

Laboritöö 2

I osa - 3D modelleerimise põhifunktsioonid

II osa – Sissejuhatus joonestustehnikasse

Õpitavad pädevused:

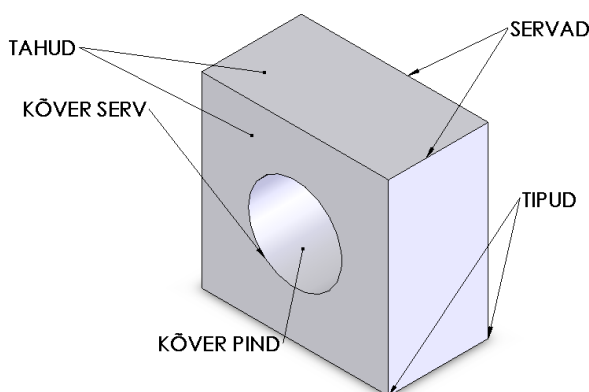
- Projekteerimine ja projekteerimise liigid. Põhimõistete meeldetuletus, ülevaade
- Tutvumine 3D modelleerimise põhitõdedega kasutades SolidWorksi keskkonda.
- Üldiste modelleerimisprintsiipide kasutamine detaili loomiseks, tegevuste jada selgeks õppimine.
- SolidWorksi kasutajaliidese detailsem uurimine, vajalike tööriistade asukohad.
- Modelleerimistegevuste ajalugu, *FeatureManager*i kujundipuu.

Teadmiste ja oskuste kontroll :

- Demonstreerida juhendajale elementaarse baaskuvandi loomist
- Osata selgitada erinevate modelleerimistööriistade tähendusi.
- Olema võimeline selgitama *FeatureManager*i sissekannete tähendusi.
- Ekraanikäskude abil esitada detaili põhivaated. Vajadusel eelnevalt põhivaate eskiisi paberile joonistama.

1.1 Projekteerimine ja projekteerimise liigid

Käesolevas kursuses tähendavad **ese**, **detail** üht ja sama. Virtuaalset detaili nimetatakse lisaks **kuvandiks**. Esemepinna üksikud elemendid on tipud, servad (sirged või kõverad), tahud ja kõverpinnalised osad. Tahuks nimetatakse eseme pinna tasapinnalist osa. Serv on joon, mida mööda lõikuvad kas kaks tahku, tahk ja kõverpind või kaks kõverpinda. Tipp on servade lõikepunkt. Kokkuvõtlikult on eseme pinna elemendid koos illustreeriva joonisega esitatud alljärgneval joonisel.



Eset, mille pind koosneb ainult tahkudest nimetatakse **tahukaks**. Tuntumad tahukad on kuup, risttahukas, prisma ja püramiid.

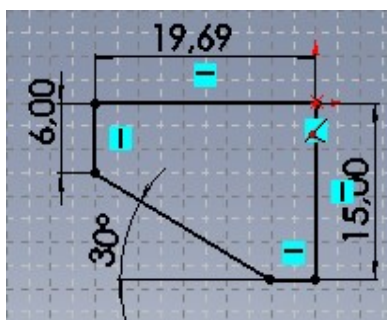
Tehnilised joonised sisaldavad eseme ühte või mitut **kujutist**. Iga niisugune kujutis saadakse eseme projekteerimise teel tasapinnale.

Projektsioonide liigid:

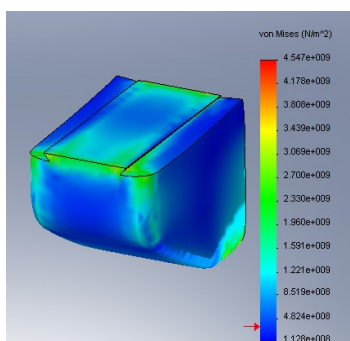
1. Tsentraalprojekteerimine --- tsentraalprojektsioon ehk perspektiiv
2. Paralleelprojekteerimine --- paralleelprojektsioon
 1. Kaldprojekteerimine – projekteerivad kiired on ekraani suhtes **kald**

2. Ristprojekteerimine – projekteerivad kiired on ekraaniga **risti**

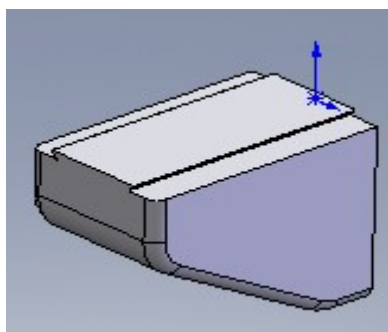
1.2 Modelleerimise põhimõte SolidWorksis



Eskiis



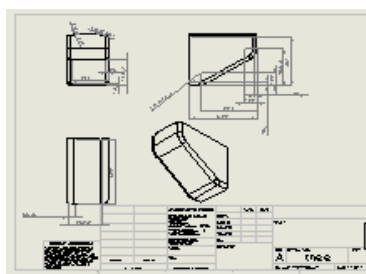
Tugevus analüüs



3D Mudel



Animatsioon



Joonis

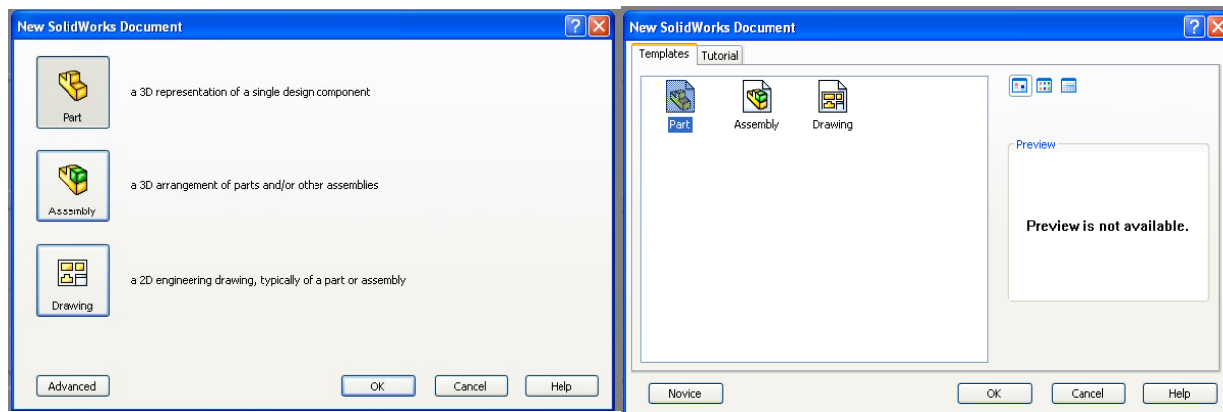
1.3 Uue detaili loomine

Vaikimisi kuvatakse kohe pärast programmi käivitamist New SolidWorks Document dialoogiaken (3Joonis 1), mille kaudu tuleb programmile teatada tegevus millega soovitakse alustada:

- Part – uue detaili modelleerimise loomine.
- Assembly – uue koostu montaaži loomine
- Drawing – uue joonise loomine

„Detailiks nimetatakse toote elementaarosa, mis on valmistatud montaažioperatsioone kasutamata (kaas, võll, kruvi jne.). Eriotstarbelisi detailiosi nimetatakse detaili elementideks, näiteks soon, faas, ümardus jne.“ Kogerman, E. Joonestamine üldhariduskoolile, Tallinn „Valgus“, 1985

Käesolevalt huvitab meid ainult üksiku detaili modelleerimine, seega valik New Part ja vajutus OK nupule. Juhul kui vaikimisi ei kuvata New SolidWorks Document dialoogiakent, saab selle avada menüüst File – New, või nupuga  menüüreal



Joonis 1: New SolidWorks Document dialoogiaken

1.4 Baaskuvand.

Piltlikult võib modelleerimise alustamisest mõelda kui olukorrast kus Teie ette asetatakse kamakas savi, plasteliini vms. See nõ. kamakas ongi arvutimodelleerimise jaoks **baaskuvand**. Vahe on selles, et ühes olukorras on Teil reaalne savikamakas, teisel juhul tuleb „kamakas“ arvutiprogrammiga luua. Inglise keelses kirjanduses nimetakse baaskuvandit *base feature*.

SolidWorksi keskkonnast algab baaskuvandi loomine alati eskiisi loomisest!

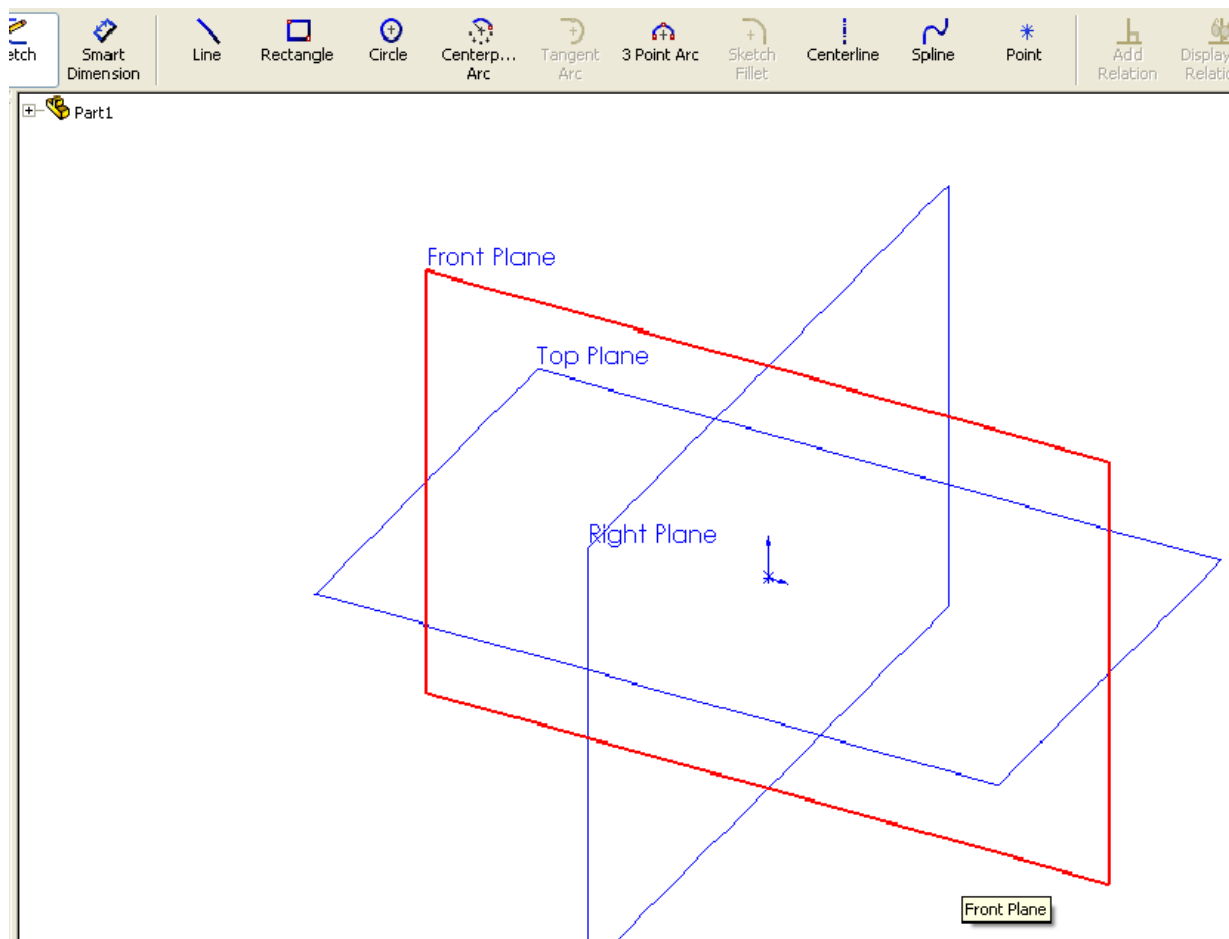
1.5 Uue eskiisi loomine

Uut eskiisi, mõnikord nimetame ka kontuur või inglise keelest *sketch*, saab joonestada ainult tasandile. Ruumis on kolm peatasandit – esi- (*front*), üla- (*top*) ja paremtasand (*right plane*). Uusi tasandeid millele joonestada saab kasutaja juurde luua. Nendest tehnikatest järgmistel laboritöödes.

ÜLESANNE: Valige joonestustasandiks *front* (Joonis 2). Kasutage erinevaid joonestustööriistu, vaadake kuidas need töötavad. Tööriista aktiveerimiseks tuleb sellele klõpsata. Väljalülitamiseks kasutada „ENTER“ või „ESC“ klahvi.

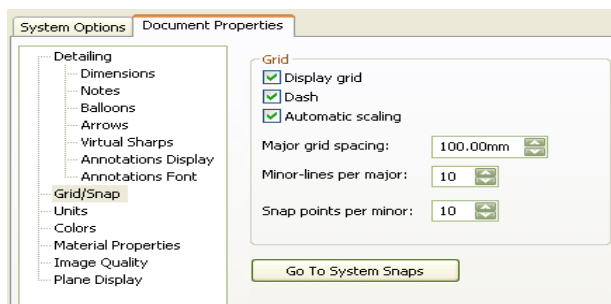
Kasutada erinevaid joonestamistööriistu

VALIDA ESITASAND



Joonis 2: Uue eskiisi loomine

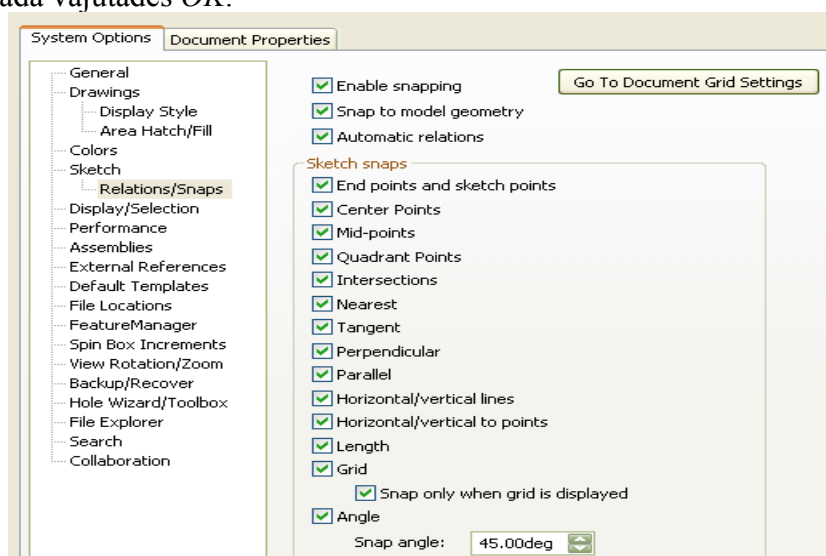
Valida **Rectangle** tööriist, joonestamist alustada koordinaatide alguspunktist ning teine nurk vedada üles paremale. Vabastada hiir ning väljuda **Rectangle** tööriistast. Vihje: kasutada erinevaid võtteid: hiireklikid, Esc klahv, Enter klahv. Jälgida millist tagasisidet annab kursor. Lülitage sisse abikoordinaatvõrgustik koos hiiresammu kvantimisega ning joonestage riskülik mõõtudega 100x60 mm. Vihje, menüü *Tools – Options – Document Properties*. Märgistada valikud *Display Grid*, *Dash*, *Automatic scaling* ning kirjutada vastavad arvud valikuisse, mis antud Joonis 2.1.



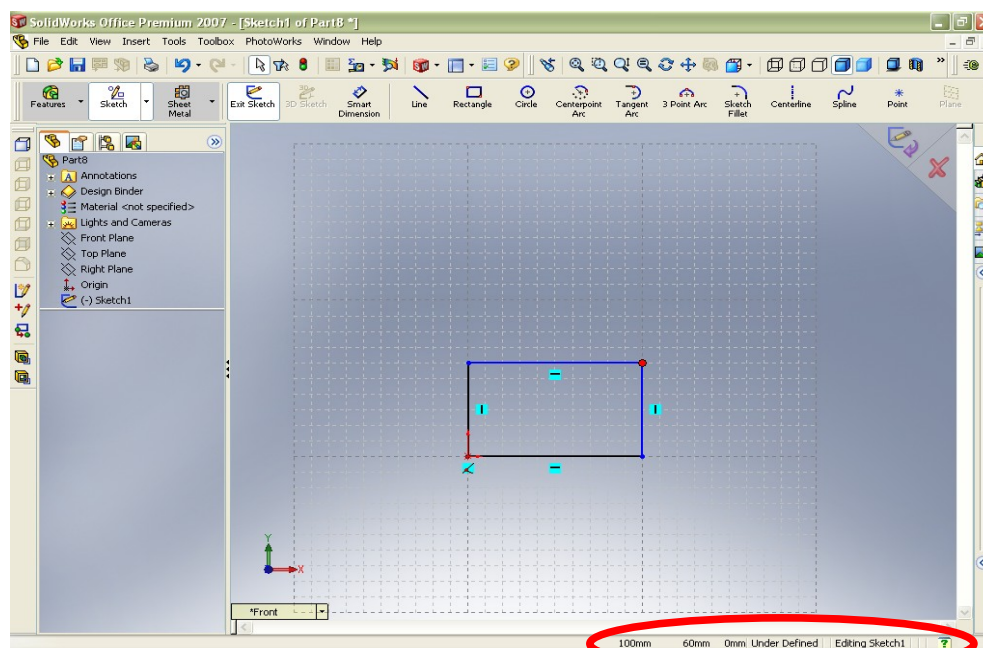
Joonis 2.1: Abivõrgustiku loomine
Abikordinaat võrgustiku valikud:

- *Display grid* - Lülitab abikordinaat võrgustiku sisse ja välja
- *Dash* - Toggles between solid and dashed grid lines
- *Automatic scaling* – Uuendab automaatselt võrgustiku kuvandit liigutades
- *Major grid spacing* - Määrab abivõrgustiku põhijoonte jaotise
- *Minor-lines per major* – Täpsustab abijaotiste väärtuse võrgustikus

Hiiresammu kvantimiseks vajutada *Go To System Snap* (Joon 2.1). Märgistada valikud Joon 2.2 ning kinnitada vajutades *OK*.



Joon 2.2: Hiiresammu kvantimine



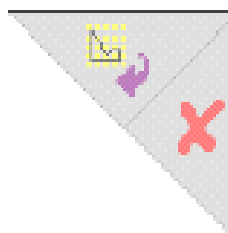
Joon 2.3: Status bar

Ristküliku servade väärtusi saab jälgida nüüd realt *Status bar* (Joonis 2.3).

Samuti on võimalik ristküliku servade määramiseks kasutada tööriista *Smart Dimension*, mis asub joonestustööriistade real.

1.6 Programmi tagasiside

- *Conformation Corner*. Töötamisel SolidWorksis tekib graafikavälja parempoolsesse ülemisse nurka *Conformation Corner*. Kui aktiivne tööriist on *Sketch* tööriisthaldurilt siis *conformation corner* kujutatakse vastavalt Joonis 3

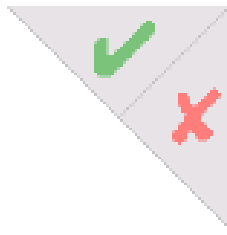


Joonis 3:

Conformation Corner

Vajutusega sinisel noolel väljutakse Sketch tööriistast ning tehtud muudatused salvestatakse. Punasel ristil vajutus katkestab eskiisi ning midagi ei salvestata. Teistes olukordades võib *Conformation corner* väljanäha järgmine - Joonis 4

Vajutus rohelisel linnukesel kinnitab ning punasel ristil katkestab tegevuse.



Joonis 4:
Conformation Corner

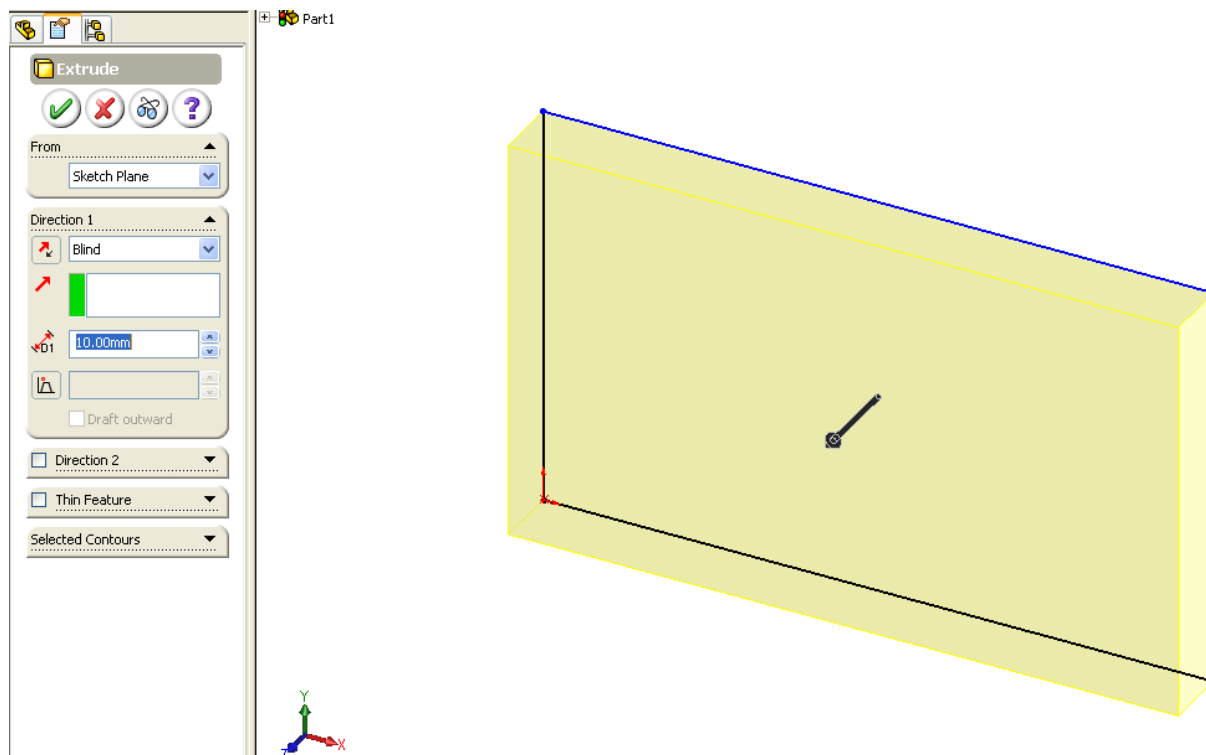
- Kursori tagasiside. Olenemata tegevusest pöörake tähelepanu kursori kujule või selle juurde tekkivale tingmärgile. Selline objekt-trasserimine võimaldab kiiresti ja eksimatult valida soovitud elementi. Liikuge hiirega üle olemasoleva geomeetria ning jälgige selle tagasisidet.

1.7 3D modelleerimine

Veenduge, et olete korrektselt joonestanud ristküliku vastavalt juhiste osast 1.4. Igasuguse detaili loomisel on esimeseks tegevuseks baaskuvandi (*base feature*) loomine. Sellega antakse 2D eskiisile juurde kolmas mõõde – luuakse 3D mudel.

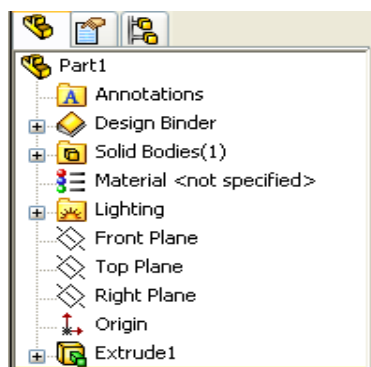
- Vajutada *Features* tööriistahaldurile ning valida *Extruded Boss/Base* 
- *FeatureManager*i asemel tekib *Extrude PropertyManager*. *PropertyManager* on dialoogiaken mille kaudu projekteerija sisestab modelleerimisparameetrid programmile (Joonis 5).
- Katsetage järgi *PropertyManager*i erinevate sisestusväljade võimalused! Määrake baaskuvandi kolmandaks mõõduks 55 mm

PropertyManager



Joonis 5: Extrude PropertyManager

Pärast tegevuse lõpetamist rohelisele linnukesele vajutamisega kuvab SolidWorks uuesti FeatureManager'i. Pange tähele, et tegumihaldurisse (Joonis 6) on tekkinud esimene sissekanne - *Extrude1*.



Joonis 6: FeatureManager tegumihaldur

SELLEGA OLETE MODELLEERINUD ESIMESE DETAILI BAASKUVANDI - RÖÖPTAHUKA

1.8 Baaskuvandi modifitseerimine.

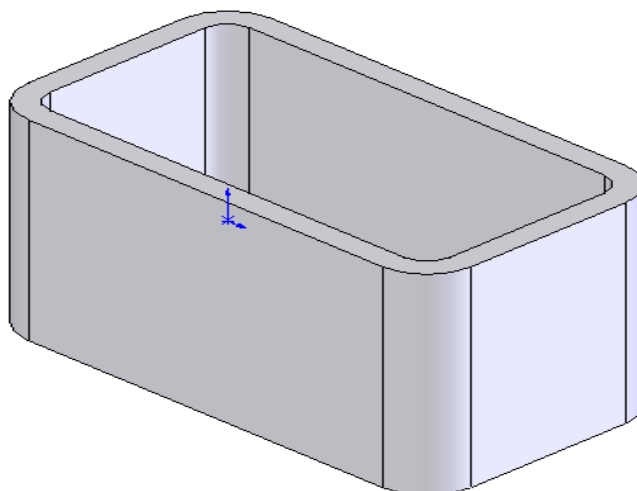
Reeglina on modelleeritava detaili geomeetria kaugelt keerukam lihtsast rööptahukast. Baaskuvandit tuleb hakata „voolima“ st. töötada tema kallal kasutades erinevaid modelleerimistööriistu. Järgnevalt esitame kiirkäigul mõned modifitseerivad modelleerimistevõimed. Teie ülesandeks on need kaasa teha ning jõuda esitatud lõpptulemuseni.

a) Detaili servade ümardamine. Ümardada loodud risttahuka neli serva. Kasutada ühesugust raadiust ning kõik neli ümardust luua ühe *Feature* alla.

- Valida *Fillet*  tööriist.
- Ümardus-raadiuseks määrata 10 mm
- Valida kõik neli vertikaalset serva
- Veenduda, et *FeatureManager*i kujundipuusse tekib uus objekt *Fillet1*

b) Õõnes-detaili loomine. Eemaldada rööptahuka sisu ülemise pinna järgi.

- Vajutada *Shell Feature* 
- Määrata seina paksuseks 5mm ning valida ülemine pind
- Kontrollida vastavavust Joonis 7

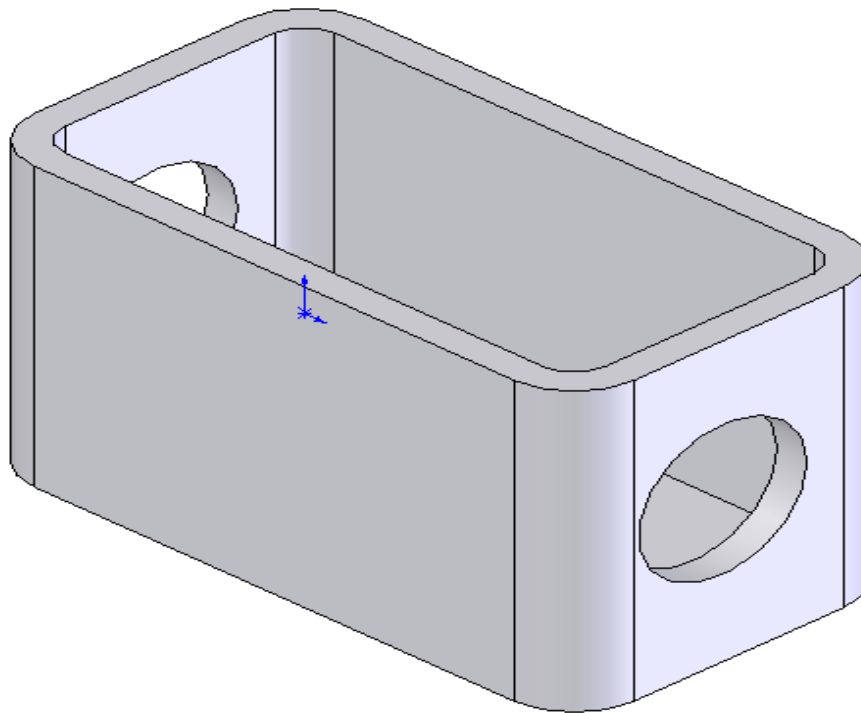


Joonis 7: õõnes-detail

c) Augu lisamine, *Extruded Cut Feature*. Materjali eemaldamine mudelilt. Seisneb järgmistes tegevustes: määrata eskiisile tasand ning luua eskiis, loodud eskiisi järgi eemaldada materjal

- Eskiisi lisamine. Valida eelnevalt loodud detaili parempoolne külg – määrata *Right view* (muutub roheliseks, aktiveeritakse)
- Vajutada hiire parempoolset klahvi ning valida *Insert Sketch*
- Ringi joonistamine. Valige *Circle* tööriist ning joonistada esialgu suvaliste mõõtmetega ringjoon.
- Sulgeda *Circle* tööriist
- Materjali eemaldamine. Vajutada  st. käivitada *Extruded Cut Feature*.
- Määrata *Through All* tingimus. Kinnitada rohelisele linnkusele vajutusega.

Kasutage erinevaid ekraanikāske – suurendamine, pööramine, nihutamine. Veenduge et loodud detail näeb välja nagu allesitatu ning salvestage see. (Joonis 8) !



Joonis 8: Esimene detail

1.9 Kordamisküsimused

- *FeatureManager* kujundipuu on ülevaatlik ning võimalusterohke töövahend. Veenduge, et saate aru selle toimimise loogikast. Leidke võimalus kuidas modifitseerida olemasolevat baaskuvandit? Vihje: iga modelleerimistegevuse „taga“ on eskiis.
- Modelleerimistehnikate omandamist lihtsustab kui järjestada ja arusaada tegevused sammude kaupa. Milline järgmistest sammude jadast on Teie arust õige:
 - a) määrان joonestustasandi – joonestan eskiisi – rakendan modelleerimistööriistu
 - b) rakendan esimesena modelleerimistööriista, joonestustasandil ja eskiisil ei ole tähtsust
 - c) modelleerimisprogrammid on ise „nutikad“, eskiisi ei ole vaja joonestada.
- Demonstreerige juhendajale kuidas lülitate sisse ja välja tööriistahaldureid – *Features* ja *Sketch*.
- Demonstreerige juhendajale kuidas siseneda joonestamisrežiimi, milline *conformation corneri* kuju vastab sellele?

2. Sissejuhatus joonestustehnikasse

Õpieesmärgid:

- 3D detailist joonise valmistamine kasutades SolidWorksi keskkonda.
- Üldiste joonestamisprintsipiide kasutamine joonise loomiseks, tegevuste jada selgeks õppimine.
- SolidWorksi kasutajaliidese detailsem uurimine, vajalike tööriistade asukohad.
- Joonestustegevuste ajalugu, *FeatureManager*i kujundipuu.
-

Teadmiste ja oskuste kontroll :

- Demonstreerida juhendajale SolidWorksis joonise loomist
- Osata selgitada masinjoonestamise eeliseid tavajoonestamisega võrreldes.
- Olema võimeline selgitama *Model View* sissekannete tähendusi.
- Ekraanikäskude abil esitada joonisel detaili põhivaated.
- Erinevate standardite osatähtsus ning SolidWorksi ümberhäälestamine neile.

Tehnilinejoonise põhjal peab vajalik informatsioon joonise objekti kohta selguma üheselt. Õigesti ning hästi tehtud joonis on nagu lõpetatud kunsteos, mis kõneleb ise enda eest, vajamata ühtegi lisaseletust. Kui joonise sisulise väärtuse üle saavad otsustada vaid asjatundjad, siis graafilise külje ebakorrektsus on silmariivav igaühele. Niisugused ilmingud kisuvad alla nii joonestaja kui firma mainet. Erinevalt kunstilisest graafikast ei ole tehniline joonis siiski ette nähtud imetlemiseks, vaid on tehnilise mõtte väljatöötamise, edastamise vahend. Samuti peab tehniline joonis olema kiiresti, lihtsalt ja odavalt valmistatav ning hõlpsasti muudetav. Selliseid nõudeid pole võimalik üheaegselt kõiki täita, neist tuleb teha optimaalne valik. Näiteks ühekordsete tööde puhul on mõtet läbi ajada odavamate kuid rohkem aega nõudvate vahenditega, masstootmise korral, aga produktiivsemate ent kallimatega. **Joonestusvahendid** võiks jagada kahte valdkonda joonise valmistamise tehnoloogia alusel: käsitsi- e. tavajoonestamine ning masinjoonestamiseks (raal- e. kompuuterjoonestamine). Käsitsijoonestamisel sooritab joonestaja üksteisele järgnevaid operatsioone vahetult, masinjoonestamise korral pöördub ta aga masinkäskude vormis arvuti poole. Käsitsijoonestamine on tunduvalt odavam ja lihtsam kui masinjoonestamine, **kuid joonise kvaliteetsuse ja paindlikumate käsitlusvõimaluste osas tuleb eelistada masinjoonestamist**. Masinjoonestamise süsteemid arenevad üsna kiiresti, seepärast ei pruugi siintoodud hinnangud tulevikus enam paika pidada.

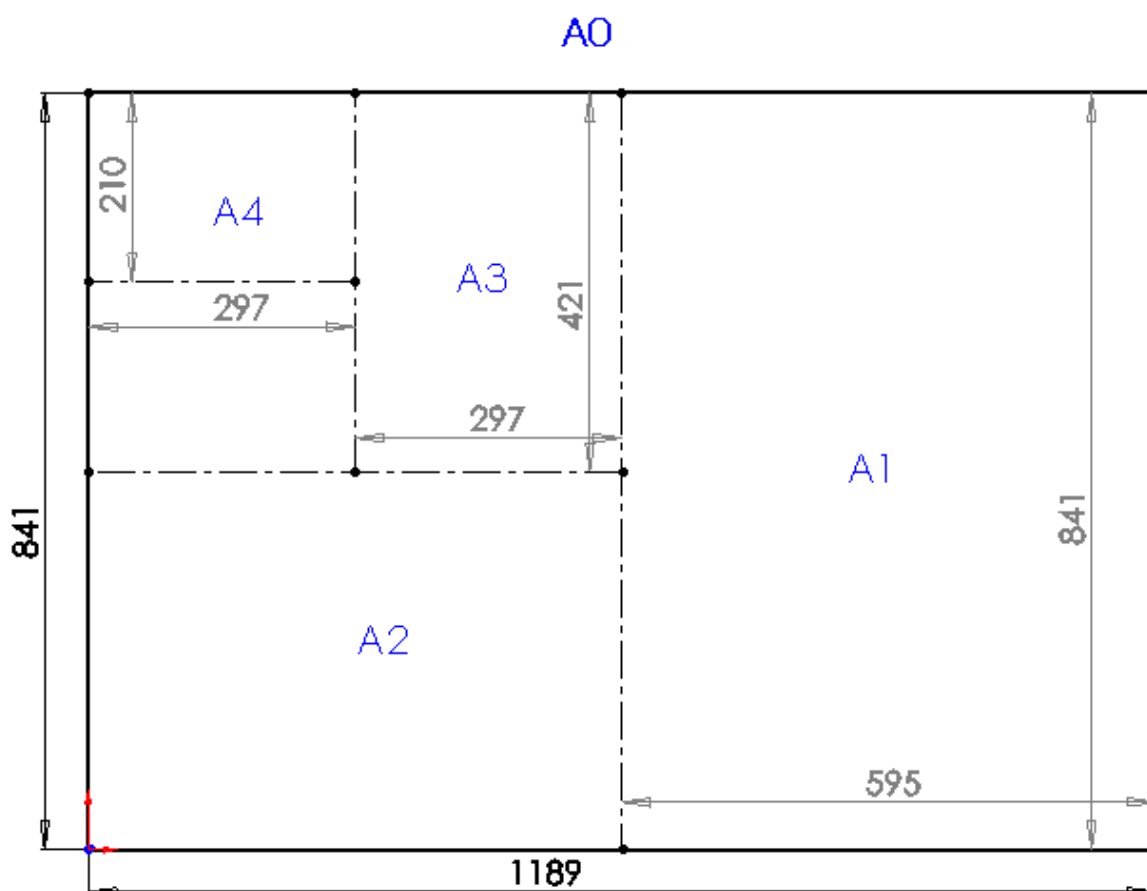
2.1 Joonise formaadid ja vormistamine

Programm SolidWorks lubab suurema vaevata valmistatud 3D mudelist joonise valmistada. Sealjuures järgib programm ise kehtestatud standardeid ISO, ANSI, DIN jne. (3D modelleerimis tarkvara SolidWorks on täpselt niisama tark, kui tema kasutaja)! Standardite muutmiseks tuleb SolidWorksis valida ülalt menüüreal *Tools – Options - Document Properties - Detailing*. SolidWorksi on integreeritud järgnevad standardid - **ANSI, ISO, DIN, JIS, BSI, GOST, ja GB**.

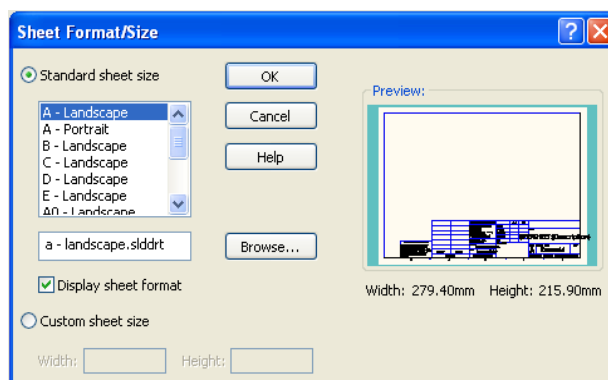
Joonise valmistamiseks tuleb luua SolidWorksis kõigepealt 3D mudel ning seejärel see salvestada. Sarnaselt teiste tegevustega SolidWorksis, saab ka jooniseid luua mitmel erineval viisil. Siinkohal tegutseme järgmiselt: salvestame äsjaloodud detaili ning valime menüüst *File -- Make Drawing from Part or Make Drawing from Assembly*. Sama ikooni leiame tööriistaribalt ning vajadusel käivitub klahvide kombinatsiooniga CTRL+D. Programm kuvab *Sheet Format/Size* dialoogiakna, joonis 1, sellelt saab määrata JOONISE FORMAADI –

milline on kirjanurga sisu, kuidas joonisel lehel paikneb, millised vaated projekteeritakse automaatselt, millised annotatsioonid jne.

Täpsustus: Joonise formaadiks nimetatakse samuti paberilehe füüsilist suurust. Formaate moodustamisel on aluseks niisugune 1 m² pindalaga ristkülik, mille laius ja pikkus suhtuvad nagu ruudu külge ja diagonaal, s.o. $b/a=1/1,4$. Sellise kujuga ristküliku järkjärgulise poolitamisega saadavad väikesed ristkülikud on kõik omavahel sarnased. Ümardades niiviisi moodustatud ristkülite küljepikkused allapoole täisarv millimeetriteks, saamegi formaatide suurused. Joonist vormistades peab jälgima, et 60% valitud lehe formaadist oleks kaetud joonise, teksti ja mõõtmete näol. Lehe põhiformaadid on samuti määratletud SolidWorksis standardiga ISO 5457 (Joonis 9).

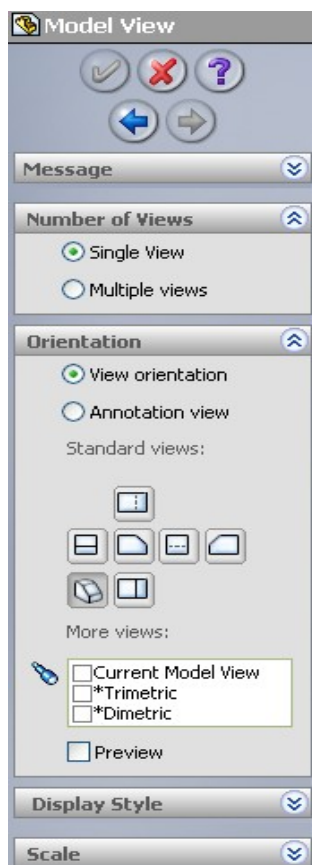


Joonis 9: Standardsete formaatide vastastikune seos



Joonis 10: Sheet Format/Size dialoogiaken

Vaikimisi esitab programm valiku standartsetest vormidest: *A-Landscape* jne. Siia juurde on kasutajal võimalik luua oma malle st. formaate vastavalt õppeasutuse või firma poolt etteantud nõuetele. Käesolevalt las jääb formaadiks vaikimisi määratud *A-Landscape*, vajutada OK. Edasi liikudes ava ülalt ribalt *ModelView PropertyManager* ning vali vastav detail, joonis 11.



Joonis 11: *ModelView PropertyManager*

Orientation – siit määrame millise vaate esimesena joonisele esitatakse.

Display Style – millist kuvarežiimi vaate esitamiseks kasutatakse.

Scale – skaleerimistegur

Dimension Type – dimensioonide formaadi määramine.

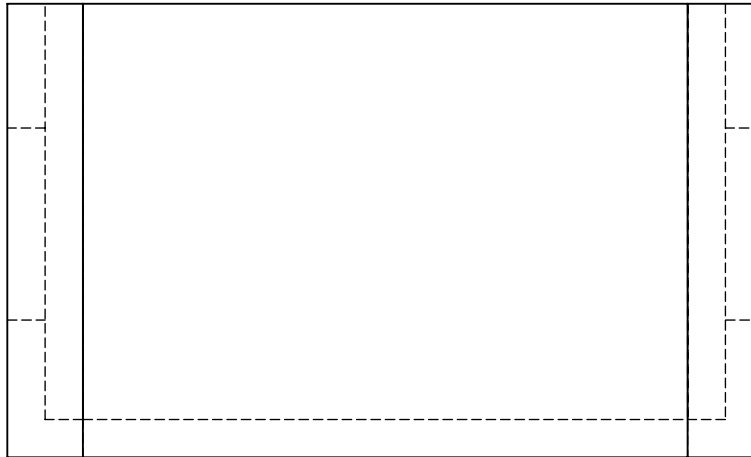
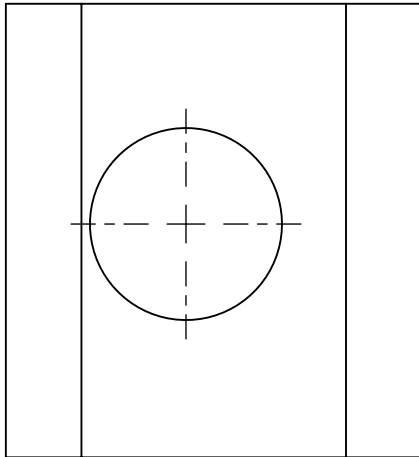
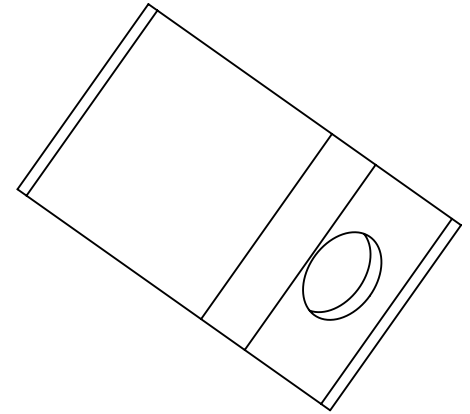
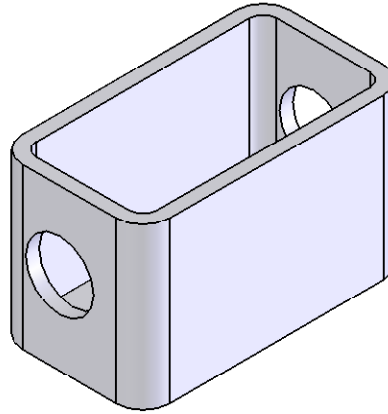
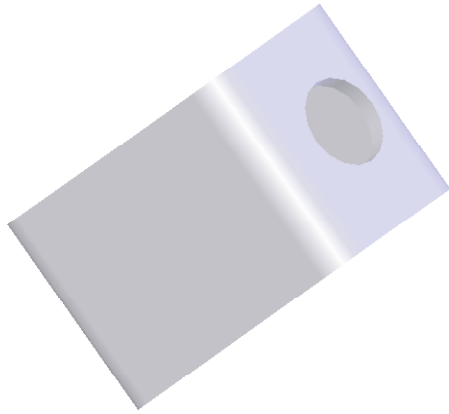
Graafikaväljale kuvatakse samaaegselt meie poolt valitud joonise formaat ning kursoriga koos liigub esimene projekteeritud vaade. Viimane oleneb sellest millise konkreetse olete aktiveerinud *ModelView PropertyManagerist*.

- Esimese kujutisena asetage graafikaväljale, mõelda sellest kui virtuaalsest paberilehest, eestvaate. Viimast nimetatakse mõnikord peavaateks. Esitame selle mudeli mõõdus st. skaalas 1:1.
- Põhivaadete omavahelise paigutuse järgi on kasutusel kaks süsteemi – Euroopa ja Ameerika oma. Meie kasutame Euroopa oma ehk esimese ruuminurga meetodit.
- Peavaate järgi projekteerida ülejäänud põhivaated ning paigutada need Euroopa süsteemis. **Drawing** tööriistahalduris paiknev tööriist *Projected View*. Eeldame, et olete seda õppinud „Insenerigraafika“ kursuses, vajadusel korra. Vihje: meie kursuse laboritöodes on enamjaolt vaated esimese ruuminurga meetodil esitatud. Pärast tööriista aktiveerimist tuleb valida viimati loodud vaade ning sellelt liikuda hiirega paremale (proovige ühtlasi mis juhtub kui liikuda teistes suundades).
- Muutke viimatiloodud vaadete kuvastiili – *ModelView PropertyManager*, *Display Style*, *Hidden Lines Visible*. Veenduge kas ja kuidas kuvatakse detaili sisemisi kontuure.

- Eelmised projekteeritud vaated loodi peavaate projektsioonidena. Järgmiseks luua joonisele uus vaade – detaili isomeetriline vaade. **Drawing** tööriistahalduris paiknev tööriist **Model View** (Isometric, Shaded With Edges). Kasutage skaalat 1:2 (st. joonisel esitatu on tegelikust detailist kaks korda väiksem). Liigutage vaade põhivaadete tabelis peavaatest kagus asuvasse „pesasse“.
- Näitelahenduse leiate kursuse veebipesast WebCT-s

2.2 Kordamisküsimused

- Ettenäidata lisamaterjalis olev joonis.
- Demonstreerida tööriista *Projected view*.
- Kuidas muuta mõõtkava, kuvastiile, standardeid?
- Kuidas mõõtmestada joonist?



PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL
THE INFORMATION CONTAINED IN THIS
DRAWING IS THE SOLE PROPERTY OF
<INSERT COMPANY NAME HERE>. ANY
REPRODUCTION IN PART OR AS A WHOLE
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF
<INSERT COMPANY NAME HERE> IS
PROHIBITED.

		UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		NAME	DATE	TITLE:	
		DIMENSIONS ARE IN INCHES		DRAWN			
		TOLERANCES:		CHECKED			
		FRACTIONAL $\pm$		ENG APPR.			
		ANGULAR: MACH $\pm$ BEND $\pm$		MFG APPR.			
		TWO PLACE DECIMAL $\pm$		Q.A.		SIZE DWG. NO. REV	
		THREE PLACE DECIMAL $\pm$		COMMENTS:			
		INTERPRET GEOMETRIC TOLERANCING PER:					
		MATERIAL				A labor2osa2	
		Puitlaastplaat					
		FINISH				SCALE: 1:2 WEIGHT: SHEET 1 OF 1	
NEXT ASSY	USED ON						
APPLICATION		DO NOT SCALE DRAWING					