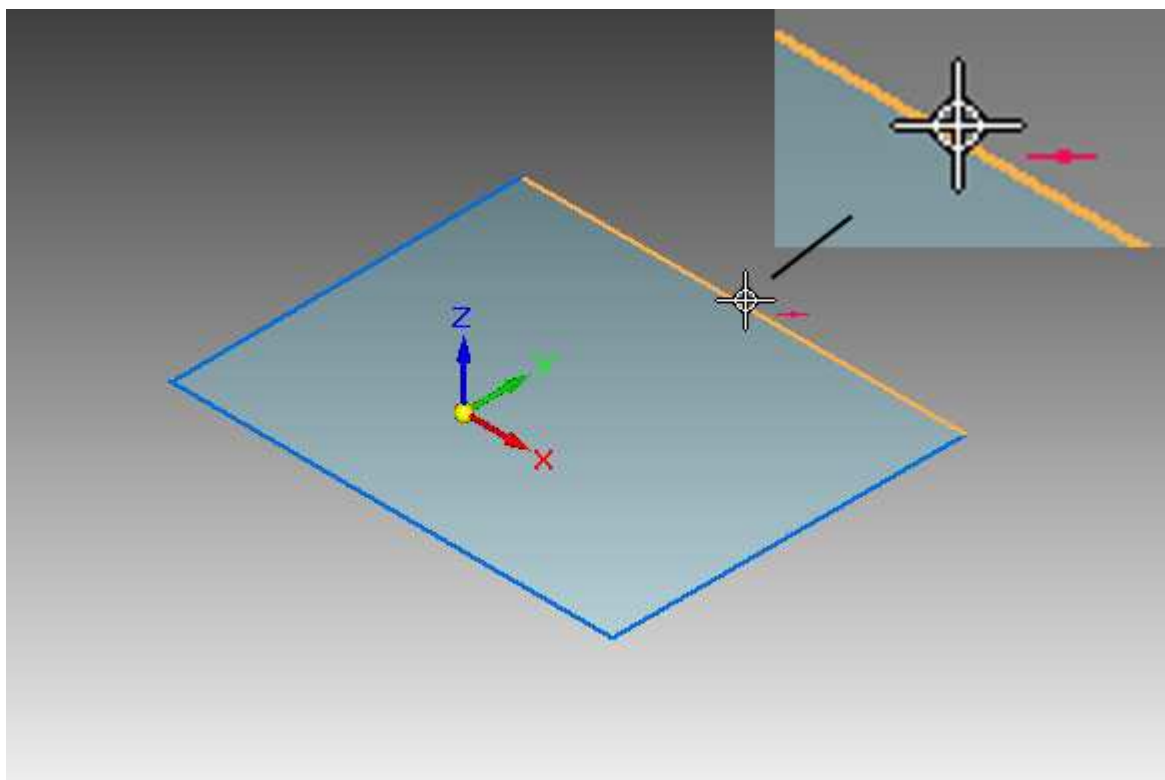
Joonis 4-5. Eskiisi loomine (2)

Kergemaks mudeliga töötamiseks tuleb luua seosed koordinaatsüsteemi keskpunkti ja külgedega – selleks valida Tööriistade grupist **Relate**->**Horizontal/Vertical** (Joonis 4-6).



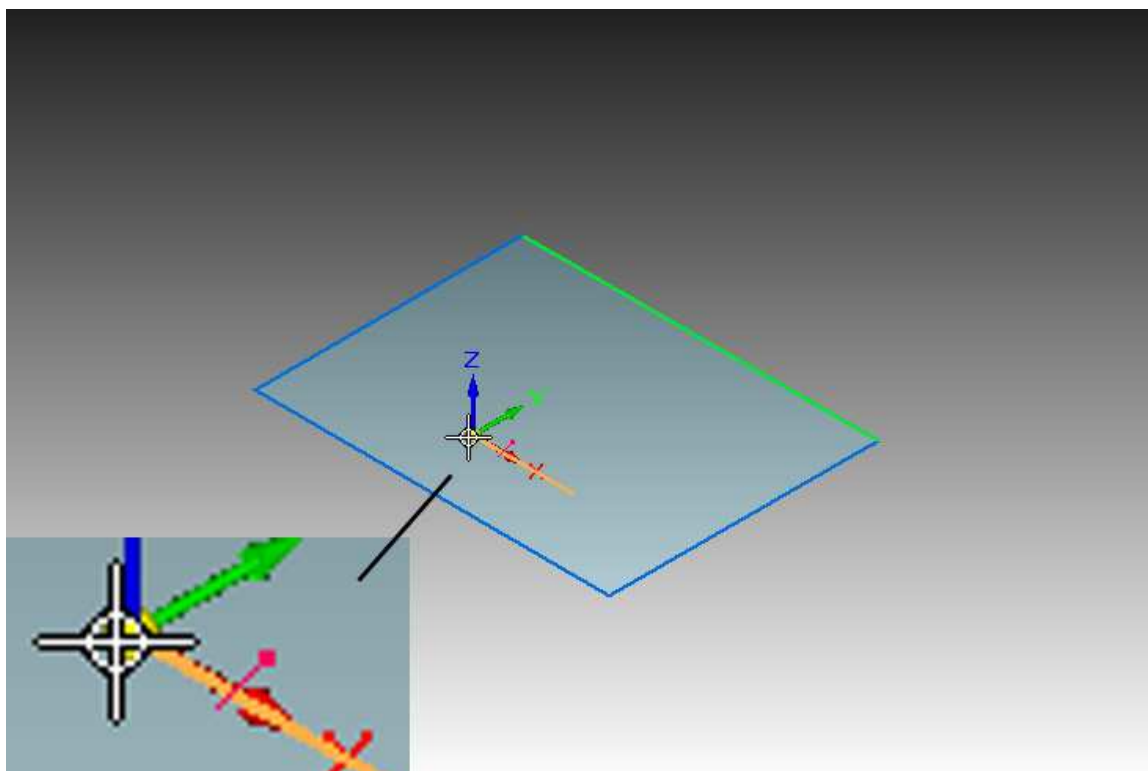
Joonis 4-6. Eskiisi loomine (3)

Kursori asemele ilmub heledat värvi rist, mis tuleb viia seadistatava külje keskpunkti ligidale, kuniks selle juurde tekib keskpunkti märgistav punane ikoon – seejärel kinnitada valik vasaku hiireklahviga (Joonis 4-7).



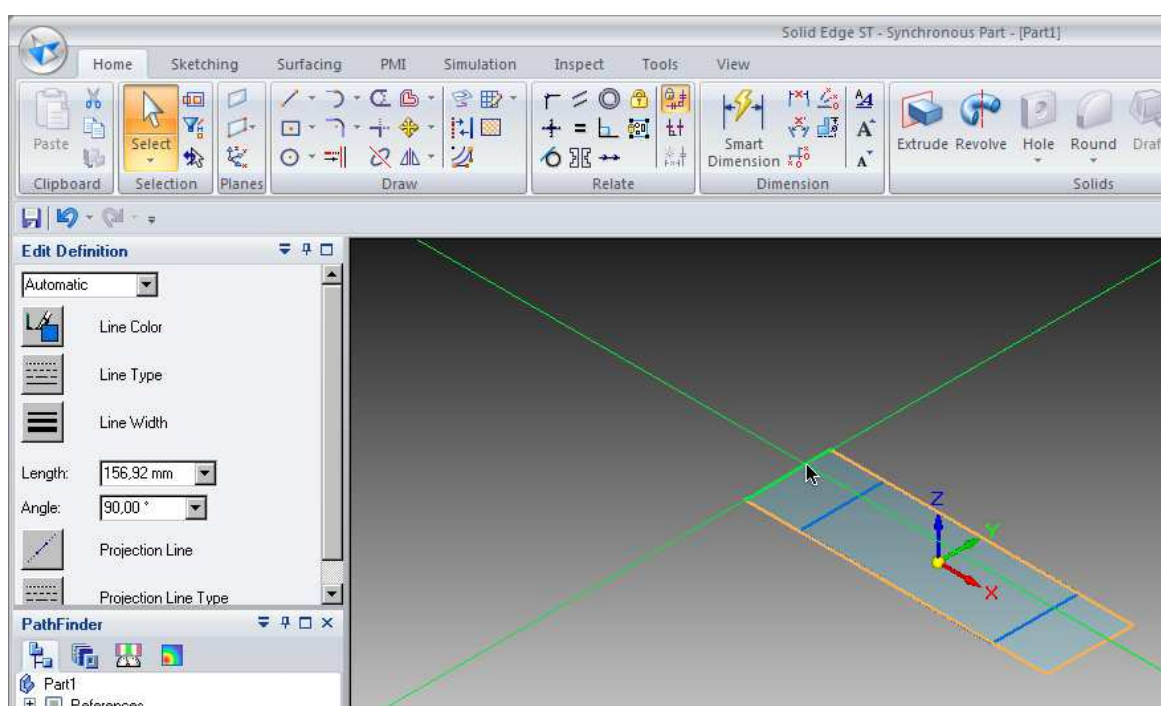
Joonis 4-7. Eskiisi loomine (4)

Külj muutub roheliseks ning järgmisena tuleb kursor viia telgede keskpunkti kohale, kuniks x-teljele ilmub kollane joon ning sellele omakorda ristuv punane nooleke, suunatud rohelise külje poole (Joonis 4-8). Viia tegevus lõpule vasaku hiireklahvi vajutusega antud punktil ning täpselt sama protseduur läbida ka lühema küljega.



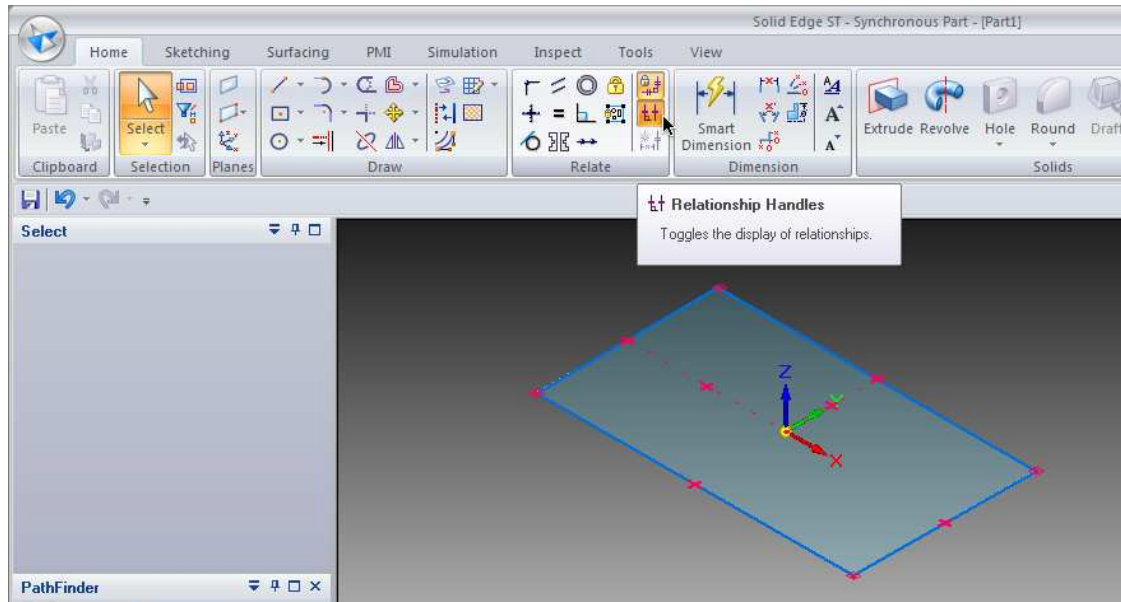
Joonis 4-8. Eskiisi loomine (5)

Tulemuseks on üksteisest sõltuvad vastasküljed ning liigutades ühte neist *Select* ehk valiku tööriistaga, liigub ka teine sümmeetriliselt kaasa (Joonis 4-9).



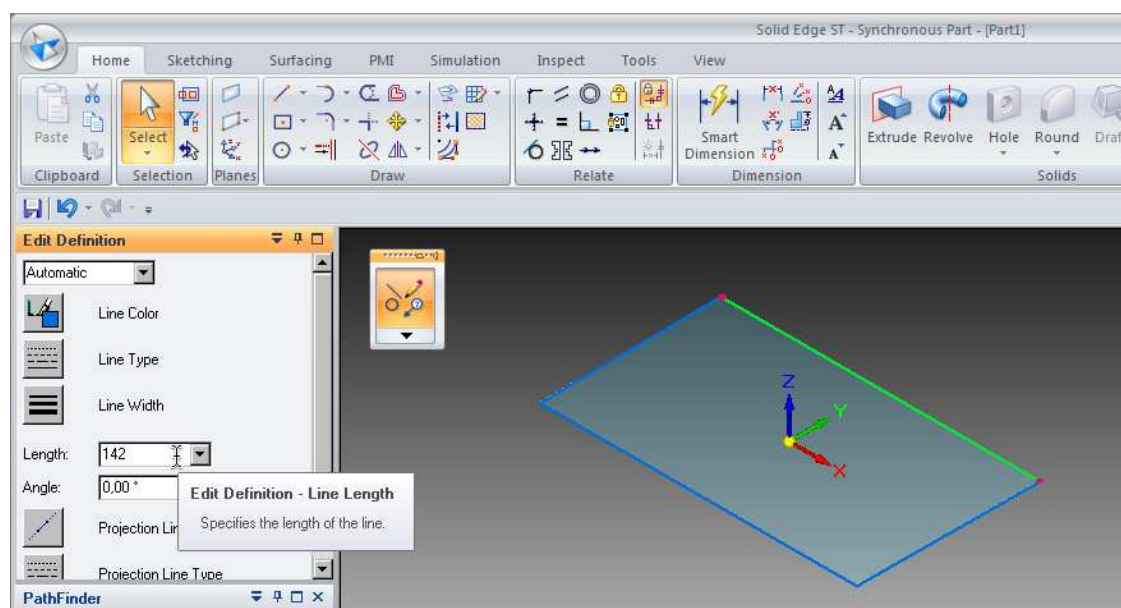
Joonis 4-9. Valiku tööriist

Loodud seoseid on võimalik näha ka visuaalselt – selleks lülitada sisse *Relate (seosta)* grupist *Relationship Handles (seoste pidepunktid)* - *Joonis 4-10*. Sellega ilmuvad eskiisile seoseid tähistavad ikoonid, mida aga käesolevas töös pikemalt ei käsitleta.



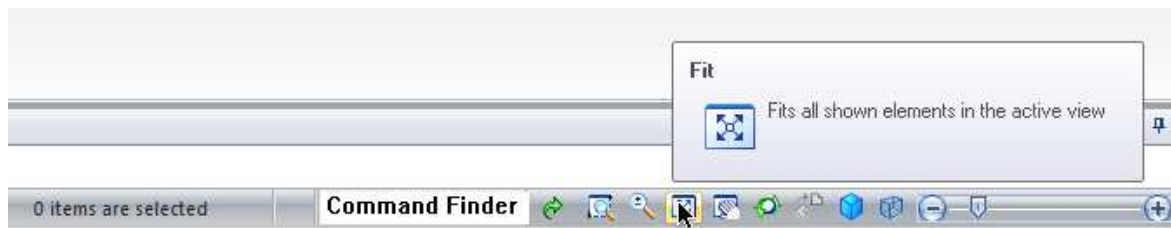
Joonis 4-10. Loodud seosed

Eskiisi parameetreid on võimalik ka reaajas käsitsi paika panna – selleks valida **Select** tööriistaga ristküliku pikem külg ning käsuribale ilmunud pikkuse lahtrisse (*Length*) sisestada väärtus **142** (Joonis 4-11) - kinnitamiseks vajutada *Enter* klahvi. Sama teha ka lühema küljega, kuid selle pikkuseks määrata **90**.



Joonis 4-11. Eskiisi loomine (6)

Valminud eskiis jääb peale parameetrite muutmist tööväljale väga pisikesena – olukorra parandamiseks kasutada taaskord <CTRL>+<i> käsku, või vajutada olekuribal olevat *Fit* (sobitama) kiirvalikut (Joonis 4-12). Mõlemal juhul paigutab programm objektid kogu ekraani ulatusse, kuid esimese puhul pööratakse objekt veel ka vaikimisi vaatenurga alla.

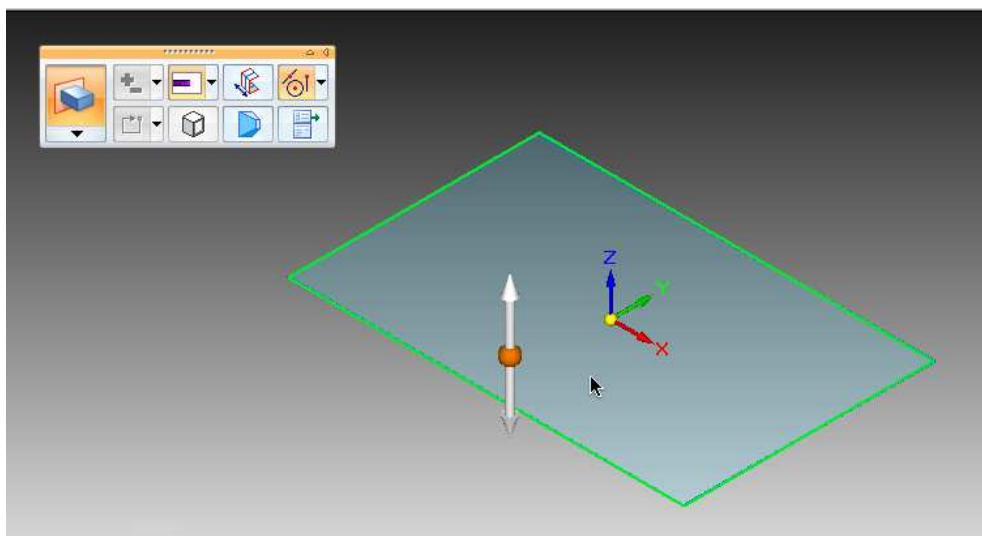


Joonis 4-12. Vaate kiirvalik olekuribal

Mudeli sobivamaks paigutamiseks võib kasutada ka olekuribal olevaid „pluss” ja „miinus” märke või osutada kursoriga telgede keskk kohta ning seejärel kerida hiire rulliknuppu üles/alla. Mõlemad viisid tagavad kõige stabiilsema objekti vaate suurendamise/vähendamise.

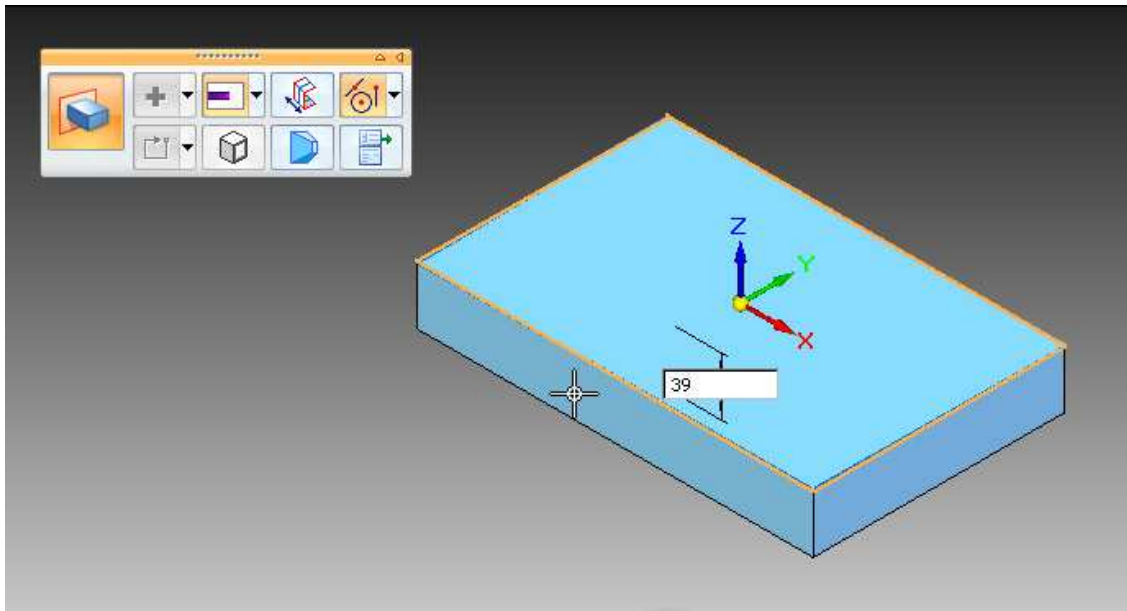
4.2 Eskiisi täiendamine

Kui esialgne eskiis on paika pandud, siis edasise mudeli saamiseks tuleb seda erinevate vahenditega töödelda ja täiendada. Antud juhul peab mudeli baaskujundi saamiseks looma eelnevalt valminud eskiisist risttahuka – selleks valida **Select** tööriist ning vajutada eskiisile - nähtavale ilmub suunavate nooltega *Extrude handle* ehk press-pide, mis võimaldab objektidest materjali välja suruda (Joonis 4-13).



Joonis 4-13. Eskiisi täiendus (1)

Vajutada eelnevalt mainitud tööriistale ning suunata kursor eskiisist allapoole – selle tulemusel tekib eskiisist väljaulatuv osa (Joonis 4-14), mille kõrguseks määrata **39** ja väärtus kinnitada *Enter* klahviga. Antud samm oli viimane, saamaks mudeli baaskujundi mõõtmetega 142mm x 90mm x 39mm.

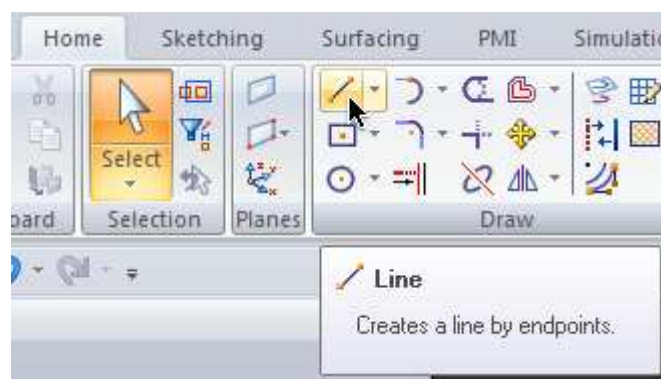


Joonis 4-14. Eskiisi täiendus (2)

4.3 Eskiis mudelil

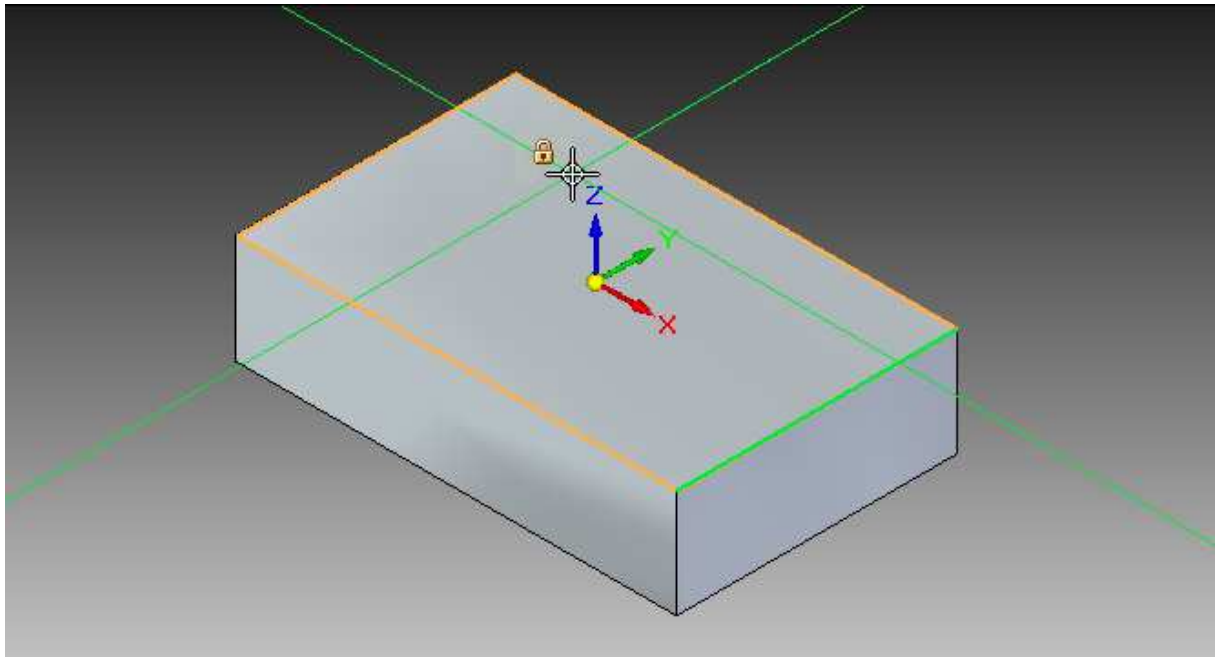
Valminud kujundilt tuleb omakorda välja tuua kaks vastaskülgedel asuvat risttahukat – antud tegevust peab alustama eskiisi loomisest kujundile.

Valida **Draw** grupist **Line** tööriist (Joonis 4-15).



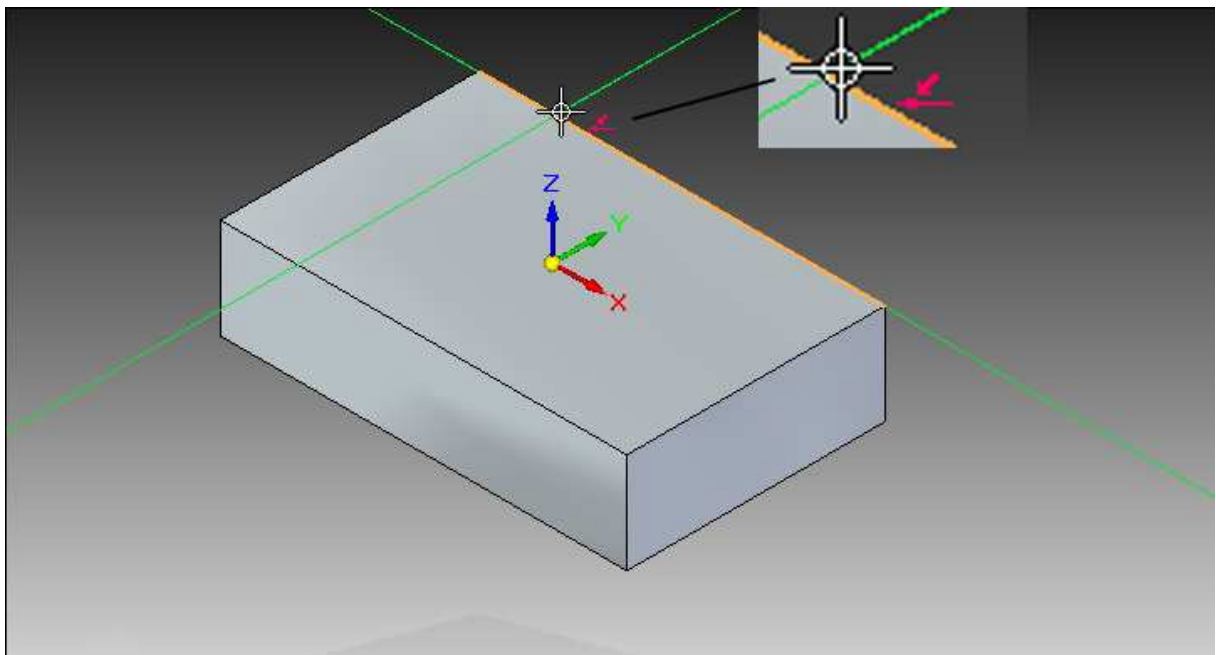
Joonis 4-15. Joone tööriist

Seejärel viia kursor mudeli pealmisele tahule ning vajutada tekkinud tabaluku ikoonile, et lukustada eskiisi joonistamine antud tahule (Joonis 4-16).



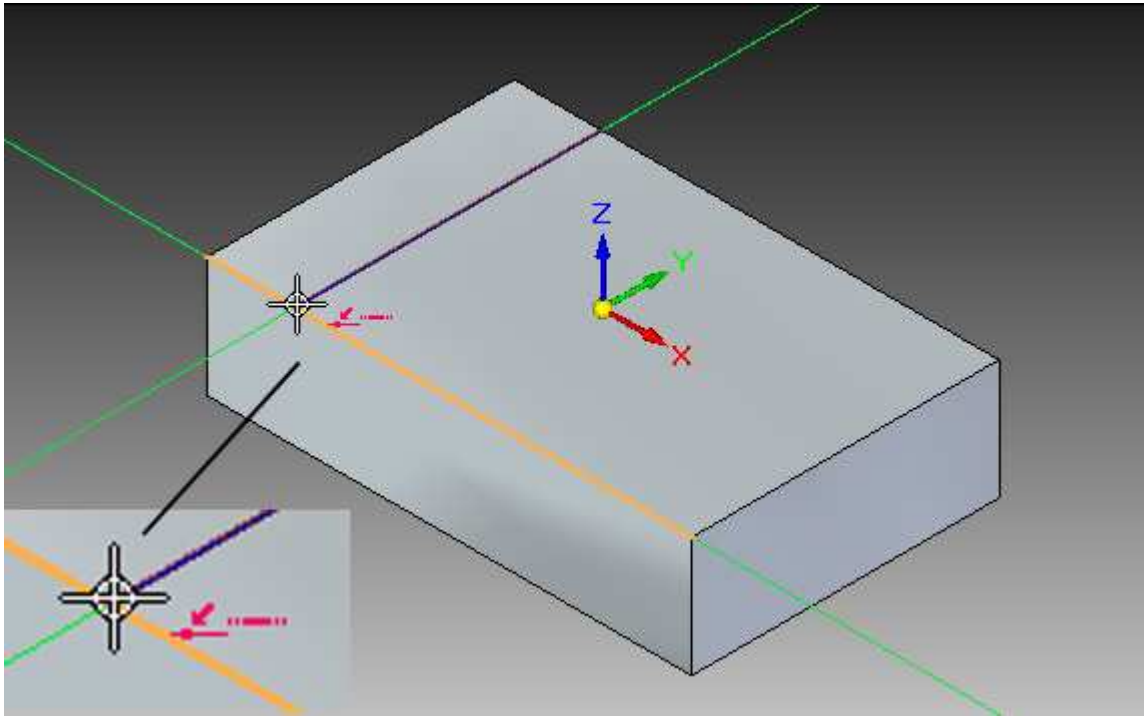
Joonis 4-16. Tabaluku ikoon

Lukustamise järel alustada eskiisi loomist, viies kursor pikema külje ligidusse, kuniks ilmub punane joonte ühendust märkiv ikoon (Joonis 4-17) – seejärel kinnitada joone alguspunkt vasaku hiireklahvi vajutusega ning viia kursor vastaskülje ligidusse.



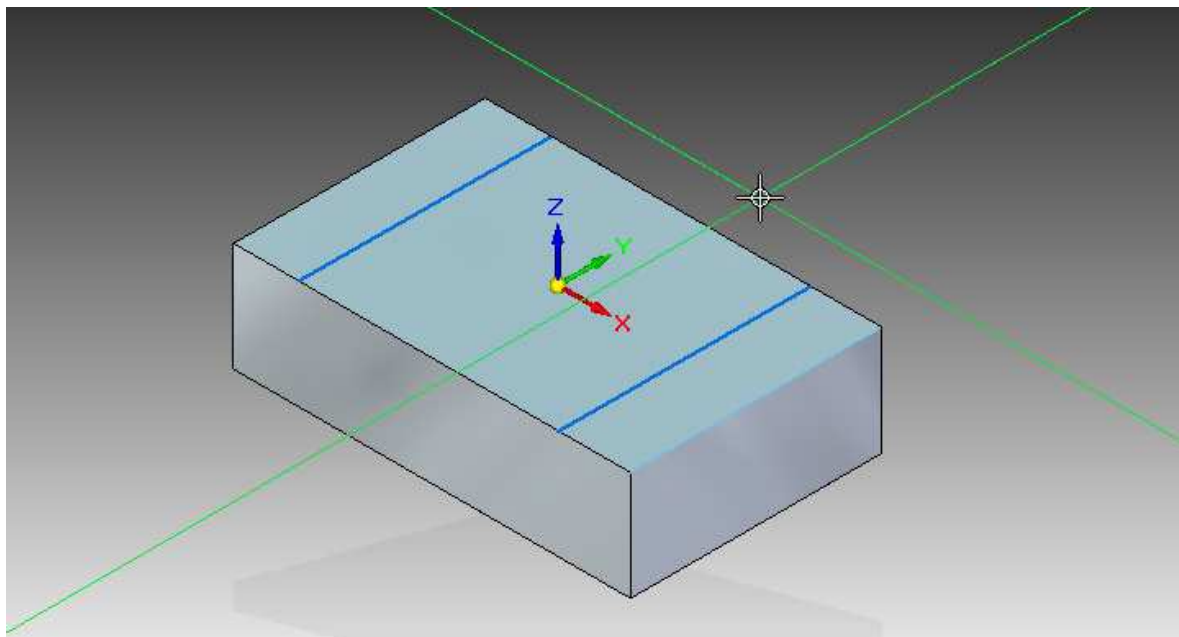
Joonis 4-17. Ühenduvuse ikoon

Seal tuleb jälgida, et kursori juurde tekiks kaks erinevat punast ikooni – ühenduvuse ning x-telje suhtes horisontaali/vertikaali märkiv ikoon (Joonis 4-18).



Joonis 4-18. Ühenduvuse ja horisontaali ikoon

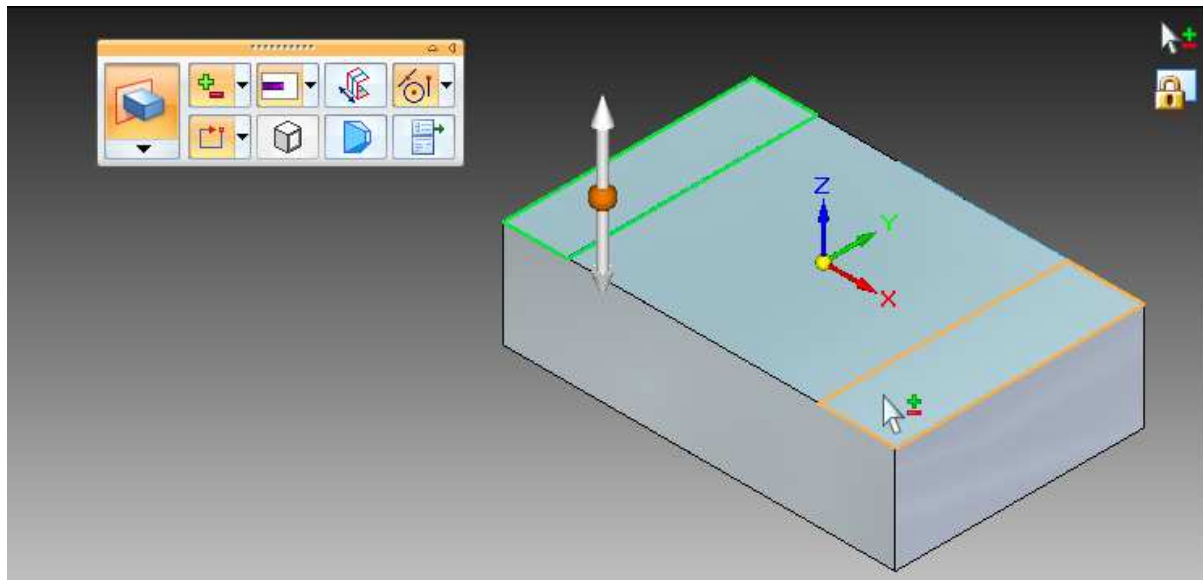
Kinnitada joone teine punkt ning parema hiireklahvi vajutusega vabastada joone tööriist loodud punktist. Seejärel luua samal viisil joon ka vastaskülje ligidusse (Joonis 4-19).



Joonis 4-19. Valminud eskiis mudelil

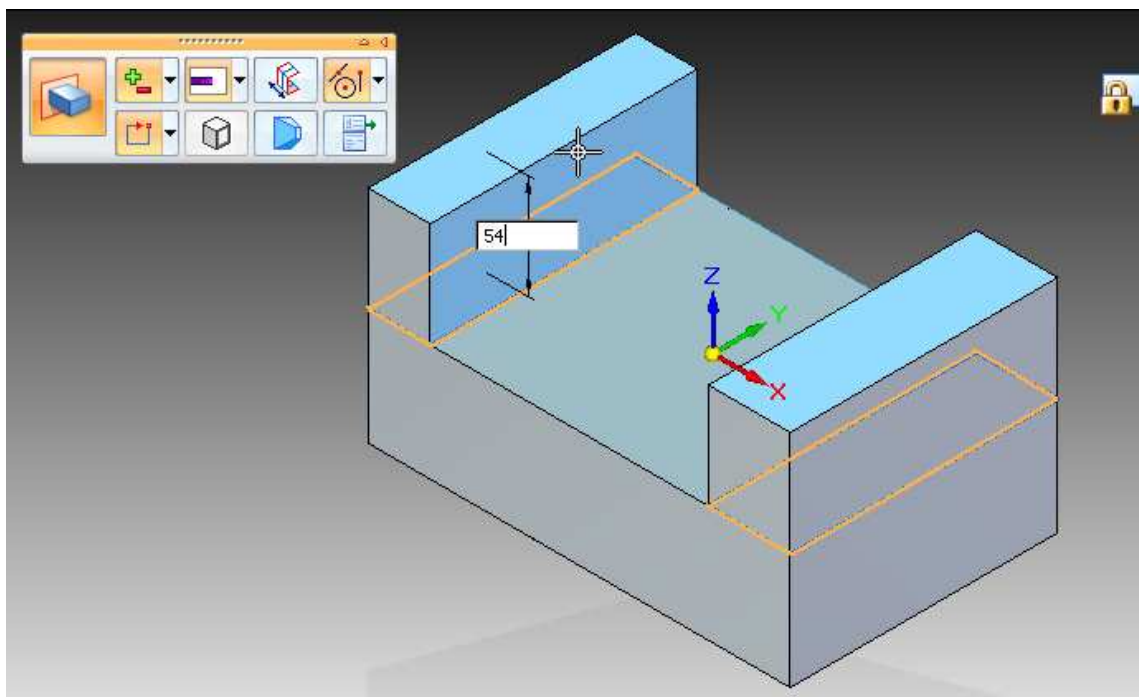
4.4 Mudeli täiendamine

Antud joonte loomisel tekkis risttahuka servadesse kaks uut ristkülikut, kuna eelnevalt sai järgitud punaste ikoonidega märgitud seoseid, mis jooned omavahel ühendas. Nendest materjali välja pressimiseks tuleb kasutada jällegi **Select** tööriista ning valida sellega esimene ristkülik. Taas ilmub nähtavale press-pide (*Extrude handle*), aga enne selle kasutamist tuleb valida ka teine ristkülik – seda teha *Shift* või *Ctrl* klahvi all hoides ja samal ajal elemendile vajutades. Töövälja üles paremasse nurka ja kursori juurde ilmub ka vastav märg, et valitud on mitu kujundit (Joonis 4-20). Kui on vaja elemente valikust eemaldada, siis selleks hoida all *Alt* klahvi.



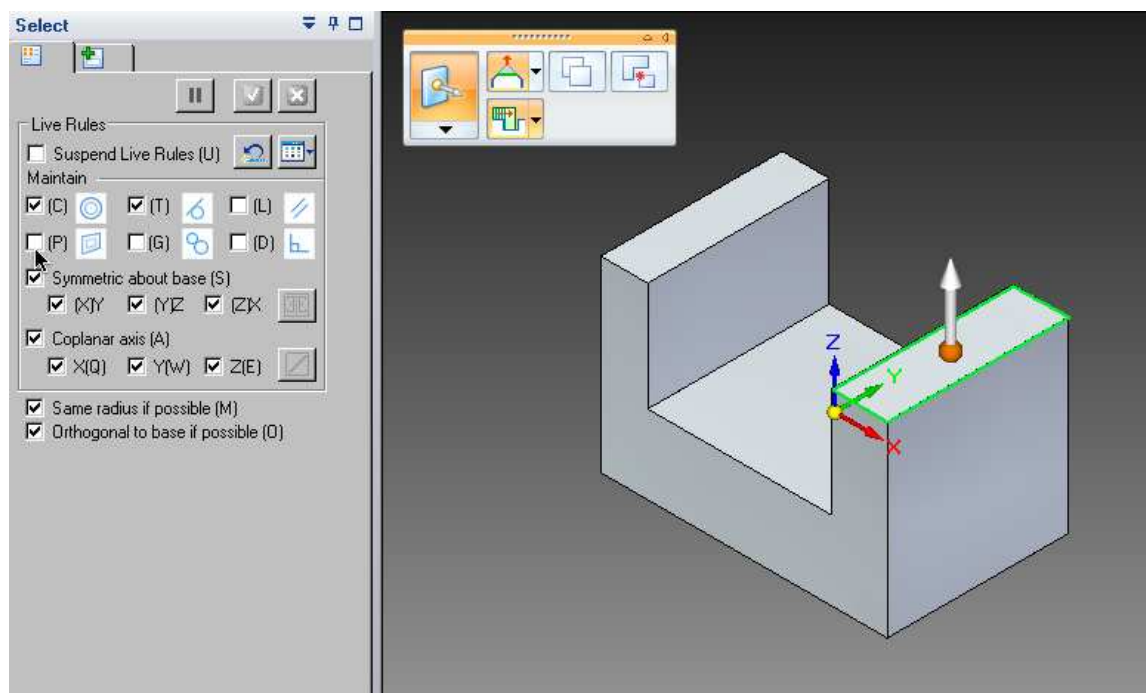
Joonis 4-20. Elementide valimine

Valiku õnnestumisel vajutada press-pidemele, liigutada hiirt mudelist ülespoole, sisestada kõrguseks 54 (Joonis 4-21) ning kinnitada väärtus *Enter* klahviga.



Joonis 4-21. Mudeli täiendamine (1)

Edasi tuleb loodud risttahukatest üks madalamaks muuta – selleks valida **Select** tööriistaga nendest alumine, kuid enne pressimise tööriista kasutamist võtta *Live Rules* ehk *Otse-Reeglite* käsuribalt maha märgistus *Coplanar(P)* reegli eest (Joonis 4-22).



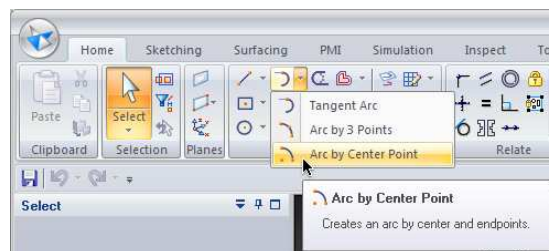
Joonis 4-22. Mudeli täiendamine (2)

Kuna tegu on sünkroontehnoloogiaga, siis on ülal mainitud reeglid automaatselt paika pandud, et modelleerimine toimiks interaktiivselt ja dünaamiliselt. *Coplanar* valik määras ära ühesest pinnast loodud materjali sümmeetrilise liikumise.

Kui see märgistus sai eemaldatud, siis kasutada taas press-pidet ja liigutatava kujundi kõrguseks määrata 28 ning väärtus kinnitada *Enter* klahviga.

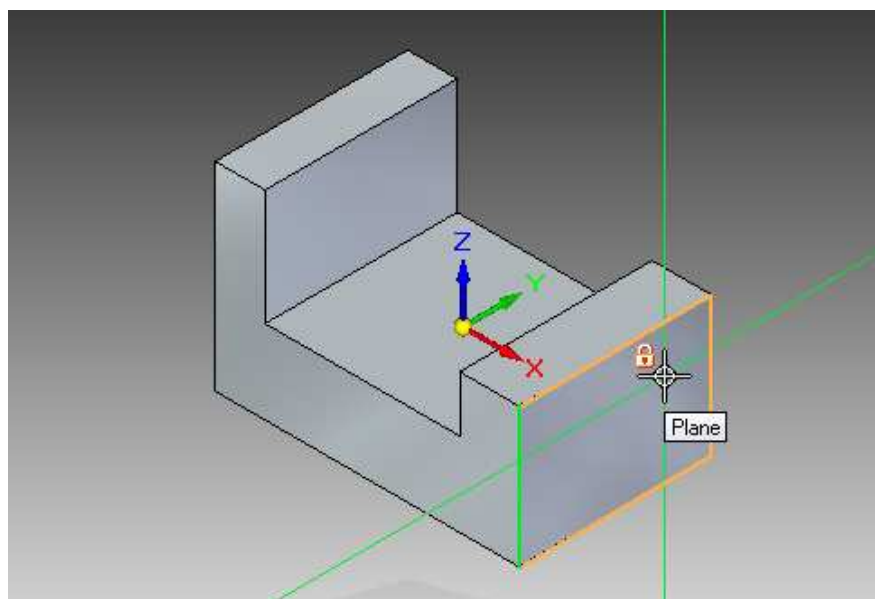
4.5 Kaare eskiis

Eelnevas punktis töödeldud risttahukale tuleb omakorda peale modelleerida kaarjas kujund – selle alustamiseks valida **Draw** grupist **Arc by Center Point** (Joonis 4-23).



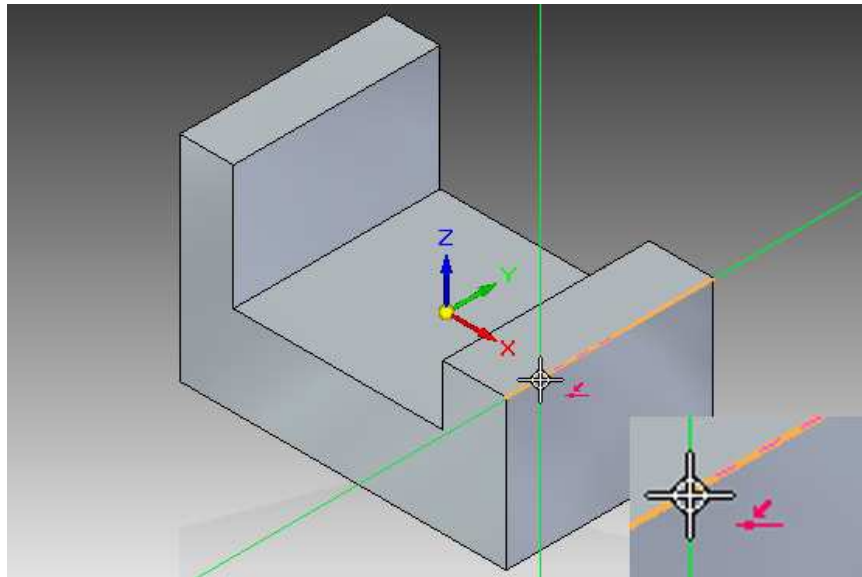
Joonis 4-23. Kaar keskpunkti abil

Kaare joonestamise põhjaks tuleb valida pildil näidatud tasand ja see varem mainitud ikooni või klahviga(F3) lukustada - Joonis 4-24.



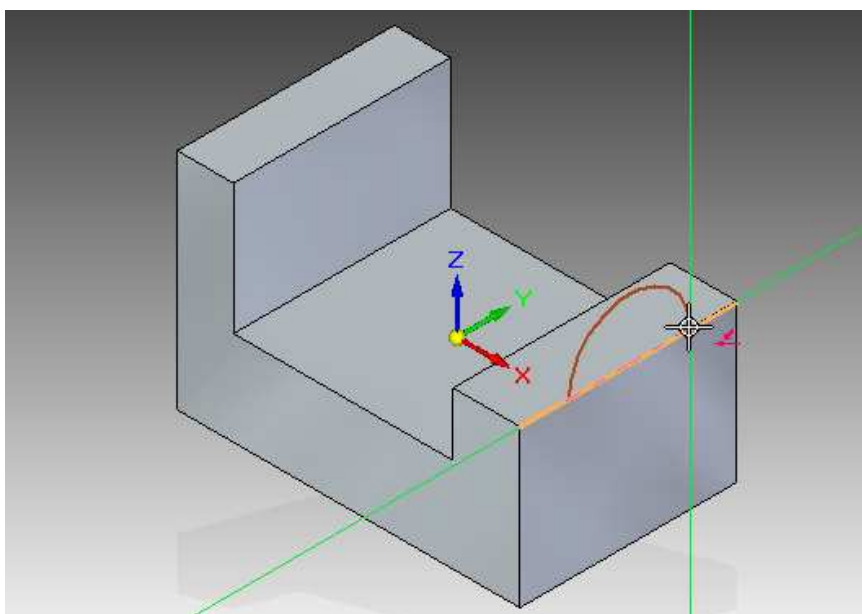
Joonis 4-24. Tasandi lukustamine

Peale lukustamist tuleb kaare raadiuse joonestamiseks paika panna esimene punkt – selleks otsida keskpunkti tähistava ikooni abiga üles pealmise ääre keskpunkt ning see kinnitada vasaku hiireklahvi vajutusega. Seejärel määrata hiirt liigutades (vasakule) raadiuse pikkus ning jälgida, et enne selle kinnitamist oleks nähtav joonte ühendust märkiv ikoon (Joonis 4-25).



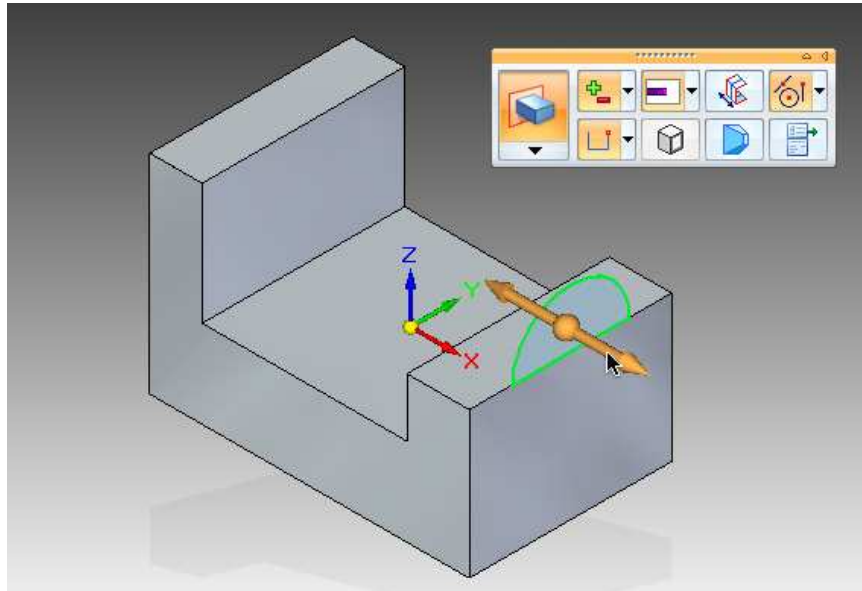
Joonis 4-25. Kaare raadius

Kinnitamise järel joonestub kaare raadius ekraanile ainult selle pikkuse väärtuse ulatuses ning eskiisi lõpetamiseks tuleb kursor viia keskpunktist paremale poole ning jälgida, et enne lõpp-punkti paika vajutamist ilmuks taas nähtavale ühendust märkiv ikoon (Joonis 4-26).



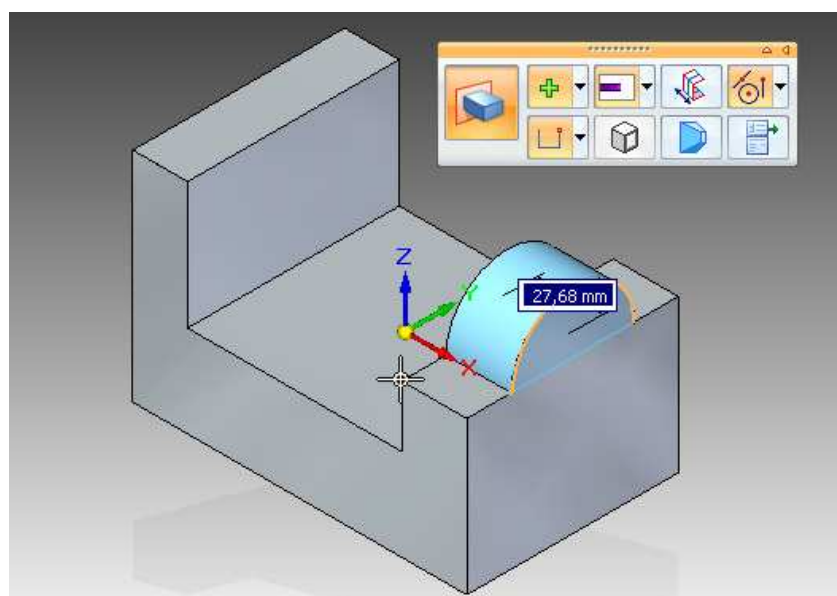
Joonis 4-26. Kaare eskiis

Tööriista tegevuste lõppedes kuvatakse ekraanile tavapärane sinist värvi eskiis ning selle ruumiliseks tegemiseks kasutada **Select** tööriista ja sellega eskiisile vajutades nähtavale ilmuvat press-pidet (Joonis 4-27).



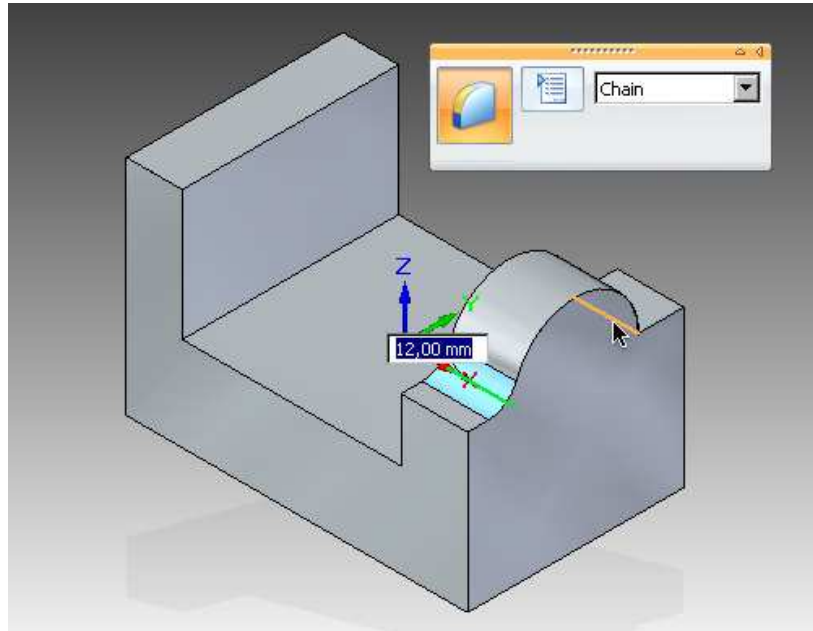
Joonis 4-27. Kaare eskiisi täiendamine (1)

Pidet kasutades pressitakse eskiisist tavapäraselt välja uus materjal ning kaare laiuse võrdsustamiseks aluseks oleva risttahukaga tuleb kursor viia viimase vasakusse nurka ning jälgida, et kiirvalikute ribal oleksid samad valikud nagu joonisel – Joonis 4-28. Selle tegevusega öeldakse programmile, et laius tuleb määrata just sealt punktist lähtuvalt.



Joonis 4-28. Kaare eskiisi täiendamine (2)

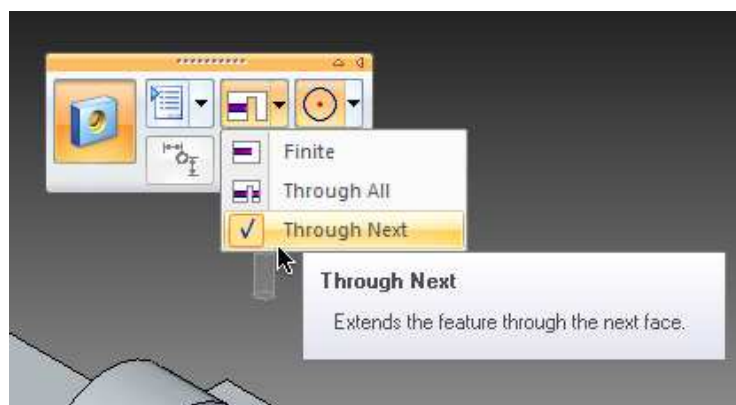
Loodud kaare sujuvamaks ühendamiseks risttahukaga tuleb muuta nende ühenduskohad kaarjamaks – selleks võtta **Solids** (tahked kehad) grupist **Round** (ümarda) tööriist ja valida sellega ükshaaval mõlemad kaare ääred (Joonis 4-29) ning määrata väärtuseks **6**. Väärtuse kinnitamisel uuendatakse automaatselt kõik ääred mis sel korral said valitud.



Joonis 4-29. Kaare täiendamine

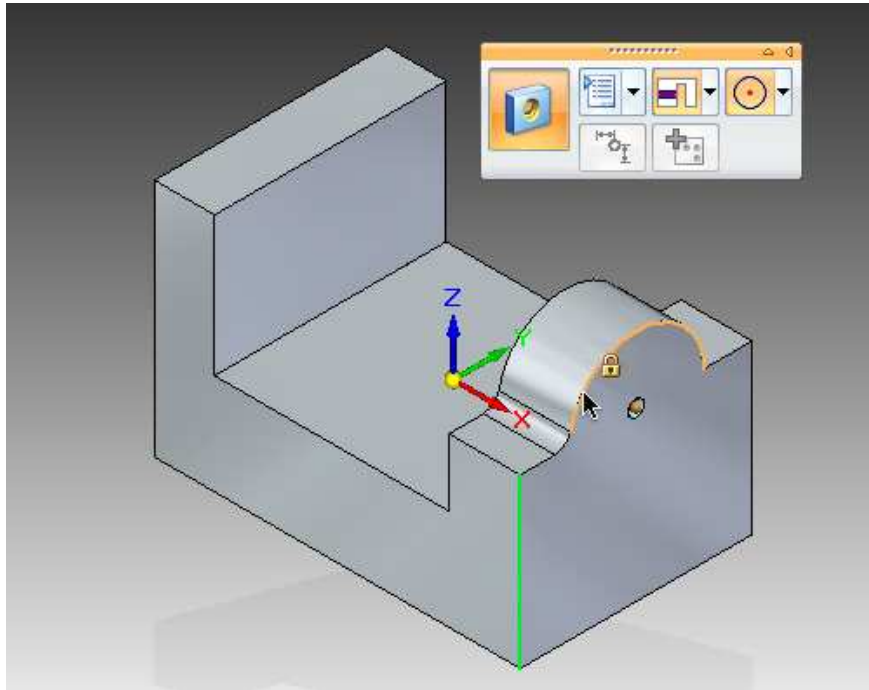
4.6 Aukude lisamine

Olles juba loonud baaskujundi ning seda omakorda mitmeti täiendanud, tuleb sellesse lisada ka augud. Selleks valida **Solids**(tahked kehad) grupist **Hole**(ava) ning töölauale ilmunud kiirvalikute ribalt valida **Extents**(ulatused) rippmenüüst **Through Next** (järgmisele) - Joonis 4-30, mis määrab augu mudelil läbima ainult valitud pinna materjali.



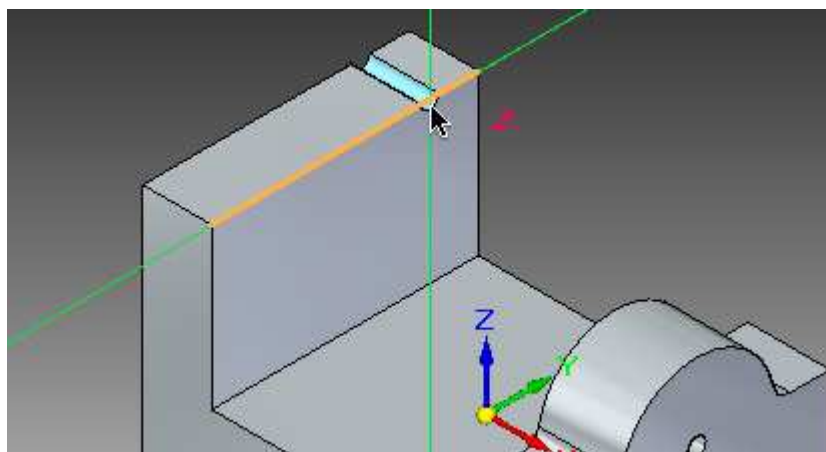
Joonis 4-30. Ava ulatuse määramine

Antud juhul tuleb avada lisada eelnevalt loodud kaare raadiuse keskpunkti – selleks liikuda kursoriga üle kaare välimise ääre ning viimase kollaseks muutumisel ja soovitud augu nähtavale ilmumisel (Joonis 4-31) kinnitada valik hiireklahvi vajutusega.



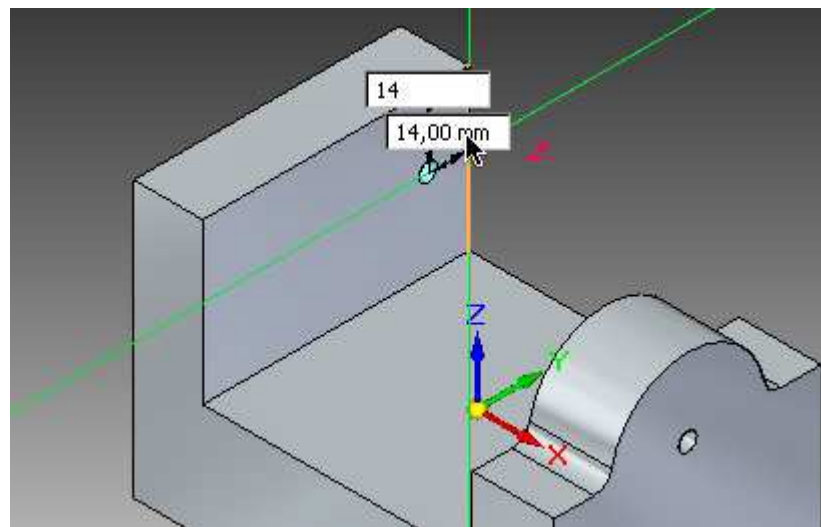
Joonis 4-31. Augu paigutamine

Edasi tuleb sama tööriistaga lisada kaks avaust veel vastasküljel asuvale risttahukale. Selleks lukustada kujundi sisemine, z-teljega paralleelne tahk eelnevalt mitmeid kordi mainitud tabaluku ikooniga ja seejärel viia kursor ülemise ääre kohale ning ühenduvust märkiva ikooni ilmumisel (Joonis 4-32) vajutada klaviatuuril „E“ klahvi. Antud tegevus tagab selle, et augu lisamisel määratakse kaugus just sellest valitud äärest.



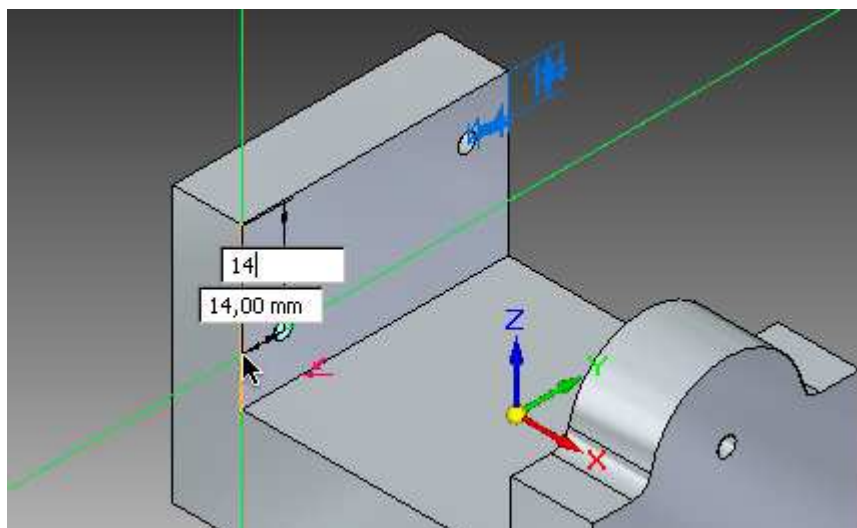
Joonis 4-32. Avauste sidumine äärtega (1)

Sama teha ka ristuva küljega ning mõlema kauguseks määrata **14** (Joonis 4-33).



Joonis 4-33. Avause sidumine äärtega (2)

Väärtused kinnitada *Enter* klahviga ning seejärel korrata sama protseduuri ka loodud augu vastasküljel, mõlema äärega (Joonis 4-34). Kauguste sisestamisel kuvatakse ka vastavad abijooned noolekestega, mis näitavad ära milliste äärtega loodav avaus seotud on.



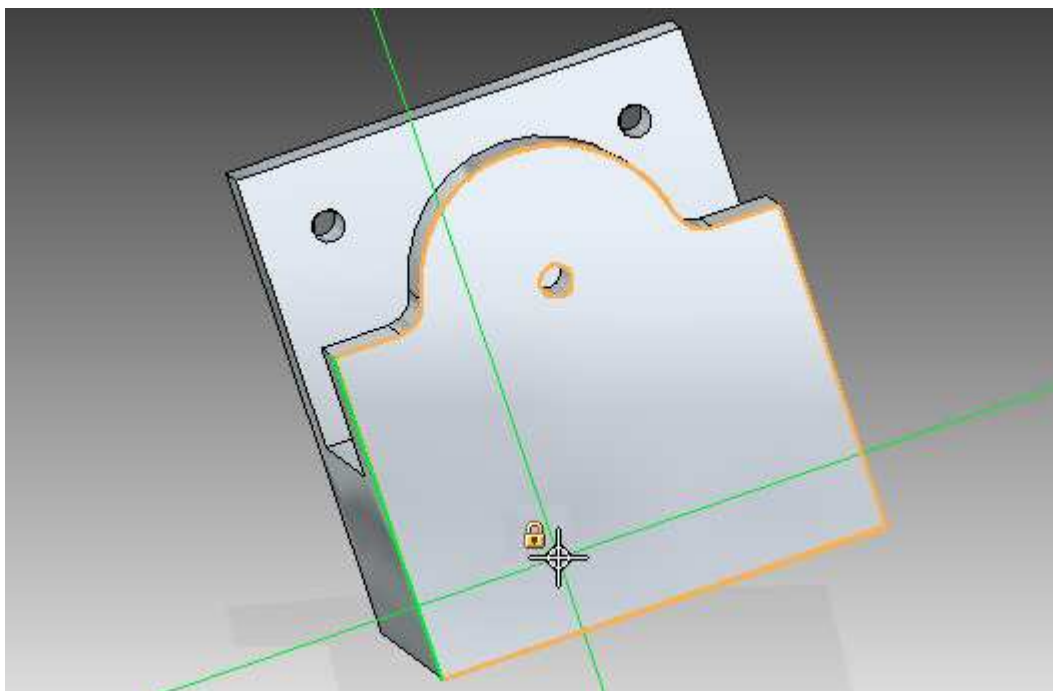
Joonis 4-34. Avause sidumine äärtega (3)

Võimaldamaks edaspidi mudeliga kergemat töötamist, tuleks töölaualt peita koordinaatsüsteem ning aukude kaugused külgede suhtes – seda teha peatükis **3.4** [Graafikaliides (D)] mainitud viisil, võttes arvesse, et kõik kasutaja poolt teatud tööriistadega sisestatud

numbrilised väärtused/mõõtmed grupeeritakse **Product Manufacturing Information** (toote valmistamise informatsioon) (**PMI**) rühma alla.

4.7 Läbiv lõige

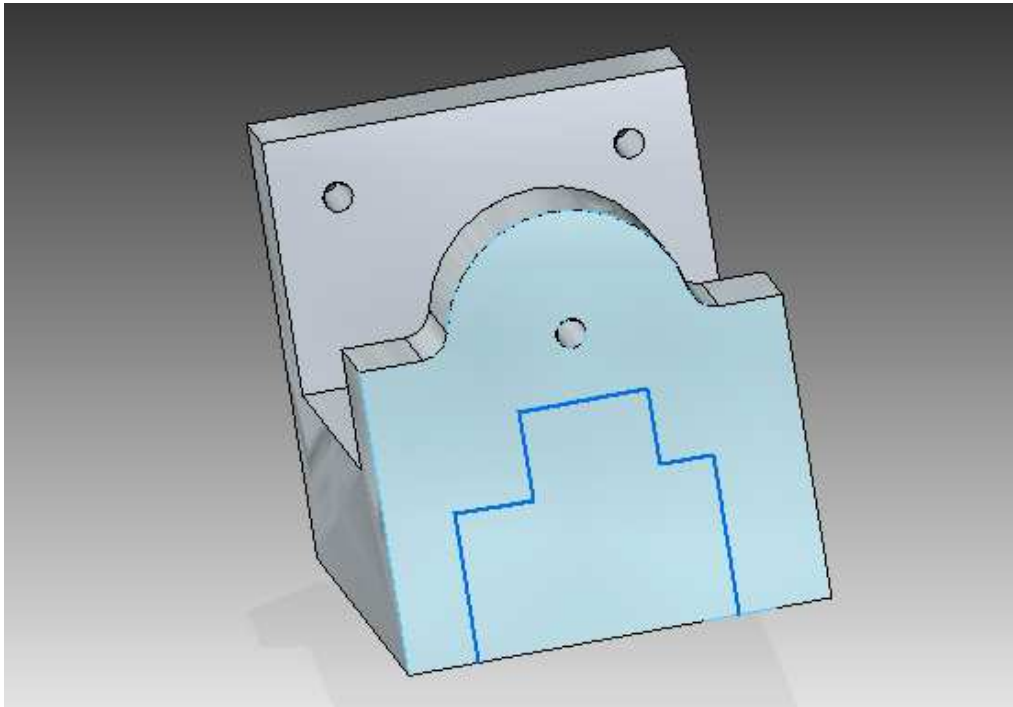
Mudeli täiustamisel on järgmiseks sammuks tervet kujundit läbiva lõike lisamine. Ka seda tuleb alustada eskiisi loomisest, mida antud juhul teha **Line** (joon) tööriistaga paremale küljele (<CTRL>+<R> klahvikombinatsioon toob esile vaate paremalt), lukustades esmalt ka vastava ikooniga töödeldava pinna (Joonis 4-35).



Joonis 4-35. Lõike eskiis (1)

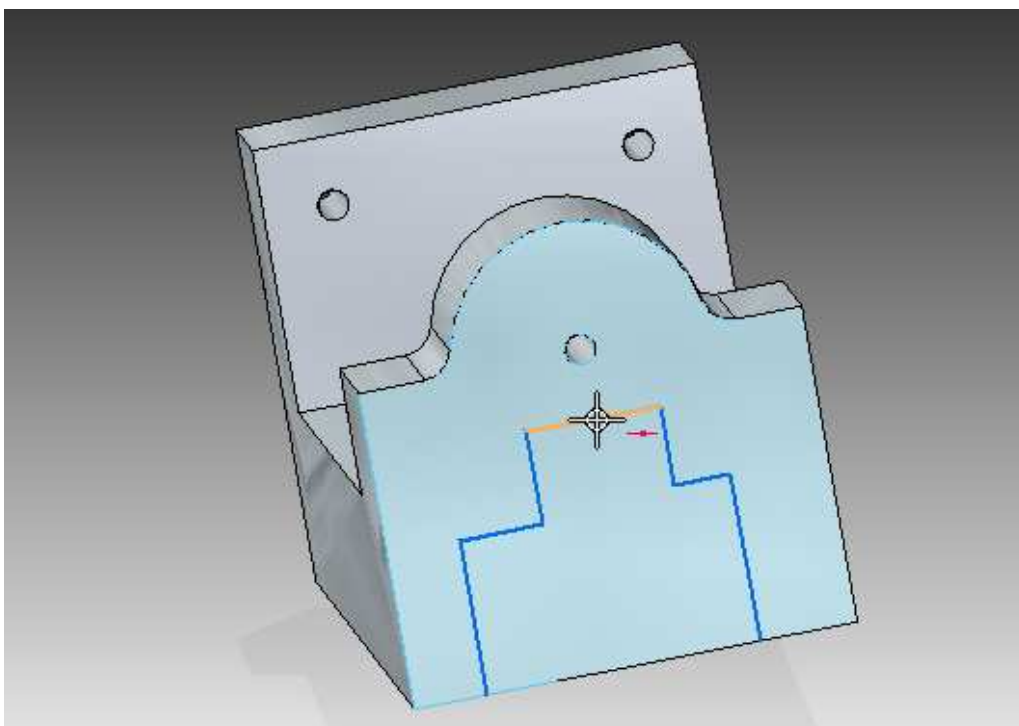
Sünkroontehnoloogia puhul ei ole kujundi asukoht töölaual oluline, seega võib ka lõike joonestamisel valida endale sobivaima mudeli asendi. Soovitatav oleks siiski töödeldav pind rohkem enda poole pöörata, et oleks mugavam lisatavaid funktsioone jälgida.

Esialgu ei ole oluline ka joonte pikkus ega nende täpne paigutus, kuid jälgida tuleks ühendust ja horisontaali/vertikaali märgistavaid ikoone, et eskiisi lõpptulemus oleks üldjoontes sama mis allpool oleval joonisel (Joonis 4-36).



Joonis 4-36. Lõike eskiis (2)

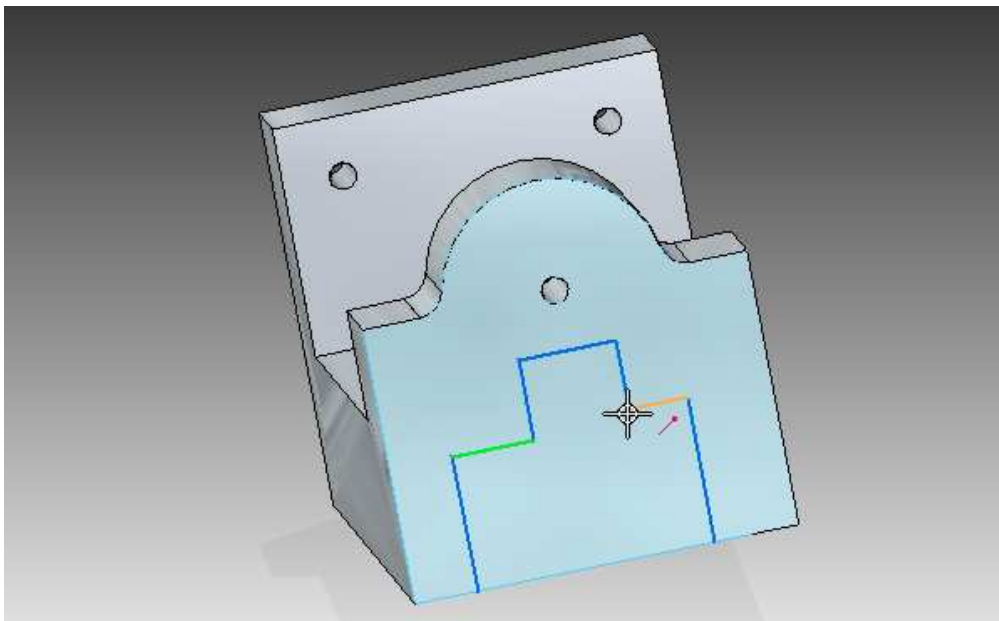
Järgmiseks tuleb joonte ja külgede vahel luua seosed, et antud eskiisist lähtuv lõige toimiks edaspidi sümmeetriliselt. Alustada tuleb **Relate** grupist **Horizontal/Vertical** tööriista valimisega ning sellega klõpsata ülemise horisontaalse joone keskpunkti (Joonis 4-37).



Joonis 4-37. Ülemise joone keskpunkt

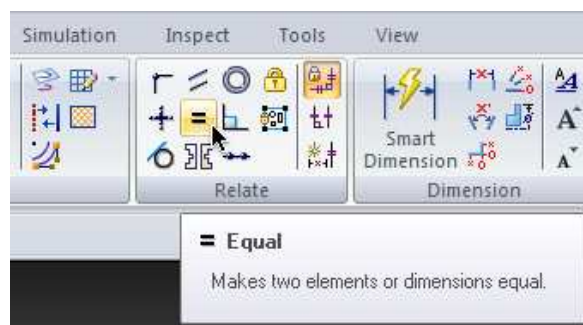
Seejärel otsida sama ikooni abil üles keskpunkt ka kujundi põhjalt ning valik kinnitada samuti vasaku hiireklahvi vajutusega. Antud tegevus määrab eskiisi ülemise joone keskpunkti põhja keskpunktist sõltuvaks ning sellest lähtuvalt ka ülemiste vertikaalsete joonte sümmeetrilisuse kuna need on esimesena valitud joonega ühenduses.

Järgmise sammuna tuleks ka äärmised horisontaalsed jooned üksteisest sõltuvaks teha. Selleks märgistada sama tööriistaga nende sisepunktid, järgides mõlema kinnitamisel kindlasti ka otspunkti tähistavat ikooni (Joonis 4-38).



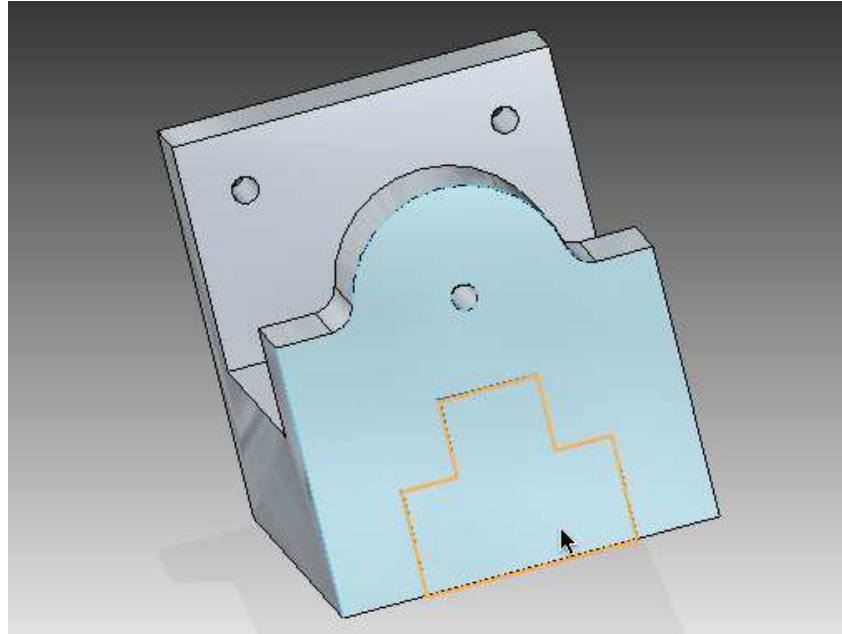
Joonis 4-38. Otspunkti tähistav ikoon

Alumised vertikaalsed jooned saab keskpunkti suhtes sümmeetriliseks muuta juba eelnevalt loodud seoste ja äärmiste horisontaalsete joonte võrdsustamise kaudu – selleks valida **Relate** grupist **Equal** (võrduma) tööriist (Joonis 4-39) ning sellega viimased üksteise järel ära märgistada.



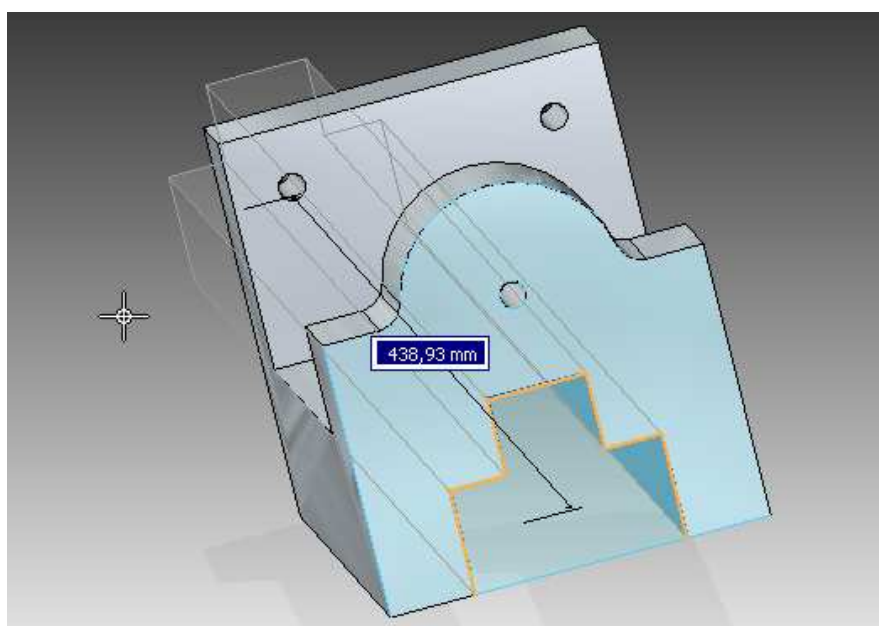
Joonis 4-39. Võrdsustamise tööriist

Tulemuseks on korrapärane eskiis, mis tuleks jooni liigutades paika panna allpool oleva joonise järgi – jälgida tuleks kindlasti seda, et äärmised horisontaalsed jooned jääksid mudeli keskosast allapoole (Joonis 4-40).



Joonis 4-40. Valminud eskiis

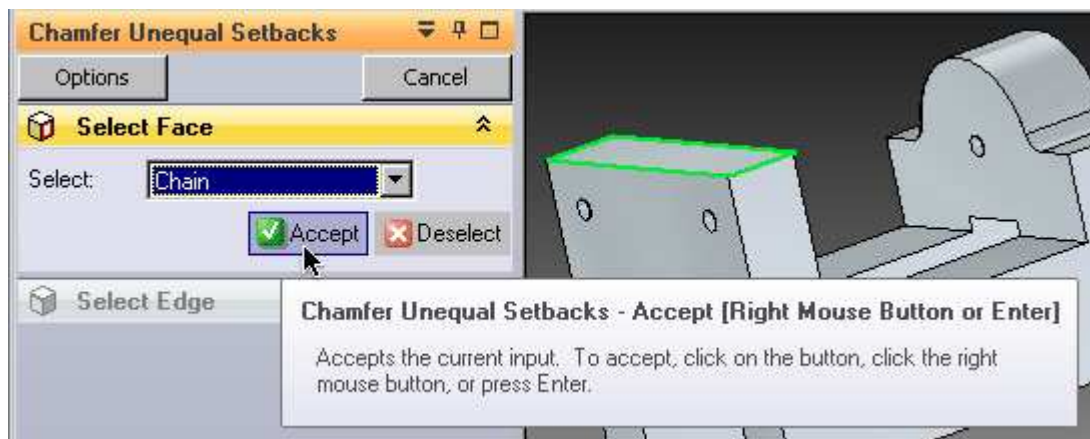
Seejärel klõpsata **Select** tööriistaga loodud eskiisil ning press-pidet kasutades suruda materjal terve kujundi ulatuses välja, liigutades kursorit tagumise külje suunas, kuniks on näha, et lõige on läbiv (Joonis 4-41). Soovitud tulemus kinnitada hiireklahvi vajutusega.



Joonis 4-41. Kujundit läbiv lõige

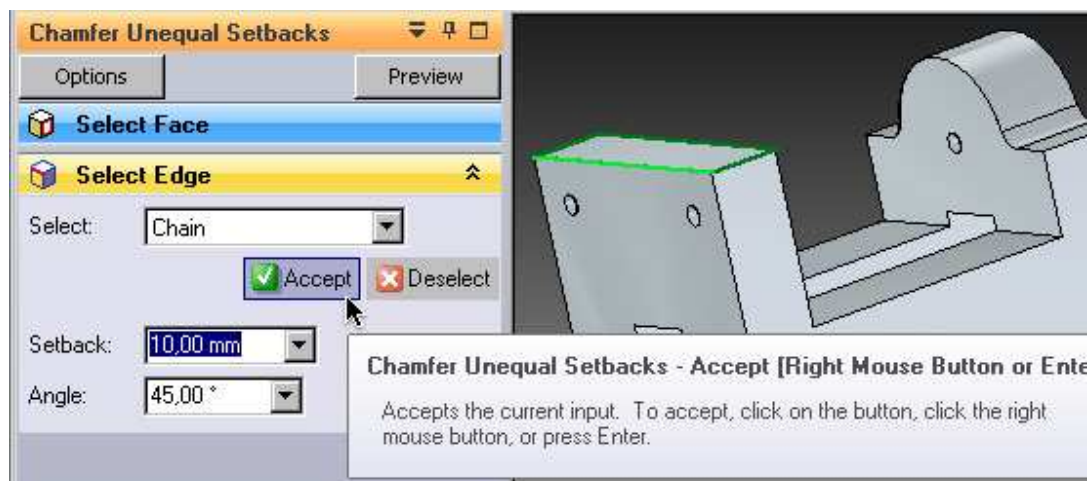
4.8 Kaldenurkade haldamine

Kujundi täiendamist jätkata vasaku külje (<CTRL>+<L>) ülemise välimise ääre maha lihvimisega kümne millimeetri ulatuses, 45-kraadise nurga all. Selleks valida **Solids** grupist **Round-> Chamfer Unequal Setbacks** (külgede ebavõrdne tahumine). Seejärel ootab programm pinna valimist, millest lähtudes pannakse paika dimensioonid - valida ülal mainitud külje pealmine pind ning kinnitamiseks vajutada käsuribal **Accept** (Joonis 4-42).



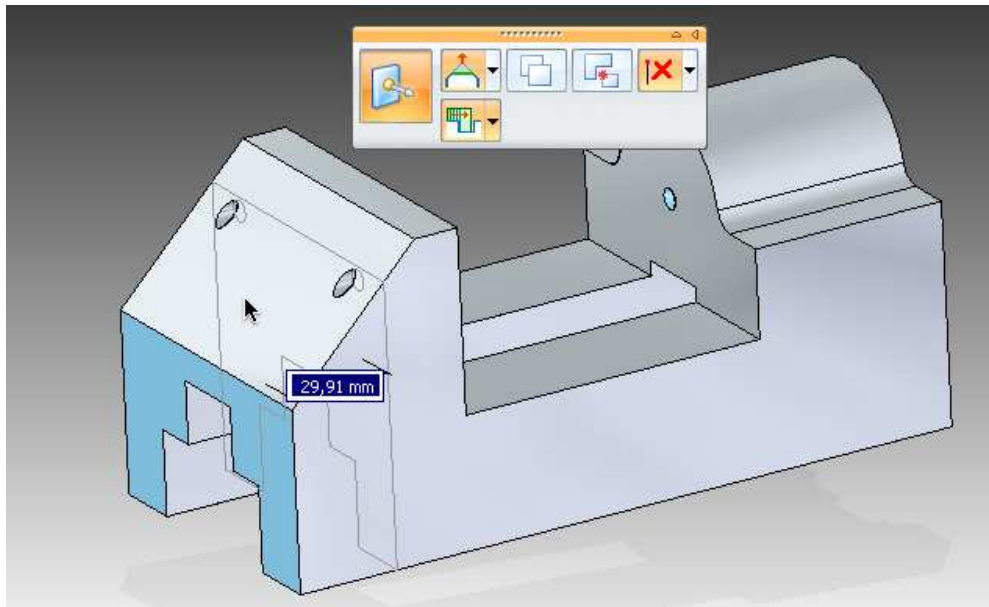
Joonis 4-42. Ääre kaldenurga tahumine (1)

Järgmiseks valida kursoriga välimine äär ning käsuribal määrata parameetriteks vastavalt **10** ja **45** - väärtuste kinnitamiseks vajutada taas **Accept** (Joonis 4-43).



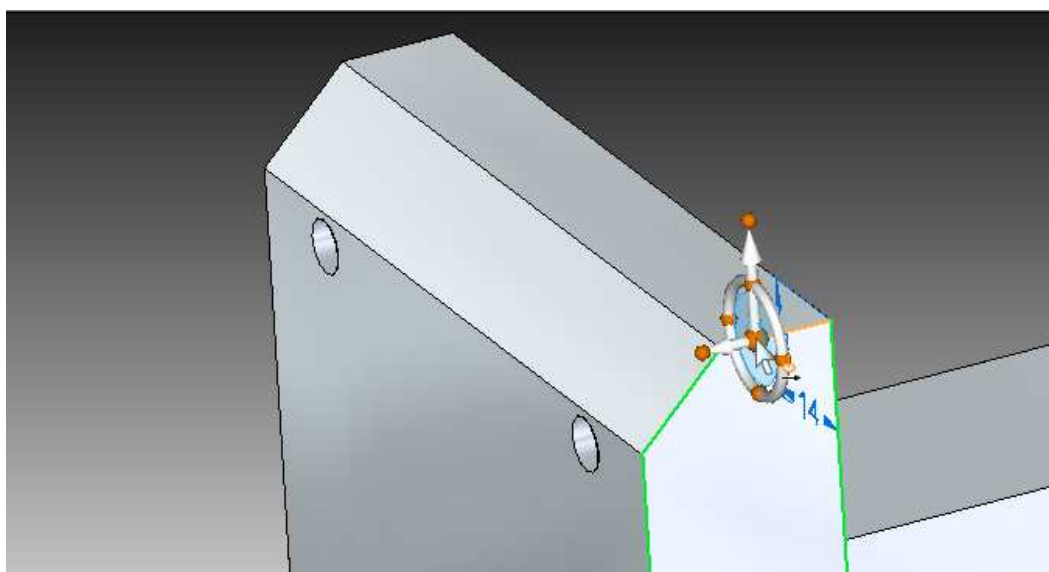
Joonis 4-43. Ääre kaldenurga tahumine (2)

Antud tööriista kasutamine tagab selle, et sisestatud tahu pikkus (*Setback*) ei jää külgede suhtes staatiliseks, vaid võimaldab mõlemaid eelnevalt määratud nurga ulatuses eraldi liigutada (Joonis 4-44).



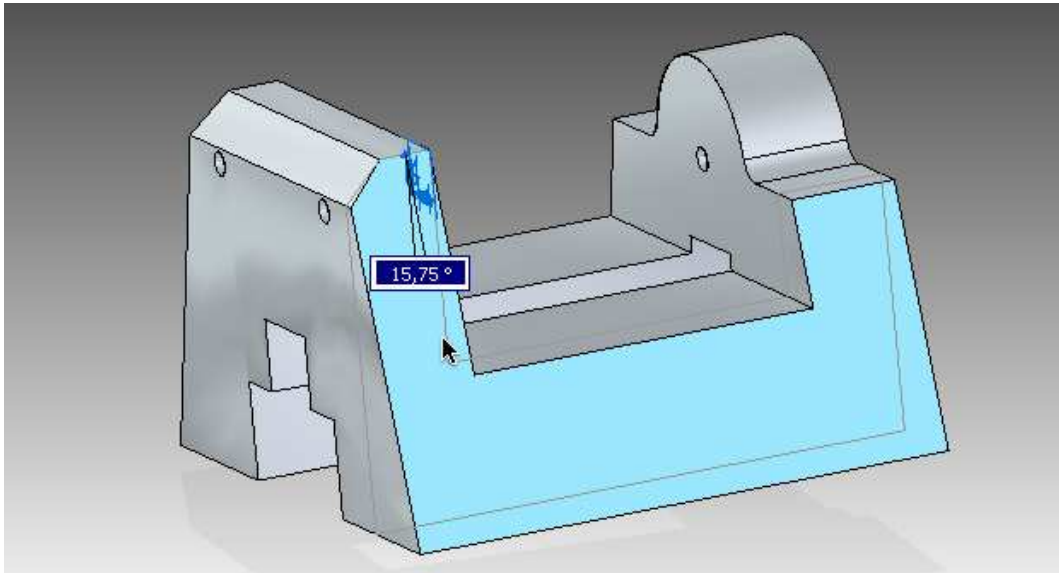
Joonis 4-44. Välimise külje liigutamine

Edasi tuleb muuta kujundi esi- ja tagakülg ($\langle CTRL \rangle + \langle F \rangle$ ja $\langle CTRL \rangle + \langle K \rangle$) täisnurksest asendist suurema nurga alla. Selleks valida **Select** tööriistaga esikülj ning press-pideme nähtavale ilmudes liigutada see oma ümara otspunkti abil vasaku pealmise- ja esikülje ühisele joonele - valikust annab märku ka joone muutumine kollaseks (Joonis 4-45).



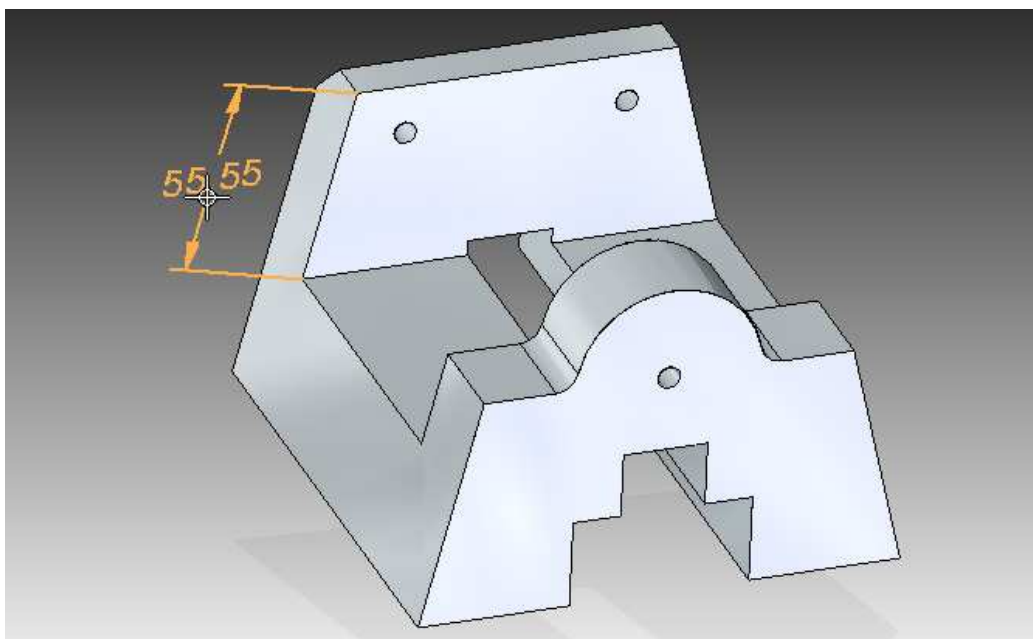
Joonis 4-45. Rooliratta asukoht

Antud tegevuse käigus muutus pide automaatselt nõ roolirattaks (*Steering Wheel*), mis võimaldab mugavamalt modelleerimist. Järgmiseks tulebki klõpsata selle ratta valge osa peale ning hiirt liigutades määrata uus kaldenurk vabalt valitud väärtusega (Joonis 4-46). Kuna sümmeetria on telgede suhtes paika pandud, siis liigub ka vastaskülg samas ulatuses kaasa.



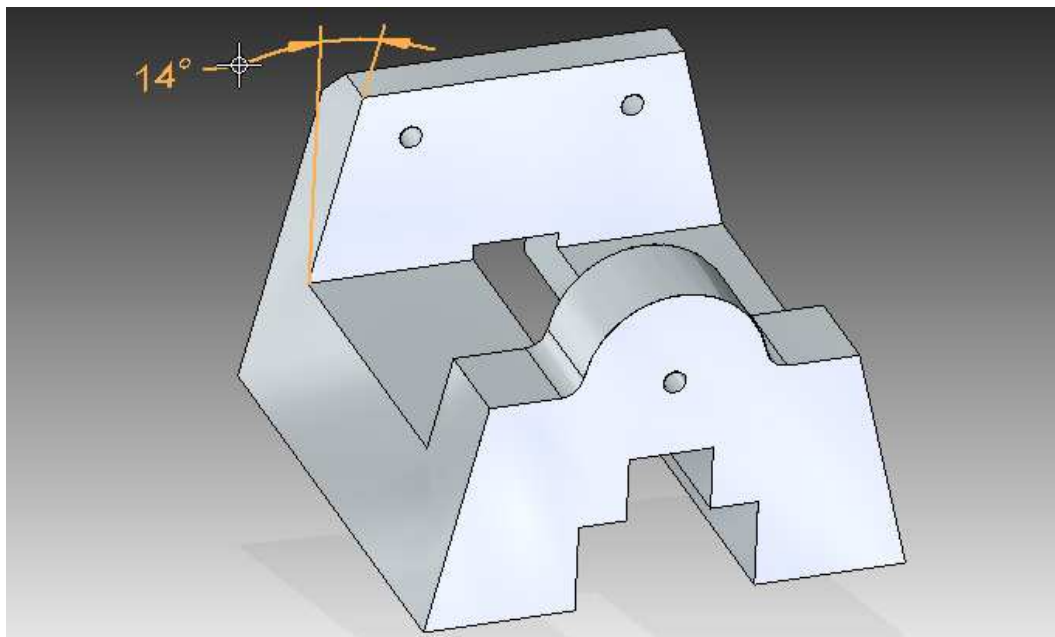
Joonis 4-46. Kaldenurga muutmine (1)

Kõiki väärtusi saab alati muuta **Smart Dimension** (nutikas mõõde) tööriistaga, mis asub **Dimension** grupis. Sellega valida Joonis 4-47 olevate mõõtejoonte vahel asuv külg ning abijoonte ilmumisel vajutada klaviatuuril „A“ tähte.



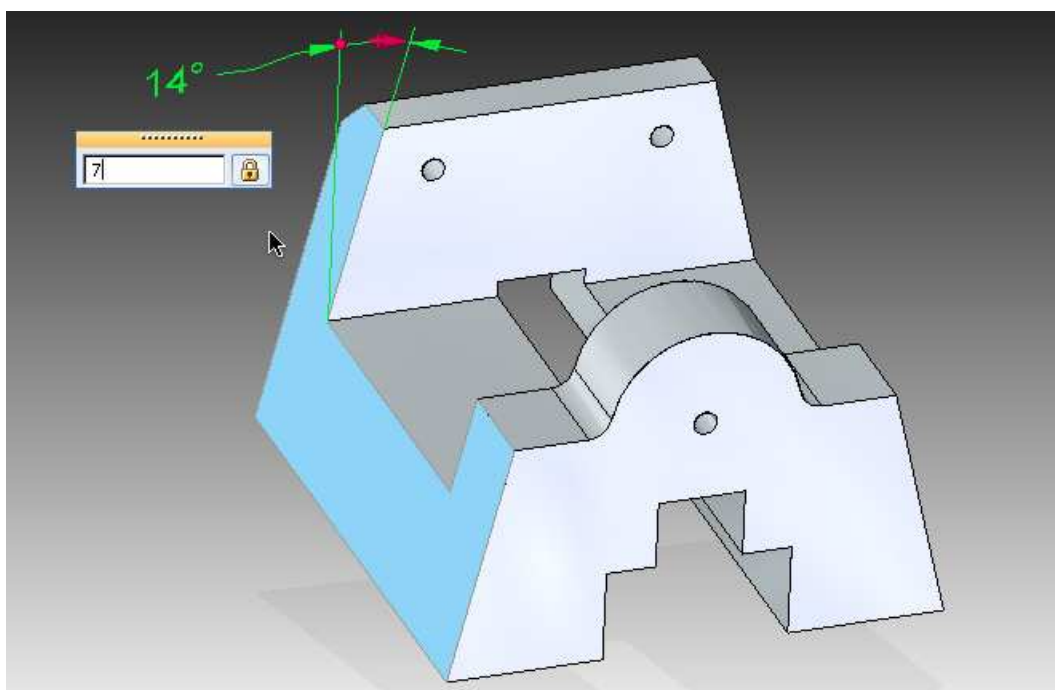
Joonis 4-47. Kaldenurga muutmine (2)

Viimase vajutamisega tagatakse see, et külje mõõde vahetub selle otspunktide-vahelise nurga mõõtmega (Joonis 4-48). Seejärel klõpsata kuvatud väärtus ja abijooned paika.



Joonis 4-48. Kaldenurga muutmine (3)

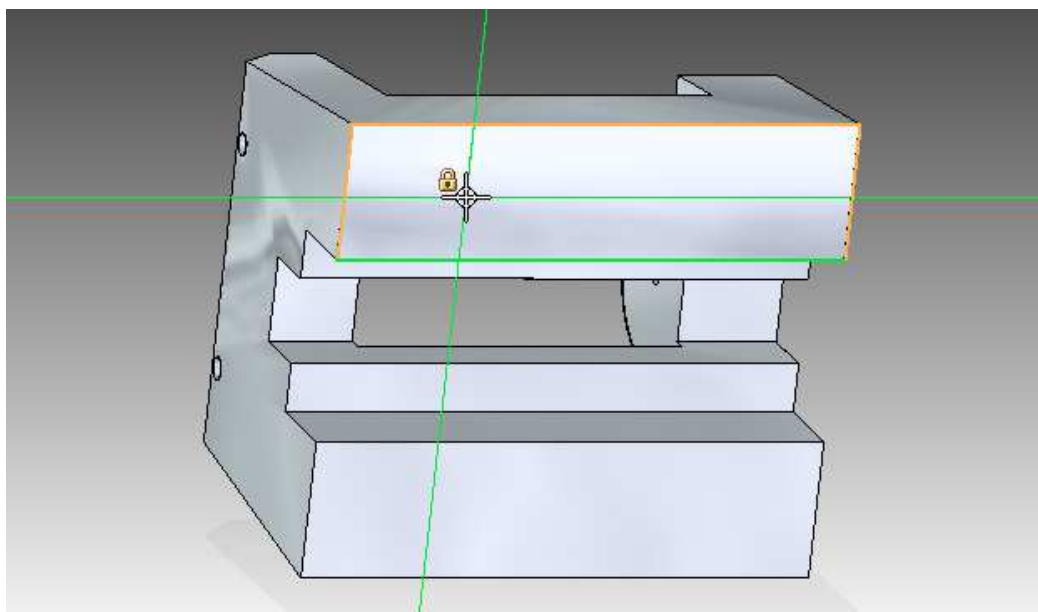
Antud tööriista tulemus kuvatakse seepeale siniselt ning edasiseks nurga kalde muutmiseks klõpsata **Select** tööriistaga numbrilisele väärtusele ning esile kerkinud kasti sisestada väärtuseks 7 (Joonis 4-49) ja see kinnitada **Enter** klahviga.



Joonis 4-49. Kaldenurga muutmine (4)

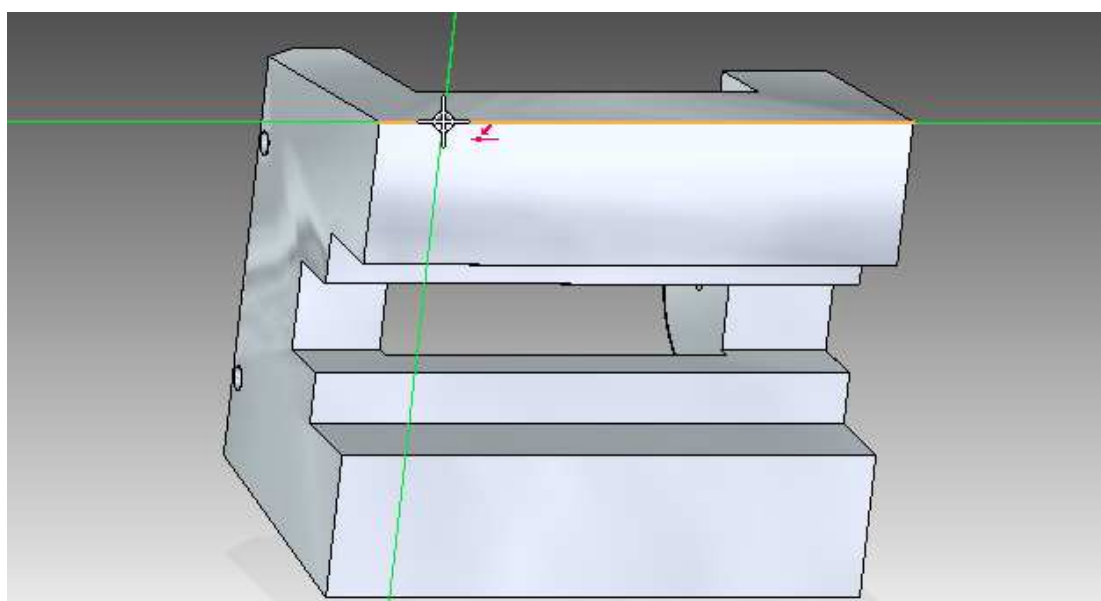
4.9 Tugi-kinnitused

Edasiseks täienduseks tuleks mudeli äärtesse lisada veel kinnituskohad. Seda alustada eskiisi loomisest, kasutades **Line** (joon) tööriista ning aluseks valida kujundi põhi ning see ka vastava ikooni või klahviga lukustada (Joonis 4-50).



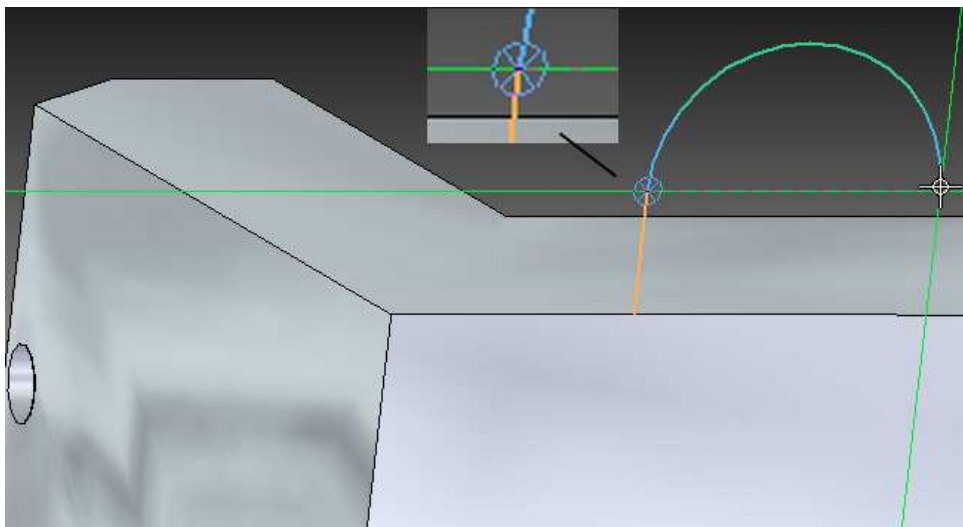
Joonis 4-50. Eskiisi tasandi lukustamine

Seejärel viia kursor põhja vasaku külje ligidusse ning joonte ühendust märkivat ikooni järgides kinnitada esimene punkt (Joonis 4-51).



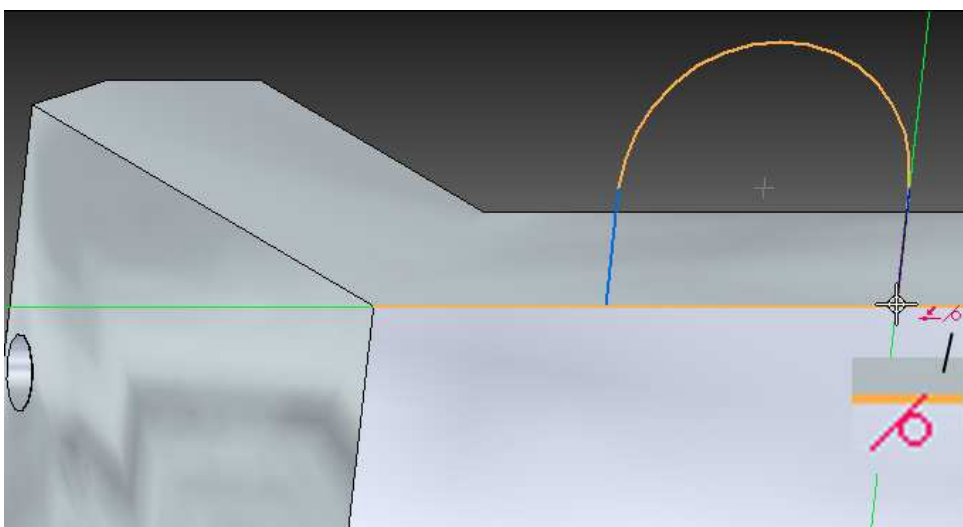
Joonis 4-51. Joone alguspunkt

Joone teine punkt panna paika kujundist veidi eemal, jälgides kindlasti ka vertikaalsust märkivat ikooni. Kinnitamise järel vajutada klaviatuuril „A“ tähte, et joone tööriist viia üle kaare joonistamiseks. Peale seda tekib joone otspunkti nelja sektoriga ikoon, milledest kursorit läbi viies pannakse paika kaare joonistamise suund. Antud juhul viia kursor läbi ülemise sektori ning kaare lõpp-punkt kinnitada algpunktist veidi eemal (Joonis 4-52). Kindlasti jälgida ka seda, et punktide vahele tekiks punktiirjoon, mis tähistab nende paralleelsust eskiisi aluspõhjaga.



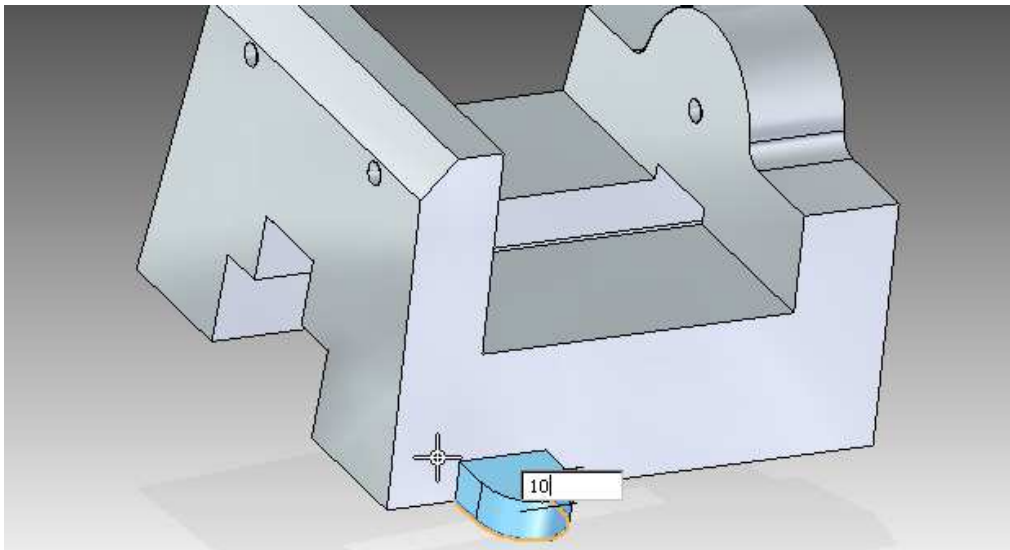
Joonis 4-52. Sektorid joone otspunktis

Eskiisi lõpetamiseks ühendada joonestatav kujund lõplikult mudeli põhjaga – jälgida ka seda, et enne kinnitamist ilmuksid nähtavale joonte ühendust ning kaare ja joone siduvust märgistav ikoon (Joonis 4-53). See tagab edaspidi joone ja kaare sümmeetrilise liikumise.



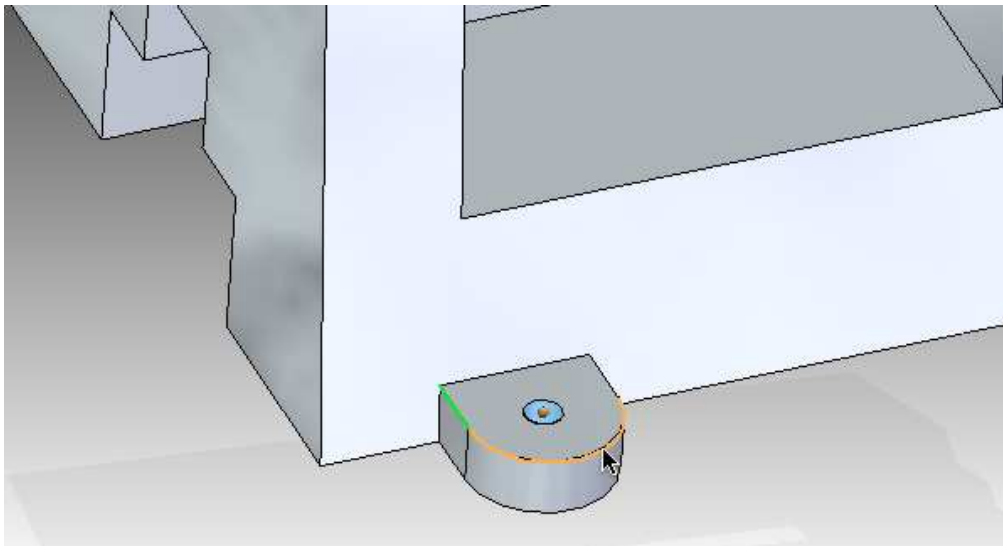
Joonis 4-53. Puudet märgistav ikoon

Saadud eskiisist tuleb taaskord **Select** tööriistaga materjali välja pressida. Seda teha tavapäraselt, press-pidet kasutades, allpool näidatud ulatuses (**10mm**) - Joonis 4-54.



Joonis 4-54. Kinnituse kõrgus

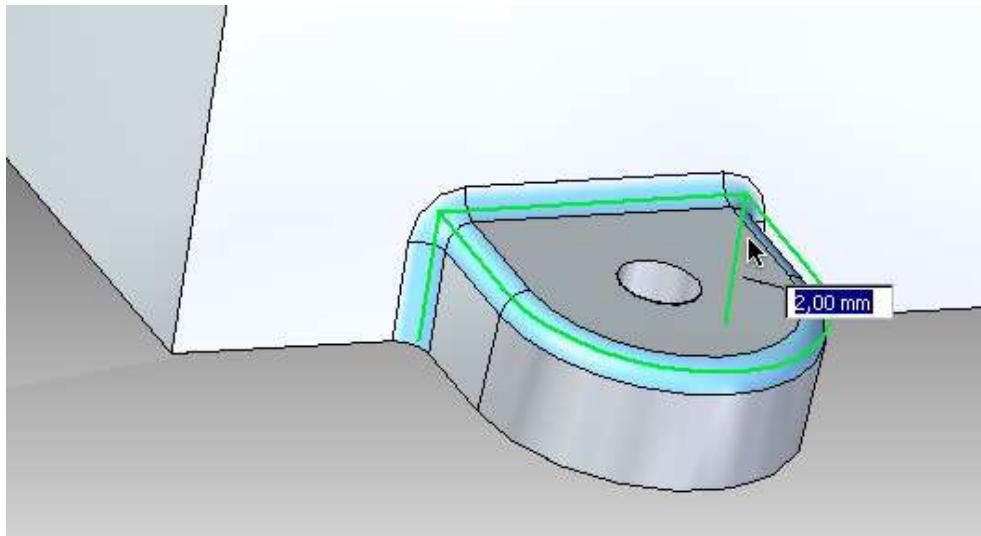
Kinnituse keskpunkti tuleks lisada ka auk – selleks valida **Solids** grupist **Hole** (ava) tööriist ning augu kinnitamiseks viia kursor taas kaare välimise joone peale ning sellele klõpsates ka soovitud tulemus kinnitada (Joonis 4-55).



Joonis 4-55. Lisatav ava

Lõplikuks viimistlemiseks ning objekti tugevuse suurendamiseks tuleb loodud kinnituse ääred ka kumeraks muuta – selleks valida **Solids** grupist **Round**(ümarda) tööriist ning sellega

märgistada pealmised ja külgmised ääred (allpool märgitud roheline joonega). Ümarduse väärtuseks kinnitada 2 (Joonis 4-56).

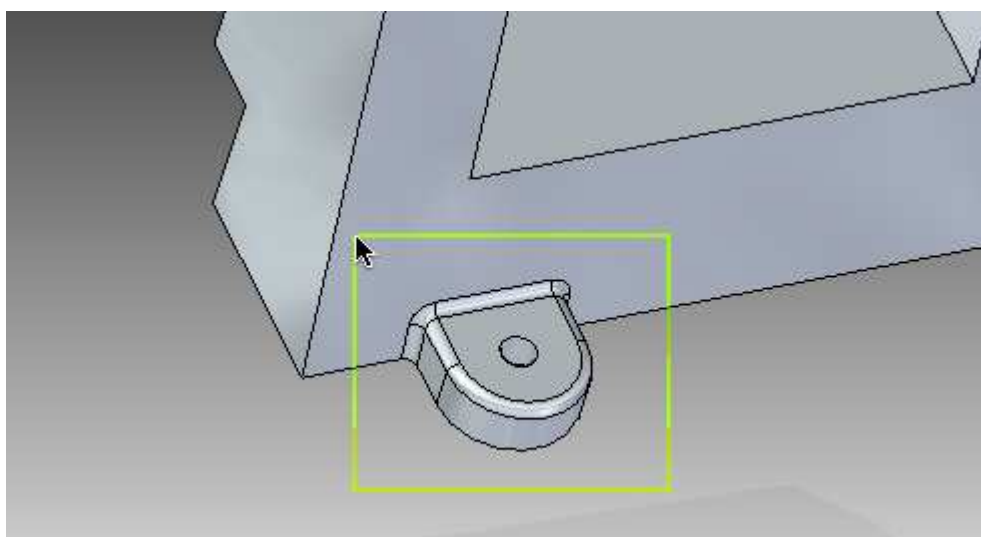


Joonis 4-56. Ümardatud ääred

4.10 Peegeldamine

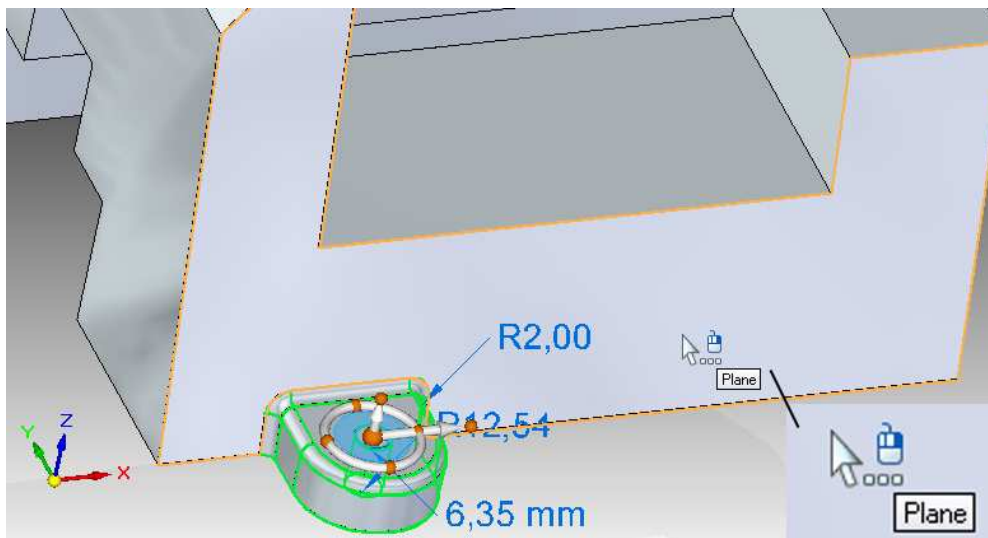
Kui mudeli osa on lõplikult viimistletud, on võimalik see peegeldamise protseduuri ja varem loodud seoste abil ka teistele külgedele kopeerida.

Esmalt tuleb märgistada kopeeritav objekt – seda teha **Select** tööriistaga, lohistades valikut üle soovitud kujundi (Joonis 4-57).



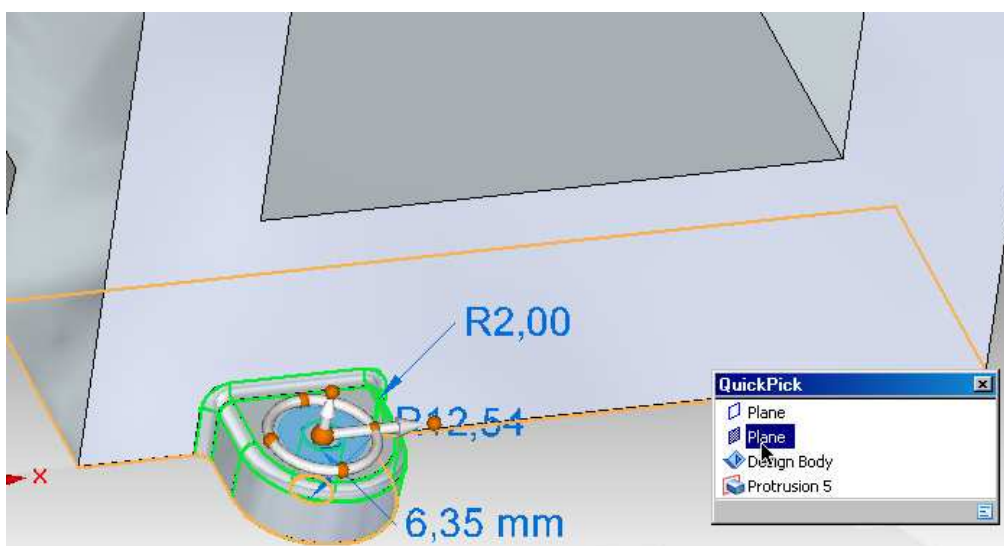
Joonis 4-57. Objekti valimine

Kuna märgitud kinnituse põhjaks on terve mudeli põhi, siis tuleb ka viimane juurde valida. Selleks hoida kursorit hetkeliselt üle objekti ning **Plane**(tasand) teksti ja vastava ikooni ilmumisel (Joonis 4-58) vajutada paremat hiireklahvi.



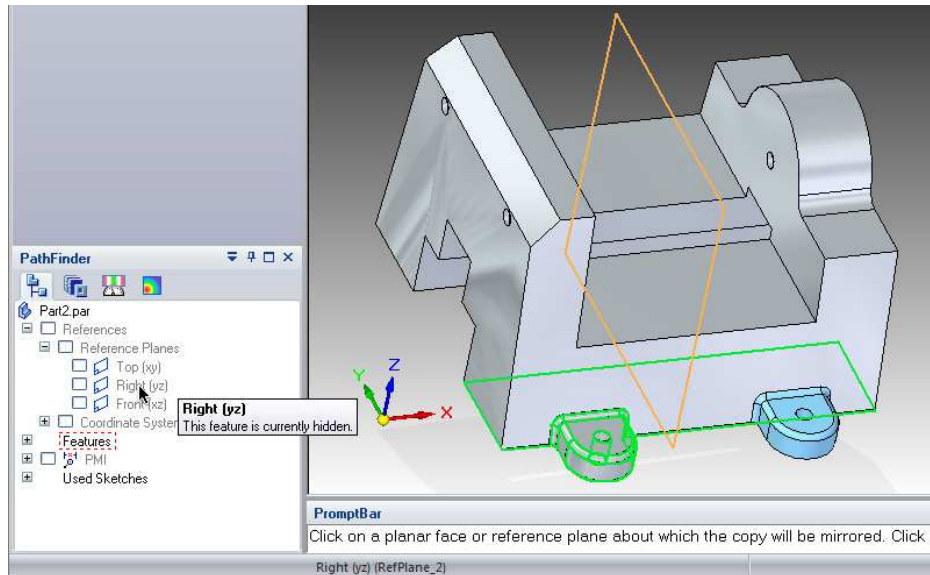
Joonis 4-58. Tasandi valimine (1)

Nähtavale ilmub **QuickPick**(kiirvalik) menüü, mille nimekirjast valida teine tasand(*Plane*) ning jälgida, et ka põhja äärised muutuksid kollaseks (Joonis 4-59).



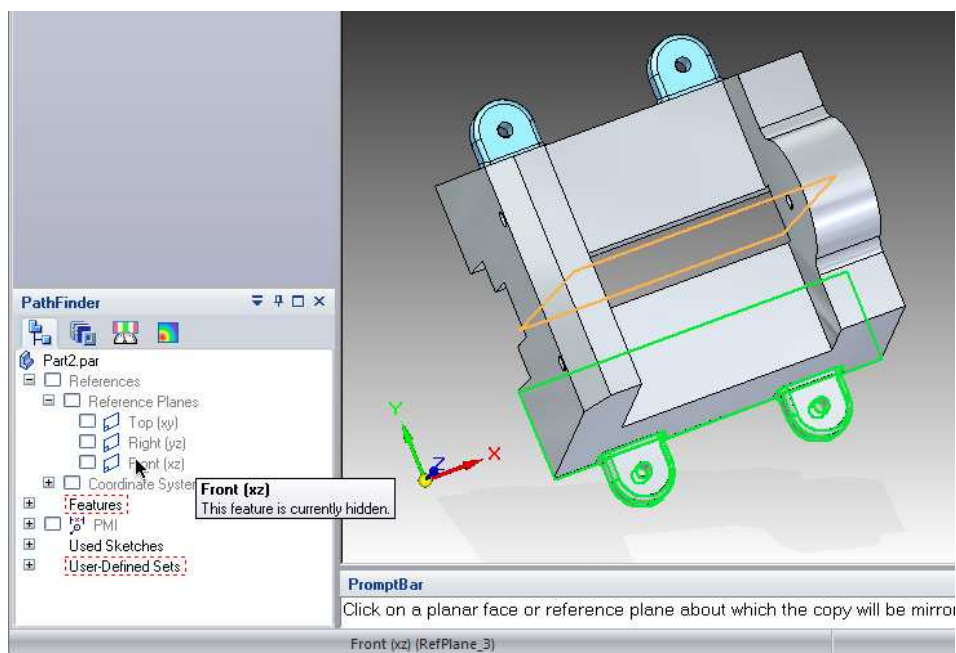
Joonis 4-59. Tasandi valimine (2)

Seejärel valida **Pattern** grupist **Mirror**(peegeldama) ning **PathFinder**(rajaleidja) ribal klõpsata **Right (yz)** tasandit märgistavale tekstile (Joonis 4-60). Selle tegevusega peegeldatakse valik YZ-tasandi suhtes ühelt poolelt ka teisele.



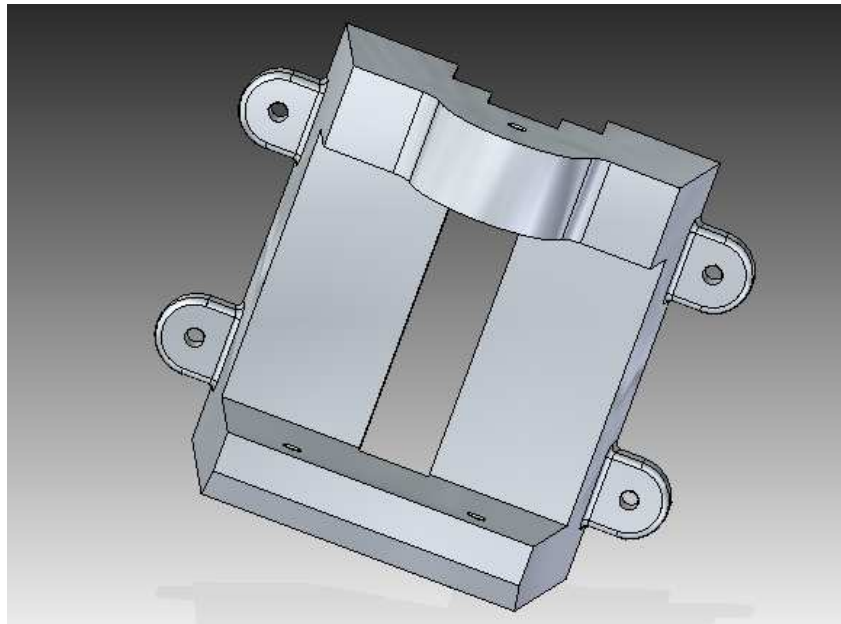
Joonis 4-60. Peegeldamine (1)

Järgmiseks tuleb eelnevalt mainitud viisil valida uuesti mõlemad kinnitused ja ka nende põhi ning need peegeldada **Front (xz)** tasapinna suhtes (Joonis 4-61).



Joonis 4-61. Peegeldamine (2)

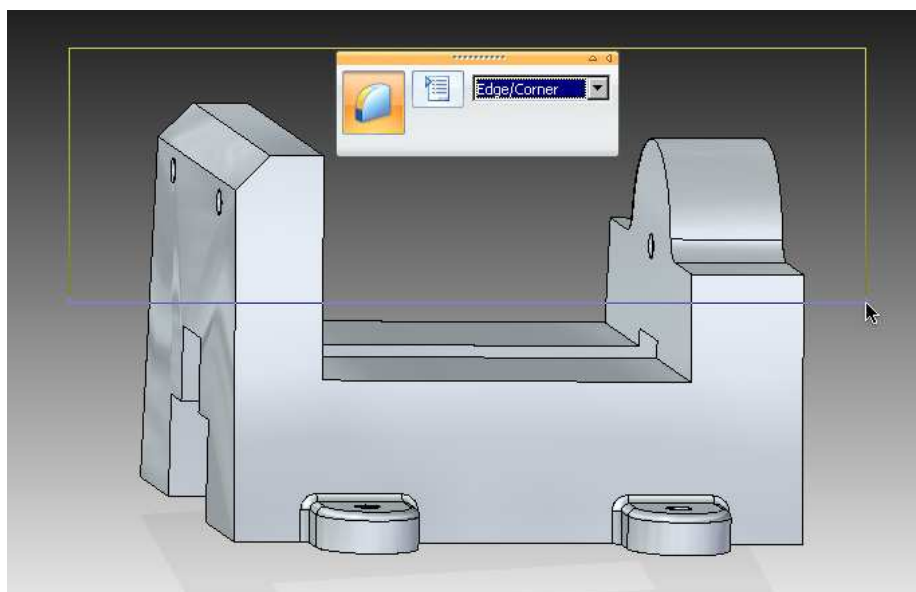
Tulemuseks on identsed kinnitused kujundi neljas ääres (Joonis 4-62).



Joonis 4-62. Mudel nelja kinnitusega

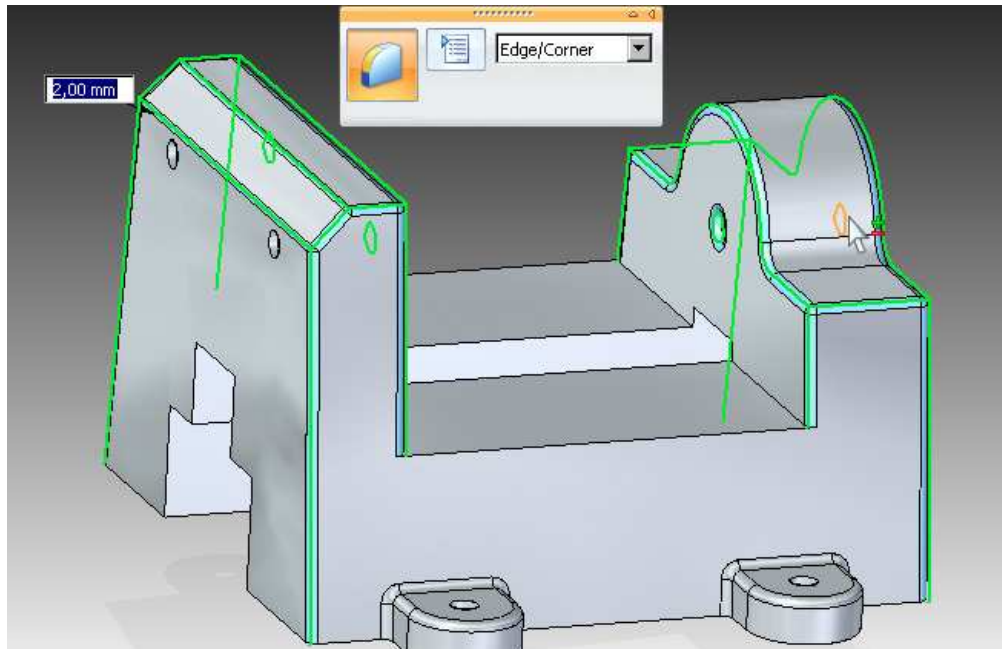
4.11 Lõppviimistlus

Valminud kujundil tuleb lõppviimistluseks veel valitud hulk välimisi ääri ümaraks muuta. Selleks kasutada taas **Solids** grupist **Round** tööriista ning töölauale ilmunud kiirvalikute ribalt määrata valikutüübiks **Edge/Corner** (äär/nurk) - seejärel lohistada valik üle terve kujundi allpool näidatud viisil (Joonis 4-63).



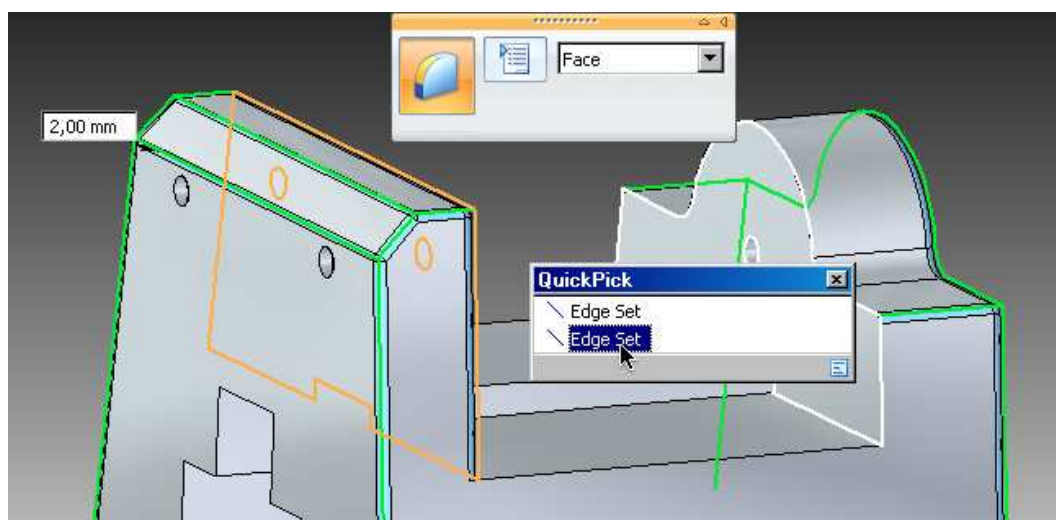
Joonis 4-63. Äärte valik

Järgmiseks tuleb veel täpsema viimistluse tarbeks valida hiireklõpsuga, **Shift** klahvi samal ajal all hoides, kõikide kumeraks muutunud avauste välimised ääred, et neilt antud tööriista mõju maha arvestada (Joonis 4-64).



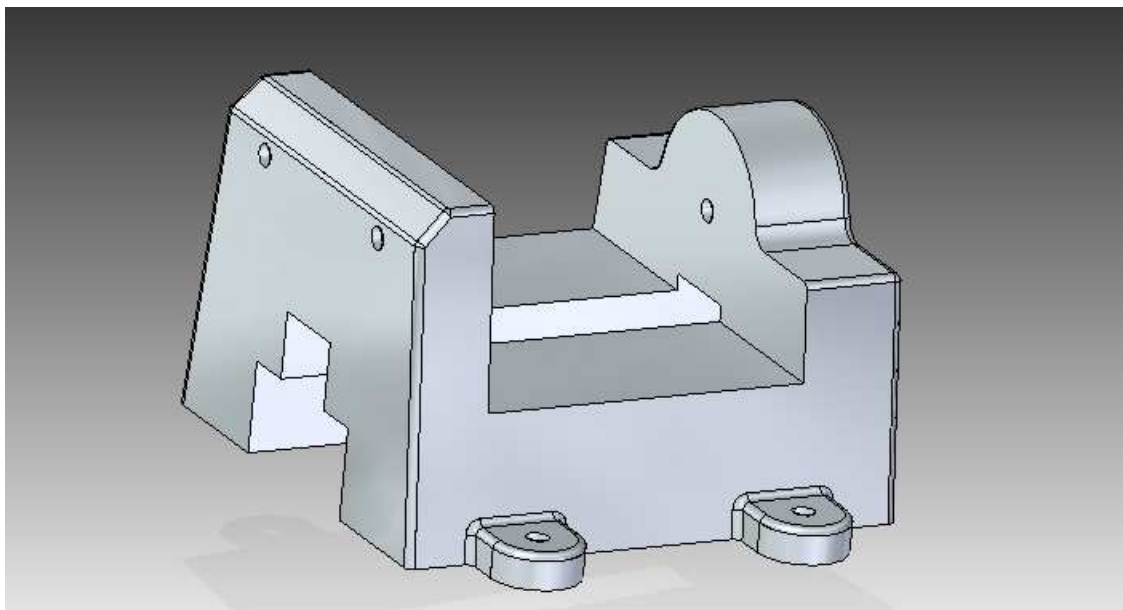
Joonis 4-64. Välimiste avade äärte valimine

Kuna modelleeritud kujundil peaksid olema ka ümardamata sisemised ääred, siis kiirvalikute ribalt määrata valikutüübiks **Face(pind)** ning eelnevaga sarnaselt märgistada hiireklõpsu ja **Shift** klahviga mõlemad sisemised küljed – tuleb ka silmas pidada, et peidetud külje valimiseks peab kasutama **QuickPick**(kiirvalik) menüüd (Joonis 4-65).



Joonis 4-65. Sisemiste pindade valimine

Seejärel lõpetada tööriista tegevus kumeruse ulatuse (**2,00 mm**) kinnitamisega *Enter* klahviga ning soovitud kujund ongi valmis (Joonis 4-66).



Joonis 4-66. Valminud mudel

KOKKUVÕTE

Sünkroontehnoloogia on uudne lahendus ning sellest tulenevalt ei ole selle kohta ka praktilisi materjale veel laialt levinud. Bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua ülevaade antud valdkonnast ja tehnoloogiast ning koostada eestikeelne modelleerimisjuhend *Solid Edge ST2* tarkvarale, aitamaks huvilistel teemaga tutvuda.

Kuna töö annab modelleerimisega alustamiseks algteadmised, siis edasiarendustes on võimalik välja tuua näiteid ülejäänud tööriistade kasutamisest antud tehnoloogias ning luua veel keerukamaid kujundeid. Samuti on võimalus süvitsi uurida uue ja vana tehnoloogia erinevusi ning sellest tulenevalt läbi viia ka jõudlusteste.

Töö praktiliseks väljundiks ongi emakeelne õppematerjal, mida on võimalik digitaalsel kujul huvilistele tasuta jagada ning kasutada erinevates õppetöös.

KASUTATUD ALLIKAD

1. Engineering design process. (s. a). *Wikipedia, the free encyclopedia*. [2010, aprill].
http://en.wikipedia.org/wiki/Engineering_design_process
2. Freeform surface modeling. (s. a). *Wikipedia, the free encyclopedia*. [2010, aprill].
http://en.wikipedia.org/wiki/Freeform_surface_modelling
3. Research and development. (s. a). *Wikipedia, the free encyclopedia*. [2010, aprill].
http://en.wikipedia.org/wiki/Research_and_development
4. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. (s. a).
„create_vise_PD_silent.avi”. [ametlik videomaterjal].
5. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. (2008). *Getting started with Solid Edge with Synchronous Technology*. [2010, jaanuar].
<http://www.asi.polimi.it/software/solidedge/GettingStarted.pdf>
6. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. (s. a). *Solid Edge Synchronous Modeling Technology Help*. [2010, aprill].
7. Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. (2009). *Solid Edge with Synchronous Technology 2 Installation and Licensing*. [2010, aprill].
<http://www.edgeaustralia.com.au/OnlineSales/documents/sesetup.pdf>
8. Synchronous Technology. (s. a). *Wikipedia, the free encyclopedia*. [2010, aprill].
http://en.wikipedia.org/wiki/Synchronous_Technology
9. Vallaste, H. (2010). *e-Teatmik: IT ja sidetehnika seletav sõnaraamat*. [2010, aprill].
<http://www.vallaste.ee/>

LISA 1. SÜSTEEMINÕUDED

Operatsioonisüsteemi ja tarkvara nõuded

Windows XP Professional (32- või 64-bitine)

Windows Vista Business või *Vista Enterprise* (32- või 64-bitine)

Internet Explorer 7 või *8* (*Internet Explorer 6.0* täidab miinimum-nõudeid)

Süsteeminõuded riistvarale

Solid Edge ei toeta *Intel Itanium* protsessoreid.

Soovituslik süsteemi konfiguratsioon

- 32-bitine (x86) või 64-bitine (x64) protsessor
- *Windows XP Professional* koos *Service Pack 3* uuendusega
- vähemalt 2GB RAM-i
- *True Color* (32-bit) või 16 miljonit värvi (24-bit) värvikvaliteet
- ekraani resolutsioon: 1280 x 1024

Miinimum süsteemi konfiguratsioon

- 32-bitine (x86) või 64-bitine (x64) protsessor
- *Windows XP Professional*
- vähemalt 1GB RAM-i
- 65K värvikvaliteet
- ekraani resolutsioon: 1024x768
- 1.9GB kettaruumi programmi installeerimiseks

Windows Vista soovituslik süsteemi konfiguratsioon

- 32-bitine (x86) või 64-bitine (x64) protsessor

- *Windows Vista Business* või *Enterprise Service Pack 1* või *2*
- vähemalt 2GB RAM-i
- *True Color* (32-bit) või 16 miljonit värvi (24-bit) värvikvaliteet
- ekraani resolutsioon: 1280 x 1024
- Windows Vista Aero nõuab *DirectX 9* klassi graafikakaarti koos alljärgnevate omadustega:
 - *WDDM* draiver
 - *Pixel Shader 2.0*
 - 32 bitti piksli kohta
 - 256 MB graafikamälu

Vista miinimum süsteemi konfiguratsioon

- 32-bitine (x86) või 64-bitine (x64) protsessor
- *Windows Vista Business* või *Enterprise*
- vähemalt 1GB RAM-i
- 65K värvikvaliteet
- ekraani resolutsioon: 1024x768
- 1.9GB kettaruumi programmi installeerimiseks