

Laboritöö 3

I osa – Joonestustehnika

II osa - 3D modelleerimise põhifunktsioonid II

Õpitavad pädevused:

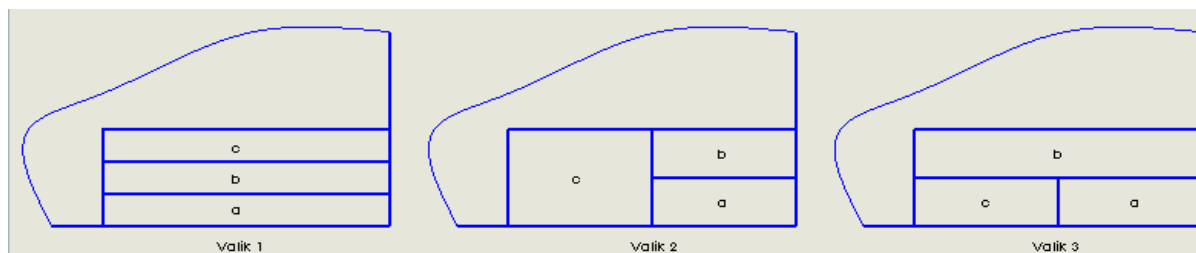
- Nõuetekohaste jooniste loomine SolidWorksi keskkonnas.
- Joonis kui eraldi fail, dokument. Erinevad formaadid, oma malli loomine.
- Tehnilise joonise komponendid - kujutused, kirjanurk, mõõdud, annotatsioonid.

Teadmiste ja oskuste kontroll :

- Demonstreerida jooniste loomise protsessi.
- Joonise komponentide modifitseerimine.
- Joonise välja print.
- Joonise vormistamisele osutatavad nõuded

1.1 Joonise vormistamine

Kirjanurk asub joonise alumises parempoolses nurgas, toetus pikema küljega vastu alumist ja lühema küljega vastu parempoolset raamjoont. Kirjanurga kohta kehtestatud standardid ISO 7200; ISO 7573 sisaldavad ainult üldisi põhimõtteid ning soovitusi, seepärast peab iga firma leidma ise endale sobiva kirjanurga vormi. Kogu kirjanurgas sisalduv info paigutatakse kahele alale: põhi- ja täiendavainfo alale (põhiinfo ala paremal all nurgas, täiendav info sellest vasakul või üleval). Põhiinfoala 3 kohustuslikku lahtrit (joonestatud pideva jämejoonega): a) dokumendi tähis b) toote nimetus c) dokumendihaldaja andmed (nt. firma nimi). Tähis paigutatakse alati joonise paremasse alumisse nurka (Joonis 1).

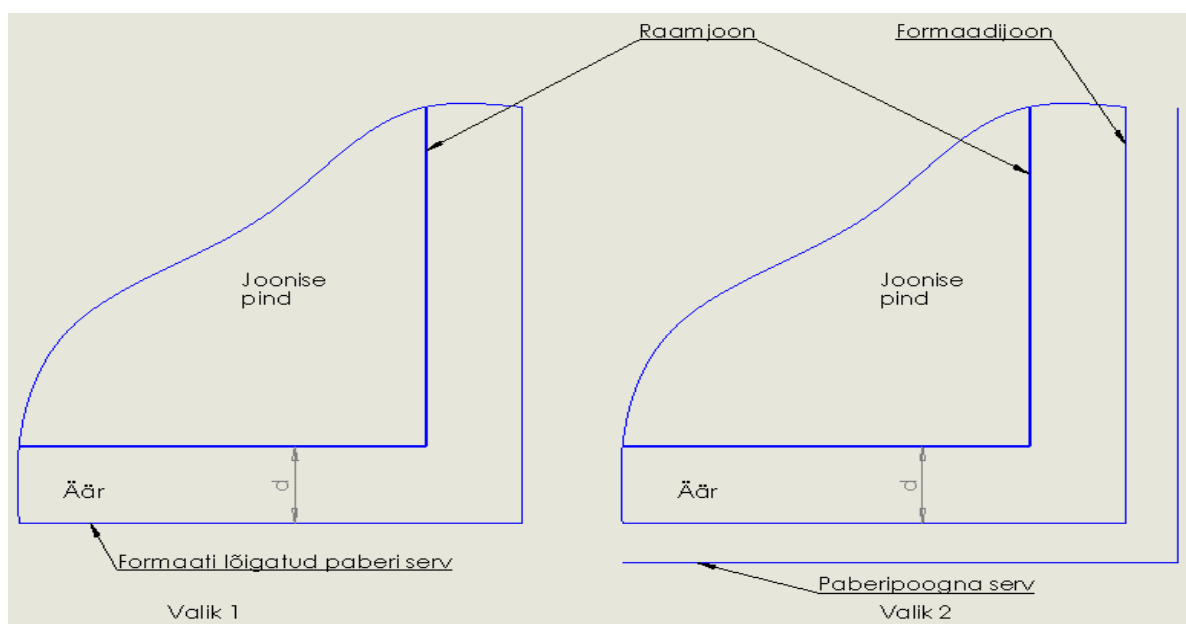


Joonis 1: Kirjanurga põhifunktsiooni lahtrid

Täiendavad lahtrid, mis paigutatakse kirjanurka vajaduse korral võiks olla:

- tehnilise sisuga;
Pinnakaredus (ISO 1302), pindade geomeetriline kuju ja asenditolerantside tähistamise meetod (ISO 1101), näitamata piirhálbed (ISO 2768), kasutatu materjal.
- konstruktsiooni dokumentatsiooni selgitava sisuga;
Joonise lehe mõõtmed või formaat, joonise esimese väljalaske kuupäev, joonise ümbervaatamise kuupäev, muudatuste kuupäev, vastutavate isikute andmed ja allkirjad.
- informatsioonilise sisuga;

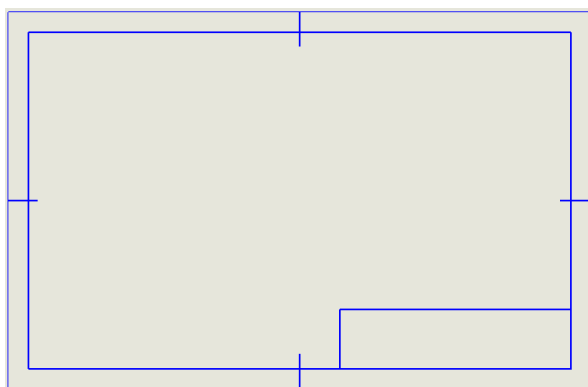
Projektsioonimeetodi sümbol, joonise mõõtkava, joonmõdu ühik, mass.



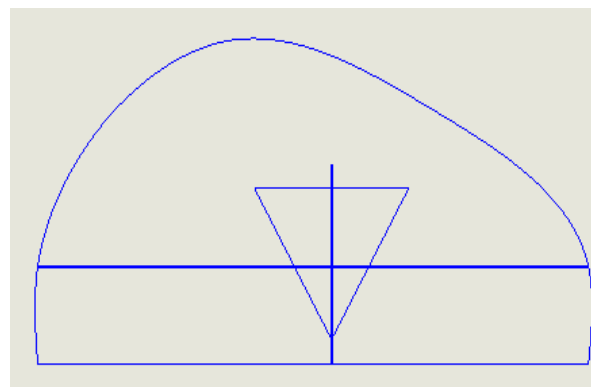
Joonis 1.1 : Raamjoon ja ääred (d – ääre minimaalne väärtus on kas 20 mm (A0; A1) või 10 mm (A2; A3; A4))

Raamjoon tõmmatakse vähemalt 0,5 mm paksuse pideva jämejoonega (Joonis 1.1).

Tsentreerimismärgid on vähemalt 0,5 mm jämedused kriipsud, mis algavad formaadijoonest ja mis tõmmatakse üle raamjoone joonise pinnale umbes 5 mm ulatuses. Tsentreerimismärgid aitavad joonise asendit fikseerida kopeerimisel (Joonis 1.2).



Joonis 1.2 : Tsentreerimismärgid

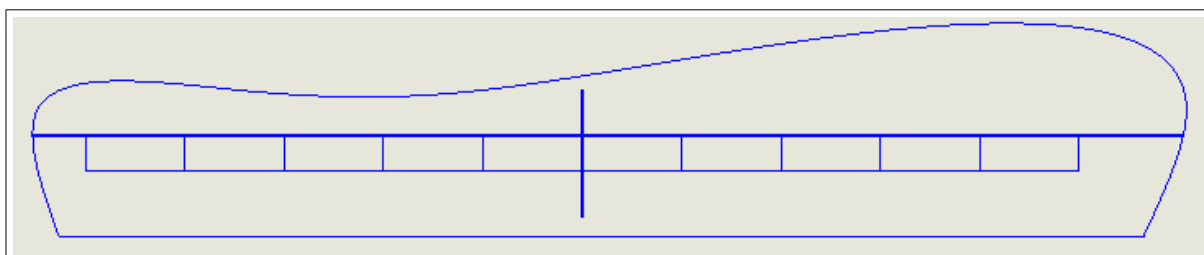


Joonis 1.3 : Orientatsioonimärk

Kõiteriba asub kirjanurgast joonise vasakus ääres. Moodustub formaati lõigatud paberiserva ja raamjoone 20 mm-i vahena.

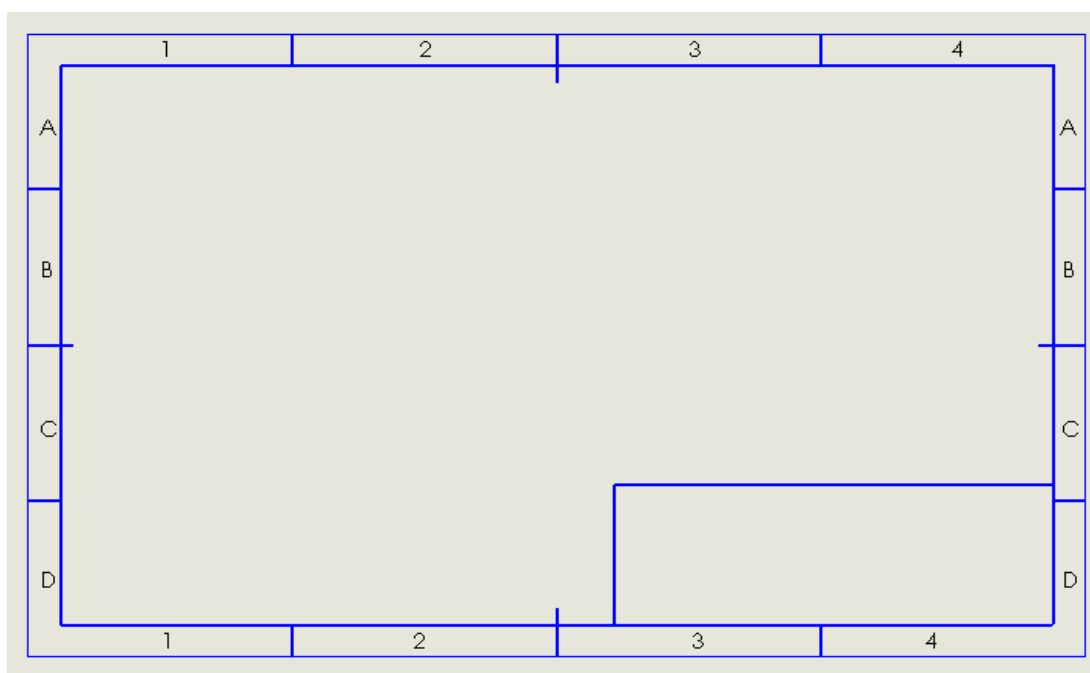
Orientatsiooni märgid aitavad joonist joonestuslaua suhtes õigesse asendisse seada. Märgid paigutatakse raamjoontel tsentreerimismärkide peale – üks alumisele, teine vasakule küljele. Joonestatakse pideva peenjoonega (Joonis 1.3).

Meetermõõdustiku skaala väikseim vahe on 10 mm. Skaala on 100 mm pikk ja kuni 5 mm laiune riba, joonestuspinnast väljaspool vastu raamjoont ning sümmeetriline tsentreerimismärgi suhtes. Skaala joonestatakse pideva jämejoonega (Joonis 1.4).



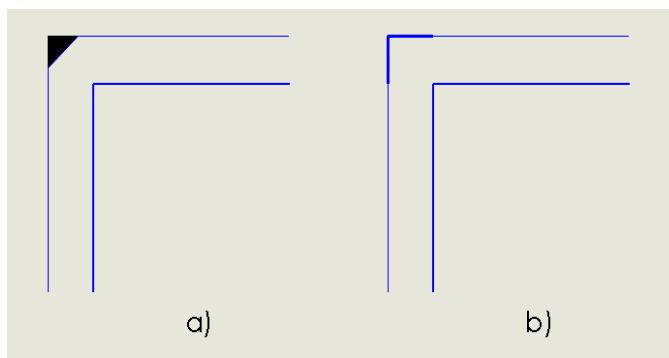
Joonis 1.4 : Meetermõõdustiku skaala

Tsoonid e. väljad (ISO 5457). Koostejoonise hõlbustab toote viitenumbreid leida joonispinna jaotamisega väiksemateks kujutletavateks väljadeks. Joonise liigendamisel peab väljade hulk jaguma kahega. Väljade mõõtmed peavad olema vahemikus 25...75 mm. Väljad märgistatakse vähemalt 0,5 mm jämeduste kriipsudega raam ja formaatjoonte vahel. Väljade tähistamist alustatakse kirjanurgasuhtes diagonaalsest vastasnurgast: vasakult paremale (araabia numbritega), ülalt alla (ladina suurtähtedega). Tähiseid korratakse joonise vastasäärel. Tähed kui numbrid tehakse 5 mm kaugusele formaati lõigatud paberi servast (Joonis 1.5).



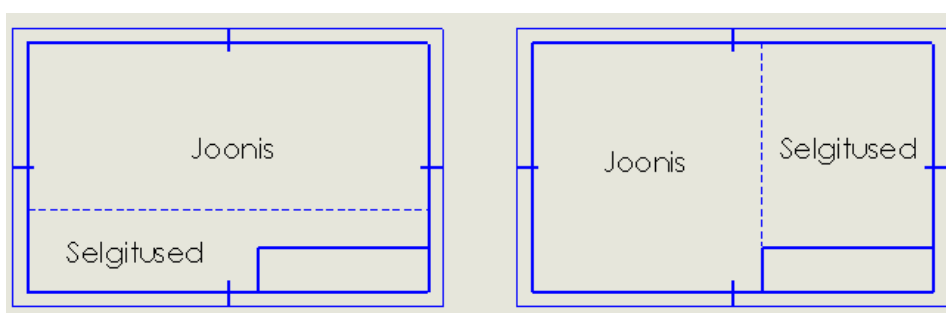
Joonis 1.5 : Joonisepinna jagamine väljadeks

Formaatilõikamise märgid lihtsustavad oluliselt jooniselehe õiges formaadis väljalõikamist lõikemasinatel (joonestatakse nelja nurka). Märkideks on kas seest täidetud täisnurksed võrdhaarsed kolmnurgad haarrapikkusega 10 mm või 2 mm jämeduse ja u. 10 mm ning teineteisesuhtes täisnurkselt paiknevad kriipsud (Joonis 1.6).



Joonis 1.6 : Formaatlõikamise märgid

Selgitused, tehnilised nõuded paigutatakse kas kirjanurga kõrvale või kirjanurgast kõrgemal asuvale alale (Joonis 1.7).



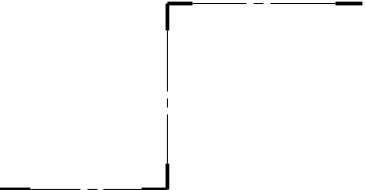
Joonis 1.7 : Selgituste kandmine joonisele

Mõõtkava e. mastaap selgitab eseme ja temast joonisel tehtud kujutiste suuruste vahekorda. Mõõtsuhe on mõõtkava numbriliseks väljenduseks. ISO 5455 alusel on kindlaks määratud mõõtsuhted : suurenduse korral 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1 ja 1:1; vähenduse korral 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000 ja 1:10000. Mõõtsuhe kantakse kirjanurka vastavasse lahtrisse (vajadusel võib joonisel kasutada mitut mõõtsuhet).

Lõikepindade viirutamisega joonisel eristatakse detaili materjali. ISO standard määrab vaid lõikepindade viirutamise või lauskamise üldised reeglid. Enamasti kasutatakse Soome joonestusõpikutes olevaid standarteid. Paralleelsed raamjooned tõmmatakse raamjoone suhtes 45 kraadise nurgaga.

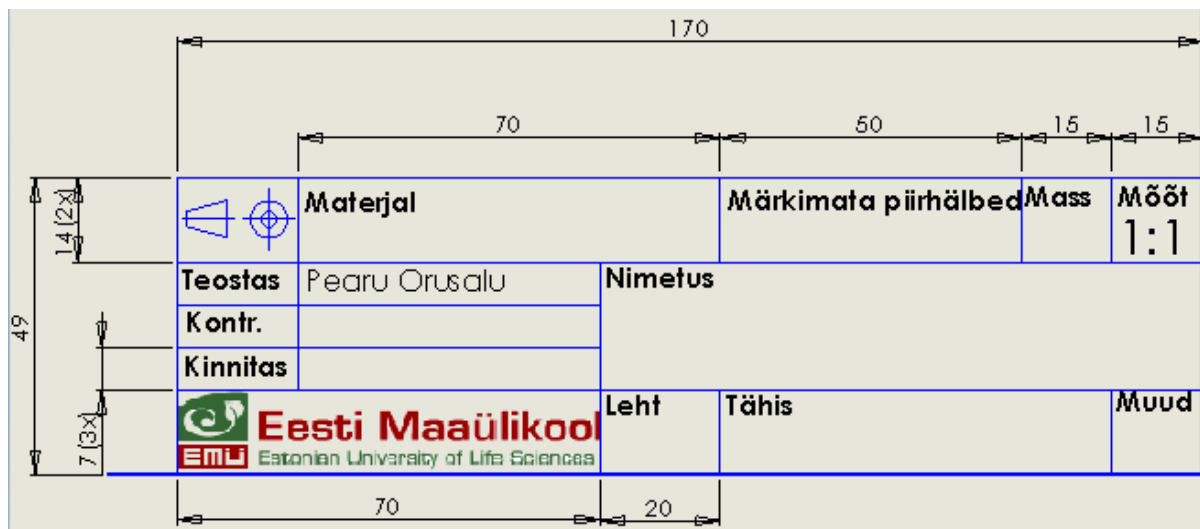
Joon on joonisesse kätkeud tehnilise mõtte olulisim väljendusvahend. ISO 128 kehtestab kindlad joone liigid, määrates ära samuti nende kasutusala. Joonisel kasutatakse jämejoont ja peenjoont, jämeduse suhe peab olema vähemalt 2:1.

Joone liik	Nimetus	Kasutusala
	Pidev jämejoon	Nähtavad kontuurid, nähtavad ülemineku- ja servajooned

	Pidev peenjoon	Kujutletavate pindade üleminekujooned, mõõtjooned, distantsjooned, viitejooned, viirutusjooned, vaate peale joonistatud ristlõike kontuurid, lühikesed tsentrijooned, viitejoonte laudid, keerme põhijooned, hammasratta jalgaderingjoon, väljatoodud elemendi eraldusjoon (vaadatel, lõigetel, ristlõigetel), teljed, tasapinna jälgjooned, konstruktsioonijooned
 	Pidev vabakäe peenjoon Murretega peenjoon	Katkestusjooned, vaate ja lõike eraldusjoon
 	Jäme kriipsjoon Peen kriipsjoon	Varjatud kontuurjooned, varjatud ülemineku- ja servajooned
	Kriipspunkt-peenjoon	Pikad tsentrijooned, sümmeetriateljed, trajektoori märkivad jooned
	Kriipspunktpeenjoon, otstest ja murdekohtadest jäme	Lõikepindade kulgemist näitavad jooned
	Kriipspunkt-jämejoon	Märgistusjoon joonte või pindade jaoks, mille kohta kehtivad erinõuded
	Kriipskakspunkt-peenjoon	Külgnevate detailide kontuurid, liikuvate osade teisi või äärmisi asendeid märkivad jooned, raskuskeset märkivad jooned, painutusjooned pinnalaotusel, lõikepinna ees asuvate elementide kontuurid

1.2 Oma kirjanurga loomine

ISO standardite kohaselt luua SolidWorksi keskkona Eesti Maaülikooli kirjanurk (Joonis 1.8)-



Joonis 1.8 : Eesti Maaülikooli joonise kirjanurk

- Looge uus joonis. Valige *A4 – Portraite* formaat. Programm avab juba tuttava standardformaadiga joonise.
- Kirjanurga muutmiseks st. joonise formaadi muutmiseks teha hiire parema klahviga vajutus) *Sheet1* lipikul joonise alumises vasakus servas ning valida *Edit Sheet Format*. Järgnevalt tegutseda sarnaselt eskiisi loomise praktikale, Teie käsutuses on eskiisi loomise tööriistad – joonte, ristkülikute loomiseks ning mõõtmestamiseks. Raamjoone paigutamiseks täpselt 10mm kaugusele lehe servast jälgige olekurea koordinaate.
- EMÜ logo tarnimiseks SolidWorks keskkonda kasutage *Copy-Paste* meetodit
- Pärast kirjanurga valmimist kustutage mõõtmed ning väljuge formaadi redigeerimise režiimist – parema hiire klahviga. Salvestage loodu edaspidiseks kasutamiseks mallina, menüü *File – Save As, Save As Type - Drawing Template*. Tulemus peab olema samasugune, mis esitatud labori lõpus.
- Samasugune kirjanurk luua ka *A3 – Landscape* jaoks ning salvestada kirjanurga mallina (näide esitatud labori lõpuosas).
- Järgnevatel kõigil valmistatud joonistel laborite jooksul olgu nõuetekohane kirjanurk ning järgitud ISO standardeid!

1.3 Kordamisküsimused

- Õppejõule seletada erinevate jooneliikide kasutusalasid
- Milleks on joonisel mõõtkava, raamjooned, kirjanurk, köiteriba jne ?
- Demonstreerida õppejõule kirjanurga loomist.
- Demonstreerige juhendajale enda poolt avastatud võimalusi süsteemi seadistuste muutmiseks.

2. 3D modelleerimise põhifunktsioonid II

Õpieesmärgid:

- 3D detaili modelleerimise põhivahendite/tööriistade (*features*) kinnistamine
- Eskiisi mõõtmestamise ja elementide geomeetriliste seoste alused
- Joonestamise abivahendid

Teadmiste ja oskuste kontroll :

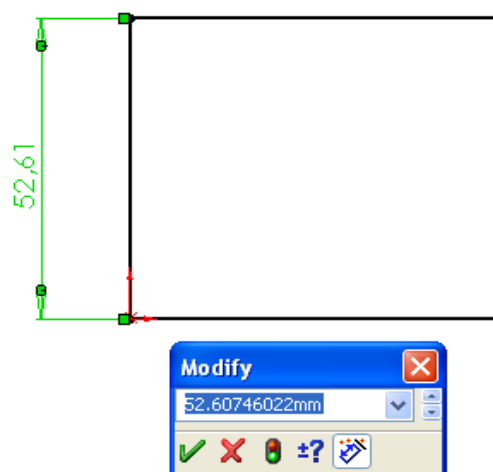
- Näidata ette detaili põhivaated erinevates kuvarežiimides.
- Selgitada geomeetria seoste vajalikkust ning täielikult defineerinud eskiisi olemust.
- Demonstreerida erinevaid joonestamisabivahendeid.

2.1 Baaskuvand

Joonestada vabalt valitud tasandile ruudukujuline eskiis 120x120mm. Ruudu joonestamist alustada koordinaatide alguspunktist. Mitte kasutada abikoordinaatvõrgustikku koos hiiresammu kvantimisega. Selmet tutvume uue tööriistaga, *Smart Dimension*.



- Tööriist asub *Sketch* tööriistahalduris. Lülitage sisse ning veenduge, et hiirekursori juurde tekkis miniatuurne mõõtjoone ikoon.
- *Smart Dimension* tööriist EI MÕÕTMESTA vaid lubab MÄÄRATA mõõdu. Haarake kursoriga suvalisest ruudu küljest, programm kuvab *Modify Dimension* dialoogiakna (Joonis 2).



Joonis 2: *Modify Dimension* dialoogiaken

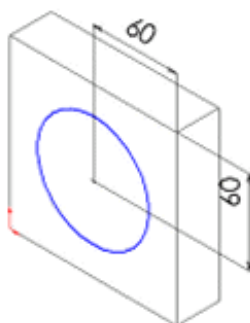
Vaikimisi kuvatakse mõõdu tegelik väärtus. Selle asemele saab projekteerija sisestada

soovitud mõõdu. Meie näite puhul 120 mm. Väärtus kinnitatakse rohelise linnukesega või tühistatakse punasele ristile vajutusega. Teiste nuppude tähendusi vaatame hilisemates laboritöödes.

- Soovitud elementide mõõtmestamist lihtsustab programmi poolt vaikimisi sisselülitatud objektrasseerimine. Liikudes kursoriga üle eskiisi elementide jälgige kursori kuju ning veenduge, et programm teeb aktiivseks kursori alla jääva geomeetria elemendi, joone, punkti vms.
- Jälgige eskiisi joonte värve ja programmi tagasisidet olekurealt. Peaaegu alati on soovitatav eesmärk jõuda täielikult defineeritud eskiisini, *Fully Defined* teade olekureal. Kogu eskiisi geomeetria kuvatakse mustade joontega. Eskiisi täielikuks defineerimiseks tuleb üheselt määrata eskiisi geomeetria mõõdud ning elementide omavahelised seosed. Pärast mõlema ruudu küljele mõõdu omistamist on meie eskiis täielikult defineeritud, sellepärast et
 - a) üks ruudunurk on fikseeritud koordinaatide alguspunktis.
 - b) Ruudu küljepikkused on määratud
 - c) Ruudu kõik küljed on omavahel risti. Selles võite veenduda kui aktiveerite suvalise ruudu külje, mispeale programm kuvab elemendi, joone, *PropertiManageri* akna (Joonis 3). Väljal *Existing Relations* kuvatakse elemendile määratud seoses.
- Täielikult defineeritud eskiisi järgi luua risttahukas paksusega 30mm.

2.2 Baaskuvandi modifitseerimine, materjali lisamine (*Extruded Boss*)

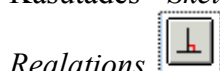
Esiküljele joonestada uus eskiis (Joonis 4) ja selle järgi *Extruded Boss* paksusega 25mm. Ringi diameeter 70mm.



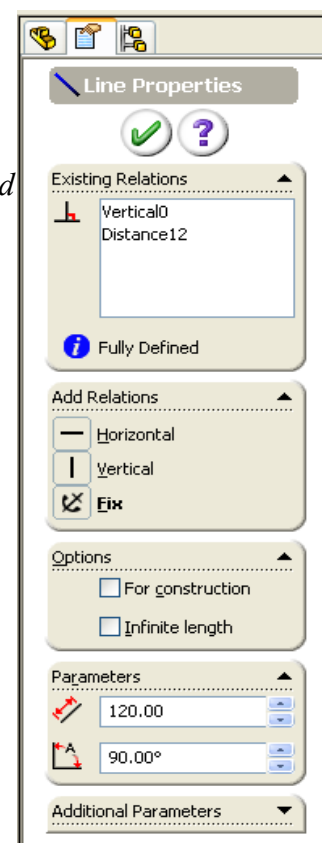
Joonis 4: *Extruded Boss* eskiis

2.3 Baaskuvandi modifitseerimine, materjali eemaldamine (*Extruded Cut*)

- Luua eskiis *Extruded Cut* kasutamiseks (Joonis 5). *PropertyManager* aken, *Line Properties*
- Kasutades *Sketch* tööriistahalduris olevat tööriista *Add*



Relations ühildada omavahel *Extrude2* ning viimati loodud ringi keskpunktid –

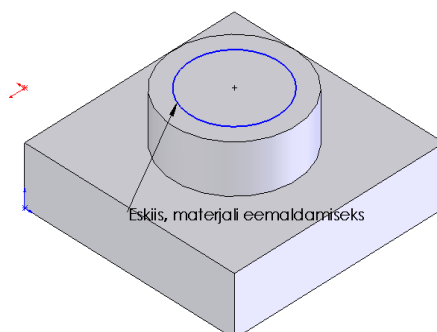


Joonis 3:

PropertyManager aken, *Line Properties*

concentric.

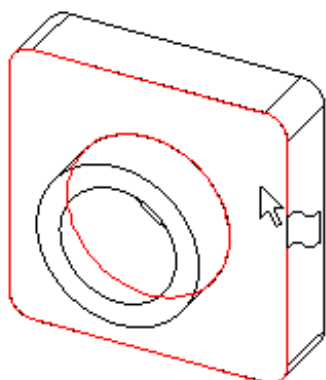
- Sooritada lõige läbi kogu mudeli.



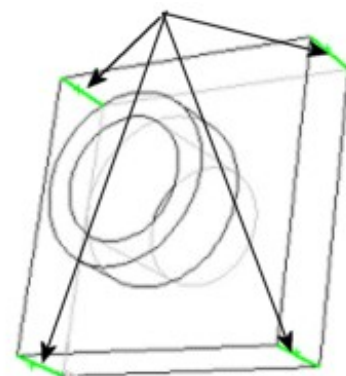
Joonis 5: Extruded Cut eskiis

2.4 Servade ümardamine

- Ümardada Joonis 6 viidatud servad, kasutada ümardusraadiust 10mm.
- Nüüd ümardame kõik esiküljega kokkupuutuvad servad. Selleks loome uue ümarduse (feature) *Fillet2* ning märgime selle *PropertyManager* aknas roosa taustaga väljale mudeli esikülje. Ümardusraadiuseks märgime 5mm (Joonis 7)



Joonis 7: Külje servade ümardamine

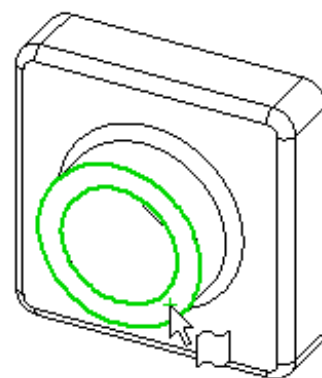


Joonis 6: Ümardatavad servad

- Lisame veel kolmanda ümarduse (*Fillet3*) raadiusega 2mm (Joonis 8).

2.5 Õõnesdetaili loomine

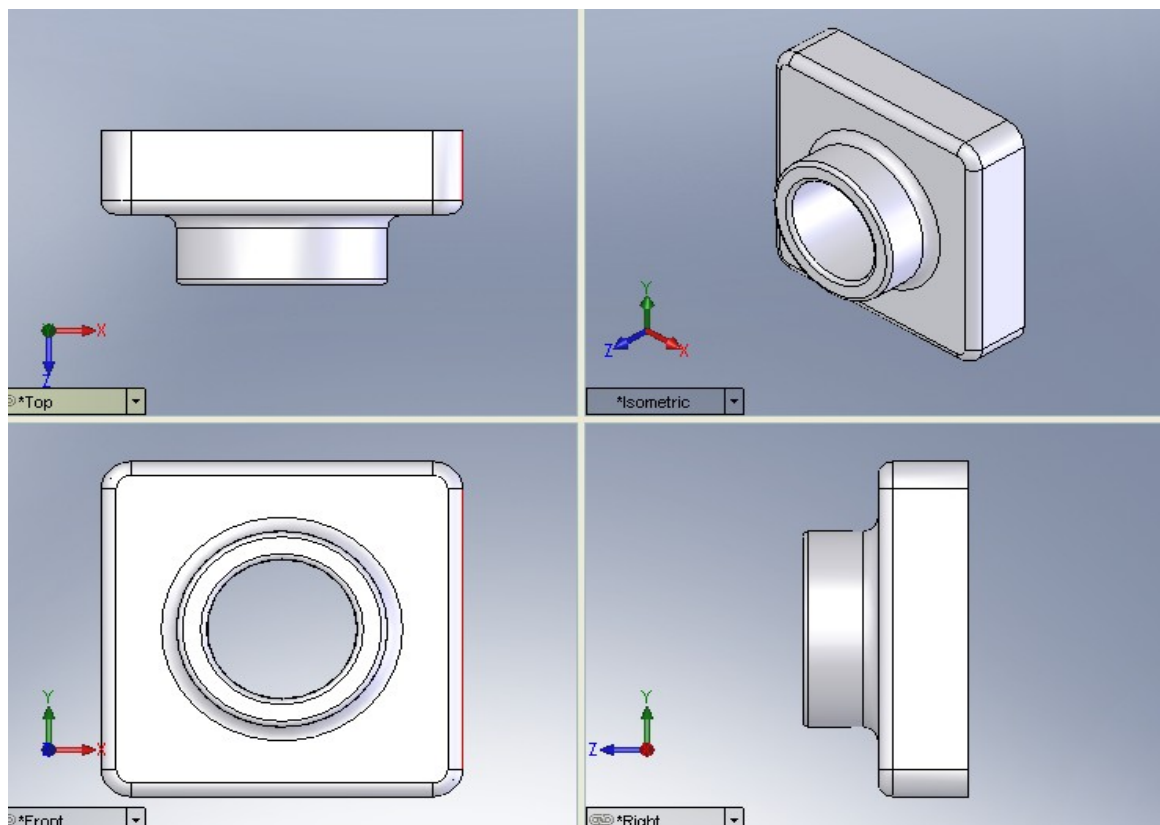
Loodud detaili tagumise külje järgi luua õõnesdetail, seinapaksusega 2mm.



Joonis 8: *Fillet3*

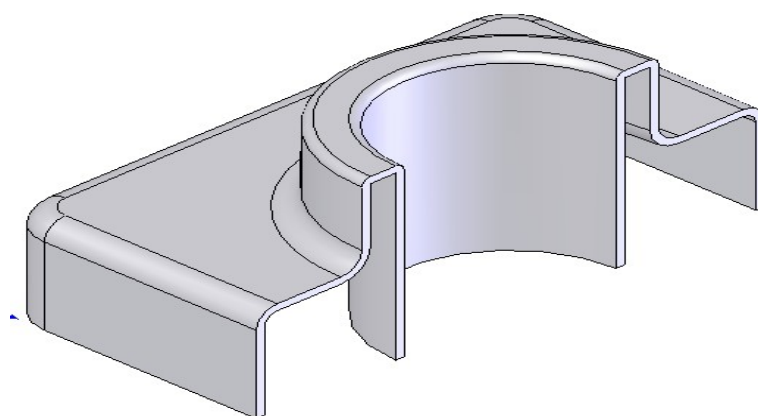
2.6 Lõpptulemuse põhivaated ja kuvarežiimid

Kontrollime, kas lõpptulemus ühtib eesmärgiga. NB! Olenevalt baaskuvandi eskiisi tasandist ei pruugi Teie põhivaated ühtida Joonis 9 esitatuga. Soovitav on baaskuvandi eskiis luua *Front* tasandile.



Joonis 9: Laboritöö 3 detaili põhivaated

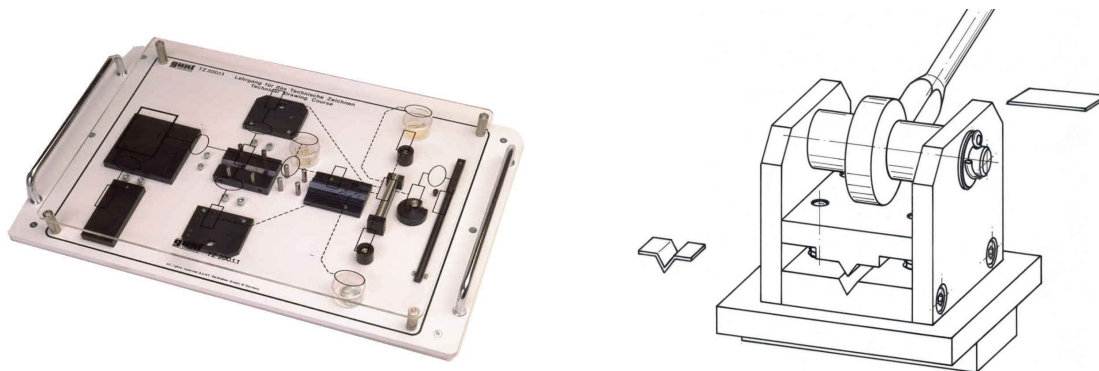
- Kasutada *View* tööriistarealt *Section View* tööriista, luua sektsioon-vaade



Joonis 10: Sektsioon-vaade

3. Painutus stants

Praktika on näidanud, paljudel üliõpilastel on raske mõista tehnilisel joonisel kujutatud detaili. Seepärast alustame „käega katsutava“ Gunt – painutus stantsist (Joonis 11) modelleerimisega. Kasutades võimalikult palju erinevaid modelleerimis funktsioone, olgugi, et töö on selle võrra aega nõudvam. Järgnevatel laborites tuleb luua antud stantsist, nõuetekohane tehniliste joonise pakett, suhtuda töösse äärmise tõsidusega!



Joonis 11 : Painutus stants

Alustame modelleerimist templist, loomaks *Front* tasapinnale uue eskiisi, **kasutades Sketch tööriistahalduril olevaid joontööriistu (Joonis 12)! Korrektse tehnilise joonise, templist, mille järgi detaili luual, leiate labori lõpust.**



Joonis 12 : Sketch tööriistahalduril olevad joontööriistad

Kasutades 3D modelleerimis tööriista Extrude Boss/Base (Joonis 13) on võimalik joonestatud, sketchist luua 3D mudel.



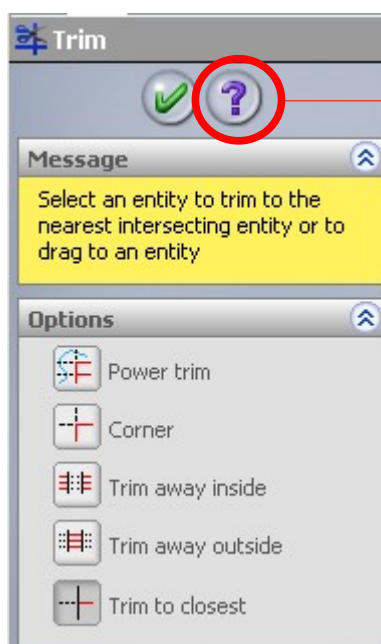
Joonis 13 : Extrude Boss/Bass

Valmis eskiisile kolmanda mõõtme andmiseks kasutatav 3D modelleerimis „kasvatamis“ funktsioon *Extrude Boss/Basse* (Joonis 14).



Joonis 14 : Extrude Boss/Base tealoogiaken

Eskiisi loomisel on tänuväärt abivahendiks tööriist nimega *Trim* -



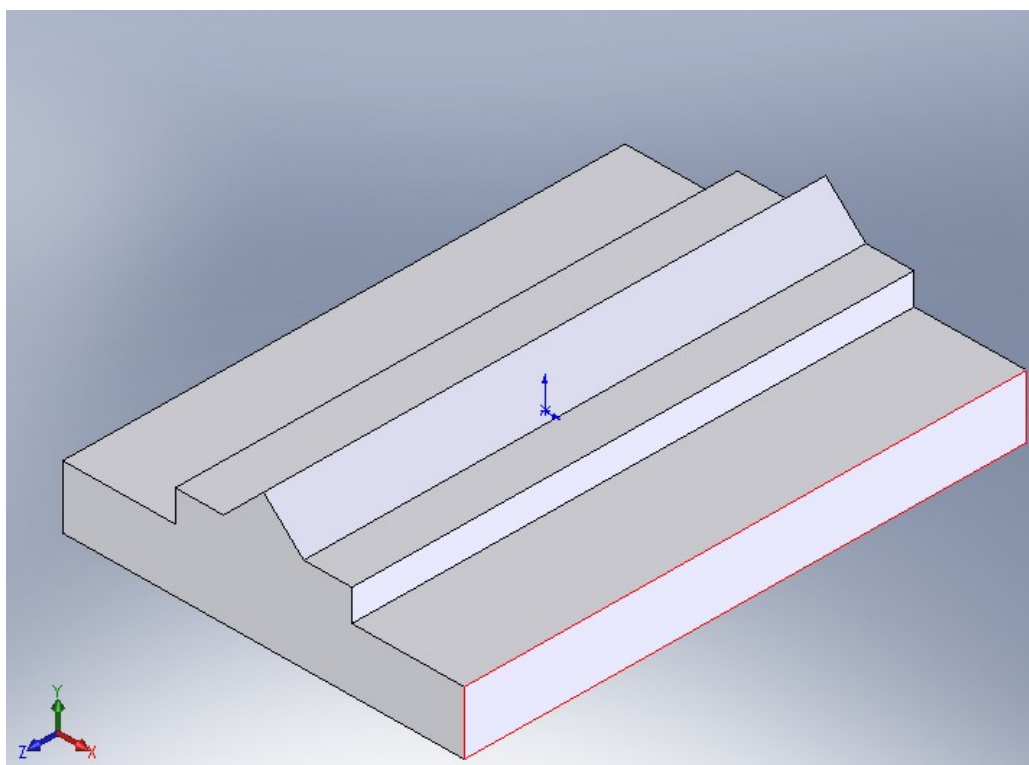
Trim tööriista saab kasutada ainult siis, kui oled sisenenud eskiisi joonestamisesse, sama kehtib ka teiste joon tööriistade puhul!

Ekraanivideos oli joontööriist seadistatud *Trim to closest* e. lõigates ära jooned, kuni lähima lõikumispunkti joontega.

Tutvumaks teiste *Trim* käsu võimalustega, leiab inglise keelset materjali kasutades SolidWorks *Helpi*.

Joonis 14 : Joontööriist *Trim*

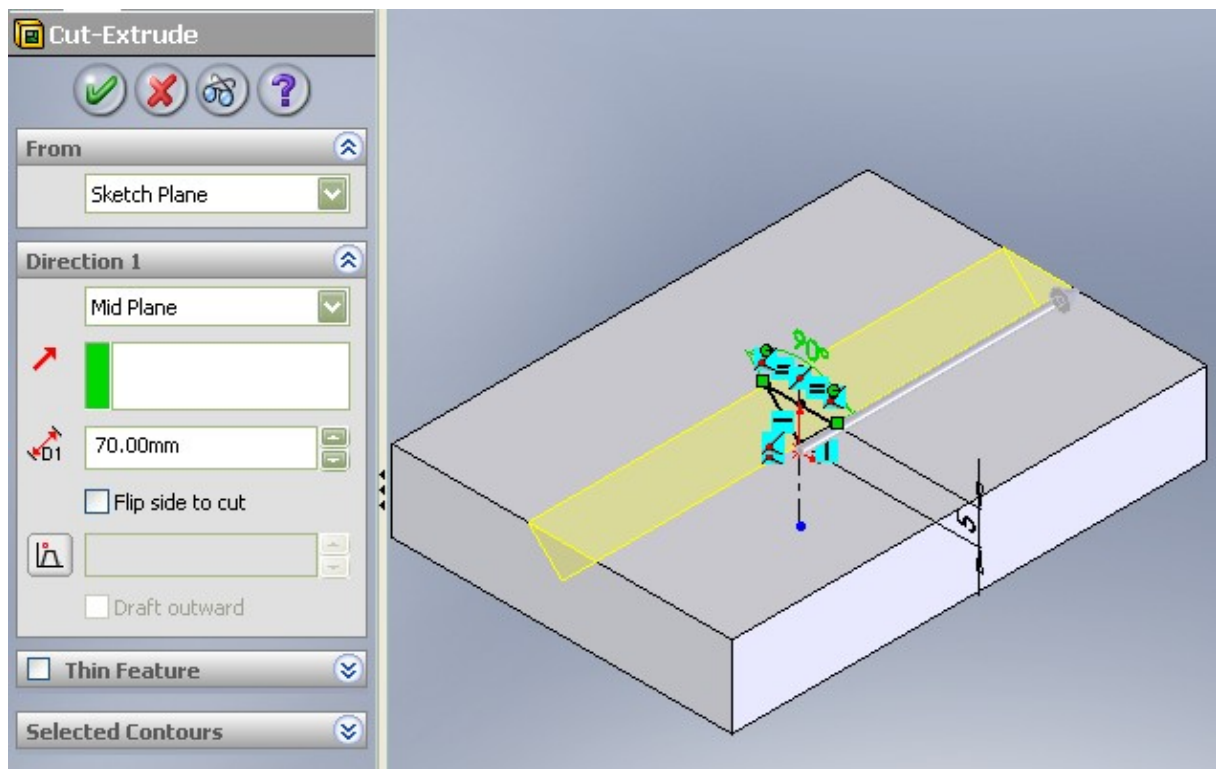
Valmistatud *sketchi* keskpunkt ühtigu kordinaatide alguspunkti omaga (Joonis 15/ Joonis 17).



Joonis 15 : Isomeetriline vaade *Templist*

Loodud *Templiga* on võimalik tutvuda kõigil laboriruumis kohapeal. Sammaste jaoks mõeldud avad loome järgnevas laboris, kasutades selleks lineaar- ja polaarmassiivi tööriistu. Salvestada loodud detail nimega *Tempel*.

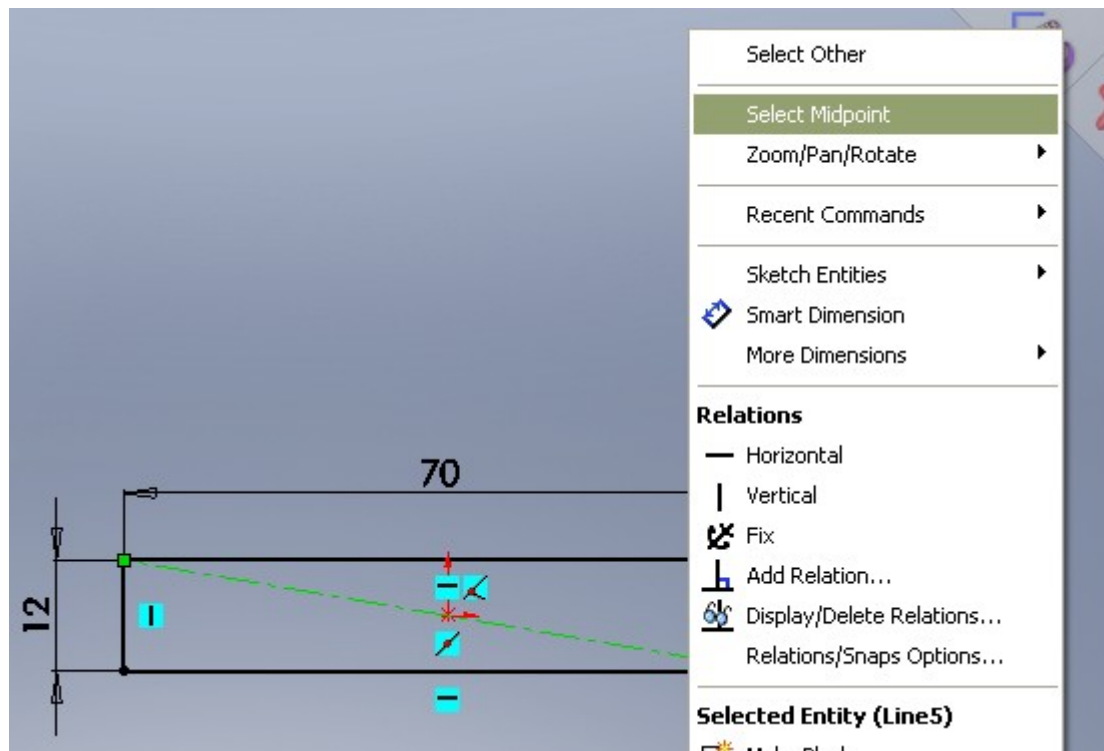
- Matriitsi loomiseks tuleb samuti käituda vastavalt eelnevale juhendile. Valida joontööriistade kasutamiseks *Front* tasapind ning labori lõpus oleva tehnilise joonise alusel luua 3D mudel.
- Baaskuvandiks matriitsi valmistamisel luua risttahukas, kasutades 3D modelleerimis funktsiooni *Extrude Boss/Base (Mid Plane)*.
- Väljalõike loomiseks kasutada funktsiooni nimega *Extrude Cut* – loomaks *sketchi front* tasapinnale (Joonis 16).



Joonis 16 : Funktsioon *Extrude Cut*

VIHJE - Lihtsaim moodus eskiisi tsentreerimiseks kordinaatie alguspunktide suhtes on *sketchiks* luua ristkülik ning vastasnurkasid diagonaalselt ühendava joone keskpunkt siduda kordinaatide alguspunktiga kohakutti.

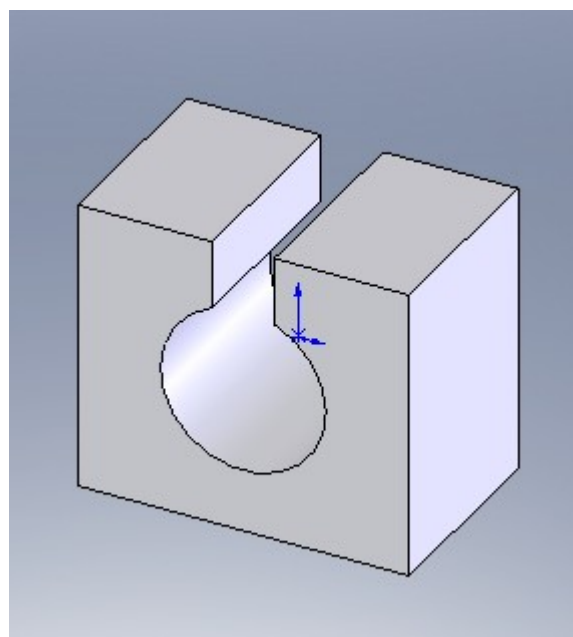
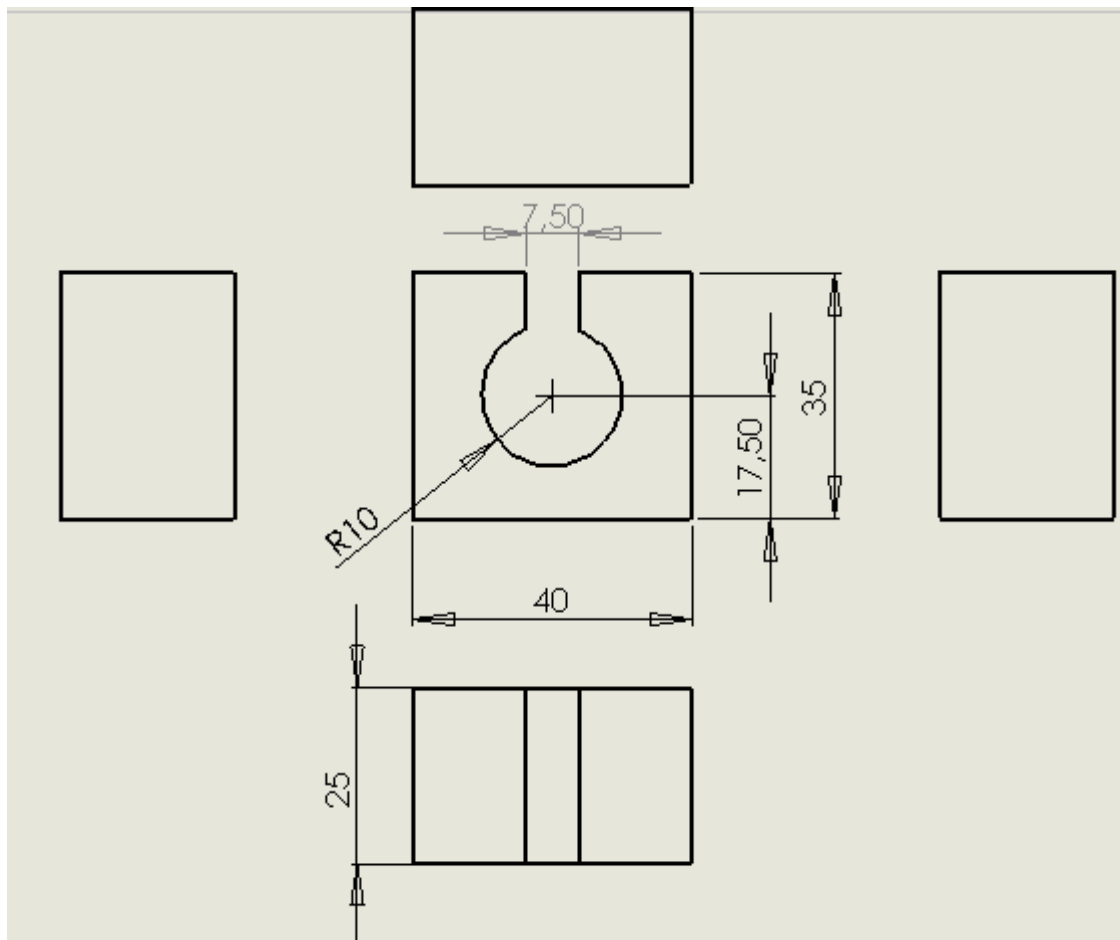
- Vastasnurkasid ühendava joonel võtta parem *click* ning valida *Select Midpoint*. Ilmunud *SolidWorks Property* aknast valida seos *Coincident*.
- Loodud fail salvestada nimega Matriits.

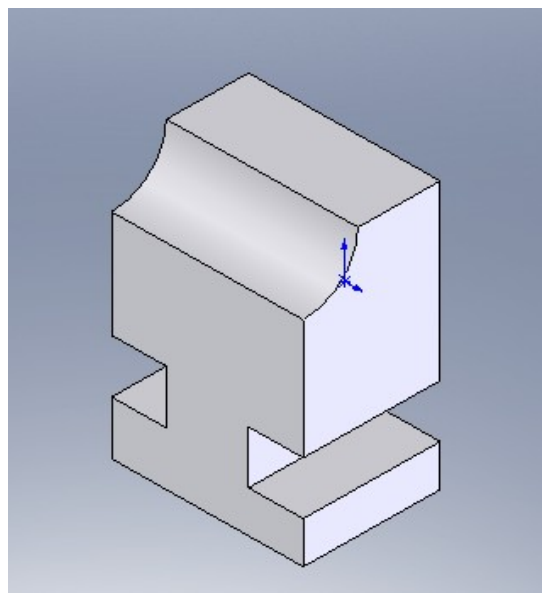
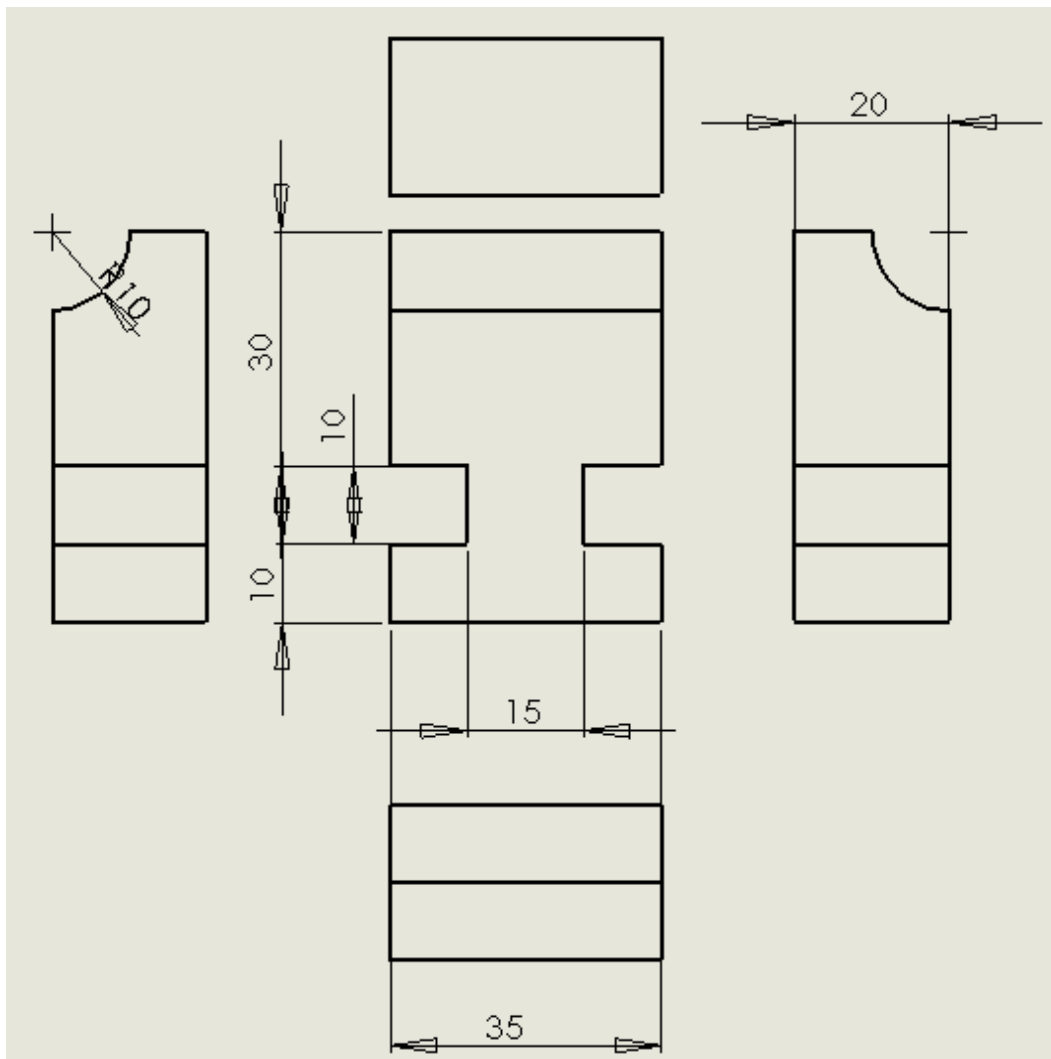


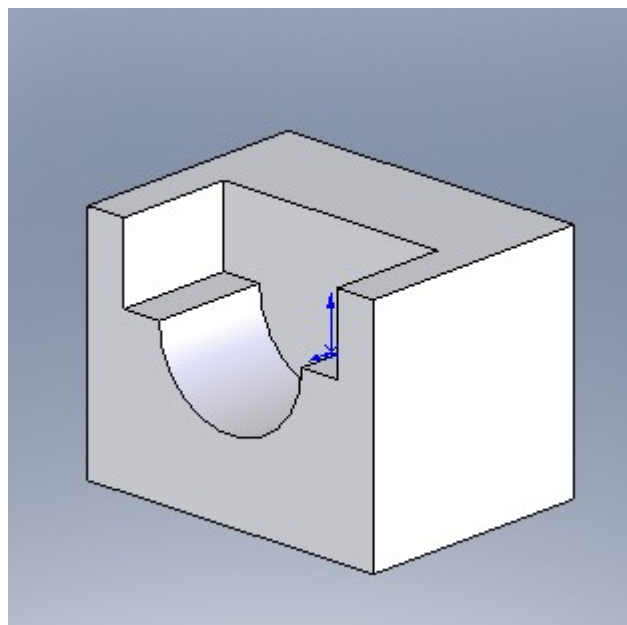
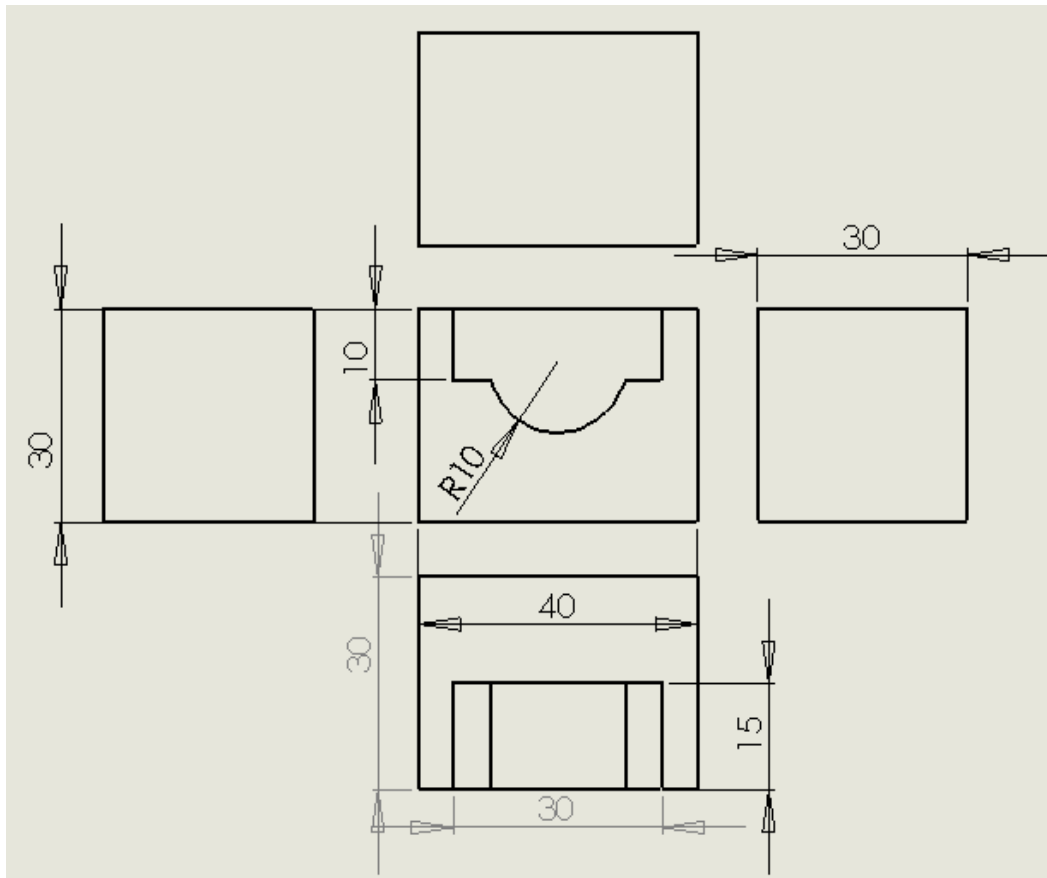
Joonis 17 : Detaili keskpunkti ühildamine kordinaatide alguspunktiga

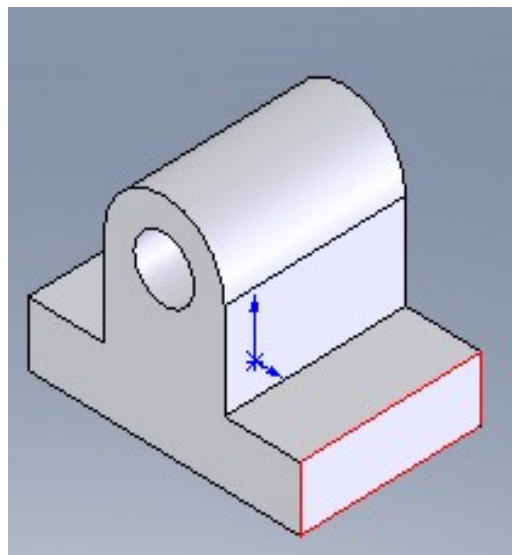
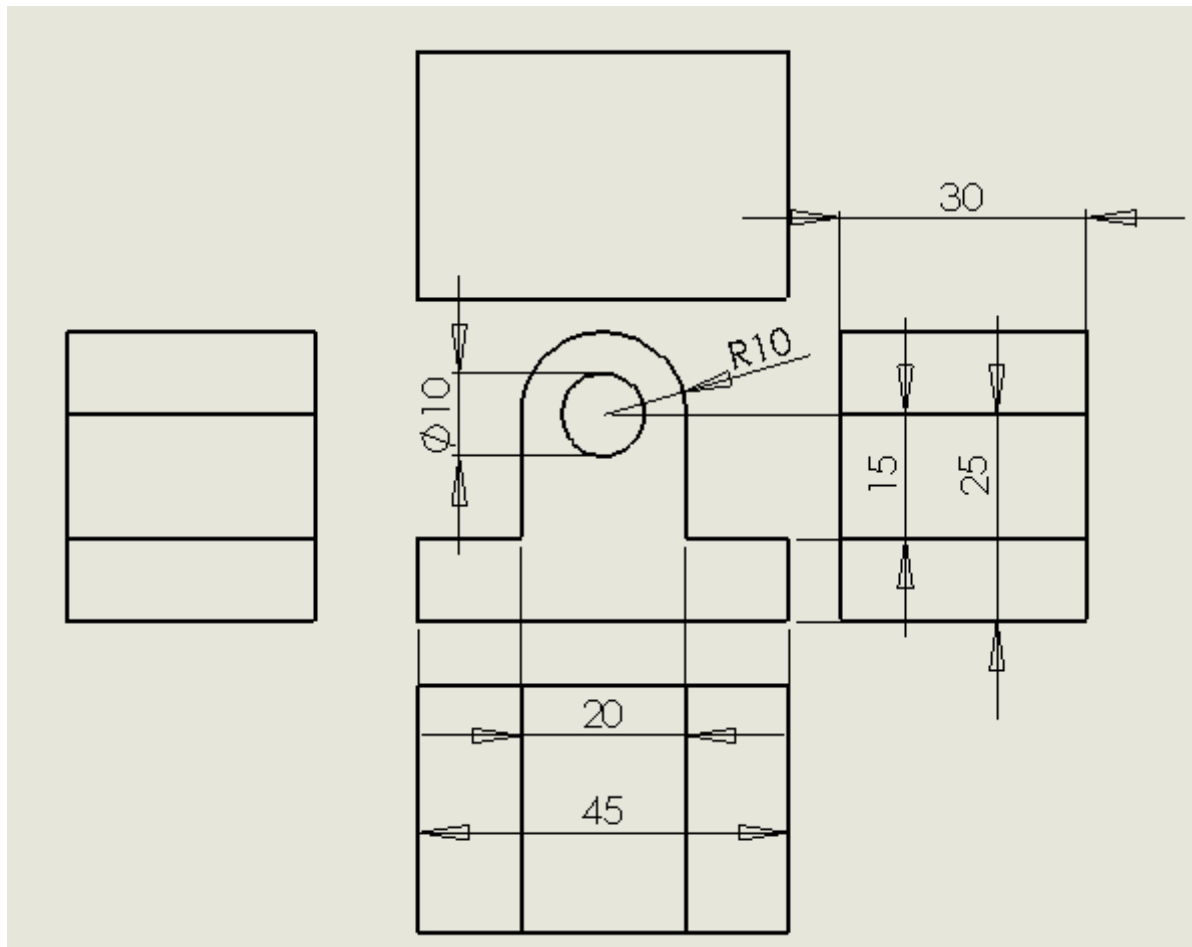
2.7 Kordamisküsimused

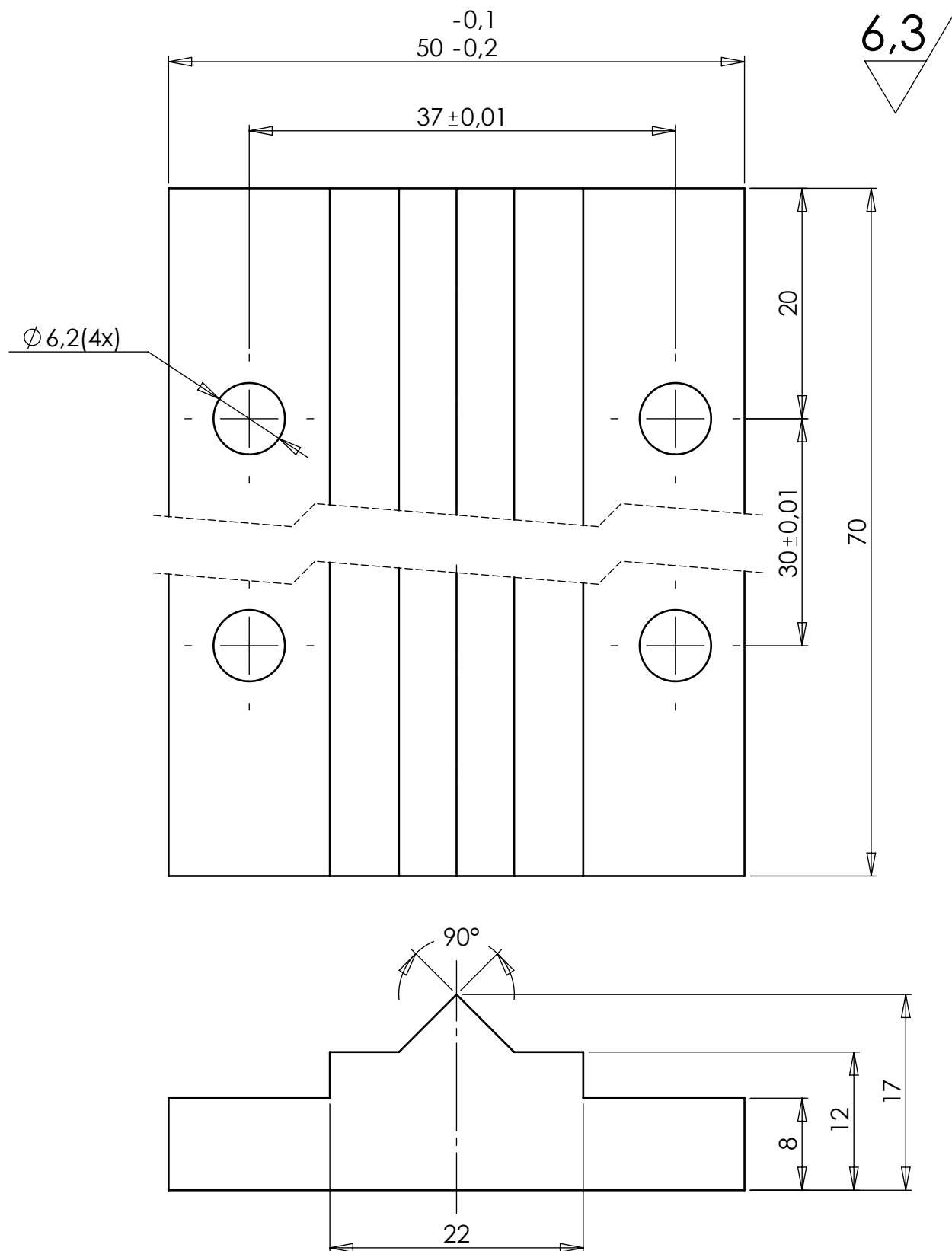
- Etteantud põhivaadete järgi modelleerimida detailid. Põhivaated on esitatud esimese ruuminurga meetodil. Ühikud millimeetrid. Kasutada õpitud modelleerimistööriistu.



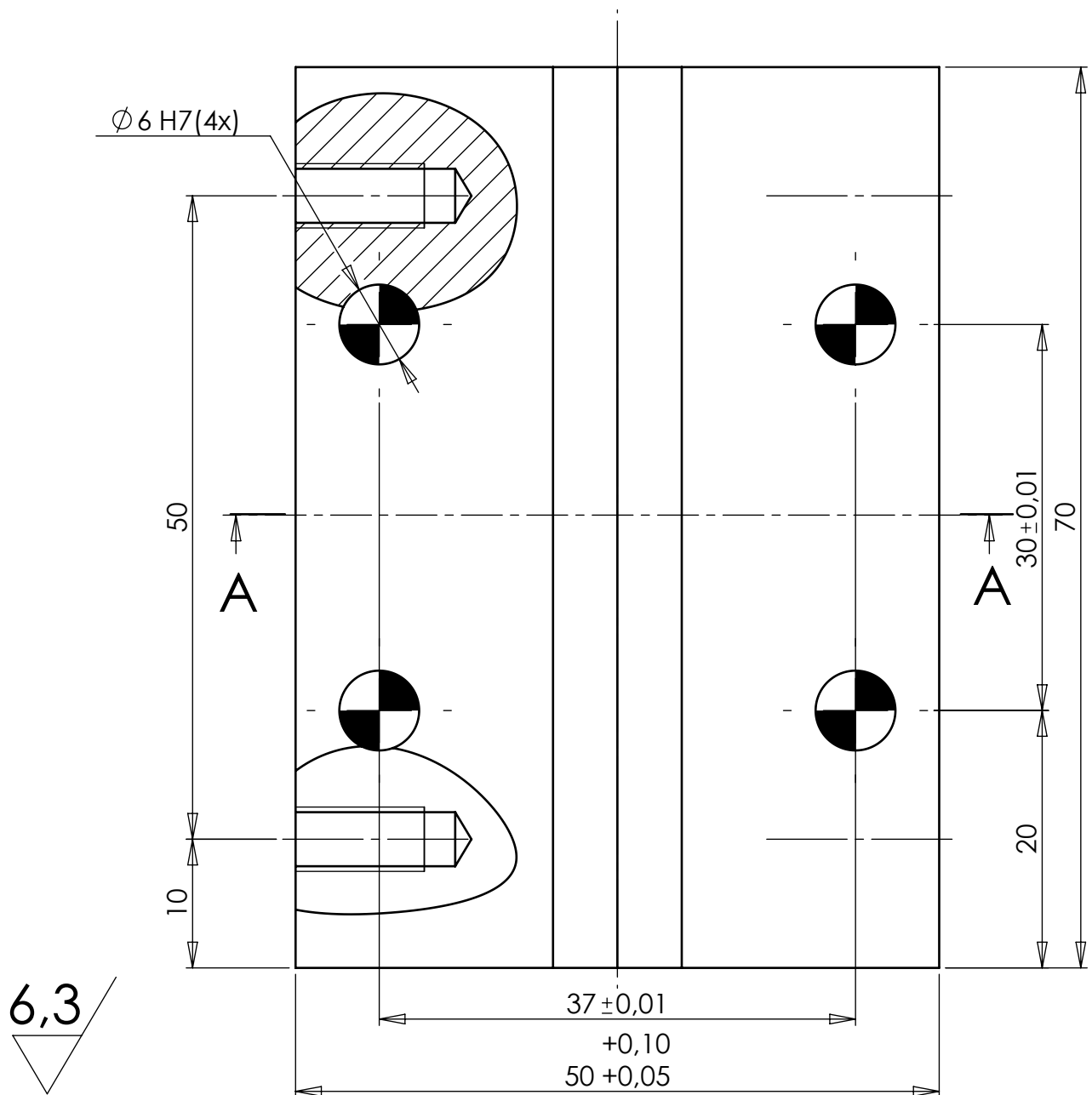
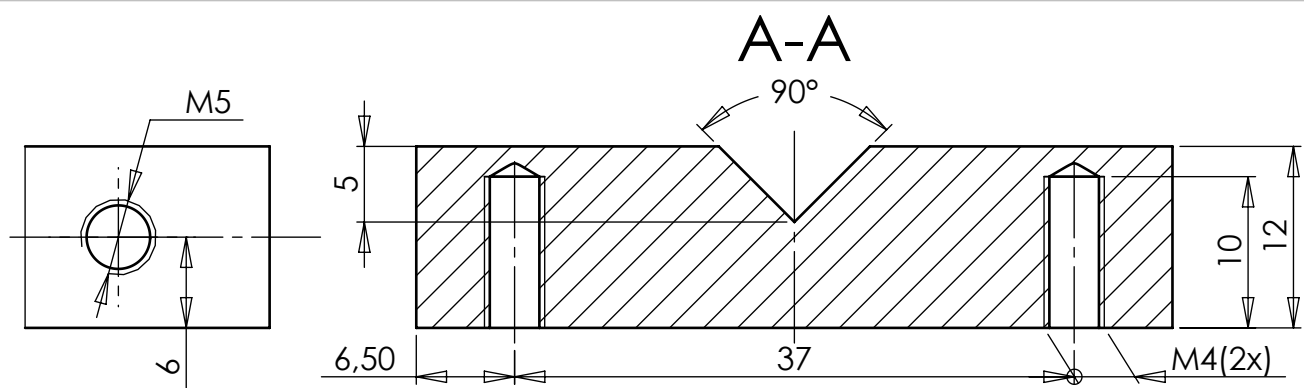








 	Materjal		Märkimata piirhälbed	Mass	Mõõt 2:1
Teostas	Pearu Orusalu	Nimetus Tempel			
Kontr.					
Kinnitas					
 Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences		Leht	Tähis 088666		Muud



6,3

	Materjal	Märkimata piirhälbed	Mass	Mõõt
Teostas	Pearu Orusalu	Matriits		
Kontr.				
Kinnitas				
	Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences	Leht	Tähis	Muud
			088666	