



Ohje mittaustekniikan opetusmateriaalin luontiin

Onni Venttola

Opinnäytetyö
Tammikuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Modernien tuotantomenetelmien
suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Modernien tuotantomenetelmien suuntautumisvaihtoehto

VENTTOLA, ONNI: Ohje mittaustekniikan opetusmateriaalin luontiin

Opinnäytetyön valvoja: Koivisto, Kaarlo
Opinnäytetyö 17 s. liitteet 110 s.
Tammikuu 2011

Opinnäytetyön tilasi Tampereen ammattikorkeakoulun tuotekehityslaboratorion laboratorioinsinööri Jani Katajisto. Tarkoituksena oli luoda menettelytapa, jolla eri käyttöohjeistuksia voitaisiin tuoda virtuaaliseen ympäristöön. Näin opiskelijat voisivat tutustua mittalaitteisiin ja niiden käyttöön itsenäisesti verkossa ennen varsinaista mittausharjoitusta. Menettelytavan valinnassa lähtökohtana oli, että mittalaitteiden käyttöohjeistuksia voitaisiin tehdä lisää Tampereen ammattikorkeakoulussa oppilastöinä. Tämän takia ohjelmien tuli joko löytyä koululta tai oltava opiskelijoiden saatavissa kotikoneelle.

Menettelytavaksi valittiin 3D-mallinnuksen ja ruudunkaappausvideoiden avulla luotavat opetusvideot. Mittalaitteet, josta opetusvideot luotiin olivat työntömitta ja kaarimikrometri. Mittalaitteet mallinnettiin sekä animoitiin käyttämällä Autodesk Inventor -mallinnusohjelmaa, jonka jälkeen animaatiot kaapattiin Debut Video Capture -ohjelmalla. Lopuksi kaapatut videot editoitiin Windows Movie Maker -ohjelmalla. Autodesk Inventor on opiskelijalisenssillä saatavissa Tampereen ammattikorkeakoulun intratunnuksilla, kun taas Debut Video Capture ja Windows Movie Maker ovat ilmaisohjelmia.

Menettelytavan määrittämisen yhteydessä valmistui 5 käyttöohjeistusvideota, joista 3 on työntömitalla mittaamisesta ja 2 on mikrometrillä mittaamisesta. Videoissa opetetaan mittalaitteiden käsittelyä ja mitta-asteikkojen lukemista. Mittalaitteiden 3D-malleista luotiin myös Internet-selaimella toimiva versio. Koska käyttöohjeistuksien tekoa tullaan jatkamaan myöhemmin opiskelijaprojekteina, tulee tämä käyttöohjeistuksen formaatti varmasti vielä kehittymään ajan kuluessa.

Asiasanat: mallinnus, käyttöohje, mittalaite, työntömitta, mikrometri

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Modern Production Systems

VENTTOLA, ONNI: Manual for creating teaching material to measuring technology

Graduating thesis 17 pages, appendices 110 pages
January 2011

This graduation thesis has been made for Product Development Laboratory of Tampere University of Applied Sciences. The purpose for the work was to create a format for making a virtual guide for measurement with different measurement devices. The basic idea was to create the format so that other students could later create more user-guides for measurement tools.

Teaching videos made with 3D modelling and screen capturing were chosen to the format. In this project teaching videos were made for slide gauge and micrometer. Measuring devices were first modelled and then animated with 3D modeling program called Autodesk Inventor 2011. After that animations were captured using Debut Video Capture Software. Finally captured video clips were edited by using Windows movie Maker.

A Guide for making a virtual teaching material was created and added to this 5 teaching videos for measuring devices were made. 3D models for slide gauge and micrometer which could be seen in regular Internet browser were also created.

Keywords: 3D-Modelling, manual, measuring device, slide gauge, micrometer

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	OPPIMINEN JA OPETTAMINEN VERKOSSA.....	6
2.1	Verkko-opetus	6
2.2	Oppimisympäristö	7
2.3	Avoin oppimisympäristö	7
2.4	Verkko-oppimisympäristön vaiheet	8
2.5	Hyvän verkko-opetusympäristön määritelmiä	8
2.6	Verkko-oppimisen hyviä ja huonoja puolia	9
2.7	Verkko-oppimisesta sulautuvaan oppimiseen	11
3	MENETTELYTAVAN JA SOVELLUSTEN VALINTA.....	12
3.1	Menettelytavan valinta	12
3.2	Sovellusten valinta	13
3.3	Työn kulku	13
4	POHDINTA.....	17
	LÄHDELUETTELO.....	19
	LIITTEET	19

1 JOHDANTO

Tämän työn on tilannut Tampereen ammattikorkeakoulun tuotekehityslaboratorion projekti-insinööri Jani Katajisto. Työn tarkoituksena on luoda ohje mittaustekniikan virtuaalisen opetusmateriaalin luontiin. Menettelytapaa käyttäen muista mittalaitteista tullaan tekemään myöhemmin lisää käyttöohjeistuksia opiskelijaprojekteina. Ajatuksena on, että käyttöohjeistusta käytettäisiin Internetissä tuotekehityslaboratorion sivuilla opetusmateriaalina.

Käyttöohjeistuksessa piti käydä selkeästi ilmi mittalaitteen käsittely ja mitta-asteikon lukeminen. Menettelytavaksi valittiin 3D-mallinnukset, joista tehtiin kaappausvideot. Opetusvideoiden lisäksi työssä selvitettiin, onko mahdollista saada Internet sivuille selaimella toimivaa 3D-mallia mittalaitteesta.

Raportissa käydään läpi ensin verkko-oppimisen peruskäsitteitä, jonka jälkeen kerrotaan formaatin valinnasta ja työn etenemisestä. Lopuksi käydään läpi työn tulokset sekä pohditaan formaatin jatkokehitystä. Raportissa on liitteenä opas visuaalisen käyttöohjeen luomisesta, jossa esimerkkimittalaitteina ovat työntömitta ja kaarimikrometri. Liitteen lopussa on myös ohjeistus 3D-mallin liittämistä Internet sivulle.

2 OPPIMINEN JA OPETTAMINEN VERKOSSA

Tämä luku käsittelee verkko-opettamista ja -oppimista. Siinä käydään läpi opetuksen verkko-opetuksen hyviä ja huonoja puolia sekä sulautuvan oppimisen käsite.

2.1 Verkko-opetus

Tohtori Randy Garrison (1985) on jakanut etäopetuksen kehityksen kolmeen eri vaiheeseen: (1) kirjeenvaihto-opetukseen, (2) tiedotusvälineiden ja televiestinnän käyttöön (radio, tv, äänitteet ja videot) sekä (3) tietokoneiden ja tietoverkkojen käyttöön. (Garrison R 1985, 6, 235-241, Nevgin & Tirrin 2003, 13 mukaan)

1800-luvulla etäopetuksen käyttö aloitettiin kirjeenvaihdon avulla. Kirjeenvaihto oli hidasta ja palautteen saaminen saattoi venyä pitkiäkin aikoja. 1800-luvun lopussa keksittiin puhelin, jonka käyttö aloitettiin etäopetuksessa pian sen keksimisen jälkeen. Puhelin mahdollisti nopeamman palautteen antamisen. (Nevgi & Tirri 2003, 13)

Erilaisten virtuaalisten oppimateriaalien, kuten äänitteet ja videot käyttö on aloitettu vasta 1900-luvun alun jälkeen, jolloin radio ja televisio keksittiin. Tämän jälkeen erilaiset opetusohjelmat alkoivat yleistyä. Opetusohjelmien haittapuolena oli tiedon kulkeminen vain yhteen suuntaan, joka esti oppilasta kysymästä epäselvistä asioista. Video- ja ääninauhurien saapumisen jälkeen videot ja äänitteet voitiin ottaa osaksi luokkaopetusta, jolloin opettaja pystyi olemaan paremmin vuorovaikutuksessa oppilaiden kanssa ja asioita voitiin pohtia ryhmässä. (Nevgi & Tirri 2003, 13)

Tietokoneen ja etenkin Internetin kehitys ovat avanneet opetukselle aivan uusia mahdollisuuksia viimeisen kymmenen vuoden aikana. Opetuksen ja oppimateriaalin jakaminen on ottanut huiman harppauksen entisestä. Internetin tulon jälkeen tietoa on voitu jakaa maailmanlaajuisesti erittäin nopeasti.

2.2 Oppimisympäristö

1990-luvulla syntyi käsite oppimisympäristö, jota alettiin käyttää opetussuunnitelman sijasta opinnoissa, jotka poikkesivat perinteisestä opettajajohtoisesta luento-opetuksesta. Oppimisympäristö on moniselitteinen käsite. Nevgin ja Tirrin (2003, 16) mukaan oppimisympäristön eri määritelmillä on kuvattu ajan, paikan ja teknologian yhdistelmää, jossa opiskelijan on mahdollista aktiivisesti, omatoimisesti tai yhdessä muiden kanssa ja silti omaan tahtiin edeten opiskella omaan elämäntilanteeseensa parhaiten soveltuvalla tavalla.

2.3 Avoin oppimisympäristö

Hieman oppimisympäristö-käsitteen syntymisen jälkeen syntyi käsite avoin oppimisympäristö, joka lisäsi oppimisympäristön yleistymistä työelämässä ja arkipäivän asioissa. Avoimessa oppimisympäristössä lähtökohtana on itse opiskelija, joka aktiivisesti etsii ja soveltaa tietoa ja ohjaaja toimii lähinnä tutorina. Avoimessa oppimisympäristössä ei käytetä luokkahuoneita, vaan opiskelija voi vapaasti opiskella työpaikaltaan tai jopa kotoaan, sillä materiaali jaetaan intranetin tai internetin välityksellä. (Nevgi & Tirri 2003, 17).

Avoin oppimisympäristö hyödyntää yleensä paljon erilaisia tietoverkkoja oppimisessa kuten Internet ja intranet. Avointa oppimisympäristöä kutsutaan myös verkko-oppimisympäristöksi. Verkko-oppimisympäristö koostuu yleensä hyperlinkeistä, multimedialta (videot, äänitteet ja animaatiot) sekä vuorovaikutuskanavista, kuten foorumit, chat ja sähköposti (Haasio & Haasio 2008, 44).

Ohjelmistojen kehittyttyä verkko-oppimisympäristöön voidaan lisätä muiden sovellusten tiedostoja esimerkiksi 3D-malleja ja monet sovellukset toimivat yleisimmissä Internet-selaimissa. Interaktiivinen materiaali verkko-oppimisympäristössä on koko ajan monipuolistumassa.

Vuorovaikutuskanavien kehittyminen on lisännyt opiskelijoiden yhteistyötä oppimisympäristössä. Verkko-oppimisympäristössä voi olla esimerkiksi koko ajan avoinna Shoutbox-sovellus, jossa oppilaat voivat kysyä verkko-oppimisympäristössä samaan aikaan kirjautuneena olevilta kanssaopiskelijoilta neuvoa. Myös ryhmäpuhelut erilaisilla puhelusovelluksilla (kuten esimerkiksi Skype) ovat mahdollisia.

2.4 Verkko-oppimisympäristön vaiheet

Noin 1990-luvun puolivälissä oppimisympäristöjen luonti tapahtui pääosin kokoamalla ympäristö erillisistä osista opetuskäyttöön. Oppimisympäristö rakennettiin eri sovelluksista julkiselle verkkosivulle, joihin tulivat koodatut tehtävänannot, sähköposti sekä ftp-tiedostonsiirto. Edellä mainitun kokonaisuuden luominen kuitenkin vaati sivuston luojalta todella hyvää ammattitaitoa tietotekniikan suhteen sekä monia eri kirjautumistunnuksia eri sovellusten hallintaan (Haasio & Haasio 2008, 47).

1990-luvun lopussa valmiit, kaupalliset verkko-oppimisympäristöt yleistyivät. Nämä tarjosivat yhtenäisen paketin, jonka hallinnoiminen oli yksinkertaisempaa, koska hallinnoiminen tapahtui yhdestä osoitteesta. Kaupalliset sovellukset eivät vaatineet yhtä kovaa tietotekniikan ammattitaitoa kuin itse rakennetut verkko-oppimisympäristöt. (Haasio & Haasio 45.)

Viime aikoina kaupallisten verkko-oppimisympäristöjen suosio on hiipunut ja on siirtynyt entistä enemmän takaisin omien verkko-oppimisympäristöjen tekoon. Suomessa monissa oppilaitoksissa suositaan on kasvattanut open source -ideologialla kehitettävä Moodle, jota kehitetään maailmanlaajuisesti. (Haasio & Haasio 2008, s. 52-53)

2.5 Hyvän verkko-opetusympäristön määritelmiä

Verkko-oppiminen tapahtuu, kuten muukin oppiminen mielekkään oppimisen mallin kautta. Nevgi ja Tirri (2003, s 32-34) ovat koonneet seitsemän kriteeriä mielekkäälle oppimiselle käyttäen pohjana David Jonassenin mielekkään oppimisen teoriaa sekä Heli Ruokamon ja Seppo Pohjalaisen ajatuksia. Näiden seitsemän kriteerin pohjalta voidaan määrittää hyvän verkko-opetusympäristön materiaalin tehtäviä.

Verkko-oppimisympäristöjen tulee aktivoida opiskelijoita etsimään ja työstämään tietoa, jolloin opiskelijat ottavat myös itse vastuuta oppimisestaan. Opiskelijoille on myös asetettava tavoitteita opiskeluun, jotta he pystyvät suuntaamaan ja ohjaamaan toimintaansa sekä tiedonhakuun oikeaan suuntaan. (Nevgi ja Tirri 2003, s 32-34)

Alkuvaiheessa opiskelijoiden tiedot opetettavasta asiasta ovat suhteellisen yksinkertaisia ja kehittymättömiä. Näin ollen opiskelijoille on tarjottava rinnakkaistietoa aiheesta, jotta he pystyvät yhdistämään aikaisempaa tietojaan ja sovittamaan mahdollista tietojen ristiriitaa. (Nevgi ja Tirri 2003, s 32-34)

Opiskelijoille on myös tarjottava edes yksi vuorovaikutuskanava, jotta heillä on mahdollisuus yhteistyöhön sekä oppimisyhteisöjen muodostamiseen. Tällöin opiskelijat hyötyvät toistensa palautteesta sekä erilaisista näkemyksistä. Opiskelijoita tulee ohjata myös ilmaisemaan ajatuksiaan ja arvioimaan omaa oppimistaan. (Nevgi ja Tirri 2003, s 32-34)

Opiskeltava asia sidotaan mahdollisuuksien mukaan todellisiin tilanteisiin esimerkiksi harjoitusten kautta. Siten opiskelijat pystyvät myöhemmin soveltamaan ja käyttämään hyväkseen opittua tietoa elämässään. Oppimisympäristöön voidaan myös mahdollisesti luoda tehtäviä ja simulaatioita, joissa opiskelijoiden on sovellettava opittua tietoa eri tilanteissa. (Nevgi ja Tirri 2003, s 32-34)

2.6 Verkko-oppimisen hyviä ja huonoja puolia

Verkko-oppimisessa on sekä hyviä että huonoja puolia verrattuna luentopohjaiseen opetukseen. Verkko-opetuksen jatkuvan kehittymisen vuoksi hyvien ja huonojen puolien listaaminen on hankalaa, koska verkko-opetuksen vahvuudet ja heikkoudet kehittyvät jatkuvasti. Alla olevissa kappaleissa on käsitelty joitain verkko-oppimisen huonoja ja hyviä puolia.

Verkko-opetuksessa aikataulutukset on joustavaa ja opetusta ei tarvitse sijoittaa tiettyyn aikaan, vaan materiaali on saatavilla koko ajan. Aiheeseen liittyville tehtäville voidaan myös määrittää joku aikahaarukka, jolloin tehtävät voi tehdä, jonka jälkeen ne sulkeutuvat. Samalla kun aikataulutukset verkko-oppimisessa on joustavaa, joutuu ajan ja paikan

opiskelulle joka tapauksessa varaamaan. Silloin kun opittavasta aiheesta herää kysymyksiä, kukaan ei ole välttämättä heti antamassa vastauksia näihin kysymyksiin.

Verkko-oppiminen voi olla myös paljon halvempaa opiskelijalle kuin luentomallin opetus, sillä matkakustannukset tulevat usein kalliimmiksi kuin Internet-liittymä. Painettua materiaalia ei tarvitse välttämättä ostaa ollenkaan, jolloin näin syntyy säästöä. Verkko-opetukseen osallistuminen tosin vaatii hyvin usein isomman alkusijoituksen, jos opiskelija ei omista tietokonetta jo valmiiksi.

Internetissä on tietoa todella paljon saatavissa. Näin ollen Internetistä löytyy varmasti myös rinnakkaismateriaalia, joka täydentää lähdemateriaalin mahdollisia puutteita. Tiedon jako on myös nopeaa ja helppoa, esimerkiksi linkin lähetys tapahtuu nopeasti chatissa kopioi-liitä -menetelmällä. Tällöin kaikki osapuolet, jotka saavat lähetetyn linkin voivat nopeasti siirtyä lukemaan annettua materiaalia. Tiedon runsaus muodostaa omat ongelmansa, sillä liika informaatio voi myös olla ahdistavaa, ellei opetusmateriaalia kohdisteta tarkasti. Koska Internetissä on tietoa valtavasti, on siellä myös virheellistä tietoa saatavilla. Keskenään ristiriidassa olevaa tietoa voi myös löytyä useista lähteistä, jolloin on vaikea asiasta tietämättömänä suodattaa oikeaa tietoa. Vahvuudeksi tämä muuttuu silloin, kun yhdessä voidaan pohtia tiedon oikeellisuutta.

Monilla haja-asutusseuduilla opetustilaisuuteen pääseminen voi olla haastavaa eikä kulkuyhteyksiä pystytä välttämättä järjestämään. Verkko-oppiminen tarjoaa mahdollisuuden opiskella sekä materiaalien läpikäymisen välimatkasta huolimatta. Vuorovaikutuskanavien kehitys on myös helpottanut kommunikaatiota Internetin välityksellä. Huonona puolena jotkut voivat vierastaa muiden ihmisten kanssa kommunikoida virtuaalisesti eikä verkko-opetuksessa välttämättä saa yhtä hyvää ihmiskontaktia, kuin luokkaopetuksessa.

Nykyään tietokoneella pystytään simuloimaan eri ohjelmilla erilaisia asioita. Tämä helpottaa monien käytännön asioiden opetusta. Interaktiivisissa sovelluksissa opiskelija pääsee myös harjoittelemaan opetettavaa asiaa. Tekniikan käyttö vaatii jonkin verran tietotekniikan osaamista, ennen kuin verkko-opiskelua voi aloittaa. Joillekin ihmisille tämä voi olla suurin kynnys aloittaa verkko-opiskelu. Verkko-opiskelu on myös altis häiriöille ja ongelmat, kuten ohjelmien epävakaus, tietokonevirukset, vakoiluohjelmat, sähkö- ja Internet-katkot sekä laitteiston hajoaminen voivat haitata opiskelua.

2.7 Verkko-oppimisesta sulautuvaan oppimiseen

Uutena käsitteenä opetukseen on tullut sulautuva opetus. Sulautuvan opetuksen käyttö oppilaitoksissa lisääntyy koko ajan. Sulautuvalle opetukselle on monia määritelmiä. Yleensä määritelmä kuitenkin tarkoittaa eri opetusmenetelmien ja jaksojen sulauttamista yhdeksi oppimiskokonaisuudeksi. Sulautuvassa opetuksessa opiskelu voi siis koostua esimerkiksi verkko-oppimis-, itseopiskelu- ja lähiopetusjaksoista. Näin pystytään hyödyntämään eri opetusmenetelmien hyviä puolia, sekä karsimaan huonoja.

Nykyään monilla kouluilla on omat virtuaaliset oppiympäristönsä, kuten esimerkiksi Moodle. Opetusta järjestetään lähiopetuksen ja virtuaalisen opetuksen yhdistelmänä. Opetusta pyritään myös suuntaamaan aina siihen oppimisympäristöön missä oppiminen on autenttisinta ja edistää eniten parhaiten oppimista. (Koli, Hanne 2008, 16)

Monet koulut tarjoavat myös opiskelijalisenssejä ohjelmiin, joihin opiskelijalla ei olisi välttämättä itse varaa ja aktivoivat näin lataamaan ohjelmat kotikoneelle. Ohjelman saanti helposti kotiin motivoi oppilasta osallistumaan verkko-opetukseen.

Tämä opinnäytetyö on osana sulautuvalla opetuksella toteutettavaa opintojaksoa. Internetiin ollaan luomassa verkko-oppimisympäristöä, jossa opetetaan muun muassa mittauslaitteiden käyttöä. Opiskelijat opettelevat verkko-ympäristössä perusasiat mittauslaitteiden käytöstä, jonka jälkeen lähiopetuksen avulla opetetaan käytännön harjoituksilla opiskelijat mittaamaan mittalaitteilla.

3 MENETTELYTAVAN JA SOVELLUSTEN VALINTA

3.1 Menettelytavan valinta

Työn alussa päätettiin opetusmateriaali toteuttaa videosovelluksena, koska videot ovat helppoja integroida web-sivulle ja jakaa verkossa. Video valittiin menettelytavaksi siksi, että nykyajan tietokoneiden käyttöjärjestelmässä on hyvät videontoisto-ohjelmat sisäänrakennettuna.

Mittalaitteiden mittaustavoista päätettiin tehdä jokaisesta oma lyhyt videonsa. Näin välttyttiin suurikokoisilta tiedostoilta ja tietyn mittalaitteen mittaustapahtuma on helppo löytää. Videoiden teossa oli kaksi vaihtoehtoa: kameralla kuvattavat videot tai kaappausvideot tietokoneen ruudulta.

Kameralla kuvattavien videoiden ensimmäiseksi ongelmaksi olisi muodostunut videoiden valaistus. Valaistuksen tulisi olla täysin kohdallaan, jotta videoista saataisiin teräviä ja hyvälaatuisia. Useat mittalaitteiden pinnat ovat metallia ja heijastavat valoa, mikä saattaisi vaikeuttaa mitta-asteikon lukemista. Toisena ongelmana olisivat olleet mittajan kädet, jotka olisivat saattaneet peittää osan mittaustapahtumasta. Näistä ongelmista johtuen kameralla kuvaamisesta luovuttiin.

Videointitavaksi päätettiin valita kaappausvideo, koska edellä mainittuja ongelmia ei esiintyisi ja tietokoneen ruudulta olisi helppo säätää valaistusta, kuvan rajausta eikä erillistä kameraa tarvittaisi. Videot päätettiin myös tehdä ilman ääniraitaa tekstityksillä, sillä Tampereen ammattikorkeakoulun koneissa, joista videoita tullaan luultavasti eniten katsomaan, ei ole suurimmassa osassa kuulokkeita tai kaiuttimia.

Mittalaitteet päätettiin mallintaa 3D-mallinnusohjelmalla, koska kunnollisella mallinnusohjelmalla mittalaitteista saisi lähes täydellisiä kopioita oikeista mittalaitteista. Näin niiden kääntely mahdollistuu. Mallinnusohjelmalta vaadittiin helppokäyttöisyyttä, hyviä kokoonpano-ominaisuuksia ja kappaleen animointimahdollisuutta. Ohjelman tuli olla opiskelijoille helposti saatavilla, jotta mittalaitteiden käyttöohjeistuksia voitaisiin myöhemmin tehdä opiskelijaprojekteina lisää.

3.2 Sovellusten valinta

Mallinnusohjelmaksi valittiin Autodesk Inventor 2011, sillä se täytti edellä mainitut ominaisuudet. Lisäksi Tampereen ammattikorkeakoulussa järjestetään kone- ja tuotantotekniikan opiskelijoille Autodesk Inventorin peruskurssi, joka luo perusteet ohjelmalla mallinnukseen. Autodesk Inventor on myös saatavilla Tampereen ammattikorkeakoulun opiskelijoille kotikäyttöön opiskelijalisenssillä intratunnuksilla osoitteesta students.autodesk.com. Mallintamiseen voi käyttää myös muita mallinnusohjelmia, kuten esimerkiksi Catia, Solidworks, ja Vertex

Tässä työssä kaappausohjelmaksi valittiin Debut Video Capture Software, koska ohjelma on myös selkeä ulkoasultaan ja helppokäyttöinen sekä kaapatut videot ovat riittävän laadukkaita. Ohjelma on myös ilmainen, jollei käyttäjä halua ohjelmaan maksullista pro-päivitystä. Monet muut kaappausohjelmat, joita kokeiltiin, olivat joko maksullisia tai lukittuivat parin päivän jälkeen. Toisena vaihtoehtona oli Virtualdub, mutta se oli aivan liian vaikeaselkoinen verrattuna Debut Video Captureen.

Tässä työssä videoiden editointiin käytettiin Windows Movie Makeria sen saatavuuden takia, koska Movie Maker tarjoaa riittävät työkalut videoiden tekoon ja on yksinkertainen käyttää. Ohjelma löytyy lähes jokaiselta Tampereen ammattikorkeakoulun koneelta.

3.3 Työn kulku

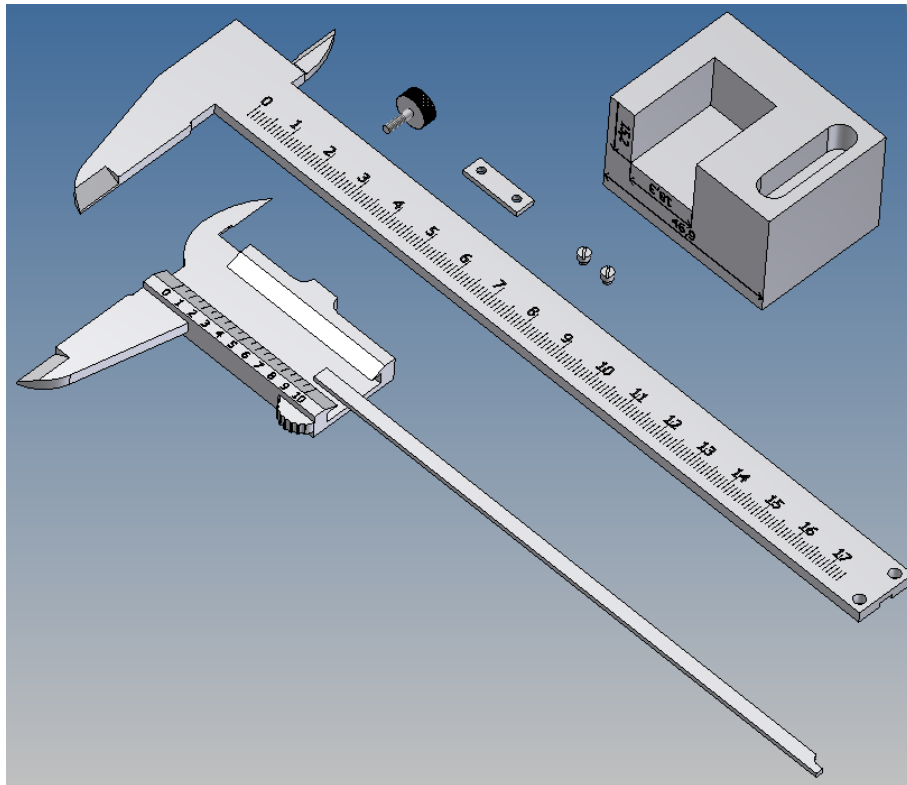
Työhön mallinnettaviksi mittalaitteiksi valittiin työntömitta ja kaarimikrometri. Työntömitta on mittalaite, jolla voidaan mitata kappaleen ulko-, sisä- ja syvyysmittoja. Työntömitan tarkkuus on 0,1 mm ja mittaalue yleensä noin 15 cm. Toiseksi mittalaitteeksi valittiin kaarimikrometri. Kaarimikrometrillä mitataan ulkomittaa 0,01 mm tarkkuudella. Kaarimikrometrerjä on erikokoisia eri mittaalueille. Tähän työhön mallinnettiin kaarimikrometri, jonka mittaalue on 25–50 mm.

Työn alussa mallinnettiin Autodesk Inventor 2011-ohjelmalla työntömitan eri osia. Tampereen ammattikorkeakoululta oli lainassa työntömitta, jossa lukitusmekanismi oli kiristysruuvi. Tästä lainassa olevasta työntömitasta otettiin toisella työntömitalla mittoja mallinnuksen yhteydessä. Työntömitan osat mallinnettiin kaikki erikseen omina

kappaleinaan. Lopuksi mallinnettiin mitattava kappale, jolle annettiin satunnaiset mitat. Mitattava kappale näkyy kuvassa 1 työntömitan osien kanssa.

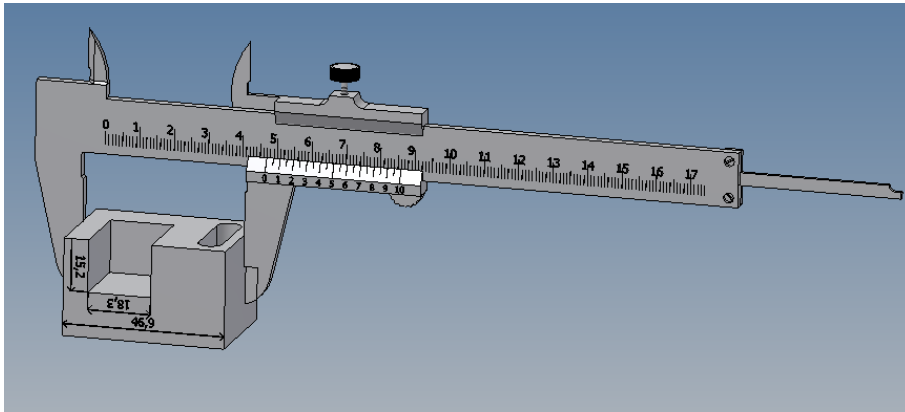
Työntömitan osat kuvassa 1:

1. Työntömitan varsi
2. Työntömitan luisti
3. Luistin kiristysruuvi
4. Luistin pysäytin
5. Luistin pysäyttimen kiinnitysruuvit



KUVA 1. Työntömitan osat ja mitattava kappale

Kun kaikki osat oli mallinnettu luotiin Inventoriin uusi kokoonpano, jossa mallinnetut työntömitan osat sidottiin toisiinsa. Mittalaitteen kokoonpanon luonnin jälkeen aloitettiin uusi kokoonpano, jossa oli työntömitta ja siihen kiinnitettynä mitattava kappale. Kuvassa 2 on ulkomitan mittauksen kokoonpano.



KUVA 2. Ulkomitan mittauksen kokoonpano

Kokoonpanon valmistuttua se animoitiin Inventorin animointitoiminnolla. Animoinnin valmistuttua animaatio kaapattiin Debut Video Capture -ohjelmalla. Seuraavaksi video editoitiin Movie Makerilla. Tämän jälkeen luotiin kokoonpanot sisä- ja syvyysmitan mittatilanteesta, sekä animoitiin kokoonpanot. Lopuksi videot kaapattiin ja editoitiin.

Työntömitan videoiden valmistuttua mallinnettiin mikrometrin eri osat, jotka näkyvät kuvassa 3. Seuraavaksi luotiin mikrometrin kokoonpano. Tämän jälkeen mikrometrille luotiin kaksi kokoonpanoa mitattavan kappaleen kanssa. Toisessa kokoonpanossa on tilanne, jossa mikrometrin mitta-asteikkoa luetaan tavallisesti. Toisessa tilanteessa mitattavan mitan kymmenesosamillit ovat yli 5, jolloin mitta-asteikkoa luetaan hieman erilailla. Lopuksi kokoonpanot animoitiin, kaapattiin ja editoitiin.

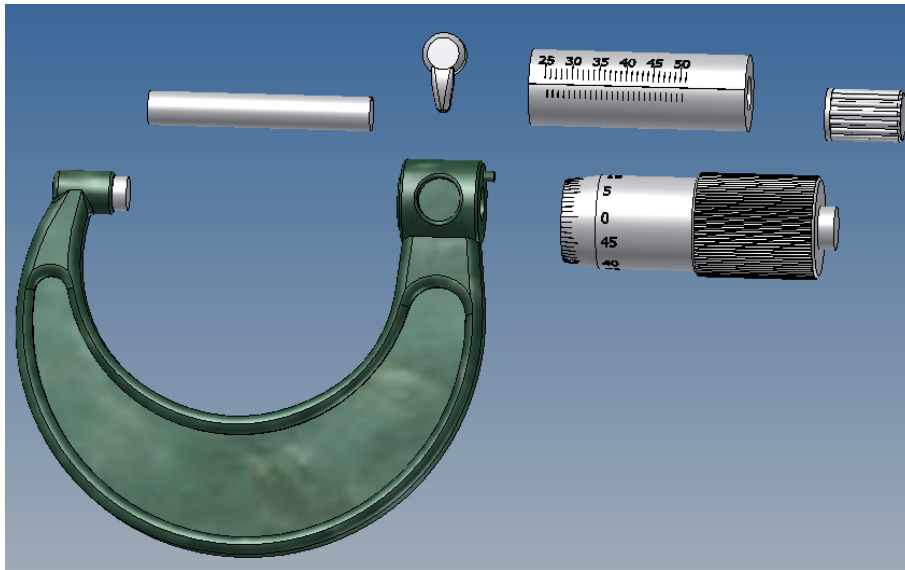
Työntömitan käyttöohjeistusvideoissa opetetaan ulko-, sisä- ja syvyysmittaus työntömitalla, sekä nooniusasteikon lukeminen. Mikrometrin käyttöohjeistusvideoissa opetetaan mikrometrillä mittaamista ja sen mitta-asteikon lukemista eri tilanteissa.

Käyttöohjeistusvideoiden lisäksi Autodesk Inventorilla luotiin mittalaitteiden kokoonpanoista kevyemmät dwf-tiedostot, jotka mahdollistavat 3D-mallin liittämisen verkkosivulle. 3D-mallit vaativat toimiakseen noin 30 Mb:n kokoisen Autodesk Design Review -ohjelman, jonka voi ladata osoitteesta www.autodesk.com

Työn aikana työvaiheet kirjattiin ylös ja niistä otettiin kuvakaappaukset. Näiden muistutusten pohjalta luotiin liitteenä 1 oleva ohje mittalaitteiden käyttöohjeistusvideoiden tekoon.

Mikrometrin mallinnettavat osat kuvassa 2:

1. mikrometrin kaari
2. mittauskärki
3. lukitusmekanismi
4. millimetriasteikko
5. mittarumpu
6. kitkamutteri



KUVA 3. Mikrometrin osat

4 POHDINTA

Työ sujui kaiken kaikkiaan hyvin. Suurimmaksi ongelmaksi olisi muodostunut Inventorin ero versioissa, sillä työn alkaessa Tampereen ammattikorkeakoululla oli käytössä Inventorin 2010-versio, kun taas kappaleita mallinnettiin 2011-versiolla. Ongelmaksi olisi muodostunut se, että 2011-versiolla mallinnettuja 3D-malleja ei voi avata 2010-versiossa, ilman tiedostomuotojen vaihtelua. Vuoden 2011 alussa Tampereen ammattikorkeakoululle vaihdettiin kuitenkin käytettäväksi versioksi Autodesk Inventor 2011, minkä takia kyseistä ongelmaa ei syntynyt.

Työssä saavutin tavoitteet mielestäni hyvin, sillä työn aikana valmistui 3 opetusvideota työntömitan käytöstä ja 2 videota kaarimikrometrin käytöstä. Videot ovat selkeitä ja opetettava asia tulee esille hyvin. Videoiden luonti sujui lähes ongelmitta. Ainoaksi ongelmaksi muodostui Windows Movie Makerin ja koneella olevan Nero-levynpolttiohjelman videoiden pakkaushallinnan ristiriidasta, joka ratkaistiin vaihtamalla Neron pakkaushallinnan kansio erinimiseksi. Tarkemmat ohjeet kansion uudelleennimeämisestä löytyvät liitteestä 1 sivulta 109.

Verkkoselaimella toimivat mallinnustiedostot, joissa kappaletta pystytään kääntelemään, onnistuttiin luomaan. Mallit toimivat Internet Explorerilla tai Mozilla Firefoxilla, riippuen lähdekoodista. Haluttua mittalaitteiden toimivuutta ei voitu kappaleisiin liittää, eli esimerkiksi työntömitan luistia ei voi helposti liikuttaa selaimella.

Työn alkuperäinen idea oli luoda formaatti käyttöohjeistuksen teolle. Uusia käyttöohjeistuksia tullaan luomaan vielä muille mittalaitteille opiskelijaprojekteina, joille tämä työ toimii perustana. Työlle on hyvät jatkokehitysmahdollisuudet, koska käyttöohjeistuksia tulee luultavasti tekemään useampi henkilö tulevaisuudessa ja on hyvin todennäköistä, että jokainen tulee omalla tavallaan kehittämään tai muokkaamaan tässä työssä esiteltyä toimintatapaa.

Työtä käytetään osana sulautuvaa opetusta verkkomateriaalina mittaustekniikan peruskurssille. Ennen varsinaisia mittausharjoituksia oppilaat voivat käyttöohjeistusvideoiden avulla muodostaa kuvan mittaustapahtumasta, mittalaitteen käsittelystä sekä opetella mitta-asteikon lukua. Opiskelija osaa videoiden katsomisen jälkeen suorittaa itse mitta-

uksen, lukea mittaus-tuloksen sekä vastata muutamaan mittalaitetta koskevaan kysymykseen, kuten esimerkiksi: ”montako kertaa mikrometrin kitkamutterin tulee naksahuttaa oikean mittaussmomentin saamiseksi?”.

Tässä työssä luotua menetelmätapaa voidaan käyttää myös muihin sovelluksiin, kuten esimerkiksi kokoonpanovideoihin. Erilaiset asennus- ja käyttöönotto-ohjeistukset on myös mahdollista toteuttaa näin. Rajana eri mahdollisuuksille on vain mallinnusohjelman ominaisuudet ja tarvittaessa tilanteen mukaan myös mallinnusohjelmaa voidaan vaihtaa.

LÄHDELUETTELO

Nevgi, Anne & Tirri, Kirsi 2003. Hyvää verkko-opetusta etsimässä. Turku: Painosalama Oy

Haasio, Ari & Haasio, Minna 2008. Pulpetit virtuaalivirrassa. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino

Koli, Hanne 2008. Verkko-ohjauksen käsikirja. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy

LIITTEET

Liite 1: Ohje mittalaitteiden virtuaalisen opetusmateriaalin luontiin

Liite 2: Mallinnustiedostot sekä mittalaitteiden käyttöohjeistusvideot (CD-ROM)

Ohje mittalaitteiden virtuaalisen opetusmateriaalin luontiin

Onni Venttola

Tammikuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Modernien tuotantomenetelmien
suuntautumisvaihtoehto
Tampereen ammattikorkeakoulu

(jatkuu)

SISÄLTÖ

1 MALLINNUS	23
1.1 Mallinnusohjelma	23
1.1.1 Inventorin 2011 asetusten määrittäminen	23
1.1.2 Inventorin perusnäkyä.....	26
1.2 Työntömitan mallinnus.....	28
1.2.1 Työntömitan varren mallinnus	29
1.2.2 Työntömitan luistin mallinnus	47
1.2.3 Kiristysruuvien mallinnus.....	59
1.2.4 Luistin pysäyttimen mallinnus	62
1.2.5 Luistin pysäyttimen kiinnitysruuvien mallinnus	63
1.3 Kaarimikrometrin mallinnus	64
1.3.1 Kaariosuuden mallinnus.....	64
1.3.2 Mitta-asteikkokappale.....	73
1.3.3 Mittarumpu	76
1.3.4 Lukitusmekanismin mallinnus	82
1.3.5 Kitkamutterin mallinnus	83
2 KOKOONPANO	86
2.1 Kappaleiden tuonti kokoonpanoon.....	86
2.2 Kappaleiden kiinnitys.....	88
2.2.1 Luistin kiinnitys varteen	90
2.2.2 Luistin pysäyttimen lisääminen kokoonpanoon.....	92
2.2.3 Kiristysruuvien lisääminen kokoonpanoon	93
2.2.4 Kiinnitysruuvien lisääminen kokoonpanoon	94
2.2.5 Liukuvan ehdon luonti (Autodesk Inventor 2011).....	95
2.2.6 Mitattavan kappaleen kokoonpano	96
2.3 mikrometrin kokoonpano	97

2.3.1	kulmaehdon luonti	98
2.3.2	siirtymä- kiertymäsuhteen luonti	99
3	ANIMOINTI.....	101
3.1	Animoinnin aloitus	101
3.2	Komponenttien siirtäminen	103
3.2.2	Toinen liike (kaikki työntömitan osat).....	105
3.2.3	Kolmas liike (luisti ja kiristysruuvi)	106
3.2.4	Neljäs liike (kaikki työntömitan osat).....	107
3.2.5	Viides liike (kiristysruuvi)	108
3.3	Liikkeiden animointi	108
4	VIDEONKAAPPAUS	110
4.1	Kaappausohjelman perusasetukset ja työkalut	110
4.1.1	Videon ulostulon asetus	111
4.1.2	Kaappausalueen määrittäminen	112
4.2	Inventorin mukautus kaappausta varten	114
4.2.1	Kameratyökaluvalikon muokkaus	114
4.2.2	Inventorin väriteeman vaihto	115
4.2.3	Kaappauksen kamerakulmien määrittäminen	116
4.3	Kaappaus	120
5	VIDEOIDEN EDITOINTI	122
5.1	Editointiohjelma	122
5.2	Editointi	123
5.2.1	Tekstityksen lisääminen.....	125
5.2.2	Videoleikkeen jakaminen.....	127
5.3	Julkaisu	128
6	3-D MALLI INTERNET-SELAIMEEN	129
6.1	DWF-tiedoston luominen	129
6.2	Web-sivuun lisääminen	130
6.2.1	Internet Explorerissa toimiva malli.....	130
6.2.1	Firefoxilla toimiva malli	131

1 MALLINNUS

1.1 Mallinnusohjelma

Mittalaitteiden mallinnukseen käytetään Autodesk Inventor –mallinnusohjelmaa. Inventorin 2011-version käyttö on suositeltavaa, koska siinä on muutama mittalaitteiden mallintamiseen hyvin sopiva uusi ominaisuus.

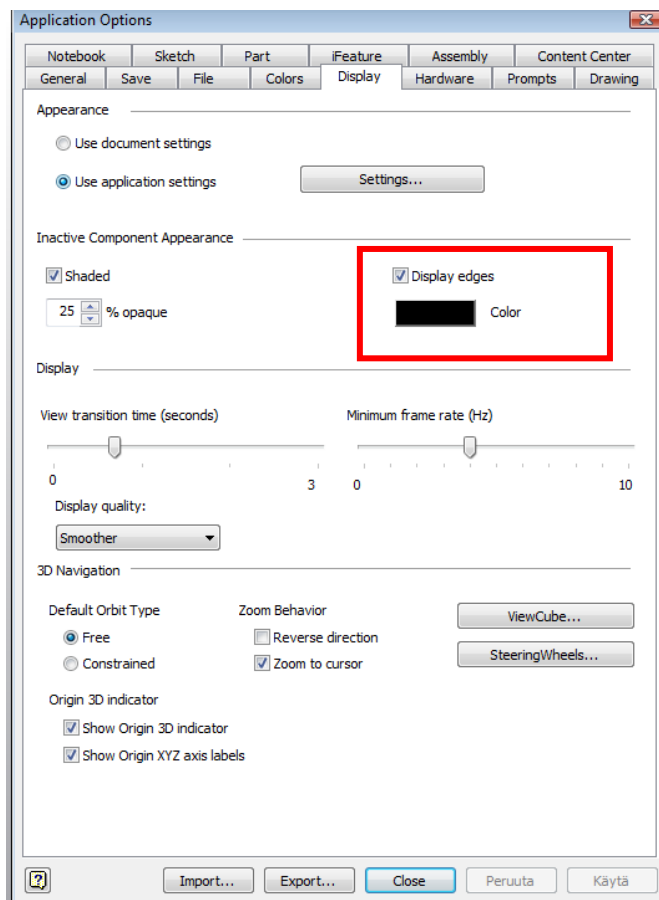
Mallinnusohjeessa on ohjeistus työntömitan ja kaarimikron mallinnukseen, jotta työkalut tulevat tutuksi ja niiden käyttö eri tilanteissa selvenee. Autodesk Inventoria vähemmän käyttäneille on suositeltavaa mallintaa ensin työntömitta ohjeen mukaan ennen uuden mittalaitteen mallinnuksen aloittamista, jotta työkalut ja ohjelman käyttö tulisivat tutummiksi.

Autodesk Inventorin voi hankkia kotiin kirjautumalla Tampereen ammattikorkeakoulun sähköpostitunnuksilla osoitteeseen students.autodesk.com. Ohjelman hakeminen tätä kautta mahdollistaa myös 2011-version lataamisen. Ohjelma on sen verran suuri ja useaan otteeseen pakattu että tilaa lataukselle täytyy varata yli 20 Gb. Ennen latausta on syytä varmistua että tietokone, jolle ohjelma asennetaan, täyttää laitevaatimukset. Autodeskin kaikkien ohjelmien laitevaatimukset löytyvät samalta sivulta latauslinkin kanssa.

1.1.1 Inventorin 2011 asetusten määrittäminen

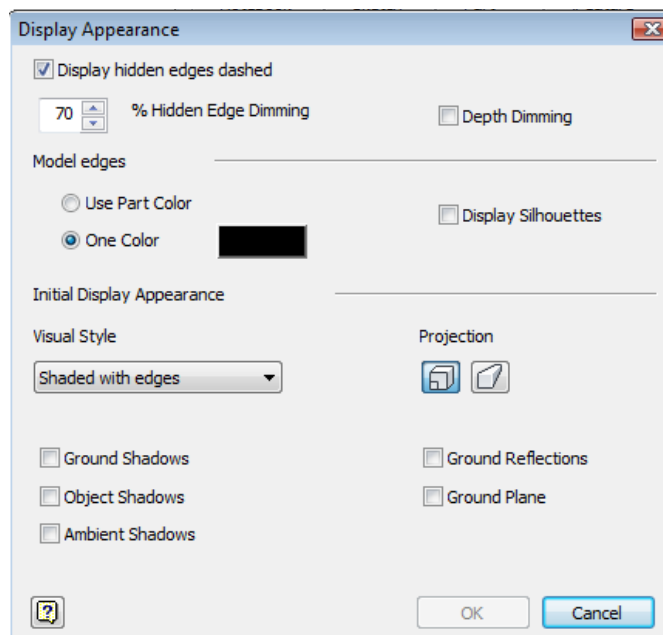
Ennen mallinnuksen aloittamista on hyvä säätää hieman Inventorin ulkonäköasetuksia, siten että mallinnettavan kappaleen ääriviivat määritetään mustiksi. Tämä selkeyttää kappaleen ulkonäköä ja mitta-asteikon luettavuutta. Mittavälineitä mallintaessa mitta-asteikon tulee näkyä mallinnetussa kappaleessa selkeästi, jotta mittavälineen käyttöohjeistus olisi mahdollisimman selkeä.

Työkalupalkista valitaan Tools-välilehti, josta avataan Application Options -valikko josta aukeaa kuvassa 1 näkyvä valikko. Display-välilehdeltä voidaan muokata kappaleen ulkonäköä. Välilehden otsikon Inactive Component Appearance alta valitaan Display edges -valikko aktiiviseksi ja sen väriksi musta (rajattu punaisella nelikulmiolla).



KUVA 1. Application options -valikko

Tämän jälkeen ylempänä olevan Appearance-otsikon alta valitaan Use application settings -valinta aktiiviseksi. Vieressä olevasta Settings-painikkeesta aukeaa kuvassa 2 näkyvä display appearance -valikko, josta valitaan model edges -otsikon alta one color -valinta aktiiviseksi ja sen väriksi musta. Alempana visual style -otsikon alla on putovalikko, josta valitaan ”Shaded with edges”.



KUVA 2. Display appearance –valikko

Jonkun työn ollessa aktiivisena Inventorin työkaluvalikosta view-välilehdeltä löytyy pikavalinta sille, miten kappale näkyy. Kun Application options -valikosta on määritetty reunojen väri, vaihdetaan näkymä view-välilehdeltä vaihtamalla pudotusvalikosta shaded-valinta shaded with edges -valinnaksi. Mikäli mitään työtä ei ole aktiivisena valikkoa ei näy.

1.1.2 Inventorin perusnäkyvä.

Autodesk Inventor on hyvin selkeä ohjelma käyttää, jos on käyttänyt 2007 versioita Microsoft Officen ohjelmista. Inventorissa yläreunasta löytyy työkalupalkki, joka vaihtuu aina ohjelman tilan mukaan. Työkalupalkin yläpuolella on välilehtiä, joista löytyy lisää työkaluja. Inventor osaa kuitenkin lähes aina aktivoida oikean välilehden.

Inventorissa on sisäänrakennettu apulainen työkalujen käyttöön. Jos jonkun työkalun toimintaa haluaa tarkastella, voi viedä kursorin halutun painikkeen päälle, jolloin hetken päästä aukeaa pieni kirjoitettu ohje tai video. Hyvin usein näin aukeava työkalun pikkuohje on tarpeeksi selkeä, mutta joskus tarvitaan lisätietoa, jolloin ohjeen ollessa auki painamalla näppäimistöä F1-näppäintä pääsee kattavampaan ohjeeseen aiheesta. Työkalut jäävät aina aktiivisiksi niin pitkäksi aikaa, kunnes ne lopetetaan klikkaamalla hiiren oikeaa nappia mallinussikkunassa ja valitsemalla Done tai painamalla toiminnon pikanäppäintä, joka on näppäimistön painike Esc.

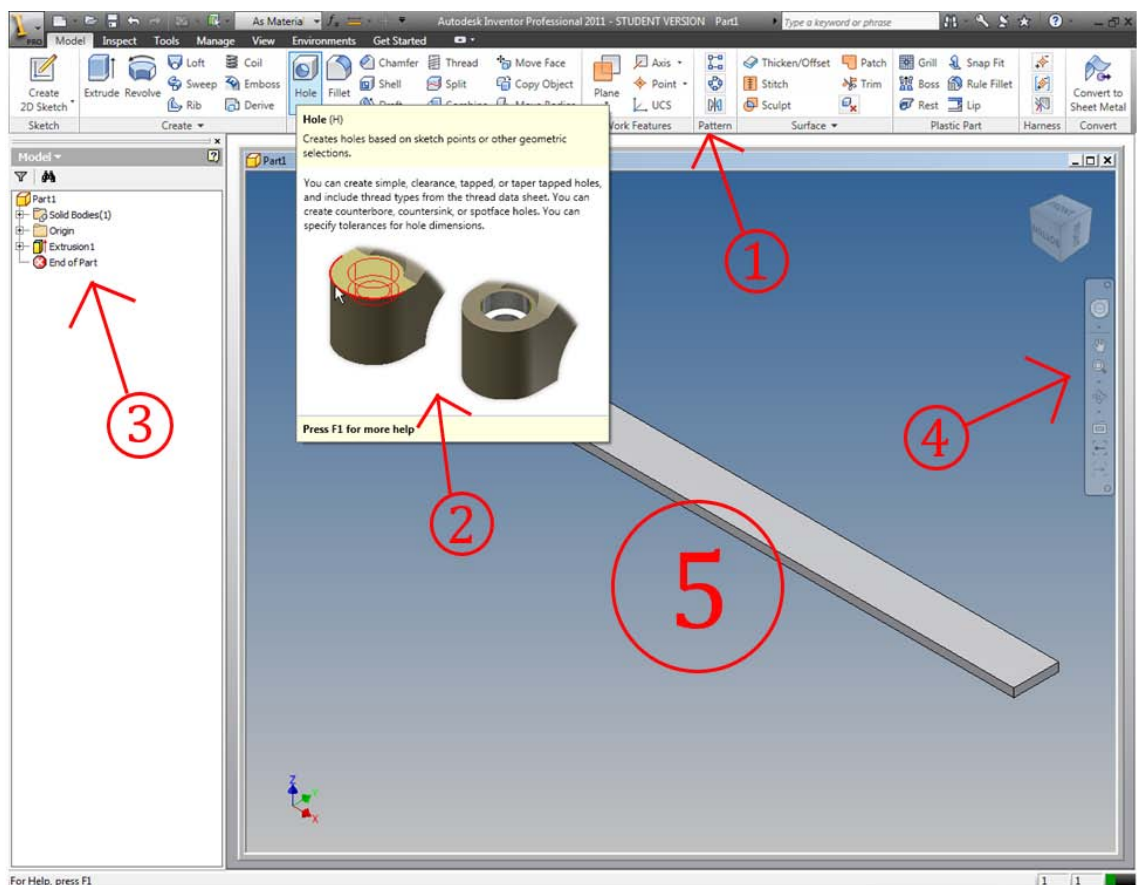
Inventorin vasempaan reunaan päivittyy koko ajan kappaleen rakennepuu, josta on helppo löytää kappaleen tietyt osat ja muokata niitä tarvittaessa. Halutessaan rakennepuuta voi selkeyttää vielä nimeämällä eri kappaleen osat.

Kamera-asetuksien työkalut löytyvät Inventorissa mallinussikkunan oikeasta laidasta. Ylimpänä on kuutio, jota klikkaamalla ja raahaamalla pyörittämällä kappale reagoi samalla lailla. Kuution alapuolella ovat työkalut. Ylimpänä on Inventorin oma navigation wheel, joka on tarkoitettu lähinnä kokeneemmille käyttäjille. Navigation wheel -painikkeen alla oleva käden kuva on pan-työkalu, jolla kappaletta voidaan raahata sivusuunnassa. Suurennuslasilla kappaletta voidaan zoomata raahaamalla hiirtä ylös tai alas. Suurennuslasin alla on pieni nuoli, joka on pudotusvalikko muille zoomaustavoille. Hieman atomin näköinen työkalu on orbit-työkalu, jolla kappaletta voidaan käännellä. Orbit-työkalun alla on view face -työkalu, joka kääntää kappaleen siten että valittu pinta on kameraan päin. Alimpana olevan nuolen alta löytyy pudotusvalikko, josta voi lisätä ja poistaa erilaisia kameratoimintoja.

Mallinnettava kappale löytyy keskellä olevasta mallinnusikkunasta, jossa sitä muokataan. Mallinnusikkunan vasemmassa alakulmassa on koordinaatisto auttamassa kappaleen hahmotusta. Jos avoinna on useampia mallinnettavia kappaleita, ilmestyy mallinnusikkunan alapuolelle välilehti jokaiselle kappaleelle. Näiden välilehtien avulla vaihtelu avoimien töiden välillä helpottuu.

Kuvaan 3 on merkitty Inventorin perusnäkyvän eri osat:

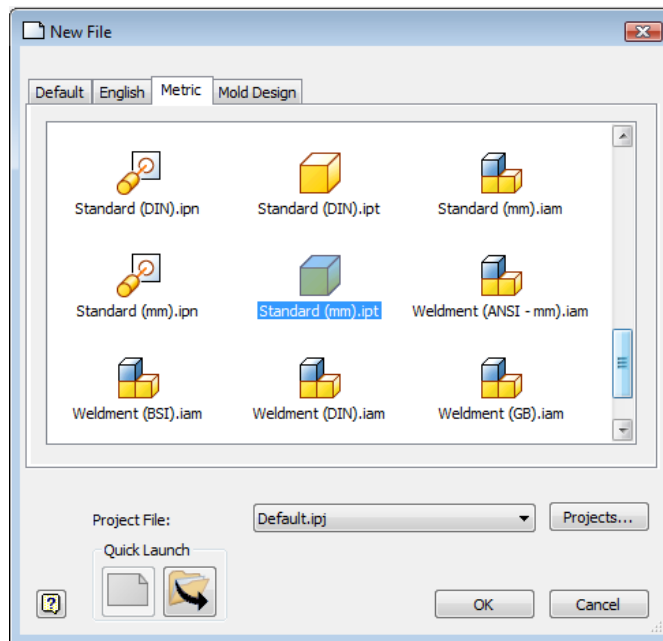
1. Työkalupalkki
2. Työkaluohje
3. Rakennepuu
4. Kameranhallinta
5. Mallinnusikkuna



KUVA 3. Inventorin perusnäkyvä

1.2 Työntömitan mallinnus

Uusi kappale luodaan klikkaamalla Inventorin ikkunan vasemmassa yläkulmassa olevaa new-painiketta. Sen jälkeen valitaan, minkälainen tiedosto halutaan luoda. Luodaan kappale, jossa on millimetrimitoitus valitsemalla kuvassa 4 näkyvä Standard (mm).ipt metric-välilehdeltä.

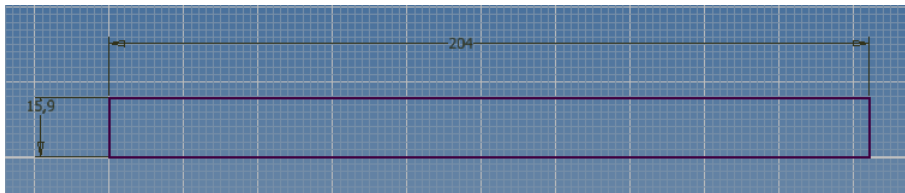


KUVA 4. Uuden kappaleen luonti

Aloitetaan työntömitan mallinnus. Kaikki mallinnuksessa esiintyvät mitat mitataan mallinnettavasta työntömitasta toisella työntömitalla. Työntömitan pituus mitataan ai-noana poikkeuksena viivoittimella, koska normaalikokoisella työntömitalla ei voi mitata niin pitkää mittaa.

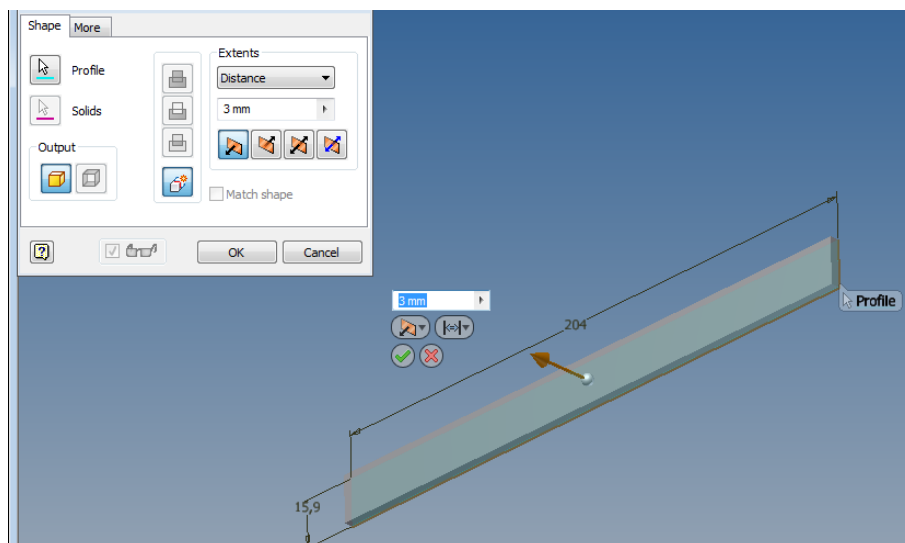
1.2.1 Työntömitan varren mallinnus

Uuden työn avaamisen jälkeen ollaan sketch-tilassa, jossa piirretään muodot xy-tasossa. Sketchillä tarkoitetaan kaksiulotteista muotoa, joka eri työkaluilla muutetaan kolmiulotteiseksi. Aloitetaan piirtämällä työntömitan runko kuvan 5 mukaiseksi rectangle-työkalulla, jonka jälkeen sille annetaan mallista mittaamalla saadut mitat dimension-työkalulla (pikanaäppäin D). Tämän jälkeen poistutaan klikkaamalla työkalupalkin oikeassa reunassa olevaa finish sketch -painiketta.



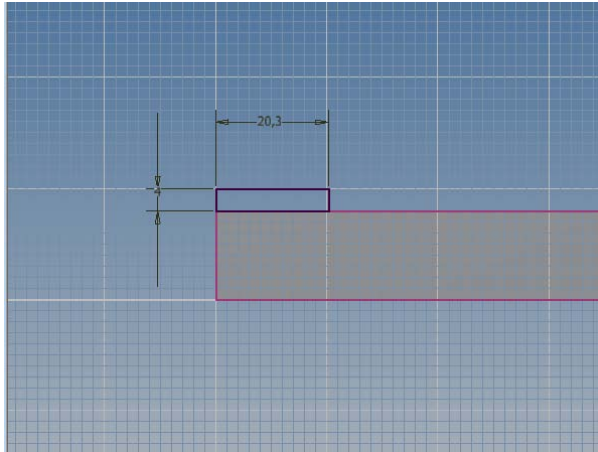
KUVA 5. Työntömitan rungon sketch

Seuraavaksi juuri valmistunut sketch pursotetaan extrude-työkalulla. Valitaan työkalu aktiiviseksi, jolloin aukeaa kuvassa 6 näkyvä valikko. Jos työkalu ei jostain syystä tunnista pursotettavaa profiilia, sen voi valita klikkaamalla ensin profile-painiketta ja sitten haluttua muotoa. Extents-otsikon alta löytyvät pursotuksen koon määrittelmät. Käytetään Distance-valintaa, jolloin alapuolelle määritetään pursotuksen suuruus. Annetaan mitaksi 3mm, jolloin se saadaan rungon paksuudeksi.



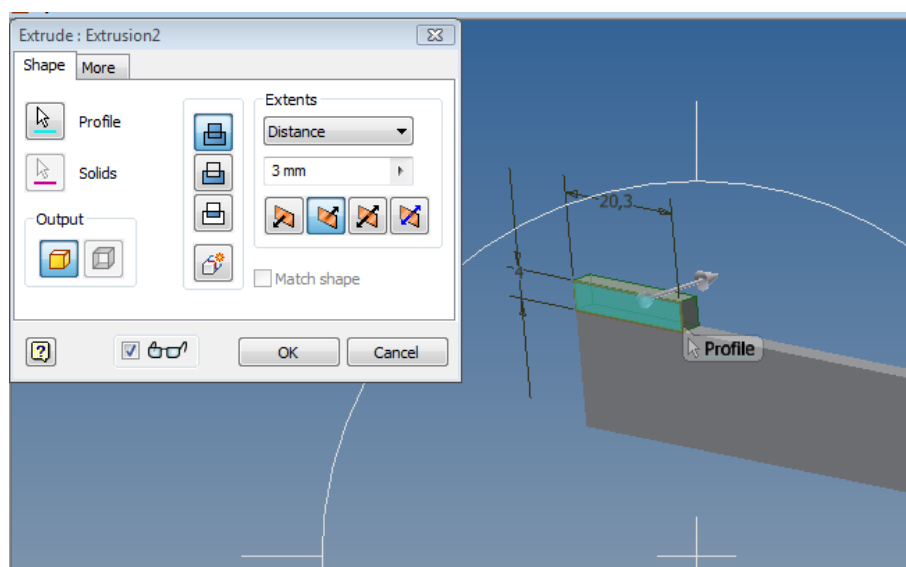
Kuva 6. Pursotuksen työkaluikkuna

Luodaan uusi sketch sivulle, jossa kuvassa 6 näkyy nuoli create 2D sketch –työkalulla. Tämän jälkeen käännetään pinta, jolle sketch tehdään, kamera-asetusten view face -työkalulla kohtisuoraan kameraan päin. Rectangle-työkalulla tehdään kuvan 7 mukainen neliö ja mitoitetaan se. Poistutaan sketchistä finish sketch –painikkeella.



KUVA 7. Rungon levennyksen sketch

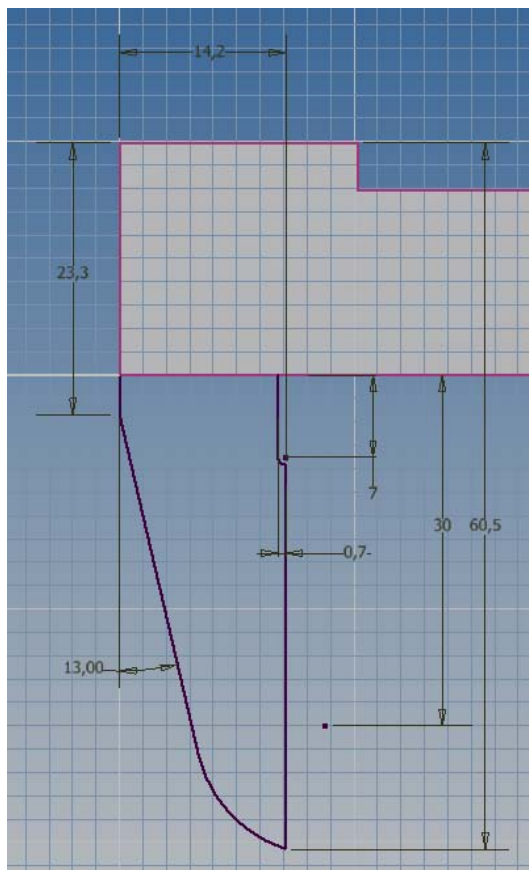
Extrude työkalulla pursotetaan luotu sketch kuvan 8 mukaisesti. Kun Extrude-työkalu on valittu, klikataan profiiliksi juuri luotu alue ja annetaan sille mitta. Jos ohjelma haluaa pursottaa jostain syystä sketchiä väärään suuntaan, on pursotuksen koon määrittävän kentän alapuolella 4 erilaista painiketta, joilla voidaan pursotuksen suuntaa vaihtaa tai lisätä. Kaksi vasemmanpuoleisinta painiketta vaihtavat pursotuksen suunnan.



KUVA 8. Rungon levennyksen pursotus

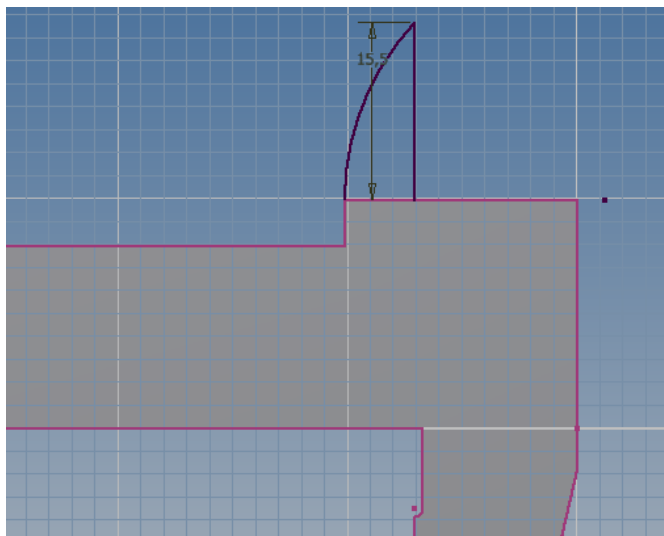
Luodaan uusi sketch mittaleukaa varten samalle pinnalle, mihin äskenenkin sketch luotiin. Tälle sketchille piirretään työntömitan toinen leuka. Sketch-tilassa työkalupalkin vasemmalla reunalla ovat line- ja arc -työkalut, joilla kuvan 9 mukainen kuvio pystytään piirtämään. Line-työkalu toimii siten, että valitaan viivan alkupiste ja loppupiste. Arc-työkalussa valitaan ensin alkupiste, sen jälkeen loppupiste ja viimeisenä klikataan pisteessä, jonka kautta kaari kulkee.

Tässä vaiheessa kannattaa huomioida että kuvion ei ihan täydellisesti tarvitse heti olla kuvan mukainen, vaan se saadaan mitoilla ja ehdoilla asettumaan oikean näköiseksi. Ehdot löytyvät työkalupalkista constrain-otsikon yläpuolelta. Kun hiiren pysäyttää ehdon päälle, aukeaa pieni ohje. Ohje kertoo, mitä kyseinen ehto tekee ja miten se toimii. Kuvion tekemiseen tarvitaan pääasiassa vain mitoitusta ja coincident- ja tangent -ehtoja. Kun kuvio on valmis, poistutaan sketchistä ja pursotetaan muotoa 3 mm.



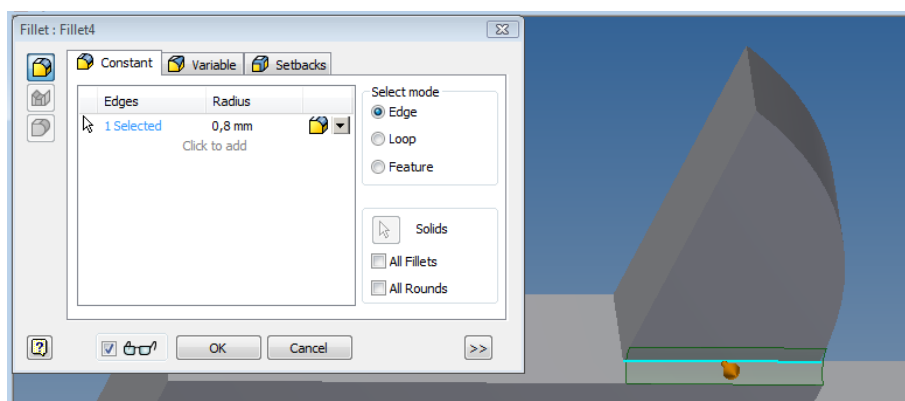
KUVA 9. Mittaleuan sketch

Seuraavaksi mallinnetaan sisämitan mittaamiseen käytettävä mittauskärki. Tällä kertaa uusi sketch luodaan toiselle puolelle kuin edelliset, joten kappaletta täytyy pyöräyttää, jotta takapinta saadaan valittua. Pinnalle luodaan kuvan 10 mukainen alue, joka purosotetaan 2,2 mm. Kuvassa 10 näkyvä suora viiva on collinear-ehdolla asetettu samalle viivalle kuin leuan sivu ja kaari on tangent-ehdolla kiinni työntömitassa. Näin saadaan yhdellä mitalla määritettyä koko muoto. Poistutaan sketchistä finish sketch –painikkeella.



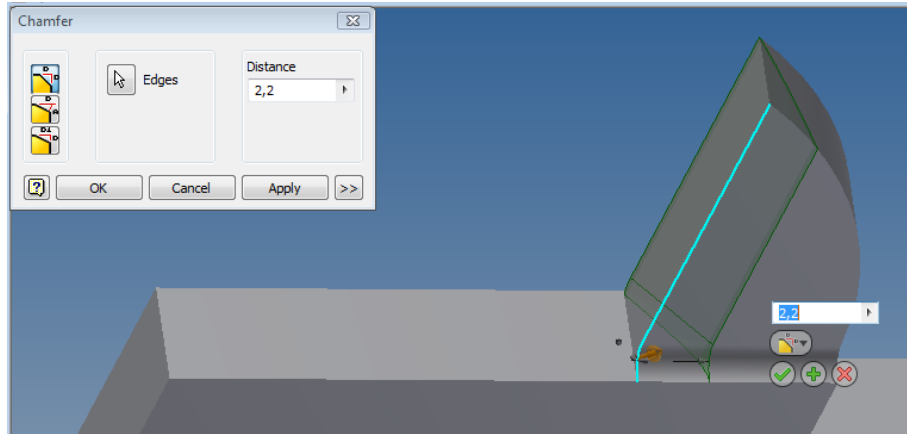
KUVA 10. Mittakärjen sketch

Valitaan fillet-työkalu, jolla tehdään kuvassa 11 näkyvä pyöristys. Koska kyseessä on normaali pyöristys, työkalulla ei tarvitse kuin valita pyöristettävä kulma ja antaa pyöristykselle mitta.



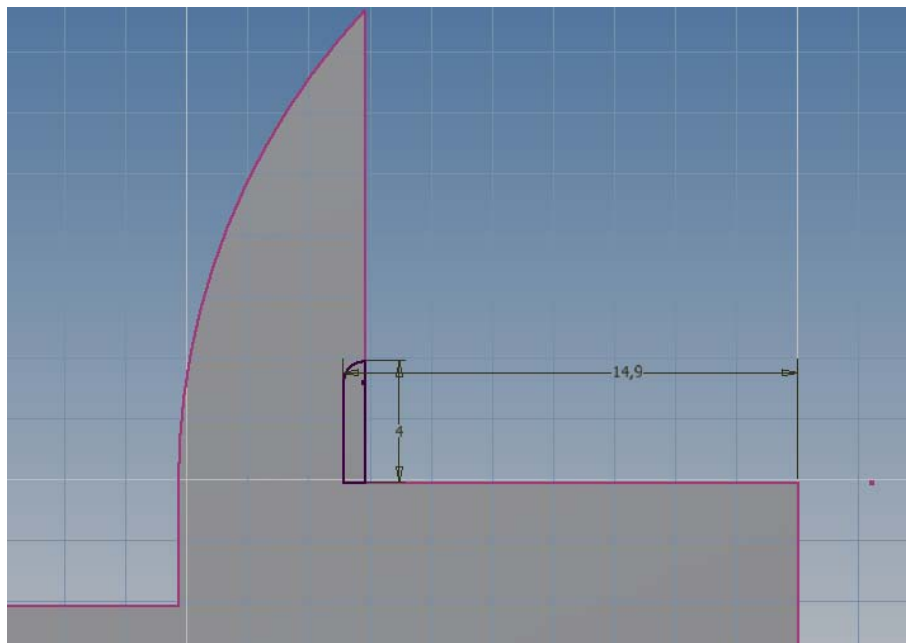
KUVA 11. Mittakärjen juuren pyöristys

Luodaan mittakärkeen kuvan 12 mukainen viiste chamfer-työkalulla. Kuten fillet-työkalussa, tässäkin tapauksessa riittää vain viistettävän kulman valinta ja sen mitoitus.



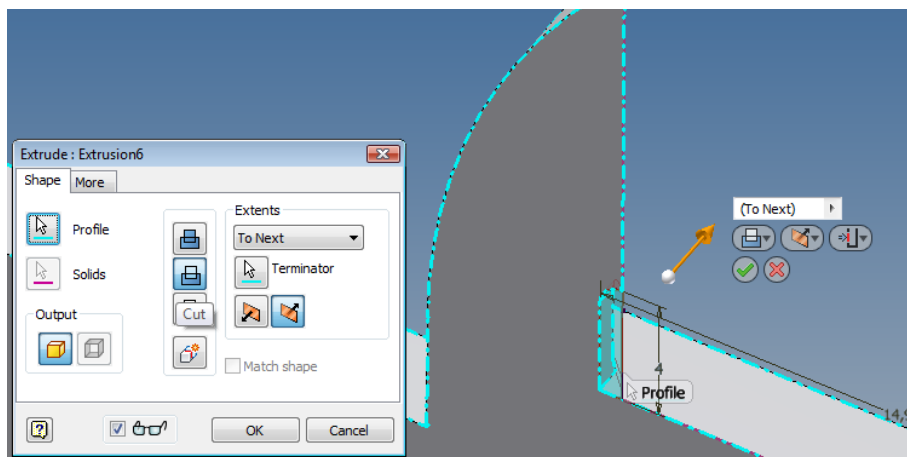
KUVA 12. Mittakärjen viiste

Luodaan kappaleen takapuolelle kuvan 13 mukainen sketch. Sketchin tarvitsee olla suljettu, eli kuvassa näkyvän muodon oikeanpuoleinen sivu tulee myös piirtää. Jos alueesta ei tee suljettua, ohjelma ei anna pursottaa kyseistä sketchiä. Poistutaan sketchistä finish sketch -painikkeella.



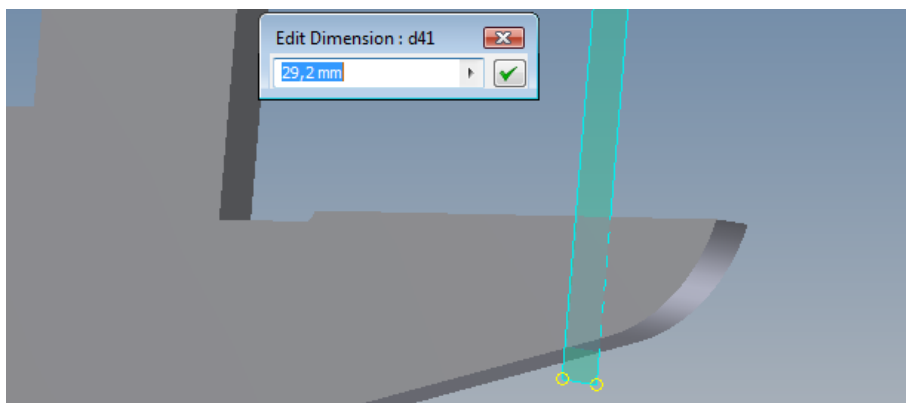
KUVA 13. Mittakärjen loven sketch

Pursotetaan sketch kuvan 14 mukaisilla asetuksilla. Extents-otsikon alla mitaksi on valittu pudotusvalikosta to next -valinta, joka pursottaa kyseisen alueen, valittuun suuntaan, seuraavaan pintaan asti. Extents-valikon vasemmalla puolella on kuvassa 14 näkyvät kolme sinivalkoista painiketta. Ylin painike on tähän mennessä käytetty lisäävä pursotus, joka lisää materiaalia. Sen alapuolella oleva keskimmäinen painike on leikkaava pursotus, joka poistaa materiaalia. Käytetään leikkaavaa pursotusta. Varmistetaan että pursotuksen suunta on oikea ja pursotetaan.



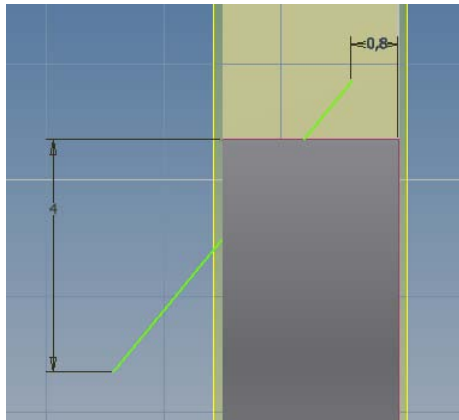
KUVA 14. Mittakärjen loven leikkaus

Mallinnetaan mittaleukaan viiste. Luodaan työtaso kuvan 15 osoittamaan paikkaan valitsemalla työkaluvalikosta plane-painikkeen alta pudotusvalikosta offset from plane -työkalu. Valitaan työntömitan varren pinta, joka on leuan puolella ja annetaan offset arvoksi 29,2 mm. Jos Inventor yrittää luoda tasoa väärälle puolelle annetaan mitaksi -29,2 mm.

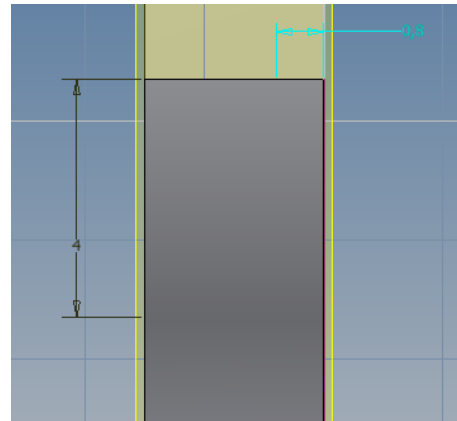


KUVA 15. Mittaleuan työtason luonti

Luodaan sketch juuri tehdylle työtasolle klikkaamalla create 2D sketch -painiketta, jonka jälkeen klikataan työtasoa mallinnusikkunassa. Sketchiin luodaan vain kuvan 16 mukainen viiva, joka mitoitetaan kuvan 16 osoittamalla tavalla työntömitan reunoihin. Kiinnitetään viivan päätepisteet coincident-ehdolla kuvan 17 osoittamalla tavalla leuan reunoihin.

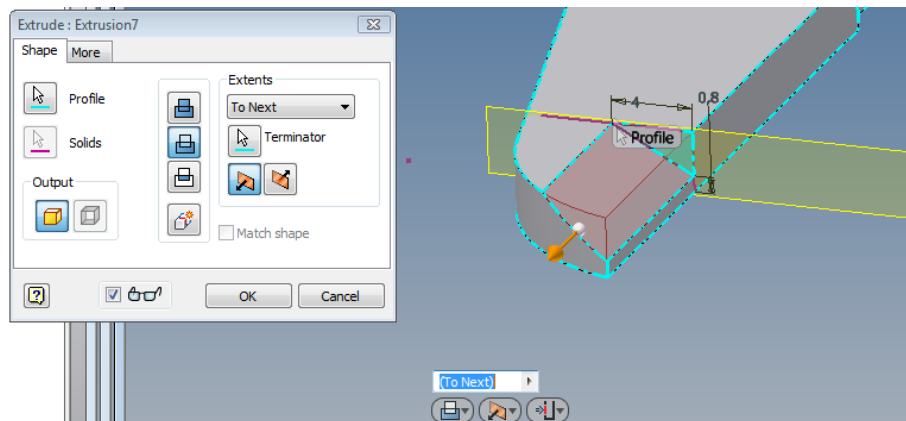


Kuva 16. Sketchin mitoitus



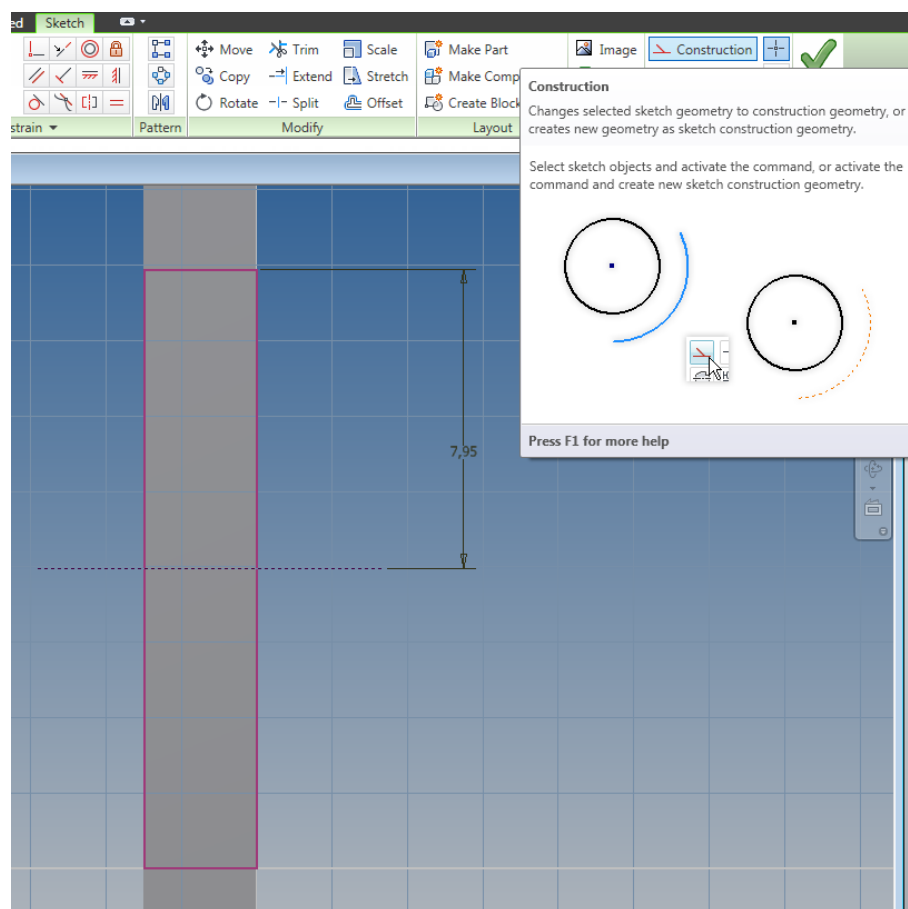
Kuva 17. Päätepisteiden kiinnitys

Poistutaan sketch-tilasta ja pursotetaan juuri tehty alue leikkaavalla pursotuksella kuvan 18 osoittamalla tavalla. Käytetään mittana to next -valintaa. Sketchin saa näkyville valintaa varten viemällä hiiren kursori sen päälle. Kun pursotus on tehty oikein, piilotetaan työtaso. Klikataan rakennepuusta työtason päällä hiiren oikeaa painiketta, jolloin aukeaa työtason valikko. Klikkaamalla valikon visibility-kohdasta valinta pois, piilotetaan työtaso.



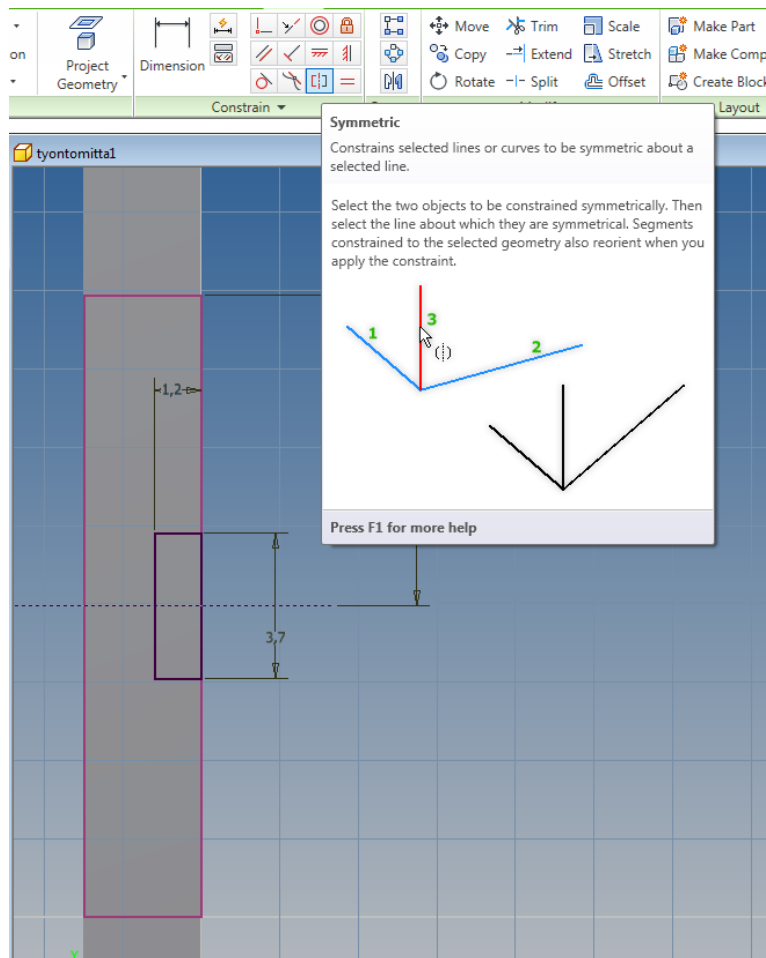
Kuva 18. Mittaleuan viisteen leikkaus

Mallinnetaan työntömitan takapinnalle ura, jota pitkin työntömitan luisti liikkuu. Tehdään työntömitan varren päätyyn sketch, johon tehdään ensimmäisenä rakenneviiva. Rakenneviiva ei ole muotoviiva vaan se on apuviiva sketchin tekoon. Rakenneviiva luodaan klikkaamalla kuvassa 19 näkyvää construction-painiketta ja sen jälkeen luomalla viiva line-työkaualla normaalisti. On huomioitava, että construction-painiketta pitää painaa uudelleen, jotta rakennemuotojen piirto lakkaa. Mitoitetaan viiva kuvan 19 mukaan.

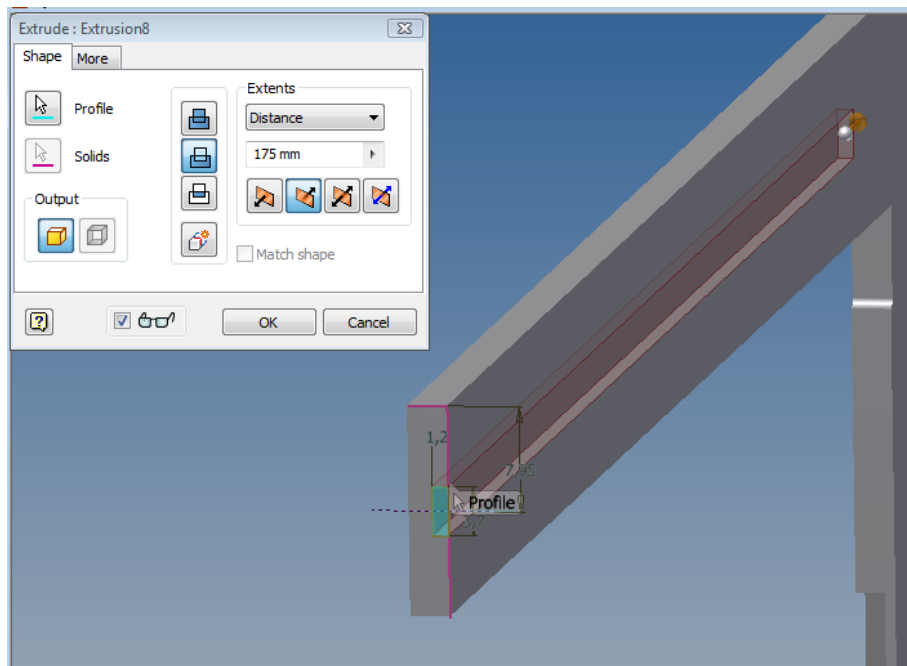


KUVA 19. Rakenneviiva

Luodaan rectangle-työkalulla 1,2 mm x 3,7 mm suorakulmio kuvan 20 mukaisesti. Kuvassa 20 näkyvällä symmetry-ehdolla saadaan luotu suorakulmio keskitettyä siten, että valitaan työkalu aktiiviseksi. Tämän jälkeen klikataan ensin molemmat suorakulmion sivut ja niiden jälkeen rakenneviivaa. Tämän jälkeen extrude-työkalulla tehdään kuvan 21 mukainen 175 mm pitkä leikkaava pursotus.

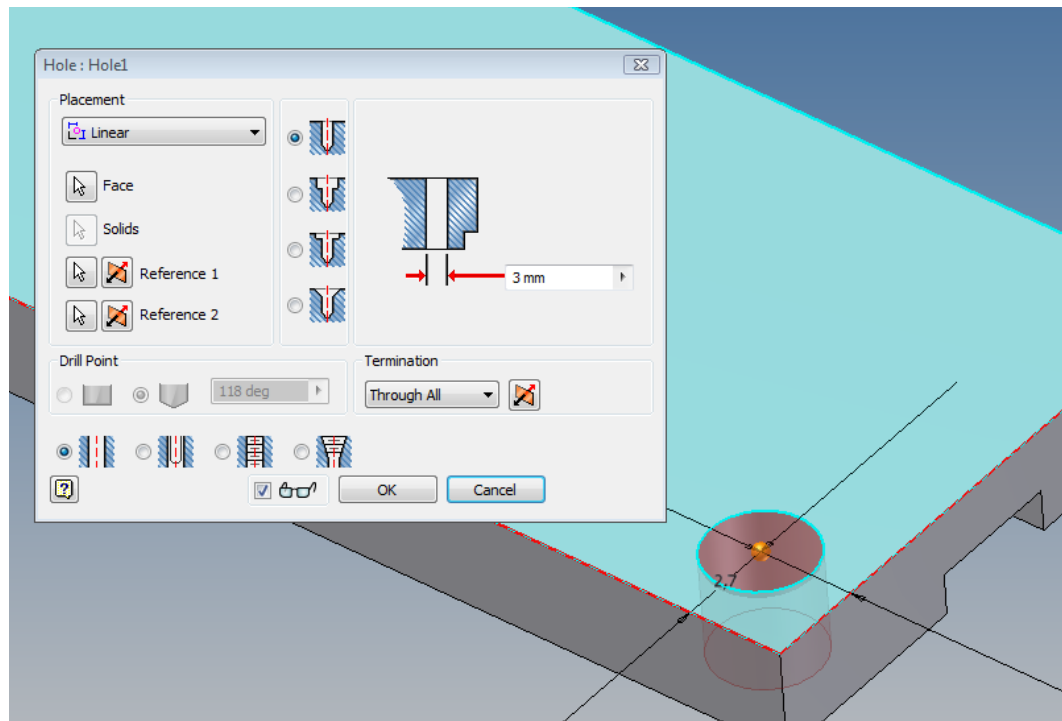


KUVA 20. Symmetry-ehto ja nelikulmion mitat



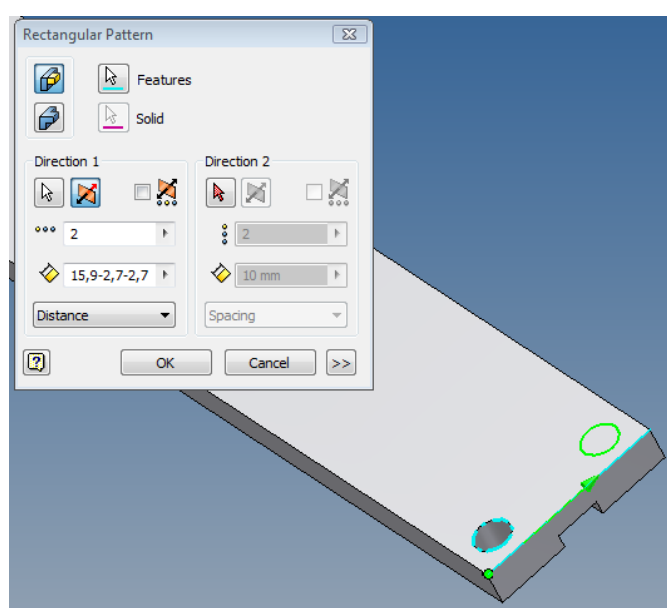
KUVA 21. Luistin uran pursotus

Luodaan kuvan 22 mukainen reikä työntömitan varteen hole-työkalulla. Valitaan työkalu ja klikataan pintaa, johon halutaan tehdä reikä. Placement-otsikon alla pudotusvalikosta valitaan linear. Pudotusvalikon alapuolelta painetaan reference 1 -kohdan vierestä nuolta ja valitaan kappaleesta reuna, johon nähden reikä mitoitetaan. Tämän jälkeen sama tehdään reference 2 -kohdan kanssa. Molemmille etäisyyksille annetaan mitoituksi 2,7 mm. Termination kohdan alapuolelta pudotusvalikosta valitaan reiän syvyydeksi through all -valinta. Tällöin reikä menee kaikista pinnoista läpi. Termination kohdan yläpuolelta mitoitetaan reiän halkaisija.



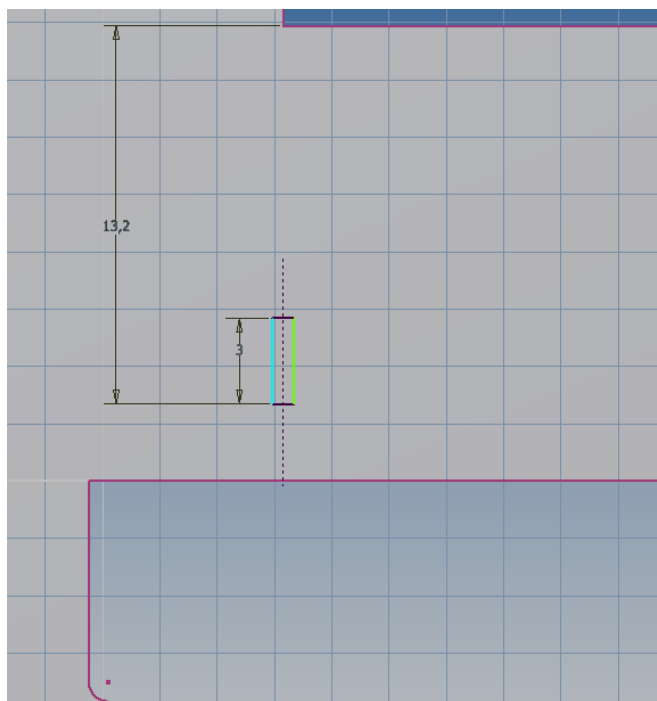
KUVA 22. Hole-työkalun työkaluikkuna

Kopioidaan reikä rectangular pattern -työkalulla, joka löytyy työkalupalkista pattern-otsikon yläpuolelta. Ensin valitaan kopioitava muoto, eli klikataan reiässä. Kuvassa 23 näkyvän direction 1 -otsikon alta painetaan nuolta, jolla valitaan monistussuunta. Alapuolella kentässä on esiintymien lukumäärä, joita on kaksi, koska alkuperäinenkin laskeaan. Alhaalta pudotusvalikosta valitaan spacing-valinnan tilalle distance, joka määrittää kuinka kaukana esiintymät ovat toisistaan. Kenttään voidaan kirjoittaa suoraan laskutoimituksen, jolloin Inventor laskee sen automaattisesti.



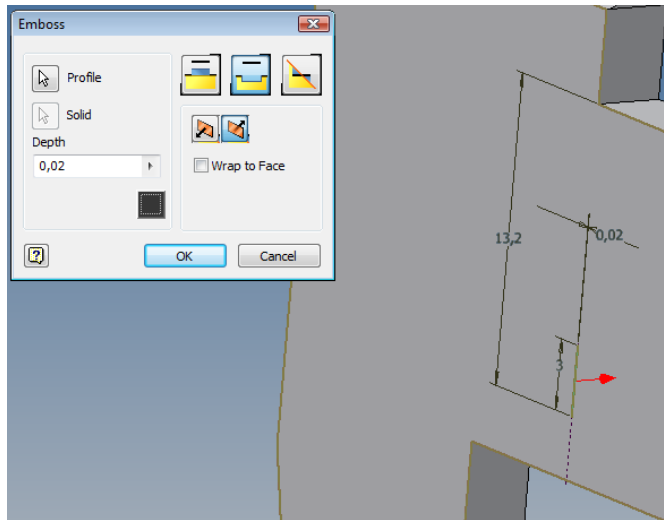
KUVA 23. Rectangular pattern -työkalu

Mallinnetaan seuraavaksi varren pintaan mitta-asteikko. Luodaan kappaleen etupuolelle kuvan 24 mukainen sketch ja siihen rakenneviiva, joka kiinnitetään collinear-ehdolla mittauskärjen puoleisen olakkeen sivuun. Luodaan rectangle-työkalulla suorakulmio ja symmetry-ehdolla sidotaan se rakenneviivaan. Kuvassa 24 suorakulmion leveyttä ei ole vielä määritetty, jotta se näkyisi paremmin, koska sen leveys on vain 0,02 mm. Määritetään leveys 0,02 mm:ksi. Vaikka mallinnettu muoto on nelikulmio, kutsutaan sitä myöhemmin mittaviivaksi.



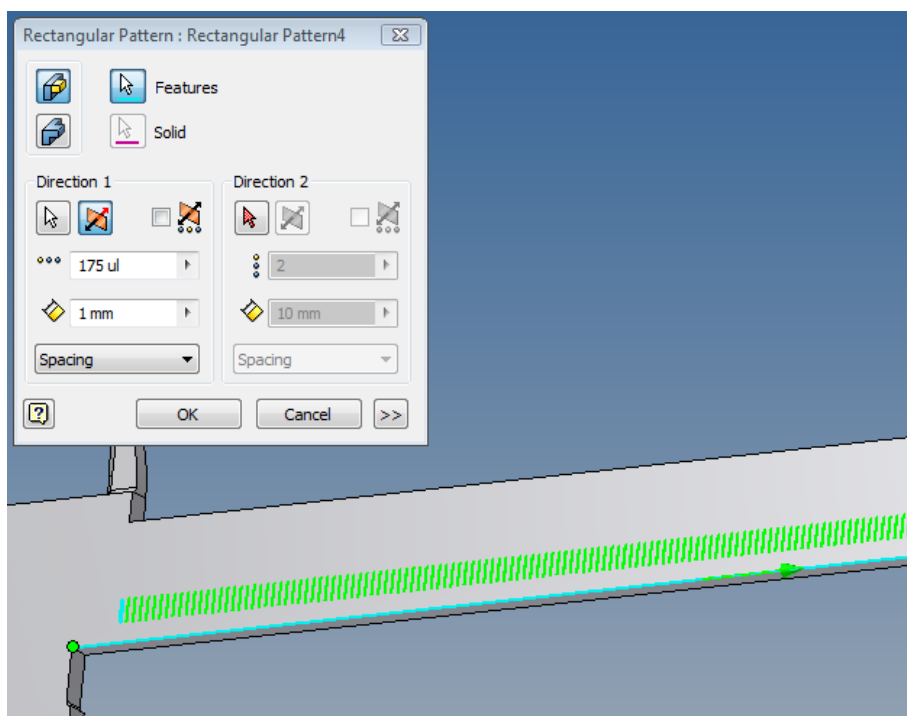
KUVA 24. Mittaviivan sketch

Valitaan emboss-työkalu, jolla kaiverretaan valittu pala pois. Valitaan kaiverrettavaksi muodoksi mallinnettu suorakulmio. Kuvan 25 mukaisesti valitaan työkalun ikkunasta oikeassa reunassa olevista painikkeista keskimäinen, jolla poistetaan materiaalia. Määritetään syvyydeksi 0,02 mm. Suunta valitaan siten, että nuoli osoittaa kappaleen sisään. Kaiveruksen jälkeen jäävä väri valitaan klikkaamalla harmaata neliötä, josta aukeaa pudotusvalikko. Valikosta valitaan väriksi Black (Casting), jotta mittaviivat näkyvät selkeämmin.



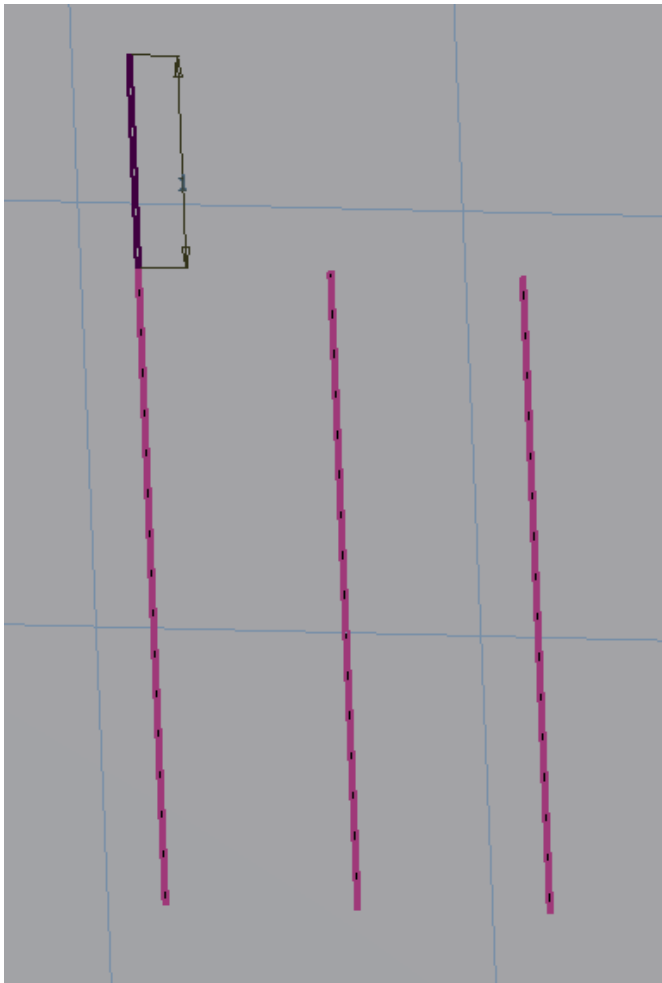
KUVA 24. Emboss-työkalu

Kopioidaan äsken luotu mittaviiva rectangular pattern -työkalulla. Valitaan työkalu aktiiviseksi ja kopioitavaksi muodoksi rakennepuusta Emboss 1. Valitaan monistamissuunnaksi työntömitan varren suuntainen särmä, kuten kuvassa 25 näkyy. Monistettavien kappaleiden määräksi valitaan 175. Lukumäärän alapuolelta pudotusvalikosta valitaan spacing-valinta, jonka mitaksi määritetään 1 mm. Näillä asetuksilla muodon esiintymiä tehdään 175 kappaletta valittuun suuntaan 1 mm:n väleillä.



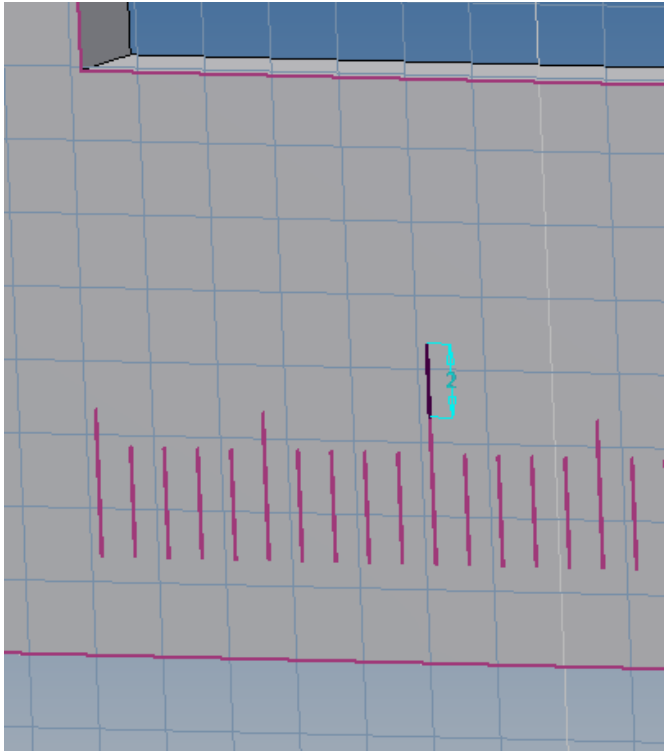
KUVA 25. Mittaviivan monistus

Pidennetään ensimmäistä mittaviivaa. Luodaan samalle kappaleen pinnalle uusi sketch. Luodaan ensimmäiseen mittaviivaan vasemmalta lähtien kuvan 26 mukainen suorakulmio, jonka kyljet sidotaan collinear-ehdolla mittaviivan kylkiin ja pituudeksi annetaan 1 mm. Poistutaan sketchistä ja emboss-työkalulla kaiverretaan alue pois samoilla asetuksilla kuin kuvassa 24. Luodaan rectangular pattern -työkalulla työntömitan varren suuntaan kaiverruksesta 35 kopiota 5mm:n välein.



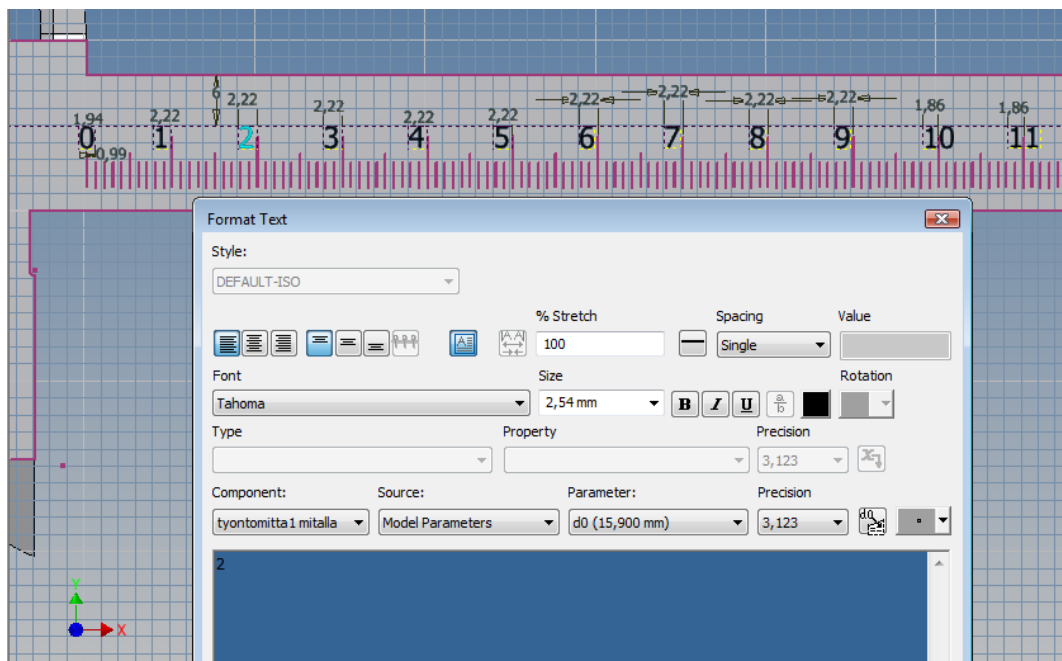
KUVA 26. Mittaviivan pidennys

Tehdään vielä kymmenennelle mittaviivalle vasemmalta kahden millin lisäys, kuten kuvassa 27. Kaiverretaan muoto samalla lailla kuin edelliset emboss-työkalulla. Kaiveruksen jälkeen muoto kopioidaan rectangular pattern -työkalulla työntömitan varren suuntaisesti 17 kertaa 10 mm:n väleillä.



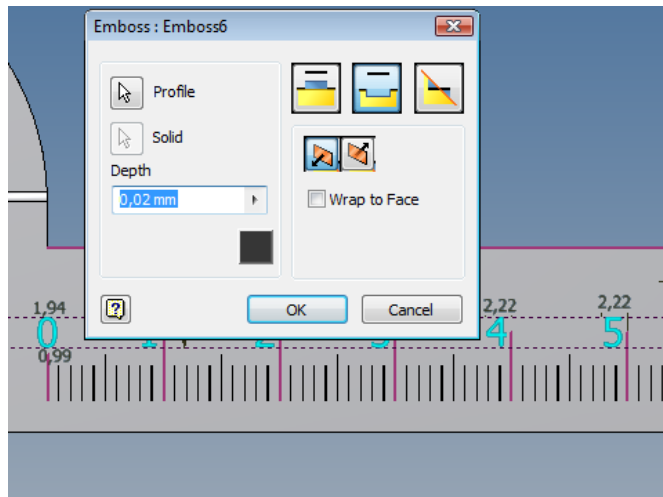
KUVA 27. Toinen mittaviivan pidennys

Mallinnetaan numerointi mitta-asteikolle. Tehdään uusi sketch samalle pinnalle, johon mitta-asteikko on tehty. Piirretään mittaviivoihin nähden kohtisuorassa oleva rakenneviiva, joka mitoitetaan kuvan 28 osoittamalla tavalla. Tämän jälkeen text-työkalulla lisätään kuvan 28 mukaiset numerot kappaleen pintaan. Kuvassa 28 näkyvässä text-työkalun valikossa valitaan ensin kooksi 2,54 mm, jonka jälkeen alhaalla olevaan kenttään kirjoitetaan teksti, joka halutaan lisätä. Tässä tapauksessa pelkkä numero riittää. Jokainen numero on tehtävä erikseen text-työkalulla. Tekstikehykset mitoitetaan vasemasta reunastaan kokonaisia senttejä vastaaviin mittaviivoihin. Pystysuunnassa ne mitoitetaan coincident-ehdolla ylempään apuviivaan.



KUVA 28. Text-työkalu

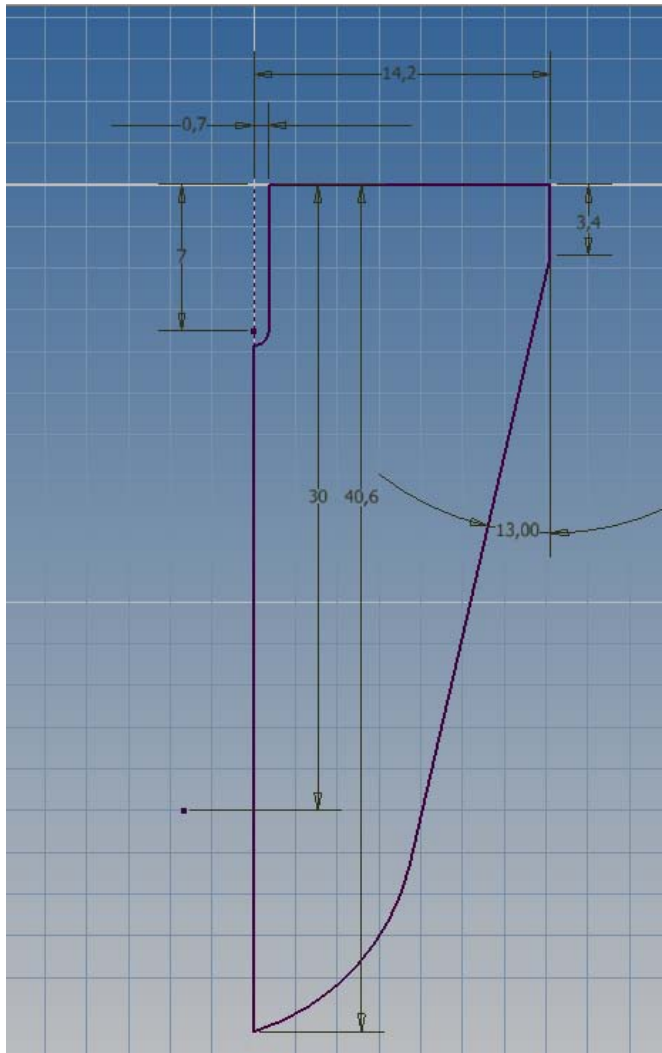
Tekstikehysten luonnin jälkeen poistutaan sketch-tilasta ja emboss-työkalulla kaiveretaan numerot kappaleen pintaan. Työkalun aktivoimisen jälkeen valitaan jokainen numero kappaleen pinnasta aktiiviseksi kaiverrusta varten klikkaamalla niitä, kuten kuvassa 29 on tehty. Kaiverruksen syvyydeksi valitaan 0,02 mm ja väriksi Black (Casting).



Kuva 29. Mitta-asteikon numeroinnin kaiverrus

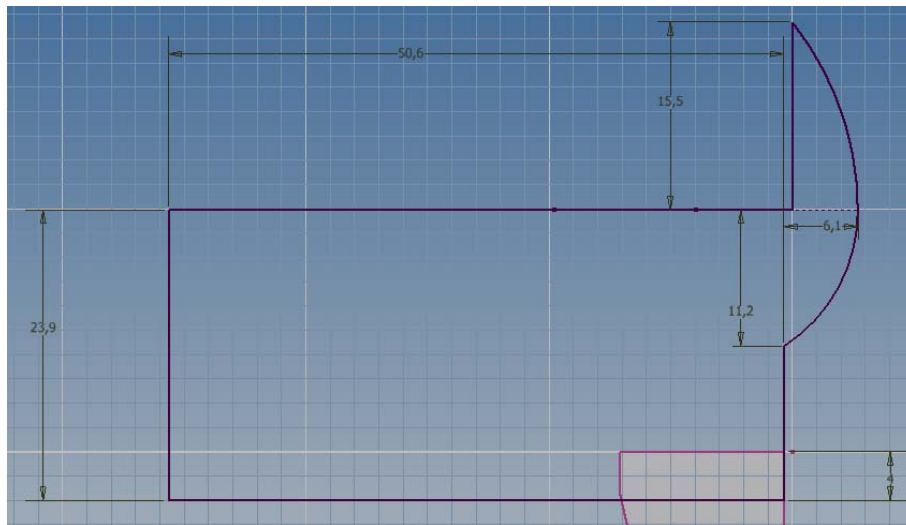
1.2.2 Työntömitan luistin mallinnus

Aloitetaan työntömitan luistin mallintaminen valitsemalla työkaluvalikosta new > Standard (mm).ipt. Luodaan mittaleualle kuvan 30 mukainen sketch, joka pursotetaan 3 mm paksuksi.



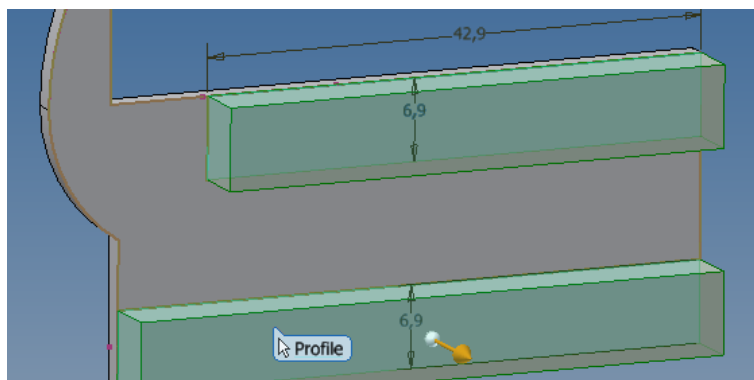
KUVA 30. Luistin mittaleuan sketch

Luodaan mittaleuan pursotuksen takapuolelle kuvan 31 mukainen sketch luistin rungolle, jota pursotetaan 1,8 mm vastakkaiseen suuntaan verrattuna edelliseen pursotukseen. On huomioitava että kuvan 31 kaari on tehty kahdesta erillisestä kaaresta, jotka on mitoitettu apuviivan avulla. On huomioitava myös, että sketchissä 15,5 mm pituinen mittakärjen suora sivu on mitoitettu collinear-ehdolla samankohtaiseksi kuin edellisessä pursotuksessa tehty mittaleuka.



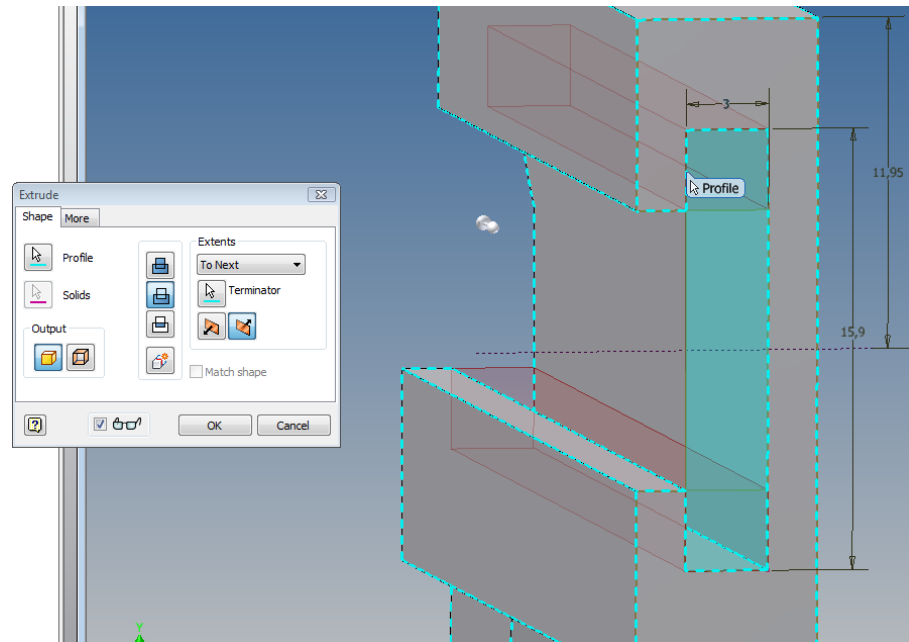
KUVA 31. Luistin rungon sketch

Luodaan uusi sketch kuvassa 32 näkyvään luistin rungon pintaan, johon tehdään kaksi nelikulmiota rectangle-työkalulla. Pursotetaan nelikulmioita 4,8 mm. Pursotuksessa tulee ottaa huomioon että Inventor ei valitse automaattisesti kokonaan toista nelikulmiota, vaan mittaleuan peittoon jäävä osa tulee valita myös.



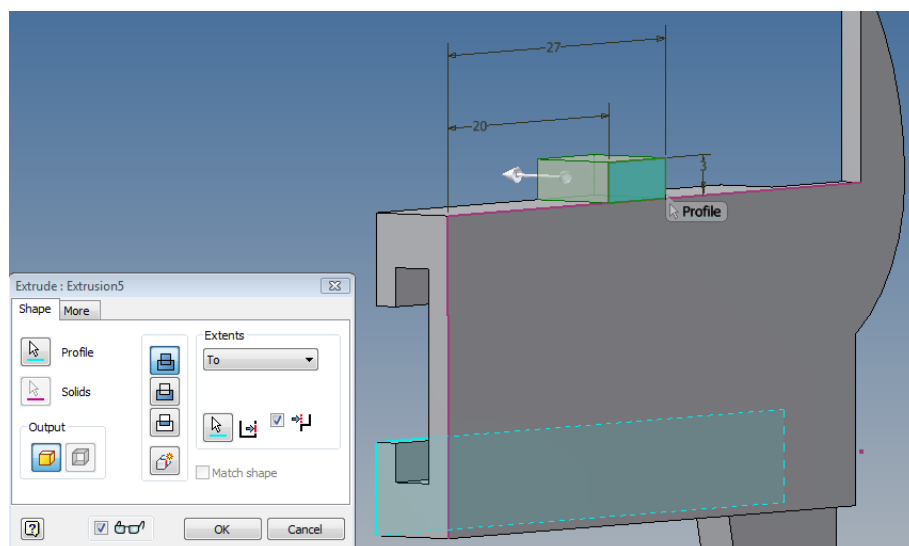
KUVA 32. Luistin reunojen pursotus

Luodaan luistin rungon päätyyn uusi sketch. Piirretään kuvassa 33 näkyvä vaakasuora rakenneviiva ja mitoitetaan se keskelle. Piirretään nelikulmio ja annetaan sille mitat. Tämän jälkeen tehdään leikkaava pursotus seuraavaan pintaan asti to next -valinnalla.



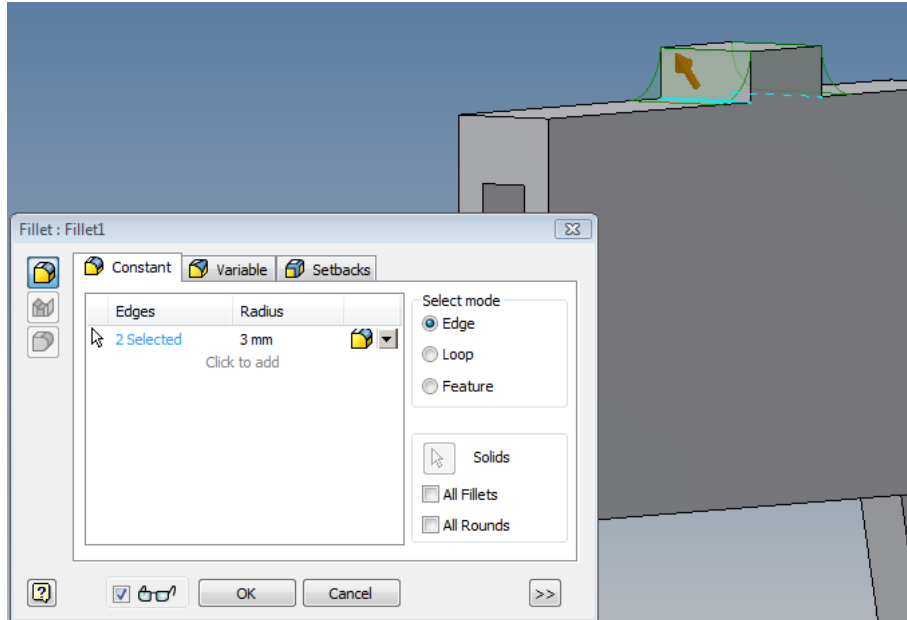
KUVA 33. Luistin uran leikkaus

Luodaan kuvan 34 mukainen sketch kiristysruuvien saarekkeelle kappaleen takapintaan ja pursotetaan se kappaleen etupintaan asti. Tämä tapahtuu valitsemalla Extents-otsikon alta to-valinta, jonka jälkeen valitaan kappaleen etupinta.



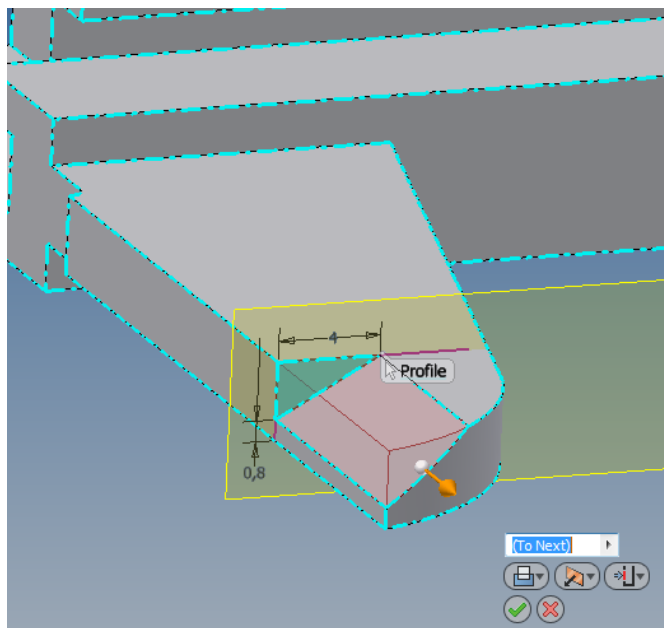
KUVA 34. Kiristysruuvien ulokkeen mallinnus

Lisätään 3 mm:n pyöristykset fillet-työkalulla pursotuksen ja rungon välsiin kulmiin kuvan 35 mukaisesti.



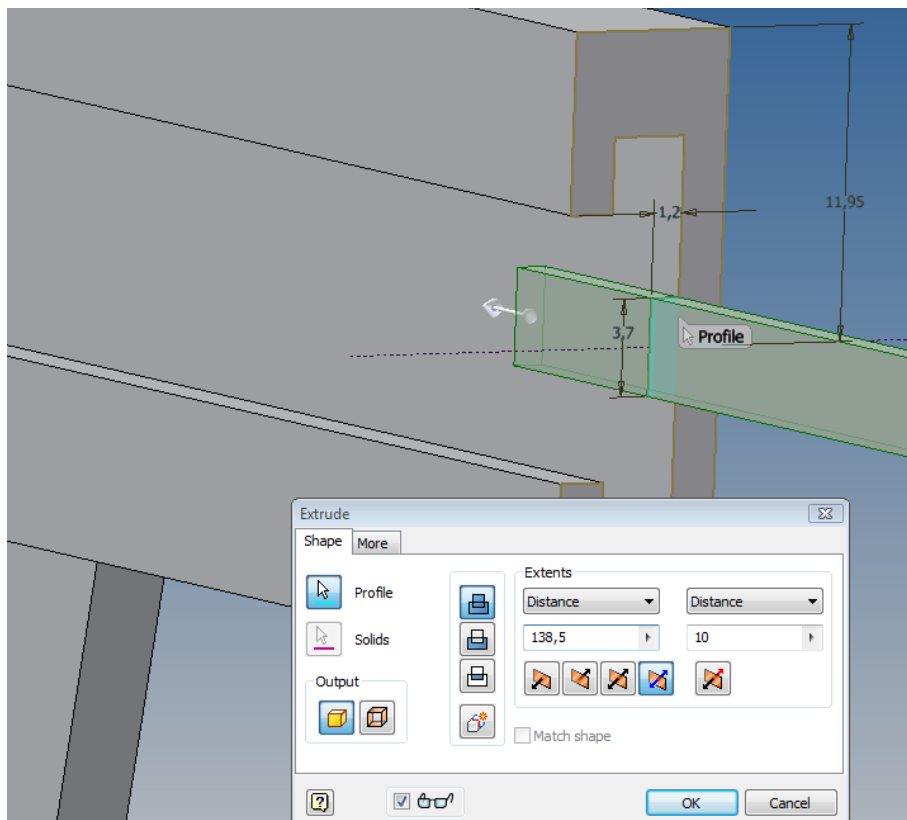
KUVA 35. Kiristysruuvien saarekkeen pyöristykset

Luodaan uusi, kuvan 36 mukainen työtaso 25,2 mm:n päähän luistin rungon kyljestä offset from plane -työkalulla. Tehdään mittaleualle kuvan mukainen viiste, kuten sivulla 33 (liitteen numerointi 16) tehtiin toiselle mittaleualle.



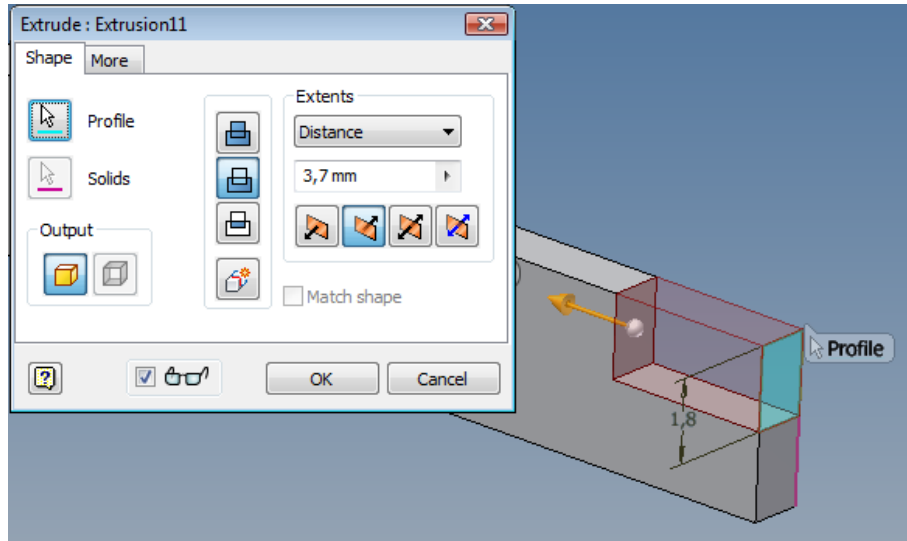
KUVA 36. Mittaleuan viisteen mallinnus

Luodaan syvyysmittatikulle luistin rungon päätyyn kuvan 37 mukainen sketch. Ensin tehdään kuvassa näkyvä rakenneviiva, jonka jälkeen mitoitetaan se sivujen keskelle. Luodaan nelikulmio, kiinnitetään se symmetric-ehdolla luotuun rakenneviivaan ja mitoitetaan kuvan mukaisesti. Kun muotoa pursotetaan, valitaan suunnaksi kuvan 37 mukaisesti asymmetric-valinta, jolloin muotoa voidaan pursottaa vastakkaisiin suuntiin eri mitoilla. Annetaan pursotuksille mitat 10 mm ja 138,50 mm. ’



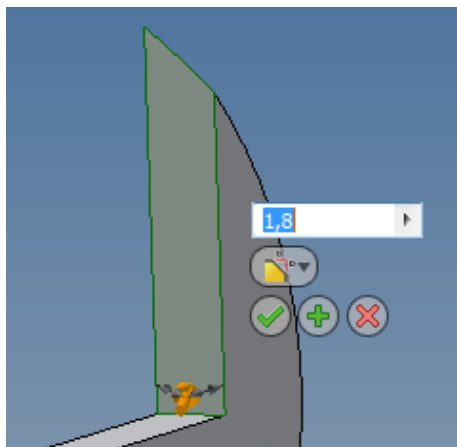
KUVA 37. Syvyysmittatikon pursottaminen.

Leikataan syvyysmittatikun päästä extrude-työkalulla kuvan 38 mukainen pala pois. Näin syntyvään kulmaan tehdään fillet-työkalulla 1,8 mm pyöristys.

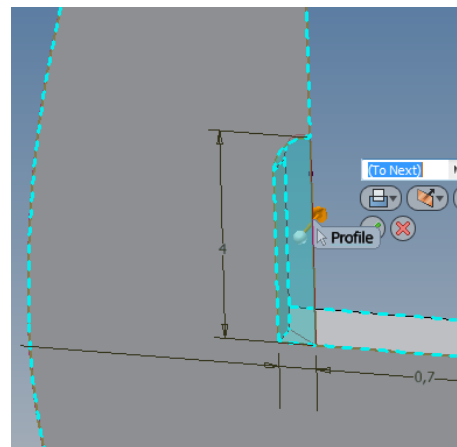


KUVA 38 syvyysmittatikun päädyn muokkaus.

Tehdään sisämitan mittakärki valmiiksi. Ensin mittakärkeen tehdään kuvan 39 mukainen 1,8 mm:n viiste chamfer-työkalulla, minkä jälkeen toiselle puolelle tehdään kuvan 40 mukainen sketch ja leikataan se pois extrude-työkalulla.

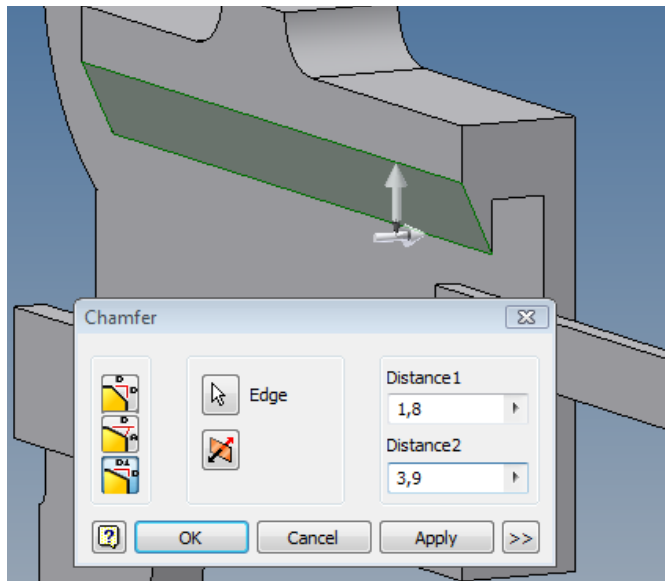


KUVA 39. Mittakärjen viiste



KUVA 40. Mittakärjen lovi

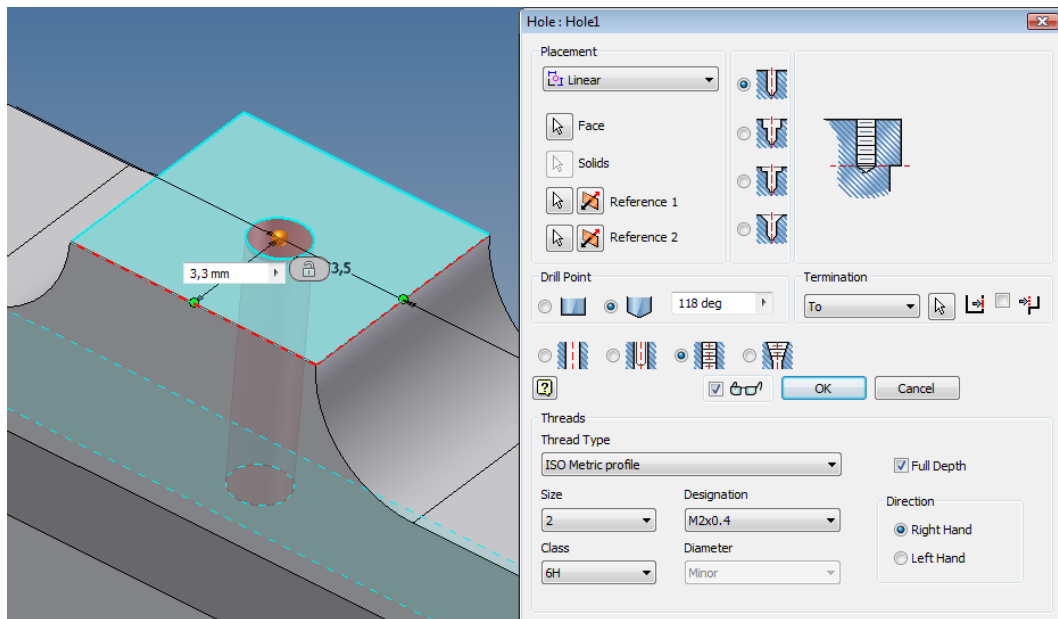
Luodaan kuvan 41 mukaiset viisteet luistiin mitta-asteikkoa varten chamfer-työkalulla. Valitaan ensin toinen kulma, johon viiste halutaan. Tämän jälkeen valitaan kuvassa näkyvästä chamfer-työkalun valikosta alin kuvake, jolla voidaan määrittää molempien sivujen mitat erikseen. Valitaan apply, minkä jälkeen klikataan toisessa viistettävässä kulmassa ja valitaan ok.



KUVA 41. Luistin viisteiden mallinnus

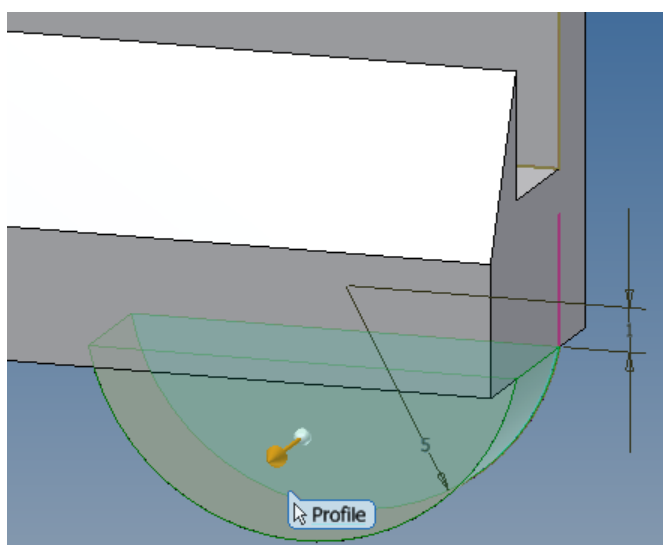
Luodaan kiristysruuville reikä Hole-työkalulla. Valitaan työkalu aktiiviseksi ja klikataan pintaa, mihin reikä halutaan tehdä. Pintaa klikkaamalla aukeaa kuvan 42 näköinen valikko ilman threads-kohtaa alalaidassa. Mitoitetaan ensin reiän keskipiste valitsemalla tarvittaessa pudotusvalikosta linear-valinta, jonka jälkeen placement-otsikon alla olevia nuolia klikkaamalla voi valita muodot, joihin nähden reikä mitoitetaan. Mitoitetaan reikä tason reunoihin nähden kuvan 42 mukaisesti.

Valitaan termination-otsikon alta to-valinta, jonka jälkeen klikataan pinnassa, johon asti reikä halutaan porata. Valitaan alhaalta ok-painikkeen vierestä reiän tyyliksi tapped hole-valinta, jolloin kierrevalikko aukeaa alas. Asetetaan kierteelle kuvan 42 mukaiset asetukset.



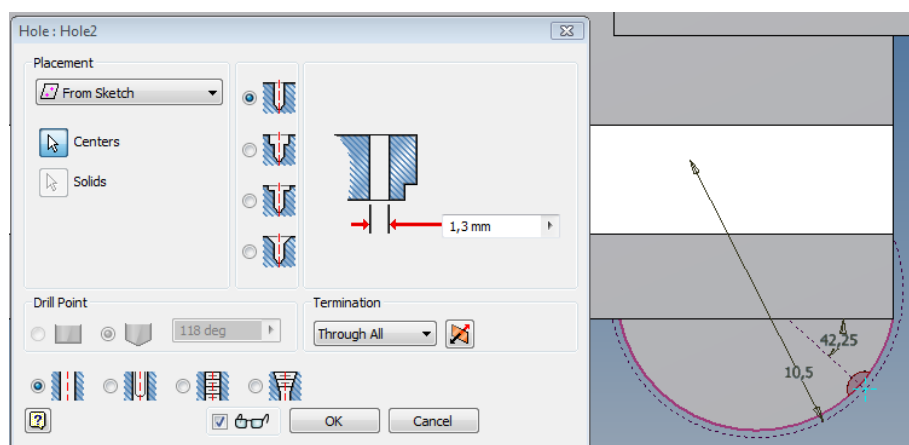
KUVA 42. Kiristysruuvien reiän mallinnus

Mallinnetaan peukalon tartuntapinta luistiin. Luodaan luistin rungon etupintaan (pintaan, jossa syvyysmittatikku on kiinni) kuvan 43 mukainen sketch. Jos inventor ei anna mitoittaa kaaren päätä rungon kulmaan, työkalupalkista löytyy project geometry-työkalu, jolla voi heijastaa haluamansa pinnan sketchiin. Työkalu toimii siten että ensin klikataan työkalu aktiiviseksi, jonka jälkeen klikataan heijastettavaa muotoa. Tämän jälkeen onnistuu mitoittaminen pintoihin, jotka eivät ole samalla tasolla kuin sketch. Lopuksi sketch pursotetaan 3 mm paksuksi.



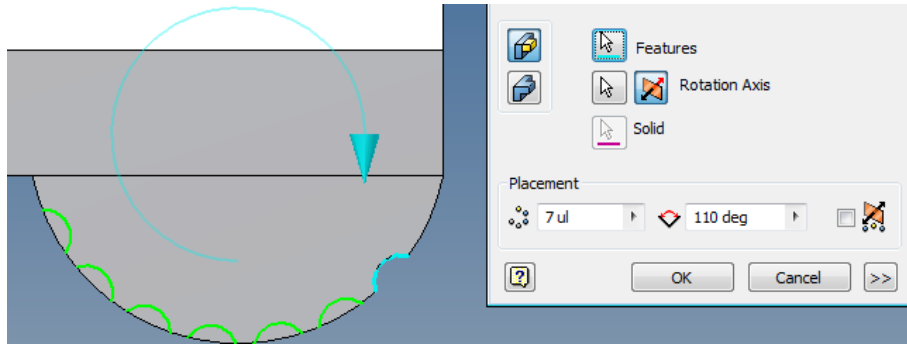
KUVA 43. Peukalon tartuntakohta

Luodaan kuviointi pursotetun muodon ulkoreunalle tekemällä ensin uusi sketch muodon pinnalle. Ensin sketchiin tehdään kuvan 44 mukaisesti mitoitettu rakenneympyrä, piirretään säde rakenneviivalla ympyrään ja mitoitetaan sen kulma runkoon nähden. Tämän jälkeen point-työkalulla luodaan rakennepiste rakenneympyrän ja -viivan kohtaamis-pisteeseen. Poistutaan sketch-tilasta ja valitaan hole-työkalu aktiiviseksi. Työkalu tunnistaa pisteen sketchistä ja ottaa sen automaattisesti reiän keskipisteeksi. Määritetään reiän halkaisija ja syvyydeksi valitaan through all -valinta.



KUVA 44. Tarttumapinnan kuvioinnin reikä

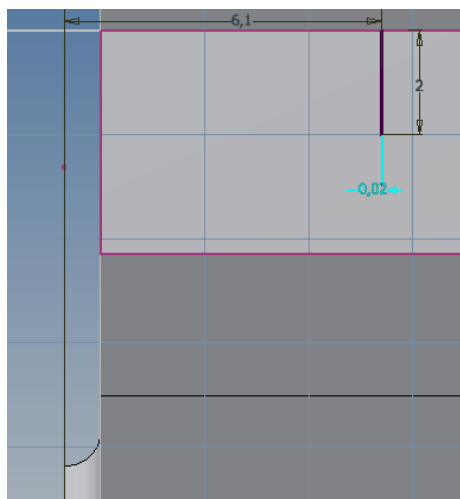
Monistetaan juuri luotu reikä kaarelle. Valitaan työkalupalkista circular pattern -työkalu. Valitaan kuvassa 45 näkyvällä features-tekstin vieressä olevalla nuolipainikkeella rakennepuusta juuri luotu reikä. Valitaan pyörähdysakseliksi, rotation axis -tekstin vierestä, nuolta klikkaamalla kaari, jolla reikä on. Placement-otsikon alta valitaan esiintymien määrä (mukaan luettuna alkuperäinen) sekä ensimmäisen ja viimeisen esiintymän välinen kulma. Tämän jälkeen kuvion reunoihin tehdään 0,2 mm pyöristykset fillet-työkalulla. Tehdään rungon ja kaaren väliseen kulmaan 1 mm pyöristys.



KUVA 45. Reiän monistus kaarelle

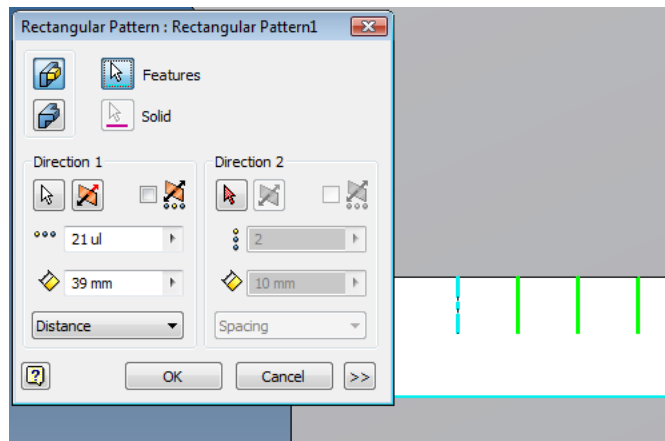
Työntömitalla mitattaessa tulos saadaan kahden kahden yhdessä toimivan mittausasteikon avulla. Luistin etupinnassa oleva nooniusasteikko kertoo mittaustuloksen kymmenesosamillit siten, että ne luetaan siltä nooniusasteikon mittaviivalta, joka on täysin samankohtainen jonkun työntömitan varren mitta-asteikon viivan kanssa. Nooniusasteikko luodaan lähes samalla tavalla kuin työntömitan varteen tehty millimetrien mittaasteikko.

Aloitetaan luomalla sketch kuvassa 46 näkyvän pintaan, johon mitta-asteikko tulee. Ensin piirretään nelikulmio ja sen sisään pystysuora rakenneviiva. Sidotaan rakenneviiva symmetry-ehdolla nelikulmion keskelle. Mitoitetaan rakenneviiva 6,1 mm päähän mitaleuan reunasta. Annetaan nelikulmion mitoiksi 0,02 mm x 2 mm, jonka jälkeen nelikulmion ylin sivu sidotaan collinear-ehdolla kuvan 46 mukaisesti viisteen reunaan. Kaiverretaan emboss-työkalulla muoto 0,02 mm syvyiseksi ja kaiverruksen väriksi valitaan Black (Casting).



KUVA 46. Ensimmäisen mittaviivan mitoitus

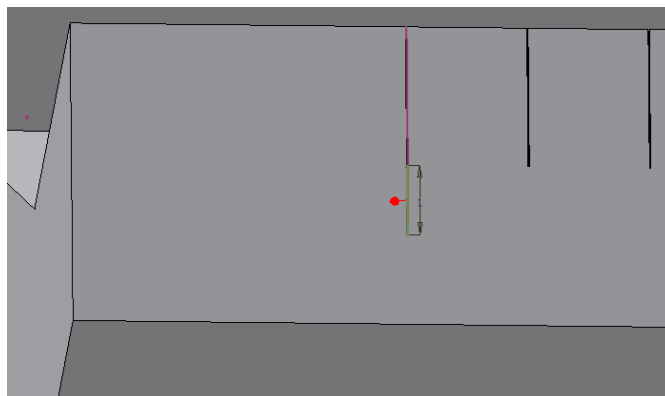
Monistetaan kaiverrus rectangular pattern -työkalulla, siten että esiintymien määräksi asetetaan 21. Kuvassa 47 näkyvästä alempana olevasta pudotusvalikosta vaihdetaan spacing-valinta distance-valinnaksi, jolle annetaan arvoksi 39 mm. Tällöin kaikki kopiot jakautuvat tasaisesti 39 mm matkalle.



KUVA 47. Luistin mittaviivojen monistusasetukset

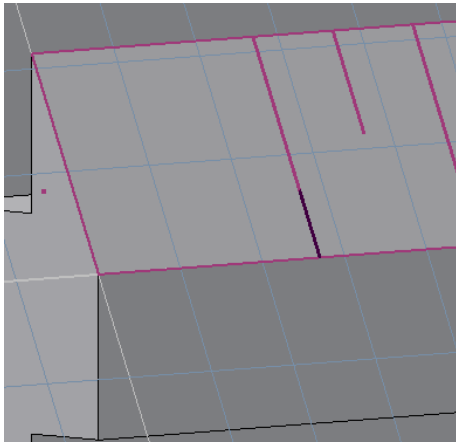
Luodaan uusi sketch samalle pinnalle. Piirretään nelikulmio kuvan 48 osoittamalla tavalla nooniuksen ensimmäisen mittaviivan jatkoksi. Kyljet sidotaan collinear-ehdolla jo valmiiseen mittaviivaan. Nelikulmion yläpää sidotaan samalla säännöllä valmiin mittaviivan päähän, jonka jälkeen määritetään nelikulmiolle korkeudeksi 1 mm.

Kaiverretaan emboss-työkalulla 0,02 mm syvyiseksi ja kaiverruksen väriksi määritetään Black (Casting). Tämän jälkeen rectangular pattern -työkalulla kopioidaan muoto. Kopioiden määräksi asetetaan 11, vaihdetaan pudotusvalikosta distance-valinta spacing-valinnaksi ja annetaan sille arvoksi 39 mm.



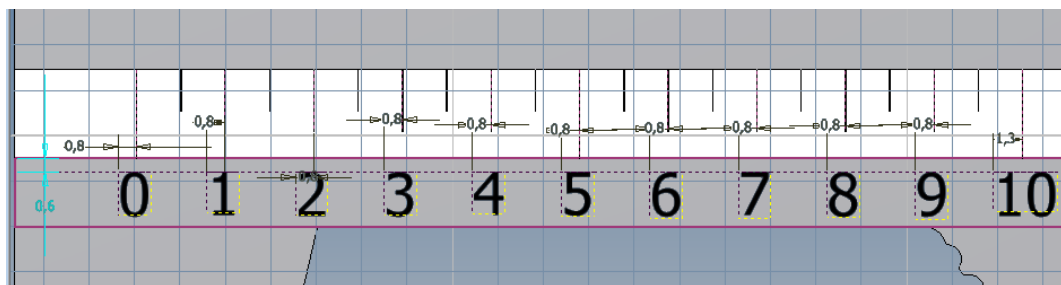
KUVA 48. Luistin mittaviivan jatkon mallinnus

Luodaan uusi sketch samalle pinnalle. Piirretään nelikulmio kuvan 49 osoittamalla tavalla nooniuksen ensimmäisen mittaviivan jatkoksi, jonka kyljet sidotaan collinear-ehdolla jo valmiiseen mittaviivaan. Nelikulmion yläpää sidotaan samalla säännöllä valmiin mittaviivan päähän sekä alapää sidotaan kuvan 49 osoittamalla tavalla tason reunaan. Kaiverretaan emboss-työkalulla 0,02 mm syvyiseksi ja kaiverruksen väriksi määritetään Black (Casting). Kopioidaan rectangular pattern -työkalulla muoto. Kopioiden määräksi asetetaan 3, vaihdetaan pudotusvalikosta distance-valinta spacing-valinnaksi ja annetaan sille arvoksi 39 mm.



KUVA 49. Luistin mittaviivan toinen jatko

Luodaan uusi sketch tason, jolle mallinnettiin mittaviivat, viereiselle tasolle kuvan 50 mukaisesti. Piirretään ensin vaakasuora rakenneviiva ja mitoitetaan se kuvan mukaisesti 0,6 mm päähän yläreunasta. Luodaan text-työkalulla numerot sekä mitoitetaan ne kuvan mukaisesti. Numeroiden kooksi määritetään 1,9 mm. Poistutaan sketch-tilasta ja kaiverretaan emboss-työkalulla numerot 0,02 mm syvyisiksi. Kaiverruksen väriksi asetetaan Black (Casting).

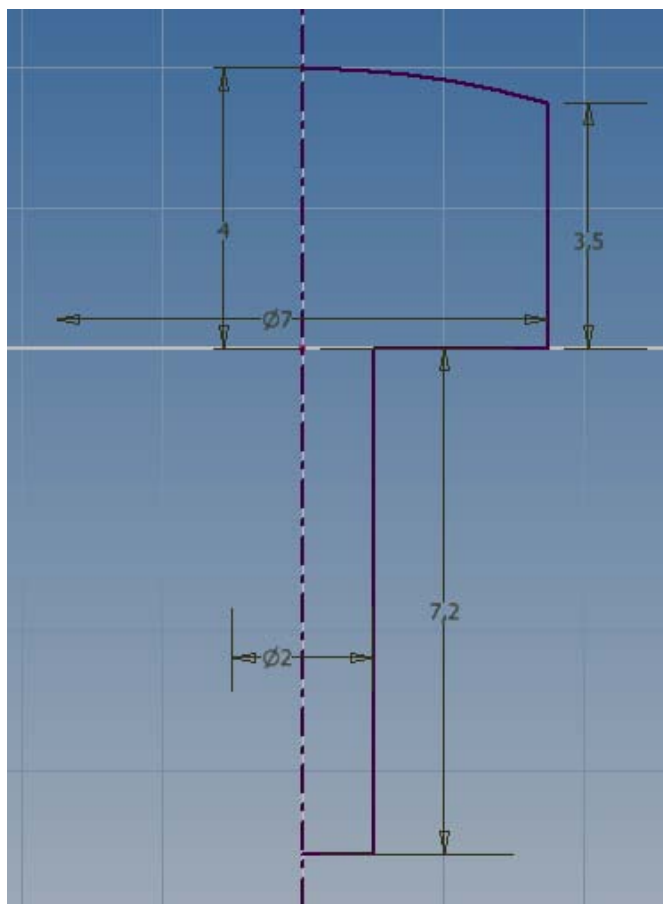


KUVA 50. Luistin mitta-asteikon numerointi

1.2.3 Kiristysruuvien mallinnus

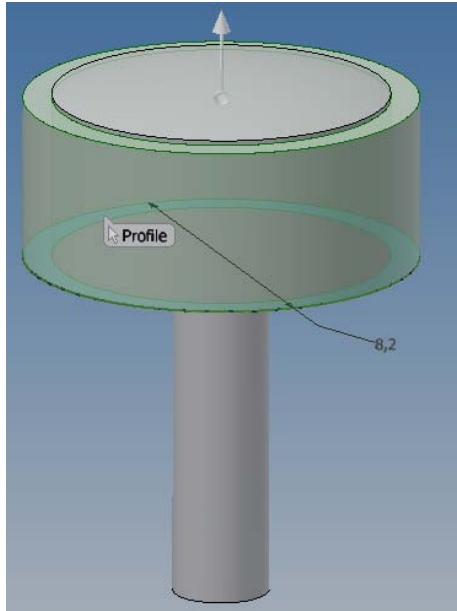
Aloitetaan kiristysruuvien mallintaminen piirtämällä ensin kuvan 51 mukainen sketch. Ensimmäisenä on piirrettävä pystysuora keskiviiva valitsemalla työkalupalkista centerline-valinta aktiiviseksi, jonka jälkeen viiva piirretään line-työkalulla.

Poistetaan centerline-valinta klikkaamalla painiketta uudelleen. Piirretään ja mitoitetaan muut viivat. Ruuvien kannan kaaren keskipiste tulee asettaa keskiviivalle, jotta kannasta tulee oikean mallinen. Poistetaan sketch-tilasta ja pyöräytetään sketch 360° revolve-työkalulla.



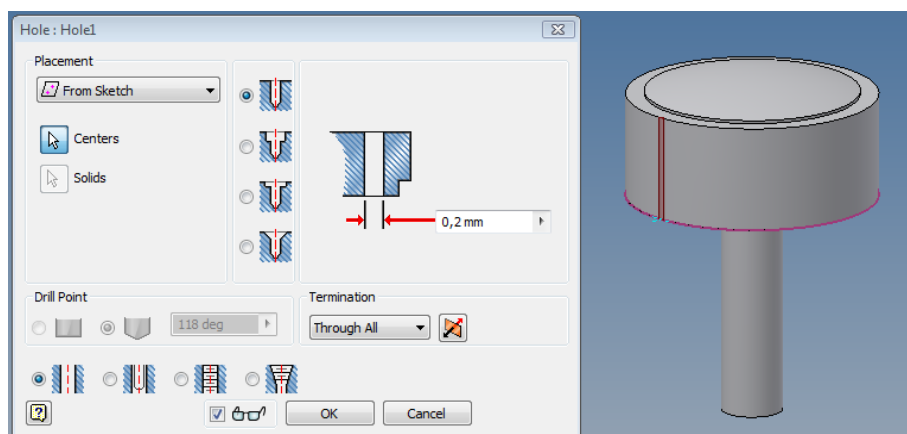
KUVA 51. Kiristysruuvien sketch

Luodaan kannan alapintaan kuvan 52 mukainen sketch, johon piirretään kuvan mukainen 8,2 mm halkaisijaltaan oleva ympyrä circle-työkalulla. Pursotetaan tämä muoto 3,4 mm kannan päätä kohti.



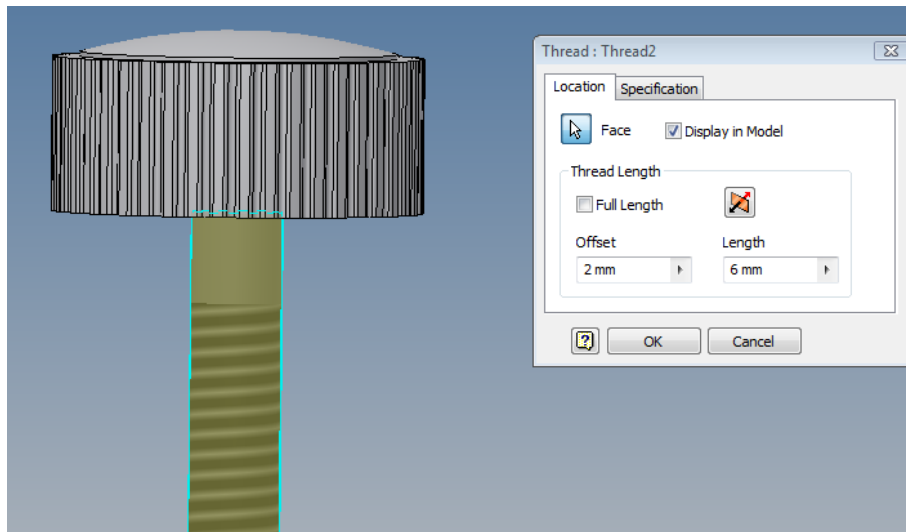
KUVA 52. Kannan levennys

Luodaan kannan pohjaan uusi sketch, jossa luodaan vain piste point-työkalulla kannan kaarelle. Poistetaan sketch-tilasta ja hole-työkalulla luodaan reikä juuri luotuun pisteeseen valitsemalla kuvassa 53 näkyvän placement-otsikon alta pudotusvalikosta from sketch -valinta. Määritetään reiän halkaisijaksi 0,2 mm ja syvyydeksi through all -valinta. Kopioidaan reikä circular pattern -työkalulla siten, että esiintymien määräksi asetetaan 45 kappaletta ja kulmaksi 360°.



KUVA 53. Kannan urituksen reikä

Luodaan kiristysruuviin kierteet thread-työkalulla. Valitaan työkalu aktiiviseksi, jonka jälkeen klikataan pintaa, johon kierteet halutaan tehdä. Poistetaan valinta full thread -kohdasta, jonka jälkeen asetetaan kierteen pituudeksi 6 mm. Inventor valitsee kierteen aloituspäädyn kappaleen asennon mukaan. Kierteen alkaessa kannan päädyistä voi sen siirtää kohdalleen asettamalla offset-arvon 2 mm:iin. Specification välilehdeltä asetetaan kierteen standardiksi ISO metric profile ja kierteeksi M2x0.4.

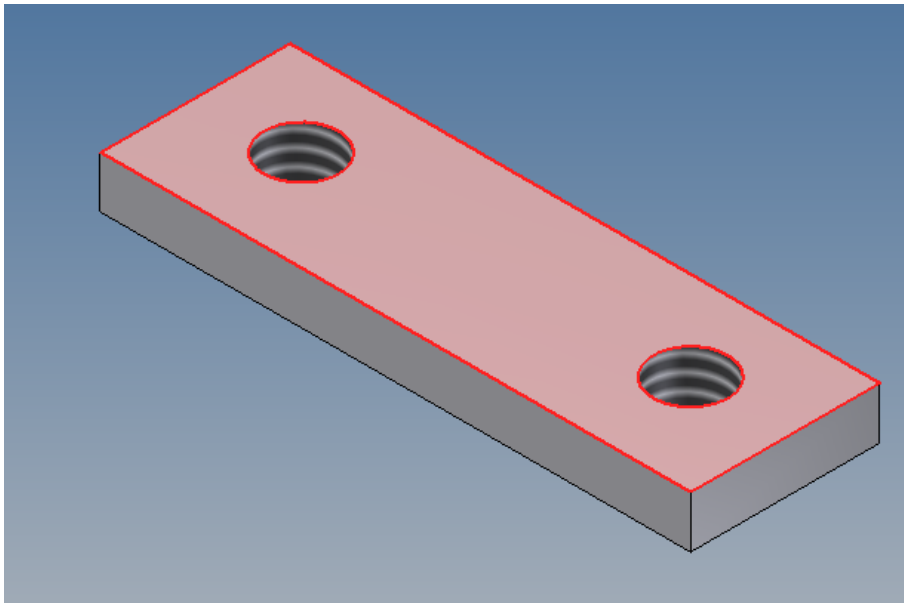


KUVA 54. Kiristysruuvien kierre

1.2.4 Luistin pysäyttimen mallinnus

Mallinnetaan kuvan 55 mukainen luistin pysäytin. Luodaan sketch-tilassa nelikulmio, jonka mitat ovat 5,1 mm x 15,9 mm. Pursotetaan nelikulmiota extrude-työkalulla 1,4 mm.

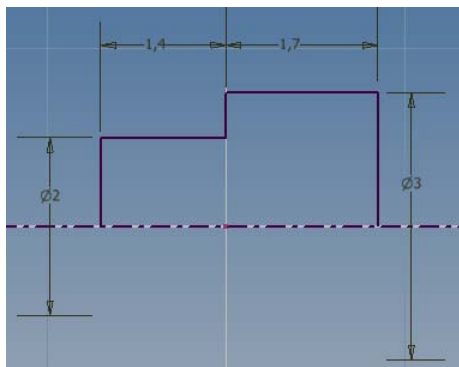
Luodaan hole-työkalulla reikä kuvassa 55 punaiselle värjätyle kappaleen pinnalle toiseen pätyyn. Sijoitetaan reiän keskipiste linear-valinnalla 2,7 mm päähän kappaleen päädystä ja 2,4 mm päähän sivutahkosta. Reiän syvyydeksi valitaan through all -valinta. Valitaan reiän tyyliksi tapped hole -valinta työkalu-ikkunan alareunasta, jolloin kierrevalikko aukeaa. Valitaan kierteeksi M0,25x0,45. Kopioidaan reikä rectangular pattern -työkalulla. Esiintymien määräksi asetetaan 2 ja välimatkaksi 10,5 mm.



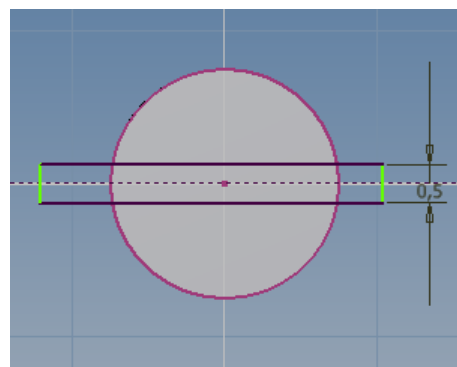
KUVA 55. Luistin pysäytin

1.2.5 Luistin pysäyttimen kiinnitysruuvien mallinnus

Mallinnetaan luistin pysäyttimen kiinnitysruuvit. Luodaan kuvan 56 mukainen sketch, joka pyöräytetään revolve-työkalulla 360°. Tämän jälkeen halkaisijaltaan pienempään lieriöön luodaan thread-työkalulla kokomittainen M2,5x0,45 kierre. Tehdään kannan yläpäätyyn kuvan 57 mukainen sketch ja se pursotetaan extrude-työkalulla leikkaavalla pursotuksella 0,5 mm syvyiseksi.

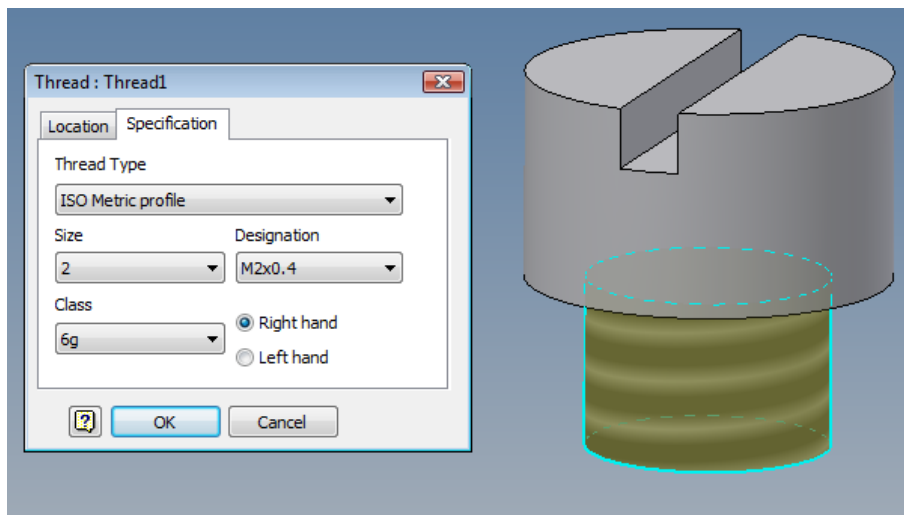


KUVA 56. Kiinnitysruuvien sketch



KUVA 57. Kannan päädyn sketch

Luodaan ruuville kuvan 58 mukainen kierre thread-työkalulla.

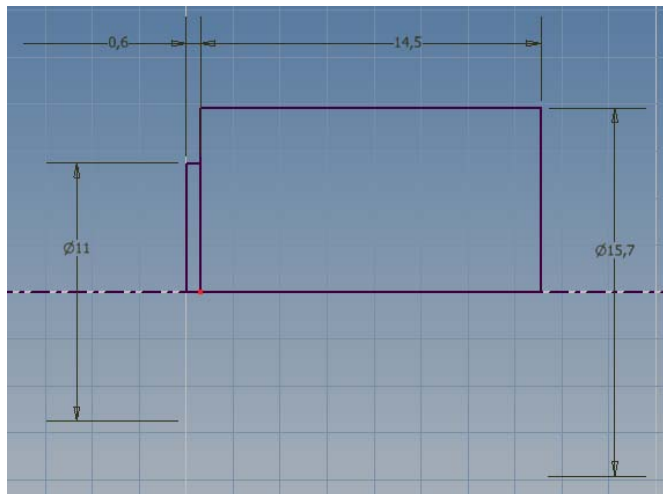


KUVA 58. Ruuvien kierre

1.3 Kaarimikrometrin mallinnus

1.3.1 Kaariosuuden mallinnus

Aloitetaan mikrometrin mallintaminen luomalla uusi kappale: New > Standard (mm).ipt. Luodaan kuvan 59 mukainen sketch, joka pyöräytetään revolve-työkalulla. Kuvassa origo on merkitty punaisella. Pyöräytyksessä on huomioitava, että molemmat sketchissä näkyvät alueet valitaan pyöräytettäväksi.

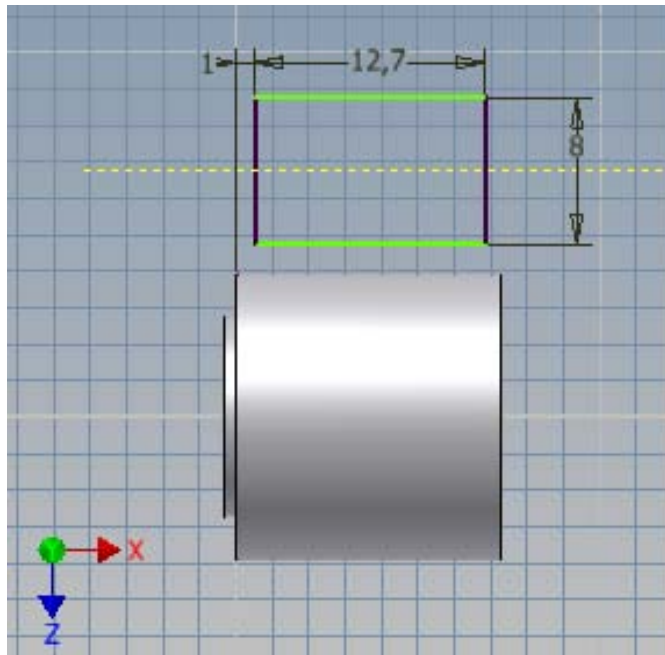


KUVA 59. Mikrometrin keskiosan sketch

Mikrometrin kaarta ei pysty pursottamaan extrude-työkalulla eikä pyöräyttämään revolve-työkalulla, joten se täytyy luoda loft-työkalulla. Loft-työkalu on hieman monimutkaisempi pursotustyökalu ja vaatii useita sketchejä avaruuteen, joiden kautta pursotus kulkee. Luodaan kolme sketchiä avaruuteen ja niiden läpi kulkeva pursotuksen keskiviiva.

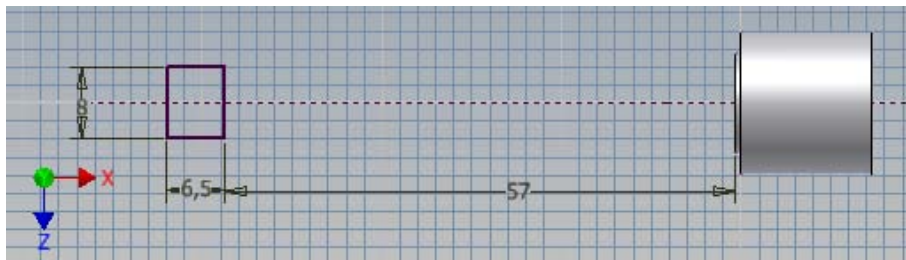
Luodaan uusi sketch XZ-tasoon avaamalla rakennepuusta origin-kansio, josta oikealla hiiren painikkeella aukeavasta valikosta valitaan new sketch -valinta. Piirretään kuvan 60 mukainen nelikulmio ja mitoitetään se kuvan osoittamalla tavalla. Nelikulmion vaakasuorat kyljet on kiinnitetty symmetric-ehdolla rakenneviivaan.

Kun sketch on kuvan 60 mukainen, kiinnitetään rakenneviiva coincident-ehdolla origoon. Poistetaan sketchistä ja nimetään juuri luotu sketch uudelleen klikkaamalla rakennepuussa sketchin nimen päällä. Nimetään sketch esimerkiksi nimellä kaaren alku. Poistetaan sketch-tilasta finish sketch -painikkeella.



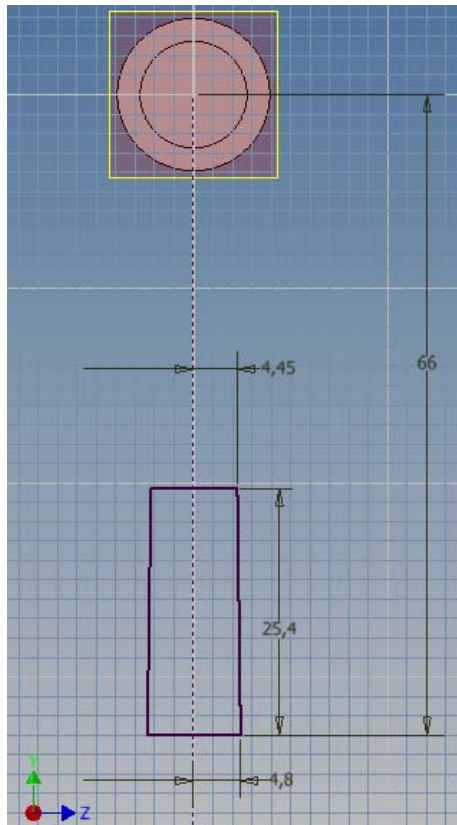
KUVA 60. Kaaren alun sketch

Luodaan XZ-tasoon kuvan 61 mukainen sketch ja annetaan sille nimeksi kaaren loppu. Poistetaan sketch-tilasta finish sketch -painikkeella.



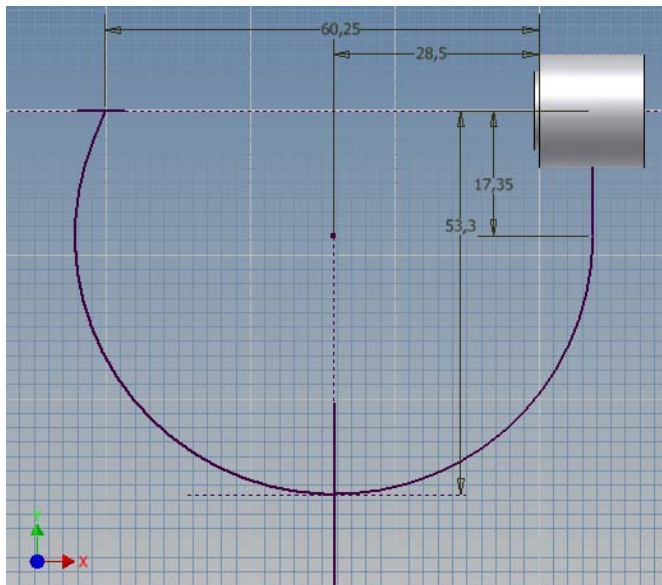
KUVA 61. Kaaren lopun sketch

Luodaan työtaso työkalupalkin plane-pudotusvalikosta löytyvällä offset from plane -työkalulla. Luodaan taso YZ-tasosta 28,5 mm päähän siten, että työtaso on juuri luotujen sketchien välissä. Luodaan työtasolle kuvan mukainen sketch ja nimetään se nimellä kaari.



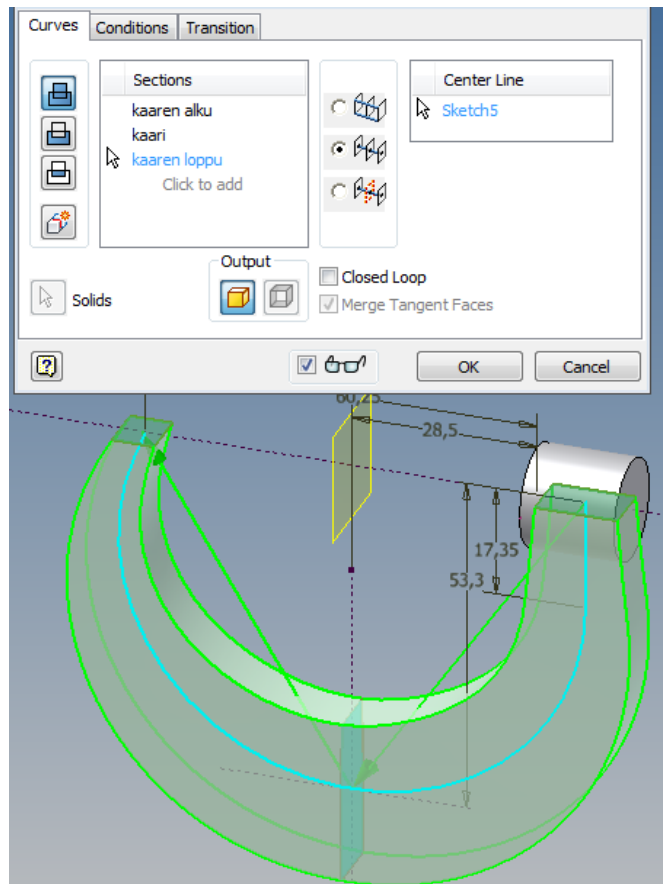
KUVA 62. Kaaren keskimäinen sketch

Luodaan keskiviiva loft-työkalua varten. Luodaan kuvan 63 mukainen sketch XY-tasolle. Luodaan vain kuvassa näkyvä kaari, sillä vanhat sketchit näkyvät taustalla. On huomioitava, että piirrettävän kaaren molemmissa päissä on tangent-ehdolla siihen kiinnittyvät suorat viivat. Nämä suorat viivat on sidottu coincident-ehdolla kuvassa näkyvään vaakasuoraan rakenneviivaan, joka kulkee origon kautta.



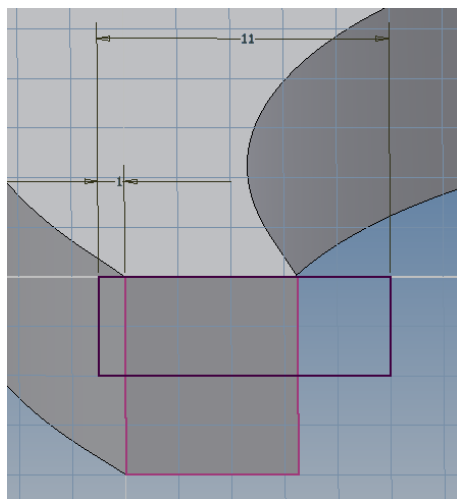
KUVA 63. Loft-työkalulle piirrettävä keskiviiva

Poistutaan sketch tilasta ja valitaan loft-työkalu aktiiviseksi, jolloin aukeaa kuvan 64 mukainen valikko. Sections-otsikon alle valitaan sketchit kaaren alku, kaari ja kaaren loppu oikeassa järjestyksessä klikkaamalla rakennepuusta. Valitaan ikkunan keskellä olevasta kolmesta valinnasta keskimmäinen, joka määrittää sen että pursotus kulkee keskiviivaa pitkin. Valitaan keskiviiva klikkaamalla ensin center line -otsikon alla, jonka jälkeen klikataan juuri piirrettyä keskiviivaa. Keskiviivaa ei saa valita rakennepuusta, vaan se täytyy valita mallinnusikkunasta klikkaamalla, jotta työkalu toimii oikein.

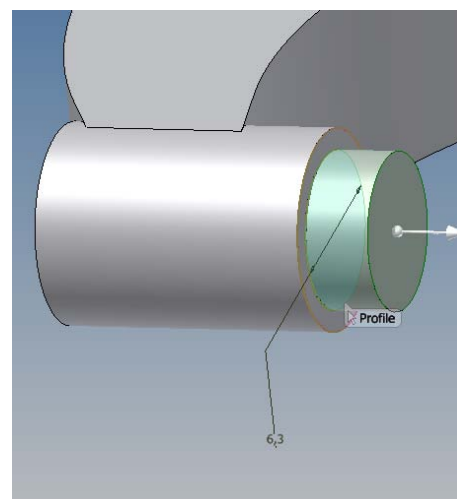


Kuva 64. Loft-työkalu

Tehdään kaaren toiseen päähän kuvan 65 mukainen sketch ja pyöräytetään se revolve-työkalulla 360°. Tehdään pyöräytyksen sisäpäätyyn kuvan 66 mukainen 2,6 mm pitkä pursotus.

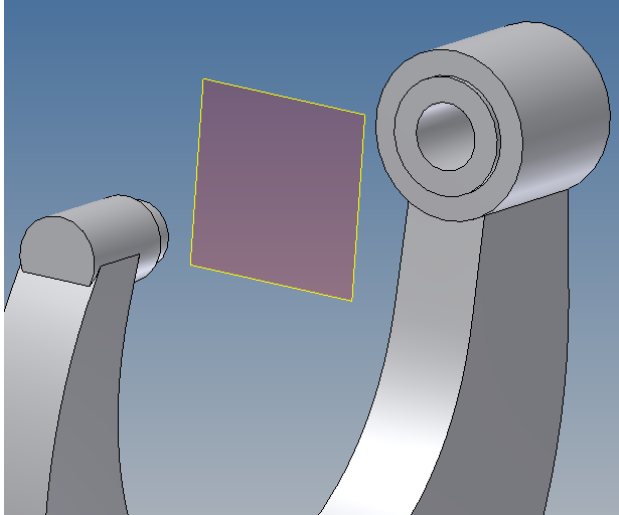


Kuva 65. Kaaren loppupään sketch



Kuva 66. Kaaren loppupään pursotus

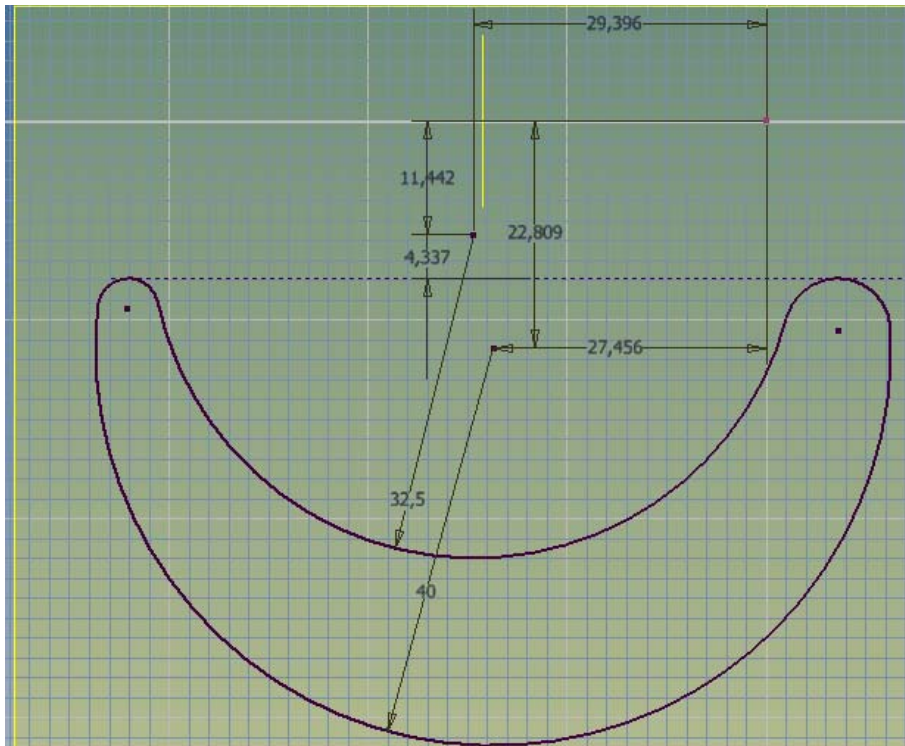
Porataan hole-työkalulla kuvan 67 mukainen reikä mittakärjelle kappaleeseen. Reiän halkaisija on 6,3 mm ja se menee lieriömuodon läpi.



KUVA 67. Mittakärjen reikä

Luodaan mikrometrin kaariura kaaren kylkeen. Inventor ei anna luoda uutta sketchiä pinnalle, joka ei ole XY-, XZ- tai YZ-tason suuntainen, joten kaaren pinnalle ei voida luoda sketchiä uraa varten. Luodaan sen sijaan uusi työtaso 1,6 mm päähän XY-tasosta offset from a plane -työkalulla.

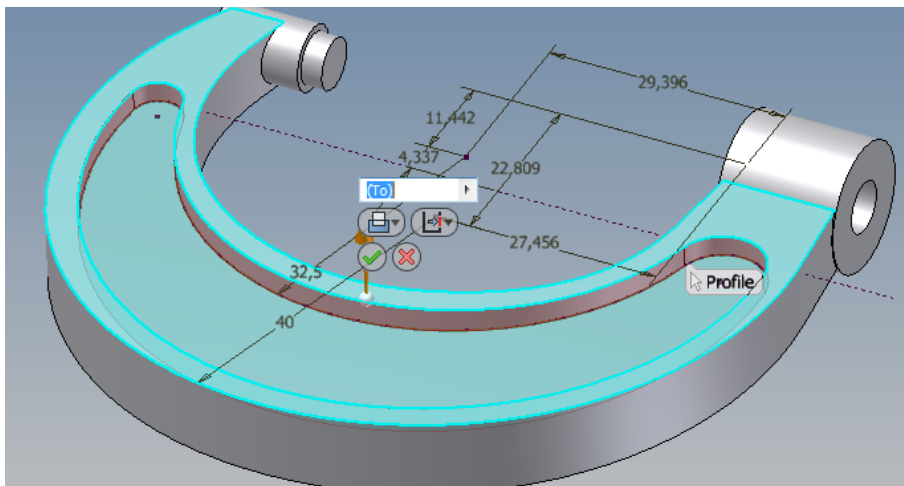
Avataan rakennepuusta ylimpänä oleva solid bodies -kansio, josta piilotetaan kappale näkyvistä klikkaamalla solid1-kohdan päällä hiiren oikeata painiketta ja poistamalla valinta visibility-kohdasta. Luodaan kuvan mukainen sketch työtasolle, joka juuri luotiin. Sketchin mitat on saatu kokeilemalla parhaan lopputuloksen saamiseksi.



KUVA 68. Kaariuran sketch

Poistetaan sketchistä ja valitaan rakennepuusta kappale taas näkyviin, sekä piilotetaan työtasot. Pursotetaan juuri luotu sketch leikkaavalla pursotuksella. Pursotuksen pituudeksi valitaan to-valinta ja pinnaksi kaaren etupinta kuvan 69 mukaisesti.

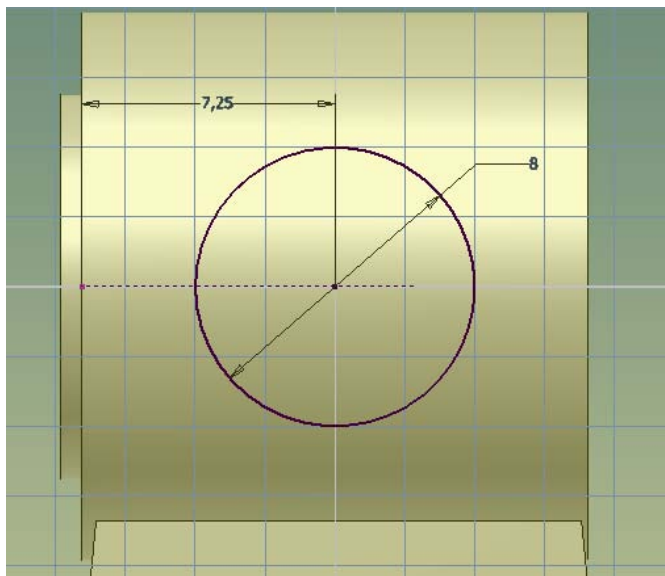
Avataan mirror-työkalu. Feature painikkeella valitaan peilattavaksi rakennepuusta uran pursotus sekä mirror plane -painikkeella valitaan rakennepuusta XY-taso.



KUVA 69. Kaariuran pursotus

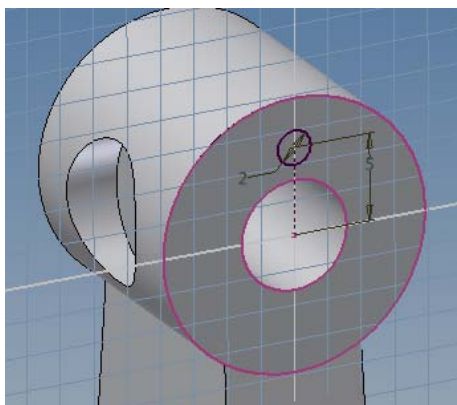
Luodaan kiristysvivulle ura. Työkaluvalikon plane-pudostusvalikosta valitaan tangent to surface and parallel to plane -työkalu. Tämän jälkeen klikataan pinnaksi, jonka tangentilla työtaso tulee olemaan, riittävän sylinterin (oikeanpuoleinen kuvassa 69) pinta. Seuraavaksi valitaan luotavan työtason suunta, valitsemalla XY-taso rakennepuusta.

Luodaan tasolle kuvan 70 mukainen sketch ja pursotetaan sitä leikkaavalla pursotuksella 3 mm kohti sylinterin sisusta.



KUVA 70. Kiristysvivun uran sketch

Mallinnetaan tappi, jolla mikrometrin mitta-asteikko voidaan kiinnittää kaariosaan. Luodaan sylinterin ulommaiseen pätyyn kuvan 71 mukainen sketch ja pursotetaan sitä 2 mm ulospäin.



KUVA 71. kohdistustapin sketch

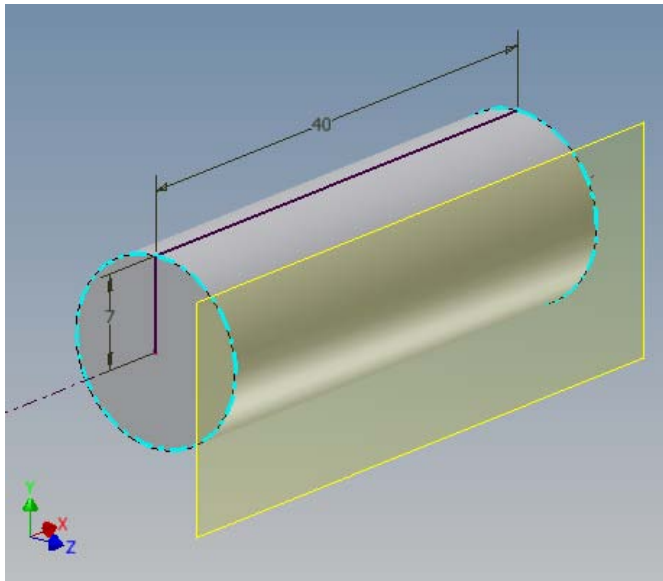
Pyöristetään kappaleesta sopivilla pyöristyksillä kaikki terävät kulmat fillet-työkalulla. Kappaleen eri osien väriä voi vaihtaa valitsemalla ne rakennepuusta aktiivisiksi, jonka jälkeen inventarin ikkunan yläreunassa olevasta pudotusvalikosta voi valita värin. Koska mallimikrometrin kaari oli vihreä, vaihdetaan kappaleen väri vihreäksi lukuun ottamatta pursotusta, joka näkyy kuvassa 72 edelleen harmaana.



KUVA 72. Valmis ja värjätty kaariosa

1.3.2 Mitta-asteikkokappale

Luodaan uusi kappale. Aloitetaan luomalla kuvan 73 mukainen lieriömuoto, jossa origo on toisen päädyn keskipiste. Luodaan työtaso plane-valikosta, joka on sylinterin tangentilla ja XY-tason kanssa samansuuntainen.



KUVA 73. Mitta-asteikon lieriö sekä työtaso

Luodaan työtasolle uusi, kuvan 74 mukainen sketch. Ensimmäisenä sketchiin luodaan vaakasuora rakenneviiva, joka kulkee origon kautta. Project geometry -työkalulla heijastetaan molemmat sylinterin päädyt työtasolle.

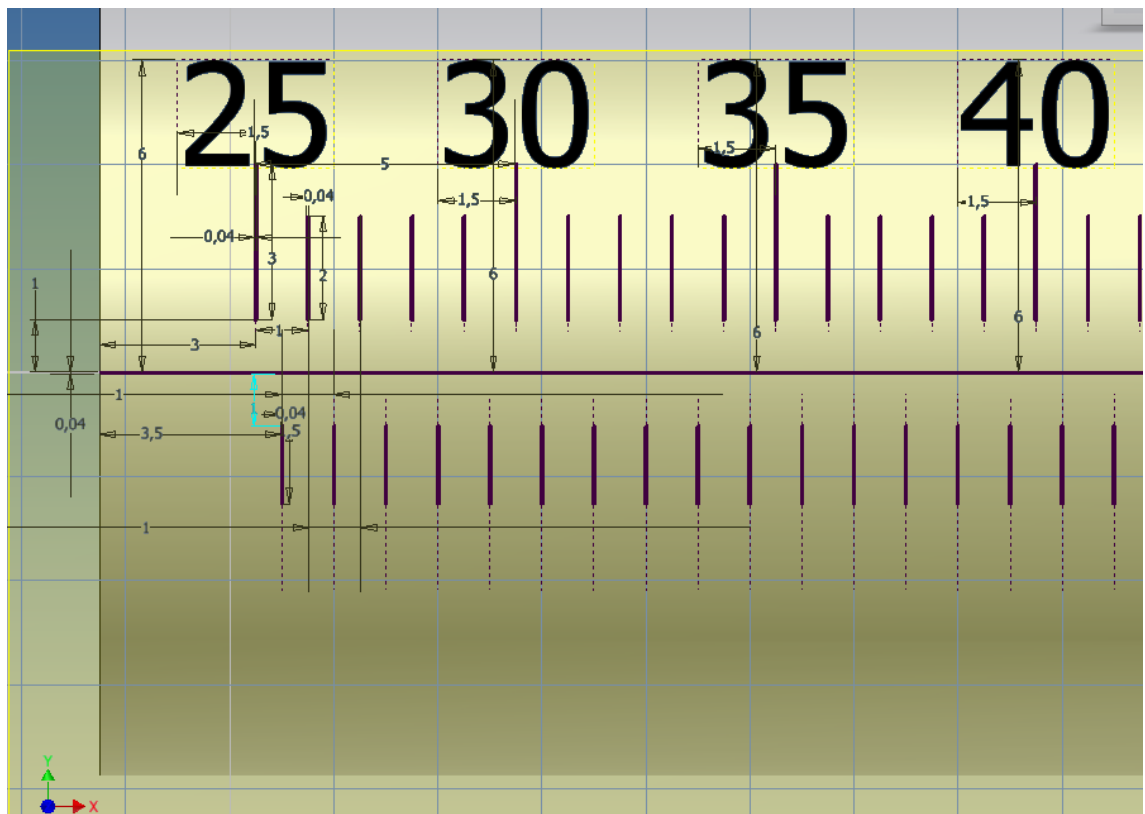
Luodaan kuvan 74 mukaiset mittaviivat ja numerot sketchiin. Mittaviivat ovat kaikki tehty rectangle-työkalulla ja ovat 0,04 mm paksuja, sekä niissä on rakenneviiva keski-viivana (tarkempia ohjeita mittaviivojen mallinnuksesta löytyy sivuilta 40-45, 55-57).

Mitta-asteikon mallinnus aloitetaan mallintamalla ensin keskellä oleva vaakasuora mittaviiva. Tämän jälkeen mallinnetaan sen yläpuolella olevat mittaviivat. Ensin mallinnetaan 0,04 mm x 2 mm mittaviiva ja mitoitetaan se oikeaan paikkaan, jonka jälkeen se kopioidaan rectangular pattern -työkalulla siten, että viivoja tulee 27 kappaletta 1 mm:n välein.

Luodaan ensimmäisen viivan yläpuolelle yläreunaan kiinni 0,04 x 1 mm nelikulmio, joka monistetaan rectangular pattern -työkalulla, siten että viivoja tulee 6 kappaletta 5 mm väleillä. On huomioitava että monistettavia muotoja valittaessa on valittava nelikulmion kaikki sivut, jotta muoto monistuu suljettuna.

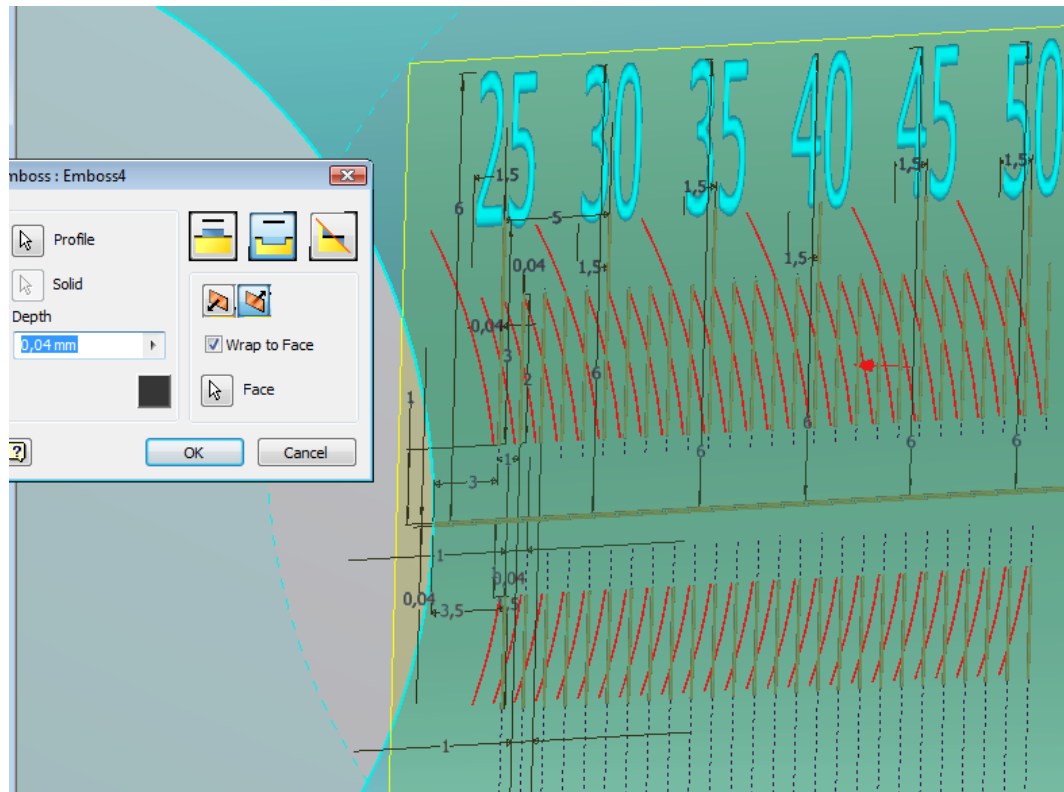
Luodaan keskellä olevan vaakasuoran viivan alapuolelle 0,04 mm x 1,5 mm nelikulmio keskiviivoineen. Mitoitetaan se kuvan 74 mukaisesti 1 mm päähän vaakasuoran viivan keskiviivasta ja 3,5 mm päähän sylinterin päädystä.

Luodaan numerot text-työkalulla. Numerot ovat 2 mm korkeita. Numero mitoitetaan aina kehüksensä vasemmasta reunasta mittaviivan vasempaan reunaan 1,5 mm etäisyydelle ja kehüksensä yläreunasta millimetrien alapuolella olevan vaakasuoran viivan yläreunaan 6 mm etäisyydelle.



KUVA 74. Mitta-asteikon sketch

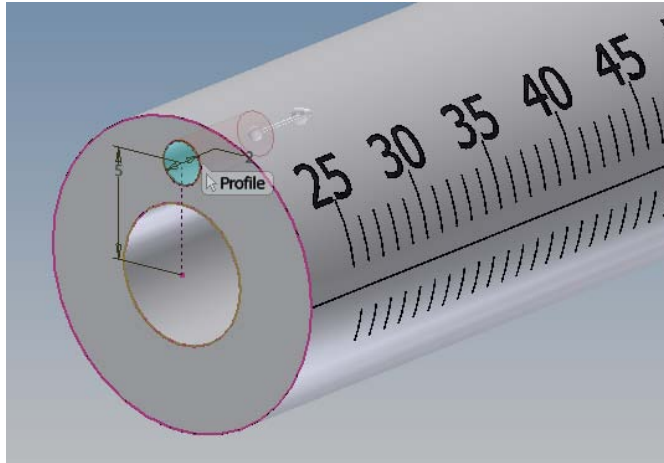
Valitaan emboss-työkalulla kaikki mittaviivat ja numerot. Jos pidempiä mittaviivoja ei pysty valitsemaan, on palattava sketchiin ja tarkastettava että viivan muoto on suljettu. Asetetaan työkalun valikosta leikkaava kaiverrus, jonka syvyydeksi valitaan 0,04 mm ja väriksi black (casting). Aktivoidaan kuvassa 75 näkyvä wrap to face -valinta ja face-nuolipainiketta klikkaamalla valitaan sylinterin pinta johon kaiverrus kiertyy.



KUVA 75. Mitta-asteikon kaiverrus

Porataan lieriömuodon päähän 6,3 mm halkaisijaltaan oleva reikä, joka menee kappaleen läpi. Reikä paikoitetaan samankeskiseksi kuin lieriö.

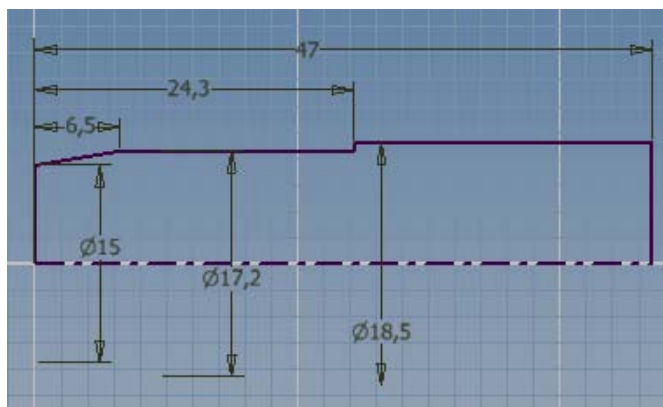
Porataan toinen, kuvan mukainen 2 mm halkaisijaltaan ja 5mm syvyydeltään oleva reikä edellisen reiän yläpuolelle.



KUVA 76. Mitta-asteikkolieriön reiät

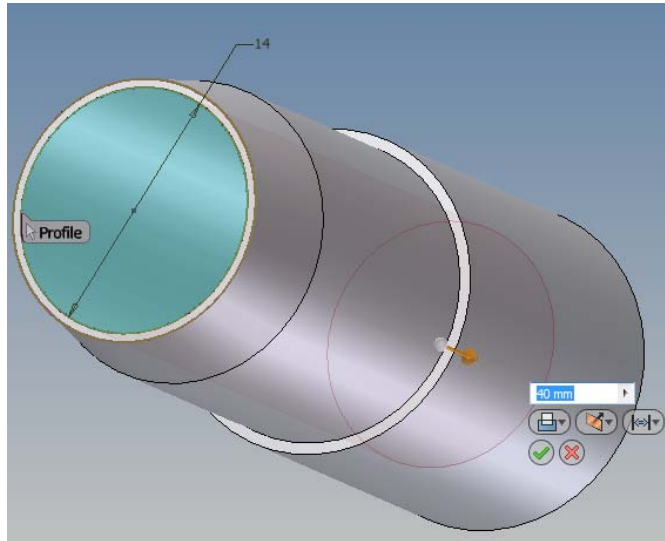
1.3.3 Mittarumpu

Mallinnetaan mikrometrin mittarumpu. Luodaan uusi kappale. Piirretään kuvan 77 mukainen sketch, jota pyöräytetään revolve-työkalulla 360°.



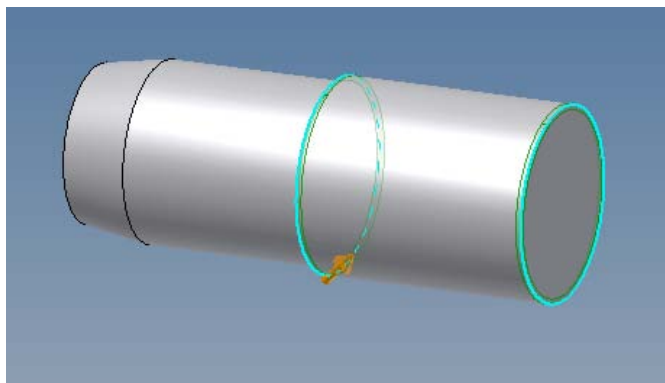
KUVA 77. Mikrometrin mittarummun sketch

Luodaan kuvan 78 osoittamaan pintaan uusi sketch, johon piirretään samankeskinen 14 mm halkaisijaltaan oleva ympyrä. Pursotetaan sketch 40 mm kappaleen sisään päin leikkaavalla pursotuksella.



KUVA 78. Mittarummun keskireikä

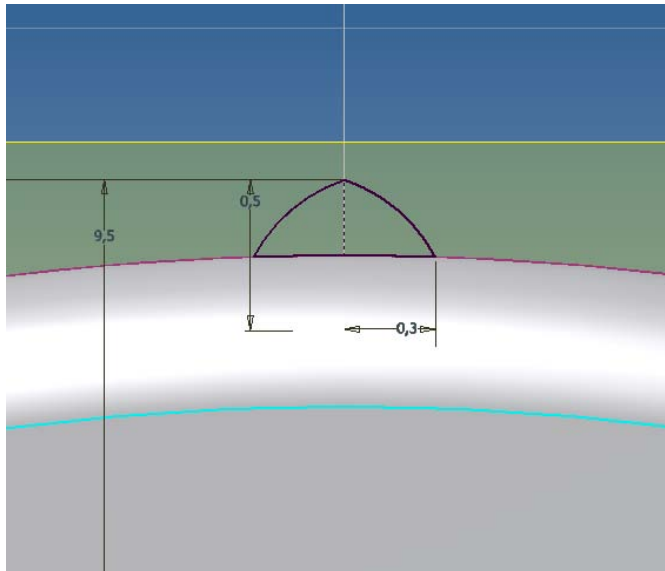
Pyöristetään kuvan 79 osoittamat reunat fillet-työkalulla. Luodaan 0,5 mm kokoiset pyöristykset molempiin kuvassa näkyviin reunoihin.



KUVA 79. Mittarummun pyöristykset

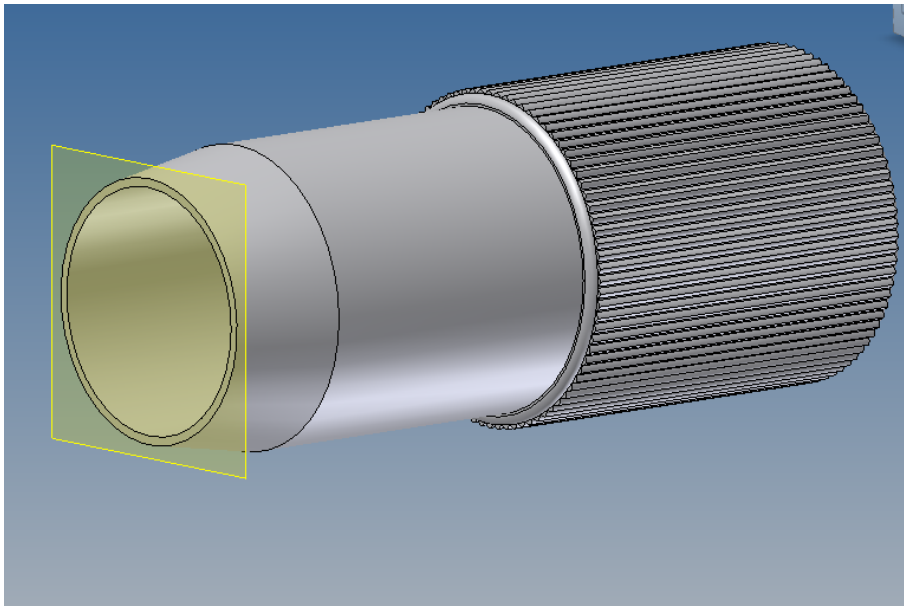
Luodaan työtaso 0,5 mm päähän kappaleen umpinaisesta päädystä (kuvassa 79 oikealla) plane-valikosta offset from a plane -työkalulla siten, että työtaso on pyörityksen reunan tasalla. Luodaan kuvan 80 mukainen sketch työtasolle. Project geometry -työkalulla saadaan ulkopinta heijastettua sketchiin, jotta piirettävävän muodon alareuna voidaan sitoa coincident-ehdolla siihen. Kuvassa 80 mitta 9,5 on mitoitettu kappaleen keskiakseliin.

Pursotetaan muoto extrude-työkalulla 21,7 mm kappaleen keskikohtaa päin. Tämän jälkeen monistetaan muoto lieriön pinnalle circular pattern -työkalulla siten, että esiintymiä tulee 84 kpl 360° kulmalle.

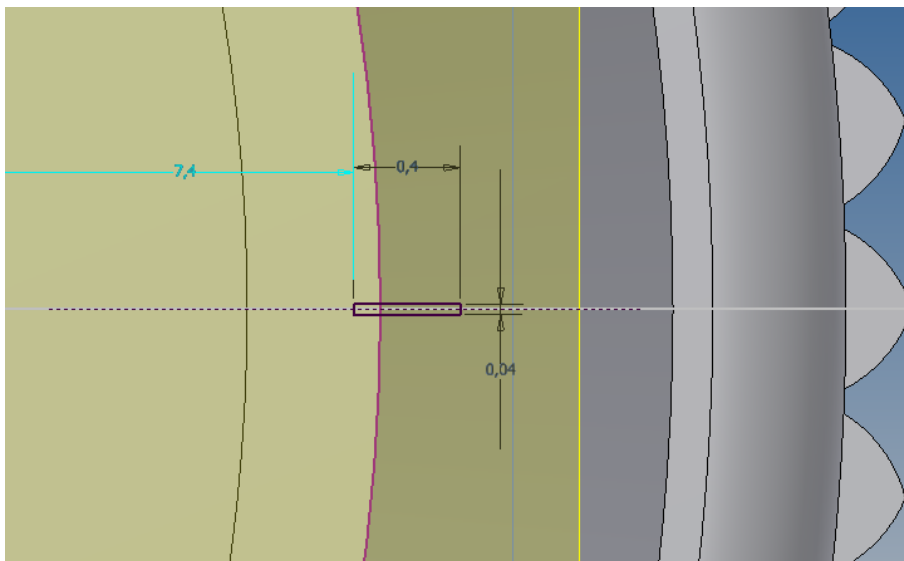


KUVA 80 Kieritysosan kuvioinnin sketch

Luodaan kappaleen onttoon päätyyn kiinni työtaso kuvan 81 mukaisesti. Luodaan tasolle kuvan 82 mukainen sketch, joka kaiverretaan emboss-työkalulla 0,04 mm syvyiseksi. Kaiverruksen väriksi valitaan black (casting). Monistetaan kaiverrus circular pattern -työkalulla. Pyörähdysakseli voidaan hakea kappaleen sisäpinnalta. Esiintymien määräksi asetetaan 50 kpl ja kulmaksi 360°.

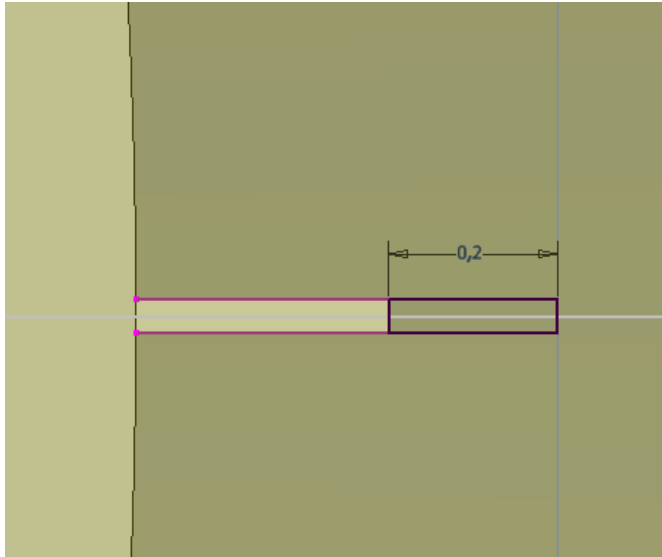


KUVA 81. Kieritysosan työtaso



KUVA 82. Kieritysosan mittaviivan sketch

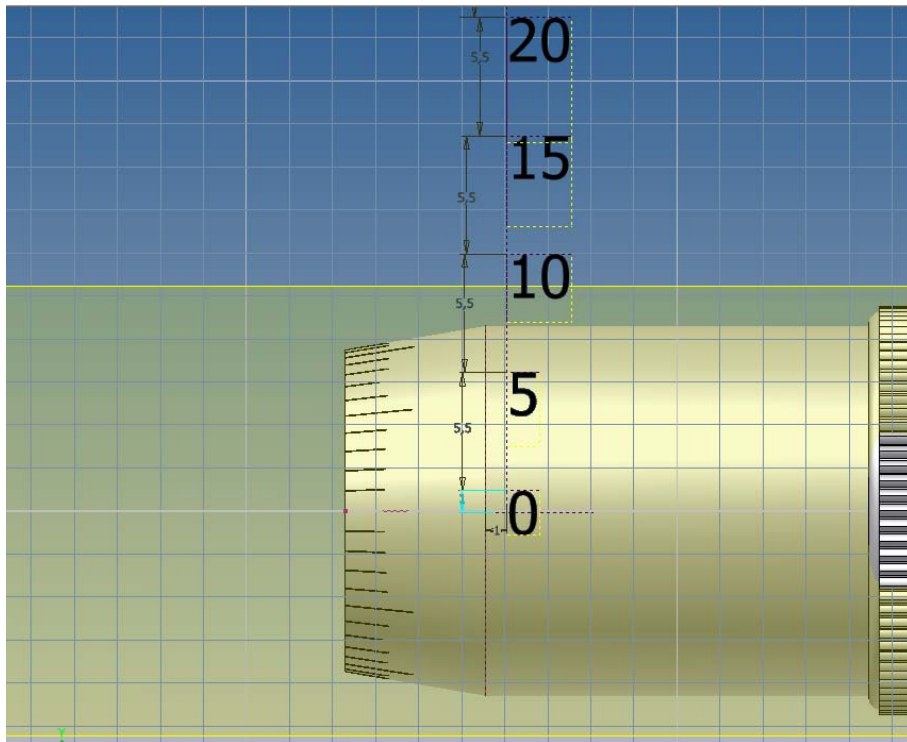
Luodaan työtasolle kuvan 83 mukainen sketch. Ensimmäisen mittaviivan kyljet heijastetaan project geometry -työkalulla. Kaiverretaan muoto emboss-työkalulla 0,04 mm syvyiseksi ja asetetaan väriksi black (casting). Monistetaan kaiverrus circular pattern -työkalulla. Pyörähdysakseli voidaan hakea kappaleen sisäpinnalta. Esiintymien määräksi asetetaan 10 kpl ja kulmaksi 360°.



KUVA 83. Kieritysosan mittaviivan jatkaminen

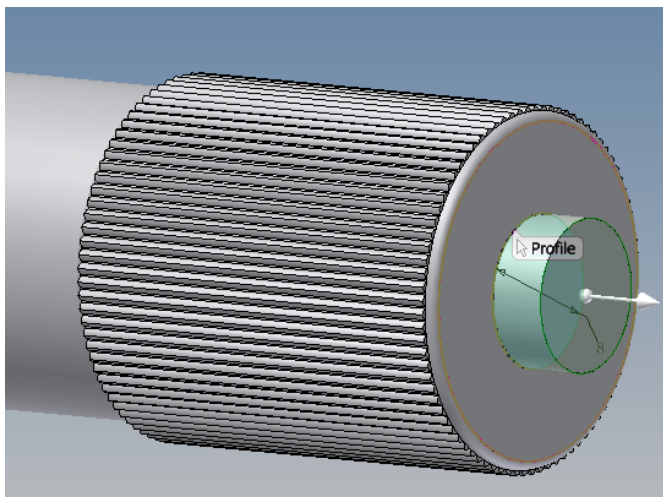
Luodaan uusi työtaso tangent to surface parallel to plane -työkalulla. Valitaan tangentialpinnaksi suora lieriöosuus mittaviivojen pinnan vierestä klikkaamalla pinnalla. Valitaan tason suunnaksi XY-taso klikkaamalla sitä rakennepuusta.

Luodaan tasolle kuvan 84 mukainen sketch, johon luodaan ensin vaakasuora rakenneviiva, joka mitoitetaan keskellä olevan pidemmän mittaviivan kylkien keskelle. Luodaan seuraavaksi pystysuuntainen rakenneviiva 1 mm päähän reunasta. Luodaan text-työkalulla 2 mm kokoiset numerot viiden välein 45:een asti. Mitoitetaan numerot kuvan 84 osoittamalla tavalla. Kaiverretaan numerot emboss-työkalulla 0,04 mm syvyisiksi värinänsä black (casting). Valitaan wrap to face -valinta aktiiviseksi ja pinnaksi lieriön ulkopinta.



KUVA 84. Kieritysosan mitta-asteikon numerointi

Luodaan kappaleen umpinaiseen pätyyn kuvan mukainen, halkaisijaltaan 8 mm ja pituudeltaan 3 mm pursotus myöhemmin mallinnettavan kitkamutterin jalustaksi.

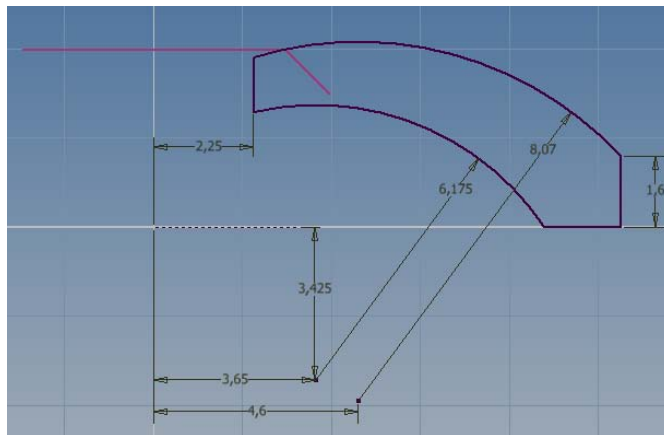


KUVA 85. Kitkamutterin jalustan pursotus

1.3.4 Lukitusmekanismin mallinnus

Aloitetaan mikrometrin lukitusmekanismin mallinnus avaamalla uusi kappale. Luodaan sketchiin ympyrä halkaisijaltaan 7,9 mm ja pursotetaan siitä 4 mm lieriö extrude-työkalulla. Tehdään 1 mm viiste chamfer-työkalulla siihen reunaan, joka ei ole origon kanssa samalla tasolla.

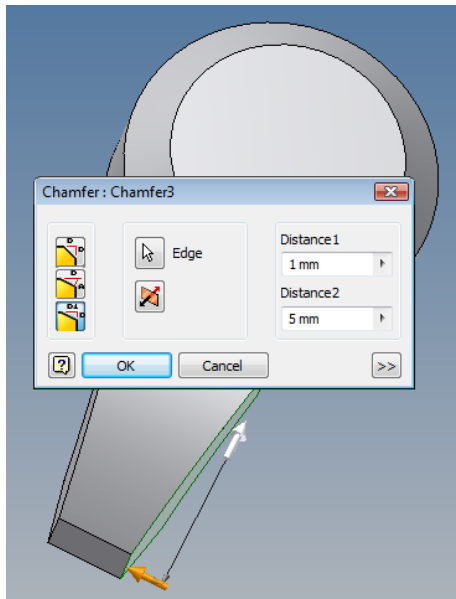
Luodaan uusi sketch XY-tasolle. Project geometry -työkalulla saadaan kappaleen yläreuna ja viiste heijastettua sketchille. Seuraavaksi rakennepuusta solid bodies -kansioista klikataan hiiren oikealla painikkeella Solid1-kohtaa ja valitaan ponnahtusvalikosta visibility-kohta pois. Tämän jälkeen Piirretään kuvan 86 mukainen sketch ja mitoitetaan se. Pursotetaan muoto 2 mm molempiin suuntiin valitsemalla extrude-työkalun valikosta mitan alta kuvake, jossa nuolet lähtevät eri suuntiin tasosta.



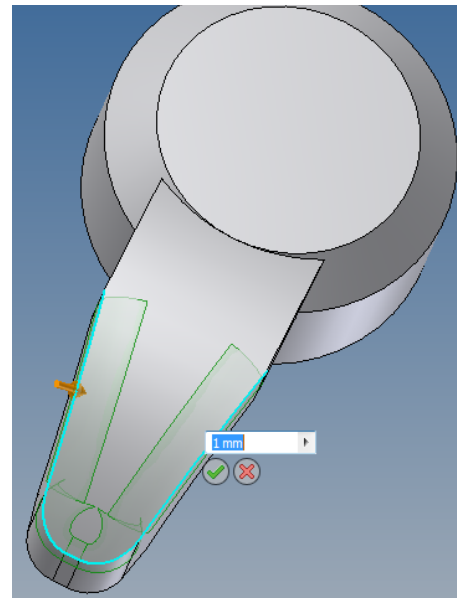
KUVA86. Lukitusmekanismin kahva

Luodaan pursotukseen kuvan 87 mukaiset viisteet molemmille puolille. Viisteen sivuille voi määrittää eri mitat valitsemalla työkaluvalikon vasemmasta reunasta alin vaihtoehto. Luodaan 1 mm pyöristykset fillet-työkalulla reunaan, johon kuvassa 87 osoittaa oranssi nuoli, sekä toisen puolen vastaavan reunaan.

Luodaan 1 mm pyöristykset loppuihin kaarevan muodon päällä oleviin pintoihin kuvan 88 mukaisesti.



KUVA 87. Kahvan viisteet

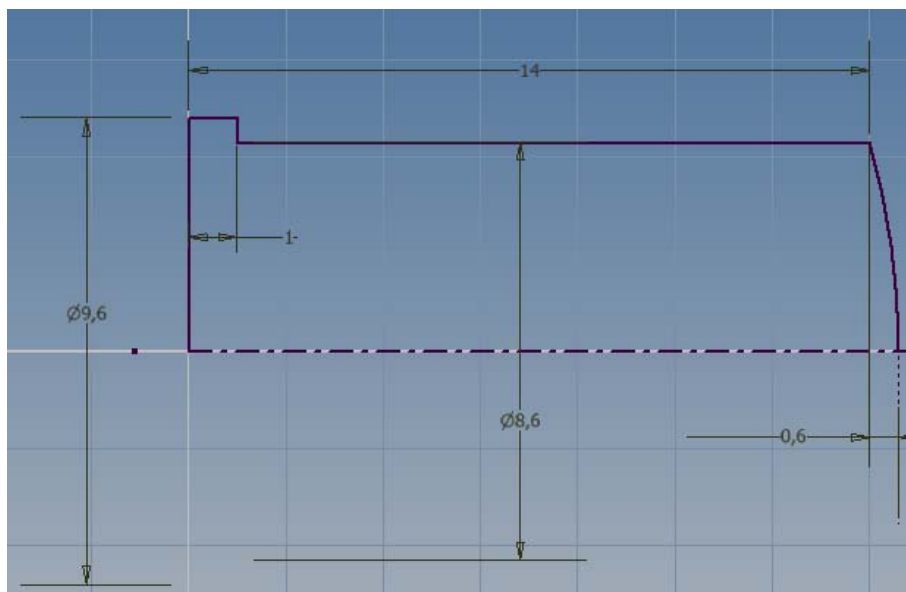


KUVA 88. Kahvan pyöristykset

1.3.5 Kitkamutterin mallinnus

Aloitetaan mikrometrin kitkamutterin luonti avaamalla uusi kappale. Luodaan kuvan 89 mukainen sketch. Oikealla oleva kaari on mitoitettu pystysuoraan rakenneviivaan ja kaari on sidottu tangenttiedolla kyseiseen rakenneviivaan.

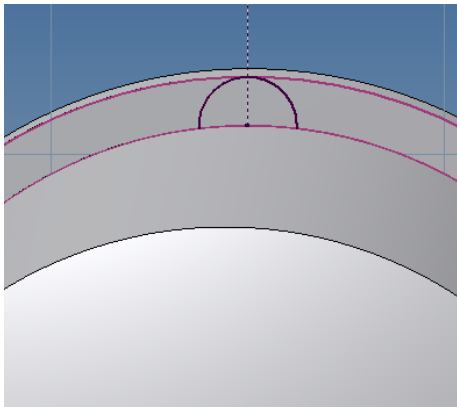
Poistutaan sketch tilasta ja pyörytetään muoto 360° revolve-työkalulla.



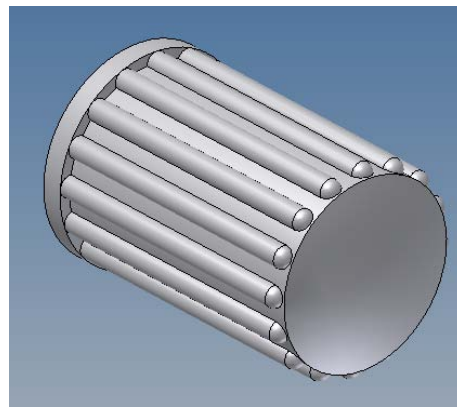
KUVA 89. Kitkamutterin sketch

Luodaan kuvan 90 mukainen sketch kannan juureen. Luodaan ensin y-akselin suuntainen rakenneviiva. Luodaan ympyrä circle-työkalulla. Kiinnitetään ympyrän keskipiste coincident-ehdolla rakenneviivaan ja lieriön kehälle. Tämän jälkeen sidotaan ympyrän kaari tangent-ehdolla kannan kaarelle.

Pursotetaan muoto extrude-työkalulla 12,9 mm lieriön vartta pitkin. Luodaan fillet-työkalulla 0,5 mm pyöristys pursotuksen päätyyn. Monistetaan koko muoto circular pattern-työkalulla lieriön ympärille. Esiintymien määrä asetetaan 16 kpl ja kulmaksi 360°. Valmis kitkamutteri näkyy kuvassa 91.



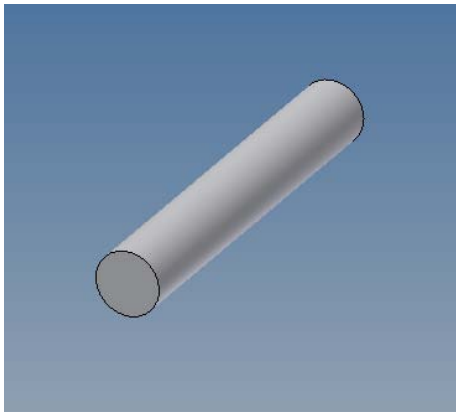
KUVA 90. Kitkamutterin kuvioinnin sketch



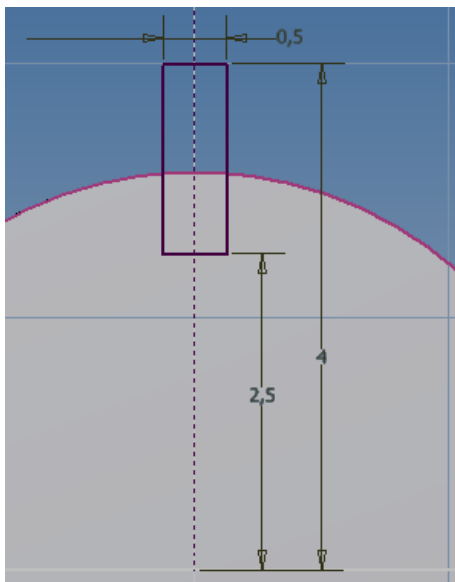
KUVA 91. Kitkamutteri

1.3.6 Mittakärki

Luodaan mikrometrin mittakärki avaamalla uusi kappale ja mallinnetaan kuvan 92 mukainen lieriö halkaisijaltaan 6,3 mm ja pituudeltaan 41 mm. Tehdään toiseen pätyyn kuvan 93 mukainen sketch ja pursotetaan muoto leikkaavalla pursotuksella 0,5 mm.



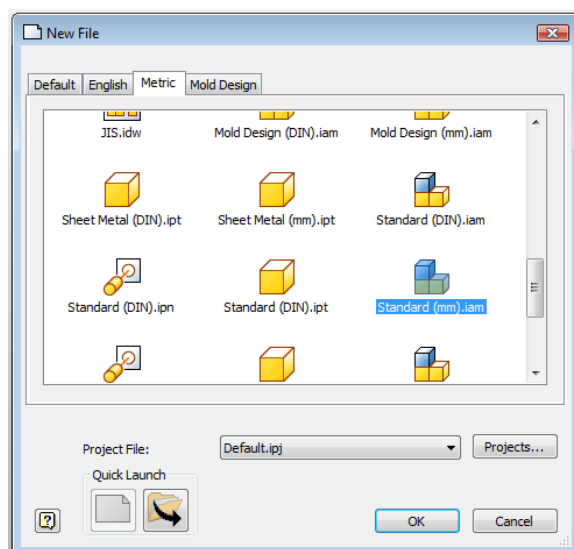
KUVA 92. Mittakärki



KUVA 93. Mittakärjen loven sketch

2 KOKOONPANO

Uusi kokoonpano luodaan klikkaamalla Inventorin ikkunan vasemmassa yläkulmassa olevaa new-painiketta. Sen jälkeen valitaan metric-välilehti, josta valitaan kokoonpano, jossa on millimetrimitoitus valitsemalla kuvassa näkyvä Standard (mm).iam. Seuraavissa kappaleissa on esitetty työntömitan kokoonpano, animointi, animoinnin kaappaus sekä videon editointi. Mikrometrin vastaavat työvaiheet toteutetaan samoilla työkaluilla.



KUVA. 94 Uusi kokoonpano

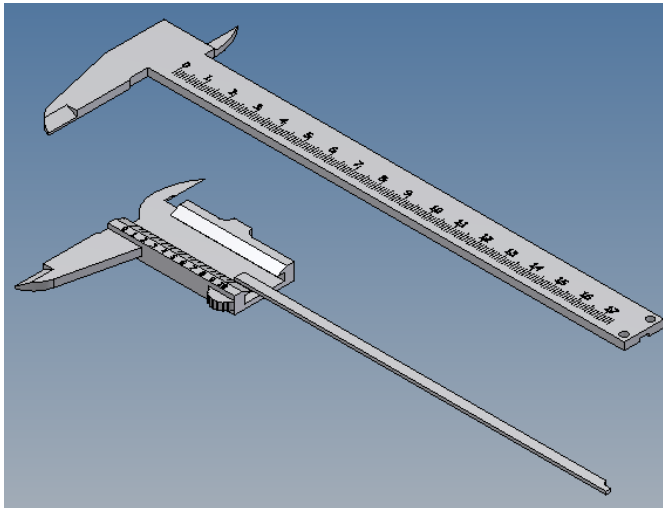
2.1 Kappaleiden tuonti kokoonpanoon

Kokoonpano aloitetaan tuomalla työkalupalkin vasemmasta reunasta löytyvällä, place-työkalulla ensimmäinen kappale kokoonpanoon. Tämä ensimmäinen kappale toimii ankkuroituna kappaleena, jota ei voi siirtää, vaan muut kokoonpanon kappaleet siirtyvät tähän kappaleeseen nähden. Ensimmäiseksi kokoonpanoon tuotavaksi osaksi kannattaa valita keskeinen osa kokoonpanoa, eikä esimerkiksi kokoonpanon pienintä ruuvia.

Etsitään kansio, johon kokoonpanoon halutut mallinnetut osat on tallennettu. Valitaan ensimmäiseksi kappaleeksi työntömitan varsi ja painetaan open-painiketta. Ohjelma lisää sen automaattisesti eikä sitä tarvitse erikseen klikata paikalleen. Kun varsi on lisätty, lopetetaan kappaleiden lisäys klikkaamalla hiiren oikeaa painiketta ja valitsemalla

avautuvasta ikkunasta done-valinta tai vaihtoehtoisesti painamalla Esc-painiketta näppäimistöltä.

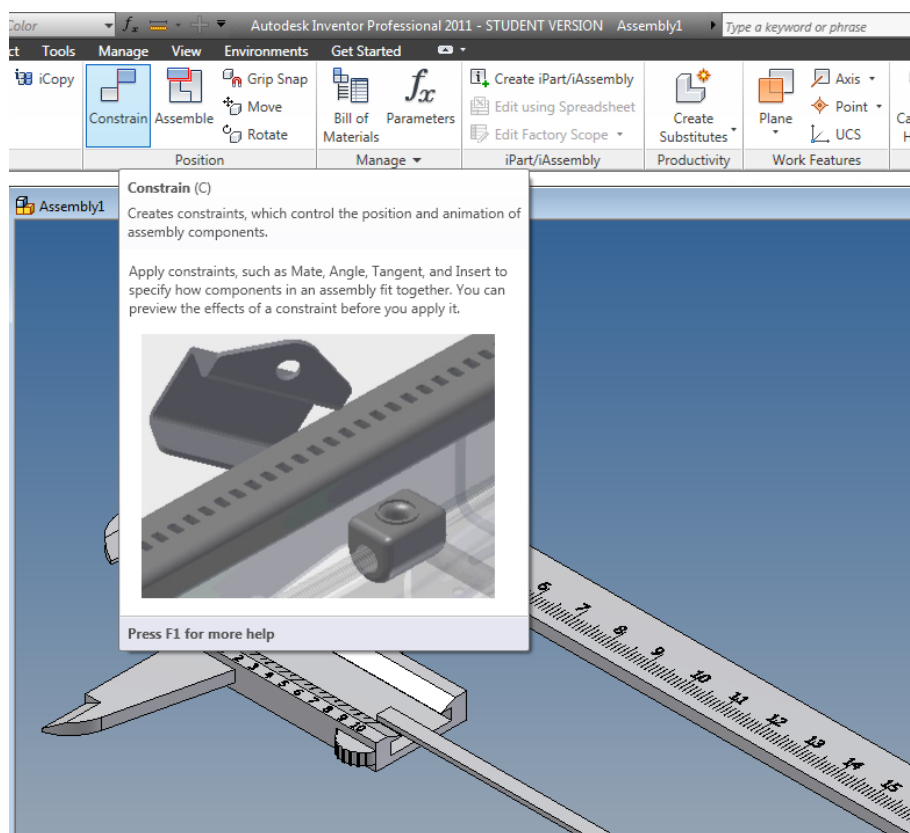
Avataan place-työkalu uudelleen ja etsitään seuraava kokoonpanoon liitettävä osa. Etsitään kansiosta työntömitan luisti ja lisätään se kokoonpanoon. Tämä kappale lisätään klikkaamalla jossain ensimmäisen kappaleen vieressä. Lopetetaan kappaleiden lisäys. Nyt kokoonpanossa on kaksi osaa, kuten kuvasta 95 näkyy ja ne voidaan mitoittaa toisiinsa.



KUVA 95. Työntömitan varsi ja luisti kokoonpanossa

2.2 Kappaleiden kiinnitys

Kappaleiden kiinnitys toisiinsa tapahtuu pääosin kuvassa 96 valittuna olevalla constrain-työkalulla. Constrain-työkalun oikealla puolella olevilla move- ja rotate -työkaluilla kappaleita voi siirrellä ja pyörittää yksitellen, jotta kappaleiden pintoja on helpompi valita. Assembly painike palauttaa kappaleet niille määritellyille paikoille, jos kappaleita on siirretty tai pyöritetty move- tai rotate -työkaluilla.

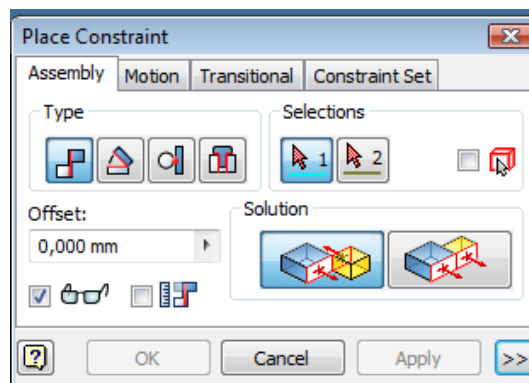


KUVA 96. Kokoonpanon constrain-työkalu

Constrain-työkalun ollessa aktiivisena, aukeaa kuvassa 97 näkyvä ikkuna. Type-otsikon alla ovat 4 erilaista ehtotyyppiä, joilla kappaleet liitetään yhteen.

Selection-otsikon alla ovat valintapainikkeet, joita klikkaamalla voi valita pinnat, joille ehto luodaan. Solution-otsikon alle aukeaa aina jokaista ehtotyyppiä vastaava toteutusvaihtoehto.

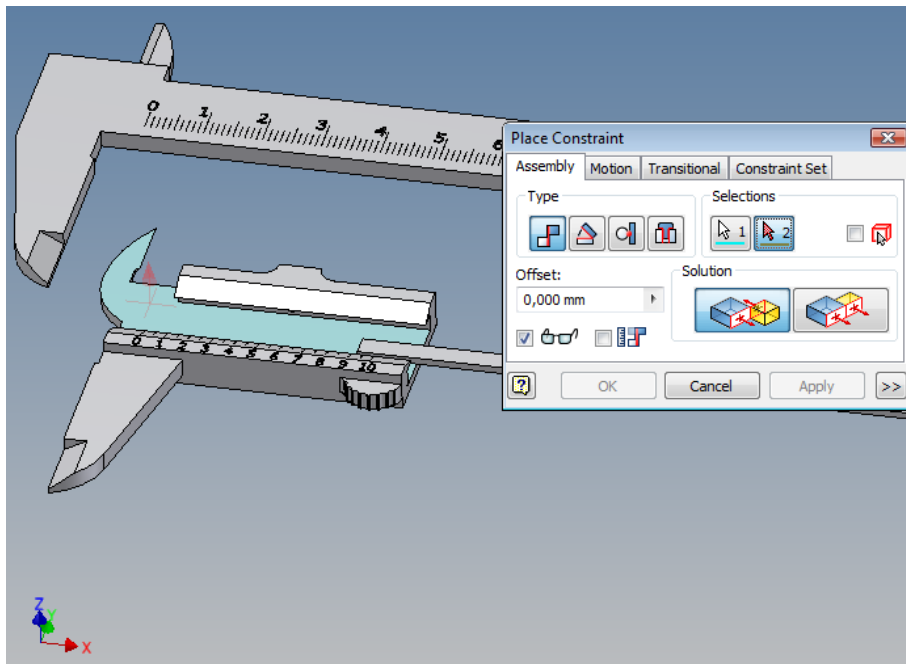
Kuvassa 97 on aktiivisena mate-ehto, joka liittää kaksi valittua pintaa kohtisuorasti toisiinsa kiinni. Solution-otsikon alta voidaan valita ovatko pinnat vastakkain vai vierekkäin. Mate-ehdolla voidaan määrittää myös lieriömuotojen keskiakselit samalle akselille. Kokoonpanossa käytetään mate-ehtoa, ellei toisin mainita.



KUVA 97. Constrain-työkalun työkaluikkuna

2.2.1 Luistin kiinnitys varteen

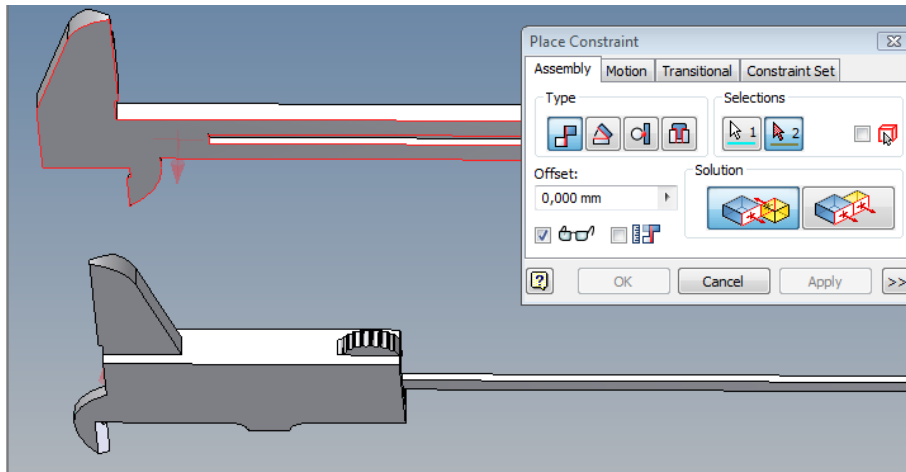
Ensimmäisenä liitetään luistin etupinta työntömitan varren takapintaan. Valitaan constrain-työkalu aktiiviseksi, jonka jälkeen tarkistetaan että haluttu ehtotyyppi on aktiivisena. Valitaan luistin etupinta ensimmäiseksi pinnaksi klikkaamalla siinä (kuva 98).



KUVA 98. Luistin etupinnan valinta

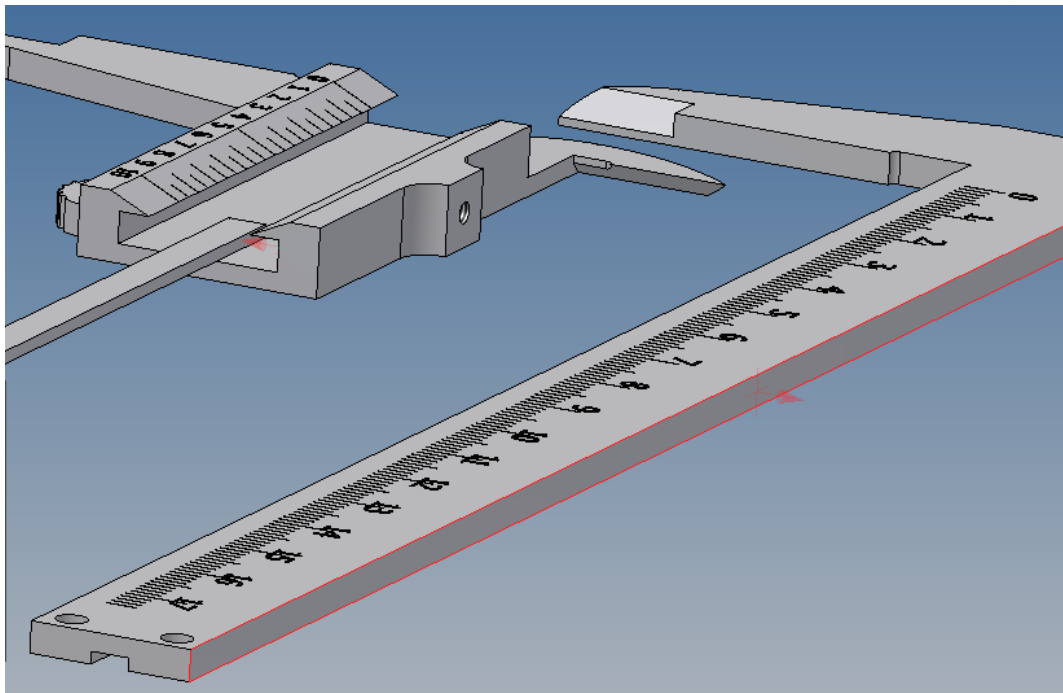
Kuvakulmaa on pyöräytettävä ennen kuin voidaan valita varren takapinta toiseksi ehtoon kuuluvaksi pinnaksi. Pyöräytetään kameraa mallinnusikkunan oikeassa reunassa olevalla free orbit -työkalulla. Kun varren takapinta on näkyvässä, klikataan hiiren oikeata painiketta ja painetaan done-painiketta, jolloin kamerankääntötyökalu sulkeutuu jättäen constrain-työkalun vielä aktiiviseksi.

Klikataan varren takapintaa (kuva 99). Klikattaessa luistin etupinta napsahtaa kiinni varren takapintaan. Jos luisti kiinnittyy oikein varren takapintaan, hyväksytään ehto painamalla apply-painiketta työkaluikkunassa. Jos luisti kiinnittyy väärinpäin, vaihdetaan solution-otsikon alta toteutusvaihtoehtoa, jolloin luisti kääntyy 180°.



KUVA 99. Varren takapinnan valinta

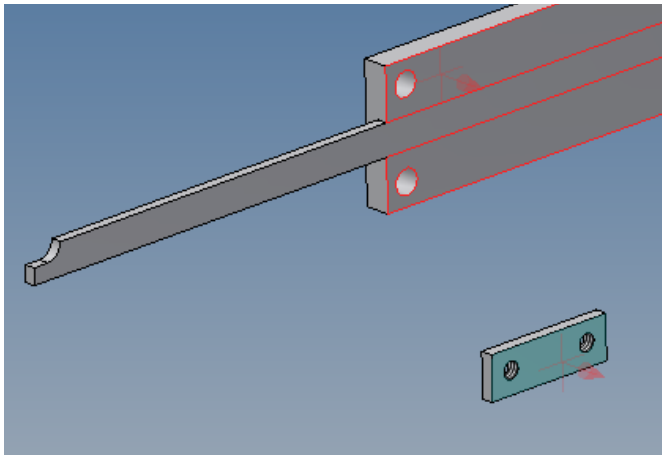
Luodaan seuraava ehto luistin ja varren välille. Suljetaan constrain-työkalu, jotta luistia voidaan siirtää. Kun työkalu on suljettu, luistia voi siirtää hiirellä raahaamalla hieman sivuun. On huomioitava kuitenkin että juuri luotu ehto säilyy, eikä luisti liiku täysin vapaasti, vaan määritetyt pinnat ovat koko ajan samassa tasossa. Avataan constrain-työkalu uudelleen ja luodaan kuvassa 100 näkyville pinnoille samanlainen ehto. Nyt luisti asettuu oikealle paikalleen kiinni varteen.



KUVA 100. Luistin ja varren toinen ehto

2.2.2 Luistin pysäyttimen lisääminen kokoonpanoon

Lisätään luistin pysäytin kokoonpanoon place-työkalulla. Valitaan constrain-työkalu aktiiviseksi ja mate-ehdolla liitetään työntömitan varren takapinta sekä luistin pysäyttimen leveä pinta yhteen kuvan 101 mukaisesti. Lopuksi hyväksytään ehto apply-komennolla.

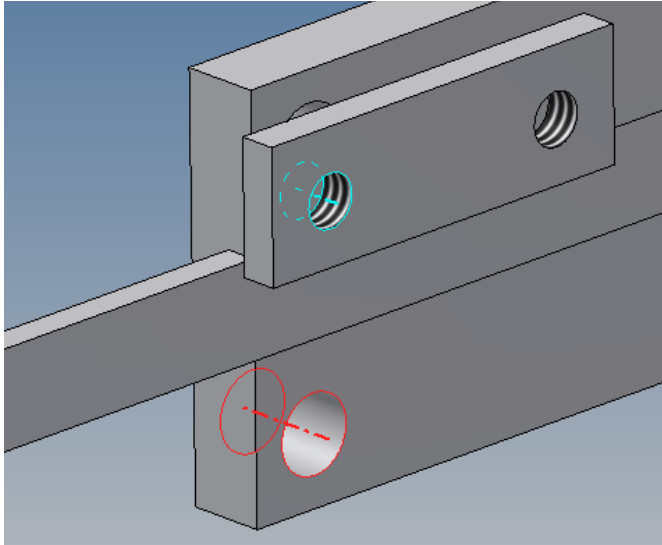


KUVA 101. Luistin pysäyttimen kiinnitys varren takapintaan

Määritetään luistin pysäyttimen reikien ja työntömitan varren reikien keskipisteet samalle akselille. Valitaan constrain-työkalulla luistin pysäyttimen reikä aktiiviseksi vie-mällä hiiren kursori ensin reiän sisäpinnalle, jolloin keskiakseli tulee näkyville, kuten kuvassa 102 näkyy. Tämän jälkeen valinta suoritetaan klikkaamalla pinta aktiiviseksi. Sama toistetaan työntömitan varren reiälle. Liitetään myös molempien kappaleiden viereiset reiät samalla tavalla.

Luistin pysäytintä kiinnitettäessä on huomioitava, että se ei ole täysin symmetrinen. Luistin pysäytin on oikein päin silloin kun varren päädyn ja pysäyttimen sivu ovat samalla tasalla.

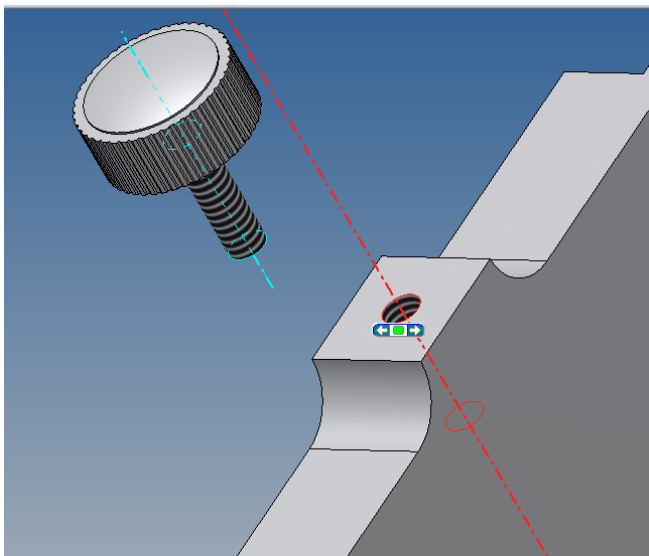
Liitetään myös molempien kappaleiden viereiset reiät samalla tavalla.



KUVA 102. Reikien keskittäminen samalle akselille

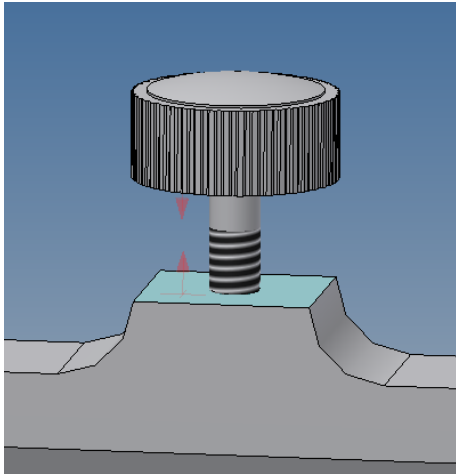
2.2.3 Kiristysruuvien lisääminen kokoonpanoon

Tuodaan kiristysruuvi kokoonpanoon place-työkalulla. Määritetään kiristysruuvien ja luistissa olevan kiristysruuvien reiän keskipisteet samalle akselille. Constrain-työkalu aktiivisena valitaan kuvan 103 mukaisesti ensin ruuvien varsi aktiiviseksi klikkaamalla ruuvien varressa, kun keskiakseli on näkyvässä. Tämän jälkeen klikataan reiän sisäpinnalla, kun keskiakseli on näkyvässä. Vahvistetaan ehto apply-komennolla.



KUVA 103. Kiristysruuvien keskittäminen reikään

Määritetään kiristysruuvin kannan ja luistin välinen ehto. Aktivoidaan constrain-työkalu ja valitaan ensin kuvan 104 mukaisesti kiristysruuvin kannan alapinta, jonka jälkeen valitaan kuvassa turkoosilla näkyvä luistin pinta. Offset otsikon alta määritetään välimatkaksi 4,5 mm. Vahvistetaan ehto apply-komennolla.

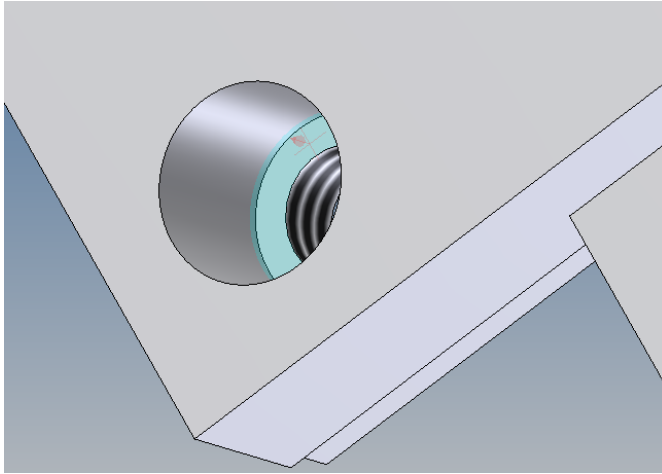


KUVA 104. Kiristysruuvin mitoittaminen luistin pintaan

2.2.4 Kiinnitysruuvien lisääminen kokoonpanoon

Tuodaan työntömitan varren molemmat ruuvit kokoonpanoon place-työkalulla samasta kiinnitysruuvien tiedostosta. Määritetään ruuvien varren keskipiste sekä työntömitan varren reiän keskipiste samalle akselille. Constrain-työkalu aktiivisena valitaan, kuten kiristysruuvien kiinnityksessäkin, ruuvien varsi aktiiviseksi klikkaamalla ruuvien varressa, kun keskiakseli on näkyvässä. Tämän jälkeen klikataan reiän sisäpinnalla silloin, kun keskiakseli on näkyvässä. Vahvistetaan ehto apply-komennolla.

Määritetään ruuvien paikka akselilla. Constrain-työkalulla valitaan kuvassa 105 näkyvä luistin pysäyttimen pinta aktiiviseksi, jonka jälkeen valitaan ruuvien kannan alapinta. Vahvistetaan ehto apply-komennolla. Liitetään toinen ruuvi samalla tavalla toiseen työntömitan varren reikään.



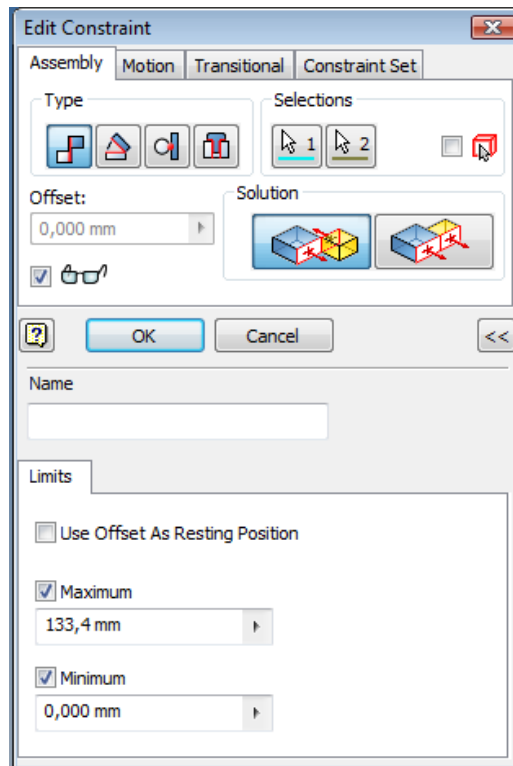
KUVA 105. Luistin pysäyttimen pinnan valinta

2.2.5 Liukuvan ehdon luonti (Autodesk Inventor 2011)

Työntömitan luisti liikkuu tällä hetkellä vapaasti varren suuntaisesti, eikä sille ole määritetty rajoja. Autodesk Inventorin 2010-versiossa luistin liikkeelle ei voi asettaa rajoja, vaan mittaleukojen pinnat voidaan vain mitoittaa yhden ja tietyn etäisyyden päähän toisistaan.

Inventorin 2011-versiossa rajat voidaan luoda klikkaamalla constrain-työkalun ikkunnassa apply-painikkeen oikealla olevaa nuolipainiketta. Painiketta klikkaamalla aukeaa kuvan 106 mukainen lisälehti ikkunaan, jossa voidaan määrittää leukojen etäisyydelle minimi- ja maksimiarvot. Tällöin luisti liikkuu vapaasti, mutta ei liiku raja-arvojen ohi.

Mittaleukojen rajoja tai etäisyyttä toisiinsa nähden ei tarvitse välttämättä määrittää, mutta se helpottaa mitattavan kappaleen kokoonpanon luomista.

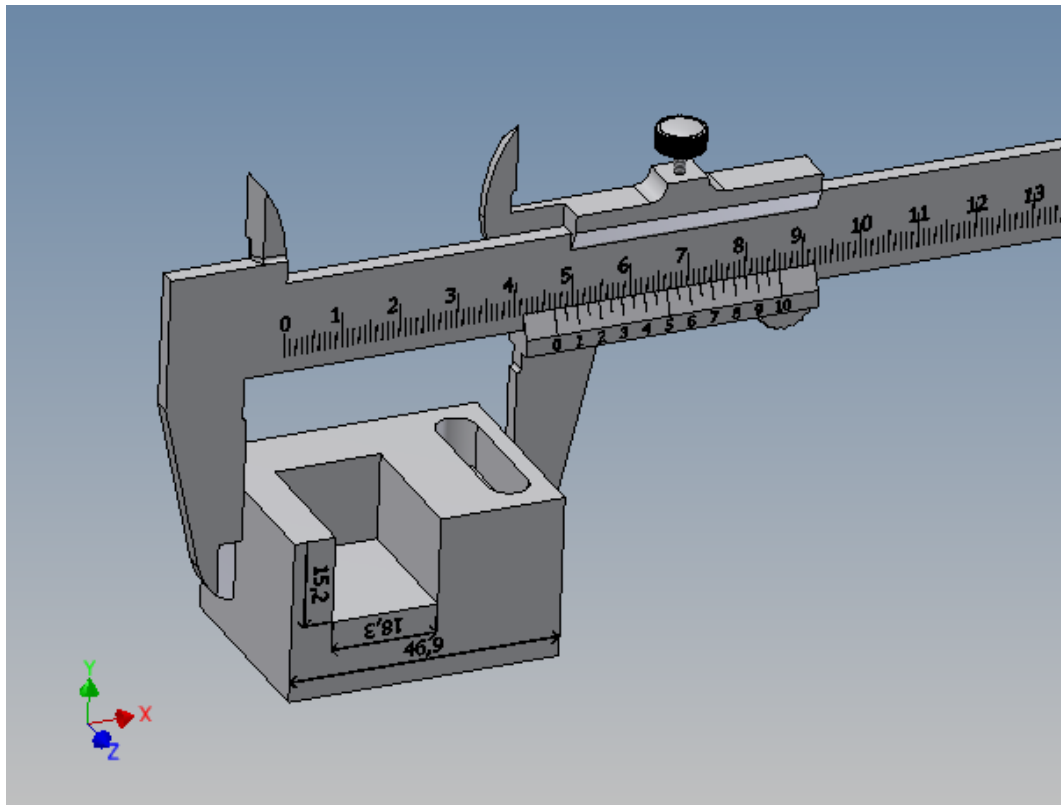


KUVA 106. Mitan raja-arvojen määrittäminen

2.2.6 Mitattavan kappaleen kokoonpano

Mittausvideoita varten on mallinnettava erikseen mitattava kappale, joka liitetään kokoonpanoon erikseen. Kokoonpano aloitetaan luomalla uusi kokoonpano, johon place-työkalulla tuodaan ensin valmis työntömitan kokoonpano. Tämän jälkeen place-työkalulla tuodaan mitattava kappale kokoonpanoon.

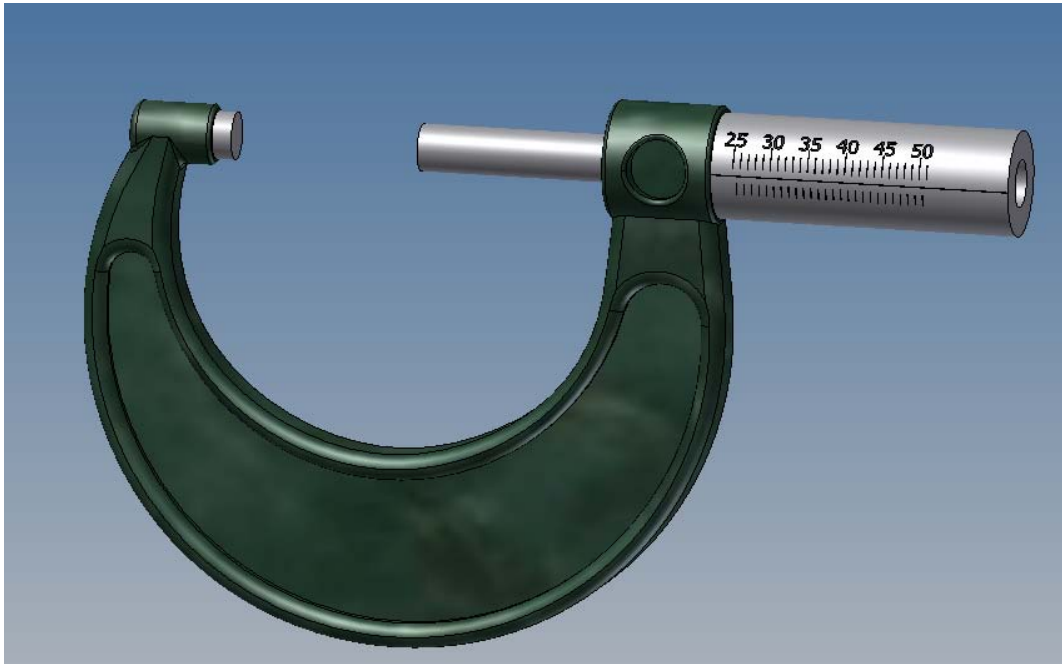
Mitattava kappale liitetään constrain-työkalulla työntömitan kokoonpanoon haluttuun kohtaan. Mitattavan kappaleen ulkomitan mittauksen kokoonpanosta on esimerkki kuvassa 107. Mitattava kappale on liitetty constrain-työkalulla mittaleukoihin kiinni. Constrain-työkalulla on määritetty z- ja y-akselin suuntaiset offsetit työntömitan pintoihin nähden.



KUVA 107. Ulkomitan mittauksen kokoonpano

2.3 mikrometrin kokoonpano

Mikrometrin kokoonpano tapahtuu pääosin samalla constrain-työkalun mate-ehdolla kuin työntömitan kokoonpanokin. Kokoonpanossa käytetään kuitenkin constrain-työkalun muita ominaisuuksia, jotka käydään seuraavaksi läpi. Aloitetaan kokoonpano tuomalla kaariosa uuten kokoonpanoon. Tämän jälkeen tuodaan millimetriasteikkokappale kokoonpanoon ja liitetään se constrain-työkalulla kaariosaan kuvan 108 mukaisesti. Seuraavaksi tuodaan mittakärki kokoonpanoon ja liitetään se constrain-työkalulla samankeskiseksi kaariosan reiän kanssa siten, että mittakärjen päätyyn mallininettu lovi on kaariosan reiän puolella. Mittakärki ei saa kuitenkaan pyöriä vapaasti kokoonpanossa akselinsa ympäri, joten sille tarvitsee määrittää kulmaehto



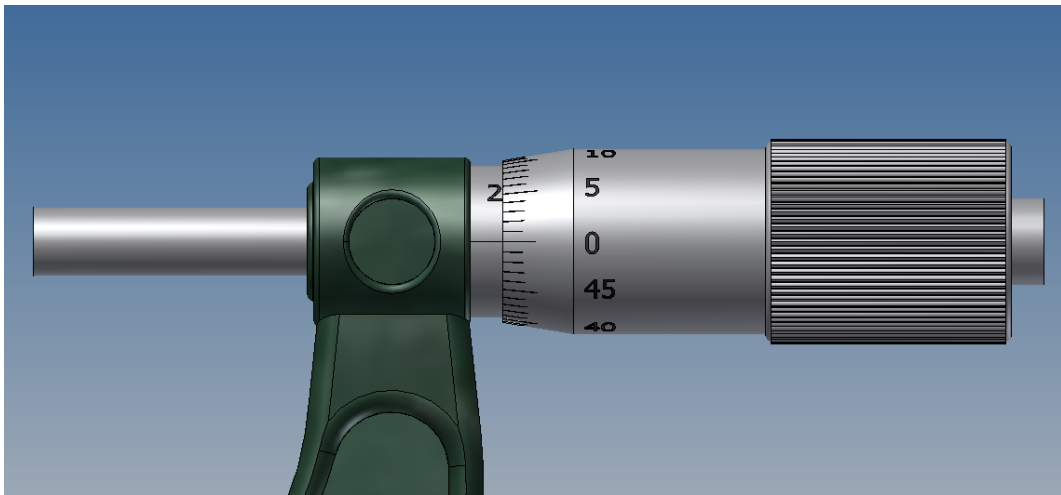
KUVA 108. Mikrometrin kokoonpanon aloitus

2.3.1 kulmaehdon luonti

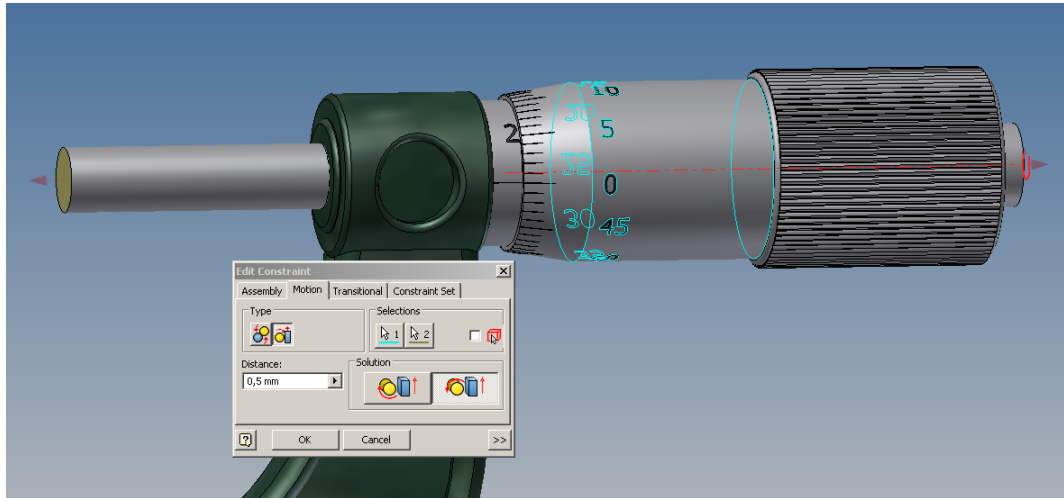
Avataan constrain-työkalu ja muutetaan työkaluikkunassa ehdon tyyppi type-otsikon alta kulmaehdoksi, jonka kuvake on rivissä toinen vasemmalta. Valitaan kaariosan lukitusmekanismin uran pohja toiseksi pinnaksi ja mittakärjen loven sivu toiseksi ja annetaan näiden pintojen väliseksi kulmaksi 0° . Nyt mittakärki liikkuu vapaasti keskiakseliaan pitkin, mutta ei kierry sen ympäri. Luodaan mittakärjelle liukuva mitta constrain työkalulla (kts. kpl 2.2.5). Valitaan pinnoiksi kuvan mukaiset pinnat sekä annetaan arvot myös kuvan mukaan. Mittakärjelle annetaan myös offset arvoksi 25 mm ja valitaan use offset as a resting point -kohta aktiiviseksi. Nyt mittakärki liikkuu vapaasti raahattaessa hiirellä, mutta palaa aina 25 mm:iin kun raahaus lopetetaan. Tämä tehdään siitä syystä, että siirtymä-kiertymäsuhteen luonti mittarummulle helpottuu. Nyt tilanne on kuvan 108 mukainen.

2.3.2 siirtymä- kiertymäsuhteen luonti

Tuodaan mittarumpu kokoonpanoon ja sidotaan sen reikä samankeskiseksi millimetriasteikon kanssa. Raahataan mittarumpu kuvan 109 mukaisesti siten että mikrometrin mittaustulos olisi 0. Mitataan measure-työkalulla (pikanäppäin m) mittakärjen pään ja mittarummun etureunan etäisyys toisistaan valitsemalla measure-työkalu aktiivisena molemmat pinnat. Luodaan constrain-työkalulla ehto näille pinnoille ja annetaan offset arvoksi measure-työkalulla saatu mitta. Avataan constrain-työkalun työkaluikkuna aktiivisella työkalu. Valitaan motion-välilehti, jolloin aukeaa kuvan 110 mukainen ikkuna. Valitaan työkaluikkunan vasemmasta reunasta type-otsikon alta siirtymä kieritys ehto aktiiviseksi ja distance-kenttään annetaan mitaksi 0,5 mm. Tämä määrittää sen että mittarumpu pyörähtää yhden kierroksen jokaista mittakärjen puolen millin liikettä kohden. Ehdon luonnin jälkeen varmistetaan mittakärkeä siirtämällä että mittarumpu pyörii oikeaan suuntaan. Jos mittarumpu pyörii väärään suuntaan, rakennepuusta oikeaa hiiren painiketta klikkaamalla pääsee edit-valinnalla takaisin työkaluikkunaan. Työkaluikkunassa solution-otsikon alta mittarummun pyörityssuunnan voi vaihtaa.



KUVA 109. Mittarummun asetus

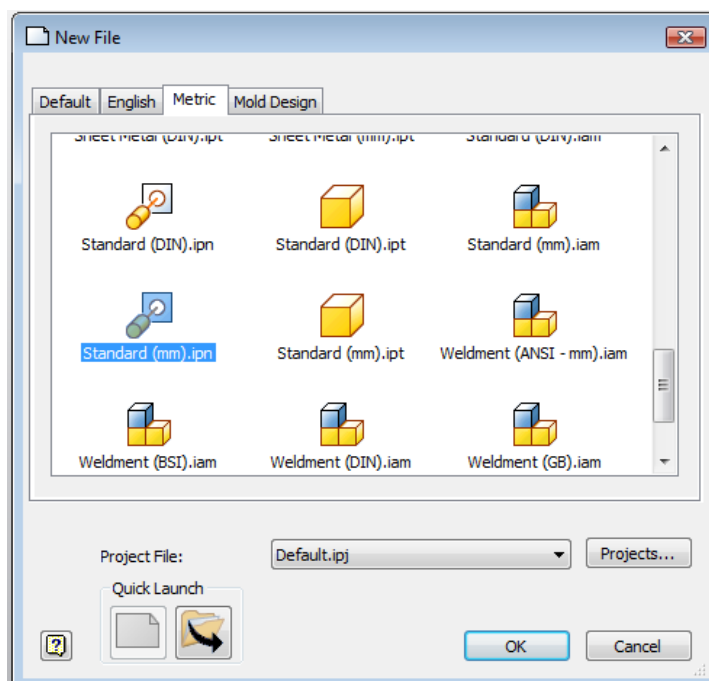


KUVA 110. Siirtymä-kieritys suhteen luonti

Viimeisinä kokoonpanoon liitetään mate-ehdolla kitkamutteri mittarummun päähän ja lukitusmekanismi kaariosan kylkeen. Lukitusmekanismin asento määritetään kulmaehdolla johonkin suoraan pintaan nähden.

3 ANIMOINTI

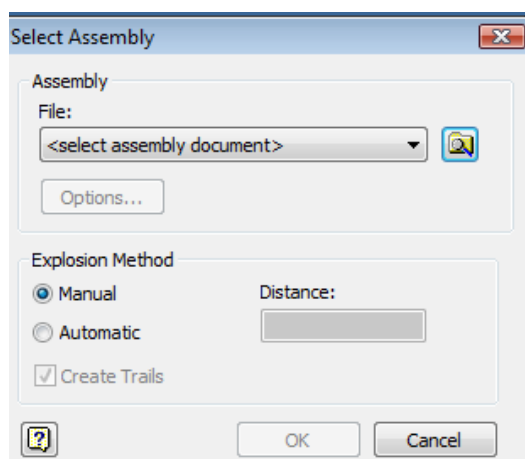
Uusi animointi aloitetaan klikkaamalla Inventorin ikkunan vasemmassa yläkulmassa olevaa new-painiketta. Sen jälkeen valitaan metric-välilehti, josta valitaan esitys, jossa on millimetrimitoitus valitsemalla kuvassa 111 näkyvä Standard (mm).ipt.



KUVA 111. Uusi animaatio

3.1 Animoinnin aloitus

Avataan luotu kokoonpano, jossa mitattava kappale on kiinni mittalaitteessa. Kokoonpano avataan create view -työkalulla, jota klikkaamalla aukeaa kuvan 112 mukainen valikko. Tarkistetaan että **explosion** method -otsikon alla on valittuna manual-valinta. Assembly-otsikon alta, pudotusvalikon oikealta puolelta löytyvällä painikkeella voidaan etsiä tallennettu kokoonpano kovalevyiltä. Ok-painikkeella avataan kokoonpano.



KUVA 112. Kokoonpanon tuonti animaatioon

Kokoonpano on nyt siinä tilassa mihin mittaustapahtuma päättyy. Osien liikkeet luodaan käänteisessä järjestyksessä itse mittaustapahtumaan nähden. Ensimmäisenä siirretään luistia mitattavasta kappaleesta pois päin. Luistia siirrettäessä on huomioitava, että kiristysruuvia on myös siirrettävä samaan aikaan ja yhtä paljon, sillä työkalu ei ymmärrä että osat olisivat toisissaan kiinni.

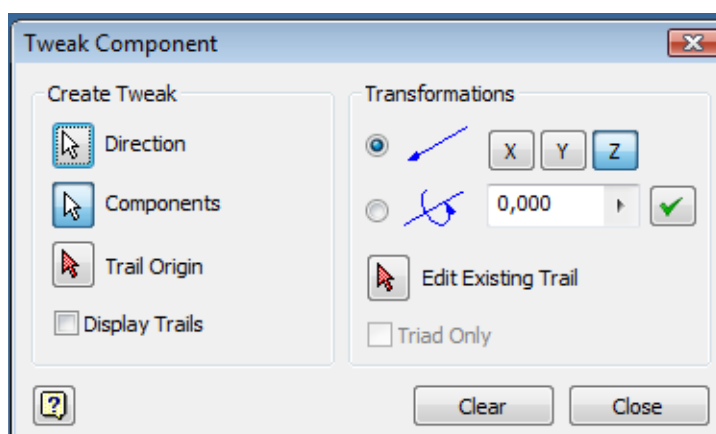
3.2 Komponenttien siirtäminen

Työkaluvalikosta avataan tweak components -työkalu, jolloin aukeaa kuvan 113 mukainen työkaluikkuna. Poistetaan valinta display trails -kohdasta, jotta liikkeiden jäljet eivät näy myöhemmin kaapattavassa videossa.

Create tweak -otsikon alla olevat valinnat ovat komponenttien ja liikkeen koordinaatiston valintaa varten. Direction-painikkeella asetetaan liikkeelle koordinaatisto ja components-painikkeella valitaan liikkuvat osat.

Transformations-otsikon alla olevat nuolikuviolla merkityt valintapainikkeet määrittävät liikkeen suoraviivaiseksi tai pyöriväksi. Koordinaatiston valinnan jälkeen X-, Y- ja Z-painikkeilla valitaan liikkeen suunta tai akseli, jonka ympäri liike pyörii.

Numeroarvolliseen kenttään määritetään liikkeen pituus tai kulma suunnan valitsemisen jälkeen. Lopuksi vihreällä apply-painikkeella hyväksytään liike. Clear-painike poistaa kaikki valinnat, jos esimerkiksi halutaan valita uudet komponentit.

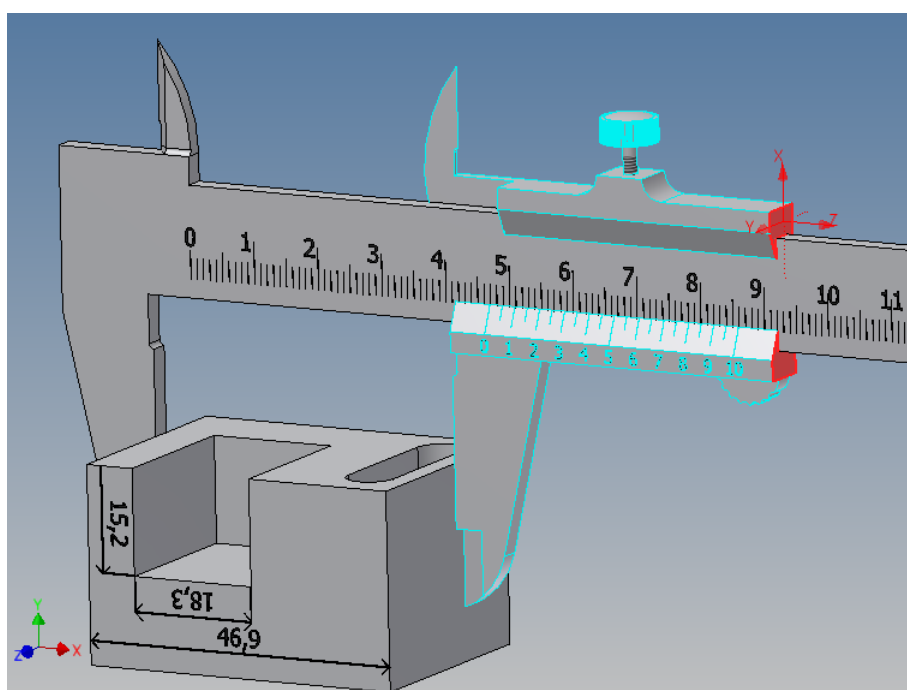


KUVA 113. Tweak component -työkalun työkaluikkuna

3.2.1 Ensimmäinen liike (luisti ja kiristysruuvi)

Ensin painetaan components-tekstin vierestä, nuolen kuvakkeesta komponenttien valintaa aktiiviseksi. Klikataan liikkuvat komponentit aktiivisiksi, eli tässä tapauksessa luisti ja kiristysruuvi. Komponentit voi valita suoraan mallista klikkaamalla, tai rakennepuusta valitsemalla. Rakennuspuusta useampaa komponenttia valittaessa on pidettävä Ctrl-näppäin pohjassa.

Komponenttien valinnan jälkeen klikataan Direction -valinta aktiiviseksi nuolen kuvakkeesta ja valitaan kuvassa 114 näkyvä luistin pinta. Määritetään liikkeen tyyliksi suoraviivainen liike ja suunnaksi z-akseli klikkaamalla valinnat aktiivisiksi. Määritetään liikkeen pituudeksi 25 mm ja hyväksytään liike apply-painikkeella.

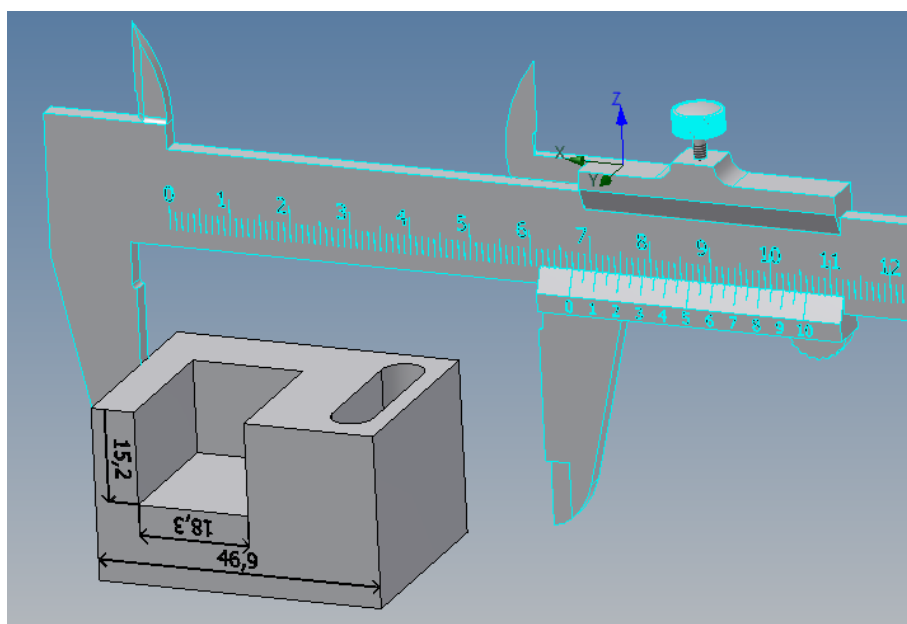


KUVA 114. Koordinaatiston asetus ensimmäiselle liikkeelle

3.2.2 Toinen liike (kaikki työntömitan osat)

Siirretään koko työntömittaa pois päin mitattavasta kappaleesta. Valitaan components-kohdasta valintatyökalu aktiiviseksi ja valitaan joko kappaletta klikkaamalla tai rakennepuusta valitsemalla kaikki työntömitan osat (varsi, luisti, kiristysruuvi, luistin pysäytin sekä pikkuruuvit).

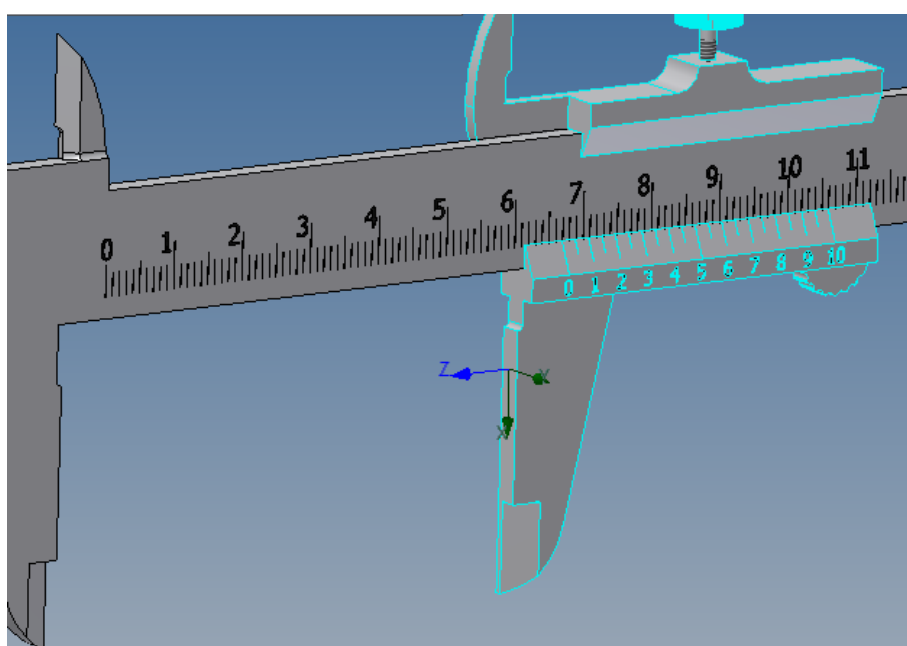
Komponenttien valinnan jälkeen määritetään direction-valintatyökalulla koordinaatiston paikka kuvassa 115 näkyvään pintaan. Valitaan suoraviivaisen liikkeen suunnaksi z-akseli ja pituudeksi 40 mm. Hyväksytään liike apply-painikkeella.



KUVA 115. Koordinaatiston asetus toiselle liikkeelle

3.2.3 Kolmas liike (luisti ja kiristysruuvi)

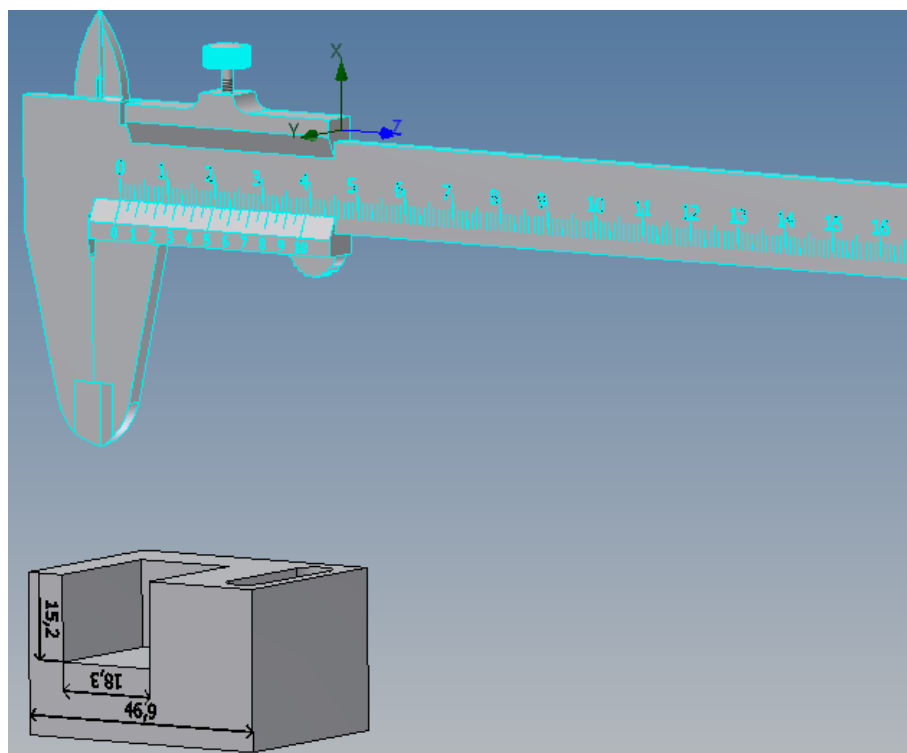
Nollataan komponenttien valinnat clear-painikkeella, jonka jälkeen valitaan komponenteiksi luisti ja kiristysruuvi. Asetetaan koordinaatisto kuvan 116 osoittamaan pintaan. Siirretään komponentteja 66,9 mm z-akselin suuntaan. Mitta 66,9 mm on laskettu lisäämällä mitattavan kappaleen leveyteen 20 mm, jonka verran luistia siirrettiin ensimmäisessä liikkeessä. Hyväksytään liike apply-painikkeella.



KUVA 116. Koordinaatisto asetus kolmannelle liikkeelle

3.2.4 Neljäs liike (kaikki työntömitan osat)

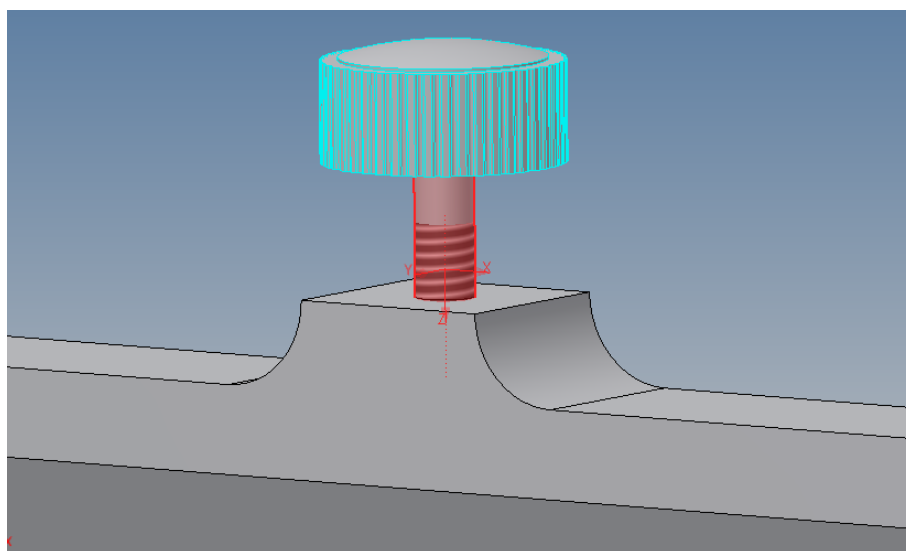
Valitaan seuraavaan liikkeeseen kaikki työntömitan komponentit (varsi, luisti, kiristysruuvi, luistin pysäytin sekä pikkuruuvit). Asetetaan koordinaatisto kuvassa 117 näkyvään pintaan ja siirretään z-akselin suuntaisesti 70 mm. Hyväksytään liike apply-painikkeella.



KUVA 117. Koordinaatiston asetus neljännelle liikkeelle

3.2.5 Viides liike (kirstysruuvi)

Valitaan siirrettäväksi komponentiksi kiristysruuvi ja asetetaan koordinaatisto kuvan 118 osoittamalla tavalla. Koordinaatisto tulee asettaa siten, että ruuvin keskilinja on näkyvässä, jolloin z-akseli on ruuvin keskilinjalla. Siirretään ruuvia 2mm z-akselin suuntaan ja hyväksytään siirto apply-painikkeella. Vaihdetaan liikkeen tyyppi kiertyväksi liikkeeksi. Kiristysruuvi on edelleen valittuna, joten kiertymän arvoksi voidaan suoraan asettaa 360° , ilman että koordinaatistoa tarvitsee asettaa uudelleen. Hyväksytään Apply-painikkeella.



KUVA 118. Koordinaatiston asetus viidennelle liikkeelle

3.3 Liikkeiden animointi

Suljetaan tweak components -työkalu ja avataan animate-työkalu. Cancel-painikkeen oikealla puolella olevaa nuolipainiketta painamalla työkaluikkunasta saadaan kuvan 119 mukainen.

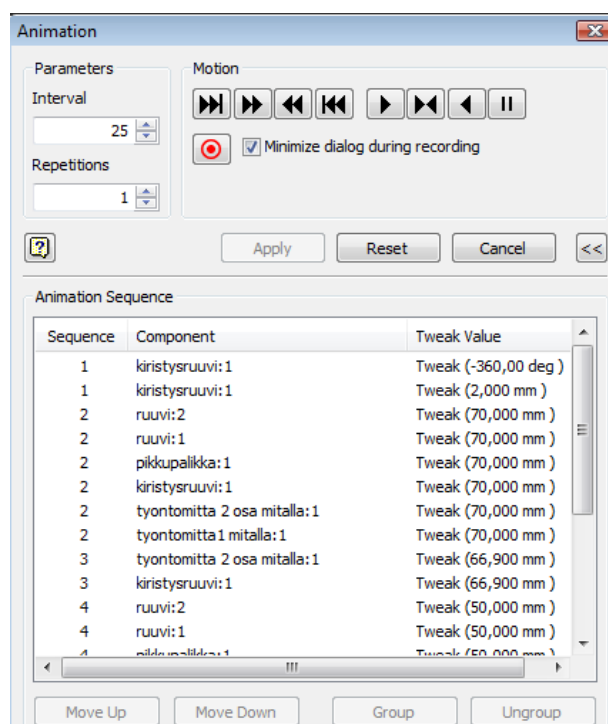
Parameters-otsikon alta löytyvät muuttujat interval ja repetitions. Interval määrittää liikkeiden nopeuksia. Mitä suurempi interval arvo on, sitä hitaampaa komponentit liikkuvat animaatioissa. Interval arvo täytyy säätää sen mukaan, millaisia liikkeitä animaatioon tulee. Työntömitalle oletusasetus 25 on riittävä. Repetitions määrittää, kuinka monta kertaa animaatio toistetaan.

Motion-otsikon alta löytyvät normaalit toistotoiminnot, kuten esimerkiksi play, pause ja rewind. Inventorin omaa record-toimintoa ei tarvita, sillä näin kaapatut videot ovat huonolaatuisia.

Animation sequence -otsikon alta löytyy animointijärjestys. Samalla numerolla sequence-sarakkeeseen numeroidut siirrot tapahtuvat samaan aikaan. On varmistettava, että esimerkiksi kiristysruuvien siirto ja kieritys ovat numeroituina samaan jaksoon, jotta ruuvi pyörii samaan aikaan, kuin liikkuu pituussuunnassaan.

Group- ja ungroup -toiminnoilla liikkeitä voi yhdistää ja erottaa. Move up ja move down -toiminnot siirtävät liikettä järjestyksessä aikaisemmaksi tai myöhemmäksi. Ennen kuin liikkeitä voi yhdistää tai erottaa, on animointi palautettava alkuasentoon reset-painikkeella.

Animaatio tulee katsoa ainakin kerran läpi, jotta varmistutaan siitä, että liikkeet ovat oikeanlaisia. Liikkeiden pituuksia tai kiertokulmia voi muokata kappaleen rakennepuusta. Muokatessa liikkeitä on otettava huomioon, että yhden osan liikkeen pituutta muutettaessa, on muutos tehtävä myös saman liikkeen muille komponenteille.



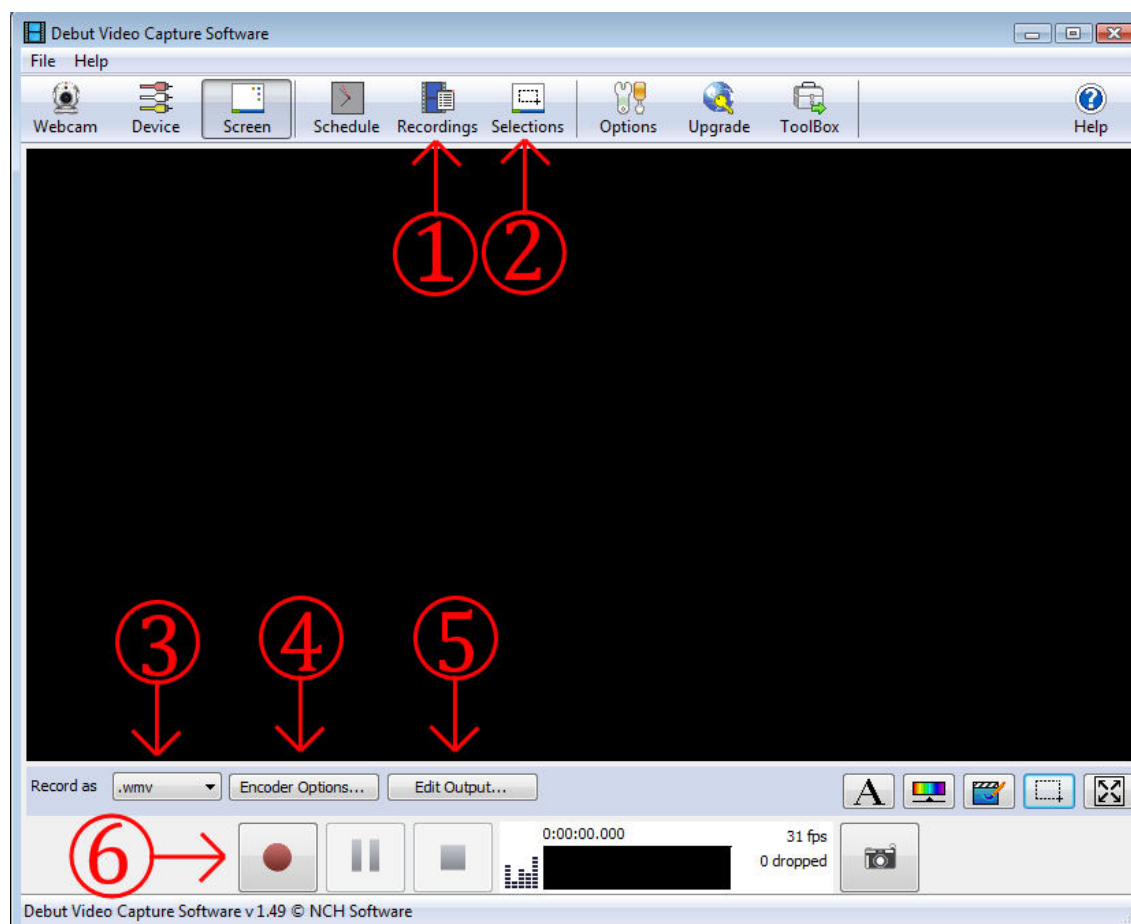
KUVA 119. Animation-työkalun työkaluikkuna

4 VIDEONKAAPPAUS

4.1 Kaappausohjelman perusasetukset ja työkalut

Avataan Debut Video Capture Software, jolloin aukeaa kuvan 120 mukainen ikkuna. Pääikkunasta löytyvät mm. tärkeimmät työkalut, jotka on numeroitu kuvaan:

1. Kaapattujen videoiden hallinnointi.
2. Kaappausalueen hallinta.
3. Kaappausvideon tiedostomuodon valinta.
4. Videon pakkauksen asetukset.
5. Videon kuvakoon ja kuvanopeuden asetukset.
6. Nauhoituksen aloitus, keskeytys ja pysäytys.

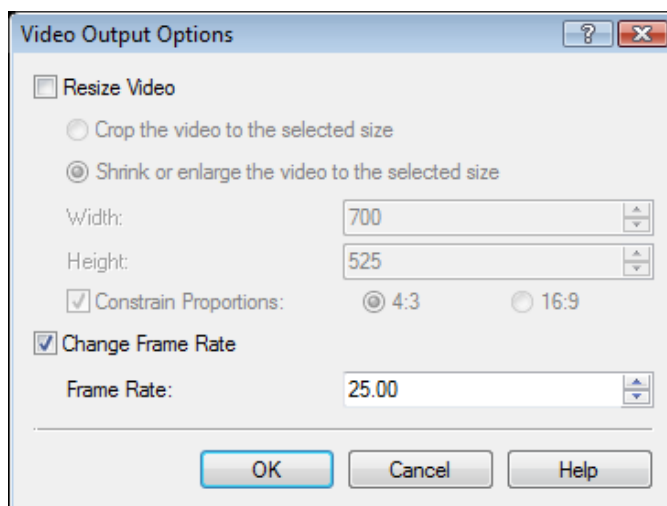


KUVA 120. Debut Video Capture –ohjelman pääikkuna

4.1.1 Videon ulostulon asetus

Ennen kaappauksen aloitusta, tulee ohjelman asetuksia hieman muuttaa. Avataan videon kuvakoon ja kuvanopeuden asetukset klikkaamalla edit output -painiketta, jolloin aukeaa kuvan 121 mukainen ikkuna.

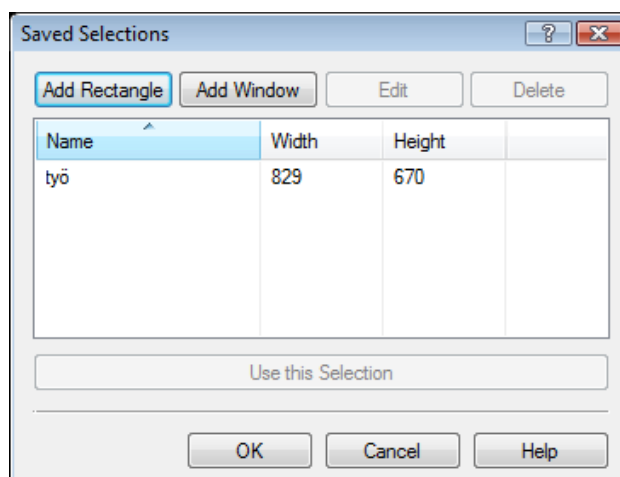
Resize video -valinta aktiivisena videon kuvakoon voi määrittää lukuarvoilla, mutta sitä ei ole tarpeellista tehdä, joten kohtaa ei valita aktiiviseksi. Change frame rate -valinta aktiivisena voidaan videon kuvanopeuden arvoa muuttaa. Asetetaan arvoksi 25.00 kehyttä/sekunti. Nyt ohjelma yrittää pitää frameraten valitussa arvossa kaappauksen ajan.



KUVA 121. Edit output -valikko

4.1.2 Kaappausalueen määrittäminen

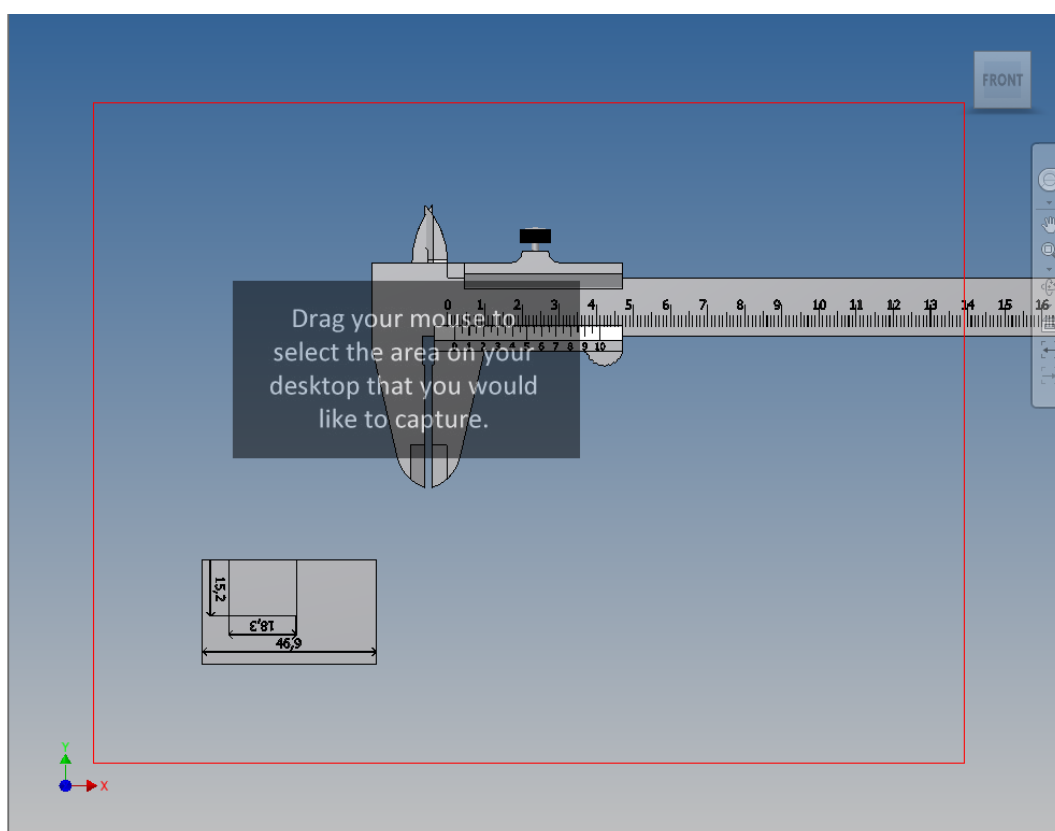
Määritetään kaappausalue avaamalla selections-työkalu työkalupalkista, jolloin aukeaa kuvan 122 mukainen ikkuna. Selections-työkalulla kaappausalueeksi voidaan määrittää tietty avoinna oleva ikkuna add window -painikkeella tai alue työpöydällä add rectangle -painikkeella. Edit-painikkeella aluetta voi muokata ja delete-painikkeella sen voi poistaa. Aikaisemmin tallennetun alueen voi valita uudelleen valitsemalla sen listasta aktiiviseksi ja klikkaamalla use this selection -painiketta.



KUVA 122. Selections-valikko

Valitaan kaappausalueeksi alue työpöydällä, sillä koko inventorin ikkunaa ei kaapata. Avataan Inventor ja kaapattava animaatio. Siirrytään takaisin kaappausohjelmaan ja varmistetaan, että inventor on auki kaappausohjelman taustalla. Klikataan add rectangle -painiketta, jolloin kaappausohjelma pienenee Inventorin ikkunan edestä ja ruutuun ilmestyy kuvan mukainen teksti. Raahataan hiirellä aktiiviseksi haluttu kaappausalue. Kun alue on valittu, ohjelma pyytää antamaan sille nimen.

Kaappausalue ei näy kaappauksen aikana, joten se on hyvä asettaa siten, että se on jontekin havaittavissa ympäristöstä Inventorissa hyvä kaappausalue on kuvassa 123 näkyvä alue, joka on vasemman alareunan pikku-koordinaatistosta oikean yläreunan kuu- tion kulmaan. Näin nähdään Inventorissa suoraan mikä alue tullaan kaappaamaan.



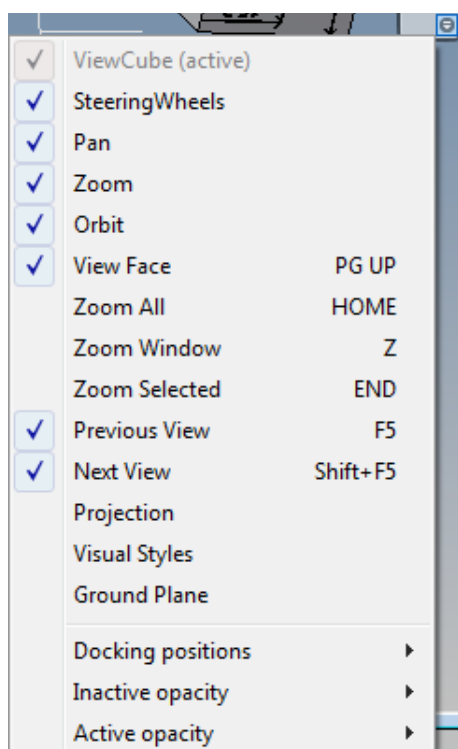
KUVA 123. Kaappausalueen määrittäminen

4.2 Inventorin mukautus kaappausta varten

Ennen kaappausta Inventorin kameratyökaluvalikkoon lisätään kaksi työkalua, mallin-
nusikkunan väriteemaa vaihdetaan sekä määritetään kamerakulmat kaappaukselle.

4.2.1 Kameratyökaluvalikon muokkaus

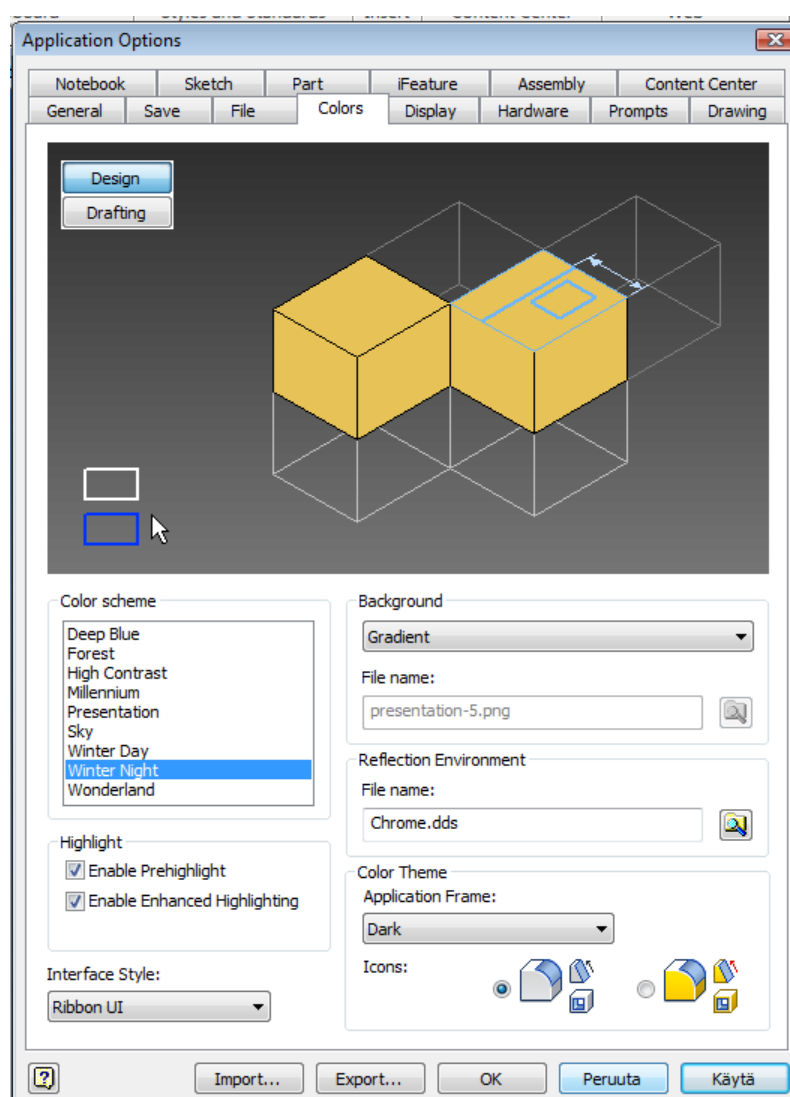
Kaappausasetusten määrittämisen jälkeen avataan Inventor aktiiviseksi. Lisätään kame-
ratyökaluihin kaksi työkalua lisää klikkaamalla kameratyökaluvalikon alakulmassa ole-
vaa nuolta, jolloin aukeaa kuvan 124 mukainen valikko. Valitaan previous view- ja next
view -työkalut aktiivisiksi, jolloin ne ilmestyvät työkalupalkkiin.



KUVA 124. Inventorin kameratyökalujen lisävalikko

4.2.2 Inventorin väriteeman vaihto

Inventorin väriteemaa voi halutessaan vaihtaa, sillä oletusasetuksena oleva vaaleansininen tausta saattaa häivyttää hieman videoihin tulevia tekstityksiä. Työkalupalkista tools-välilehdeltä avataan application options -valikko. Colors-välilehdellä on kuvan 125 mukainen näkymä. Color scheme-otsikon alla on listattuna valmiita väriteemoja. Kuvassa 125 valittuna oleva Winter Night -teema osoittautui toimivaksi.



KUVA 125. Inventorin väriteemavalikko

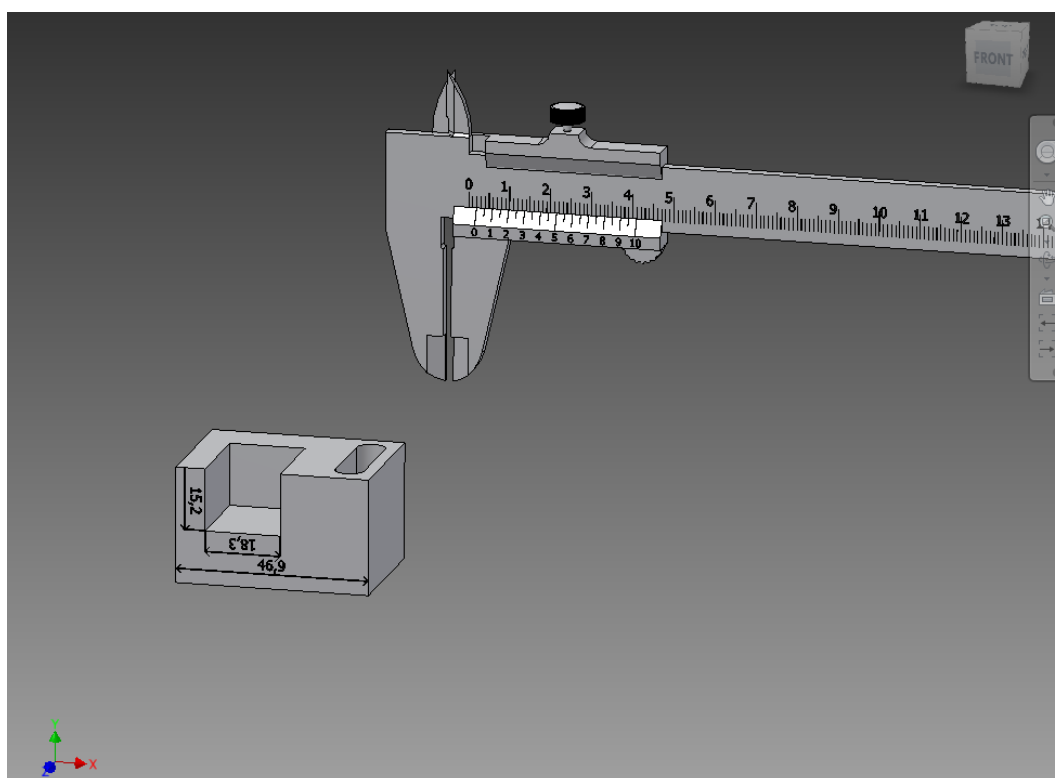
4.2.3 Kaappauksen kamerakulmien määrittäminen

Määritetään kamerakulmat, joita kaappauksessa tullaan käyttämään. Inventorissa kamerakulman muutokset tallentuvat muistiin ja niiden välillä voi liikkua previous view- sekä next view -toiminnoilla. Ennen kaappausta on luotava hyvät peräkkäiset kamerakulmat, jotta kappaletta ei tarvitse enää kaappauksen aikana pyöritellä turhaan.

Ennen kaappausta on mietittävä, millaisia kamerakulmia mittauksessa tulee käyttää. Aluksi tarvitaan kuvakulma, josta mittaustapahtuma näkyy selkeästi. Tämän jälkeen tarvitaan kuvakulma, josta mitta-asteikko näkyy selkeästi. Kappale on myös sijoitettava molemmissa kuvakulmissa siten, että sen alapuolelle mahtuu tekstitys.

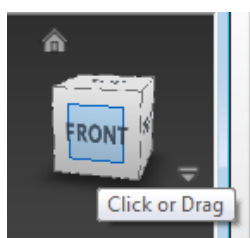
Asetetaan kuvakulma kameratyökaluilla kuvan 126 osoittamaan asentoon. Kuvakulmaa asetettaessa on huomioitava, että koordinaatiston (kaappausalueen alareuna) ja kappaleen välillä on tyhjää tilaa tekstityksille. Kelataan animaatio loppuun animate-työkalulla, jotta nähdään, miten kappale sijoittuu, kun animaatio on lopussa.

Ensimmäisen kuvakulman määrittämisen jälkeen kuvakulmaa ei saa muuttaa ohjeista poiketen, koska Inventor tallentaa kuvakulman heti eikä tämän jälkeen kuvakulmien vaihto sujuvasti onnistu.



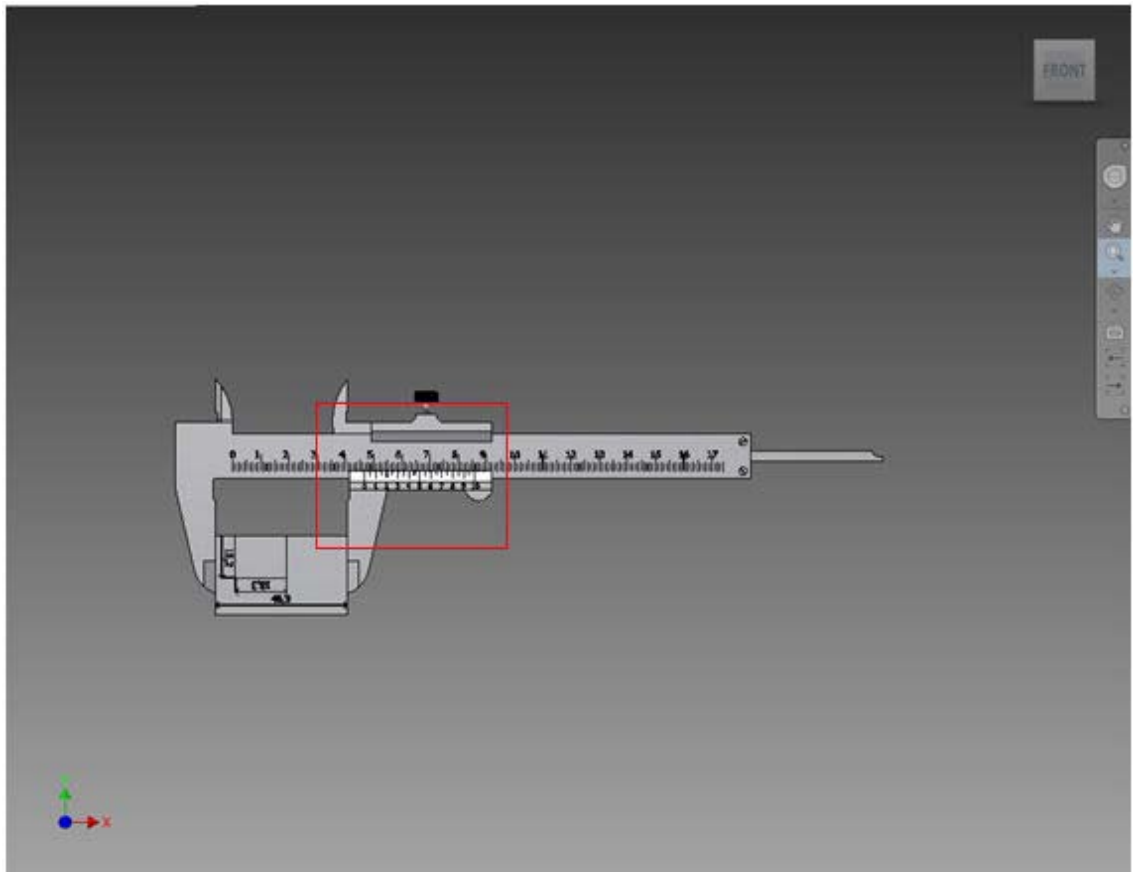
KUVA 126. Mittaustapahtuman kuvakulma

Ensimmäisestä kuvakulmasta siirrytään mahdollisimman yksinkertaisesti kuvakulmaan, jossa mitta-asteikko näkyy hyvin. Jotta kuvakulma saadaan kohtisuoraan mitta-asteikkoon nähden, klikataan oikeassa yläkulmassa olevan kuution etureunaa, joka näkyy kuvassa 127. Nyt kappale kääntyy siten, että mitta asteikko on kohtisuorassa kameraan päin.

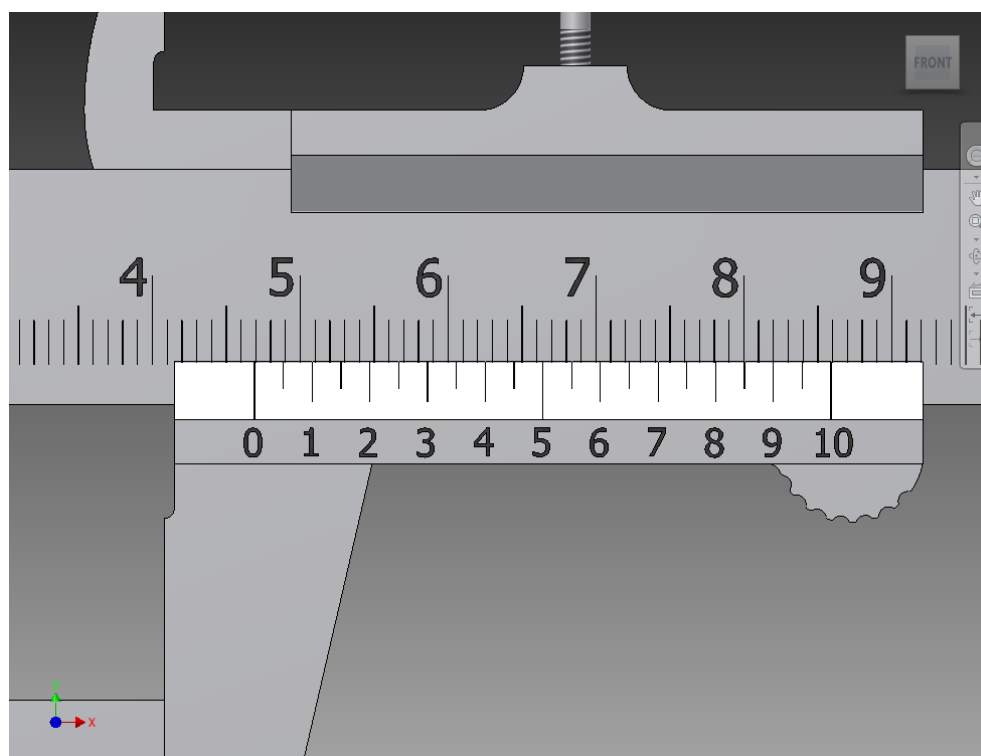


KUVA 127. Kamerankäsittelykuutio

Kamera-asetusten työkaluvalikossa kolmanneksi ylimpänä on zoomaustyökalu ja sen alapuolella nuoli, josta aukeaa pudotusvalikko. Avataan pudotusvalikko ja valitaan aktiiviseksi zoom window -valinta. Zoom window -työkalulla rajataan kuvan 128 osoittama alue, jolloin kamera zoomaa rajatulle alueelle. Kuvassa 129 näkyy zoomattu alue, jossa mitta-asteikko näkyy tarkasti sekä mitta-asteikon alapuolella on tilaa tekstityksille.



KUVA 128. Mitta asteikon rajaus



KUVA 129. Mitta-asteikon kuvakulma

Jos zoomaus ei osu kohdalleen, on palattava *previous view* -työkalua klikkaamalla edelliseen kuvakulmaan (kuvakulmaan, jossa mitta-asteikko on kohtisuorassa kameraan nähden) ja zoomattava uudelleen.

Nyt kuvakulmat on asetettu, ja niitä voi vaihdella *previous view*- ja *next view* -työkaluilla. On luotu siis 3 kuvakulmaa:

1. Mittaustapahtuman kuvakulma
2. Mitta-asteikko kohtisuoraan kameraan nähden
3. Mitta-asteikon kuvakulma

Siirrytään *previous view* -työkalulla mitaustapahtuma-kuvakulmaan ja *animate*-työkalulla kelataan tarvittaessa animaatio alkuun. Jätetään *animate*-työkalu auki ja siirretään se pois aikaisemmin määritellyltä kaappausalueelta, jotta se ei näy kaappauksessa.

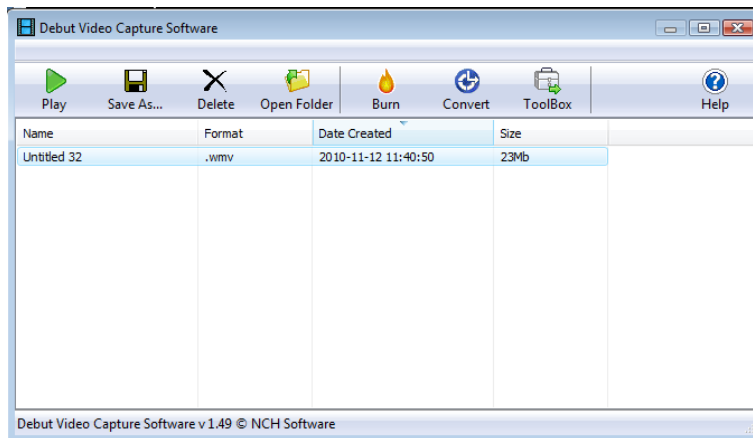
4.3 Kaappaus

Siirrytään Debut video capture -ohjelmaan. Varmistetaan selections-valikosta että kaappausalueena on aikaisemmin määritetty alue. Tämän jälkeen kaappaus aloitetaan rec-painikkeella.

Kaappauksen vaiheet:

1. Painetaan rec-painiketta, jolloin Debut video capture pienenee inventorin edestä.
2. Painetaan play-painiketta inventorin animate työkalussa, jolloin animaatio alkaa.
3. Klikataan hiirellä animaation aikana mallinusikkunan otsikossa, jotta ikkuna aktivoituu.
4. Katsotaan mittausanimaatio loppuun.
5. Animaation päätyttyä, odotetaan noin sekunti ja painetaan näppäimistöltä Shift+F5 (next view -työkalun pikanäppäin), jolloin kuvakulma kääntyy koh-tisuoraan mitta-asteikkoon nähden.
6. Painetaan näppäimistöltä Shift+F5, jolloin kuvakulma zoomaa mitta-asteikolle.
7. Odotetaan n. 2-3 sekuntia, jonka jälkeen avataan Debut video capture -ohjelma ja lopetetaan kaappaus Stop-painikkeesta.

Kaappauksen pysäytyksen jälkeen recordings-painikkeesta painamalla aukeaa kuvan 130 mukainen valikko. Juuri kaapattu video on listan päällimmäisenä uusimmalla numeroinnilla. Klikkaamalla play-painikkeesta voidaan katsoa juuri kaapattu video. Jos videossa on jotain vikaa, esimerkiksi kuvakulmat ovat huonot, on palattava inventoriin säätämään kuvakulmat oikeiksi ja tehtävä kaappaus uudelleen. Jos kaappaus on onnistunut, tallennetaan se haluttuun kansioon.



KUVA 130. Recordings-valikko

5 VIDEOIDEN EDITOINTI

5.1 Editointiohjelma

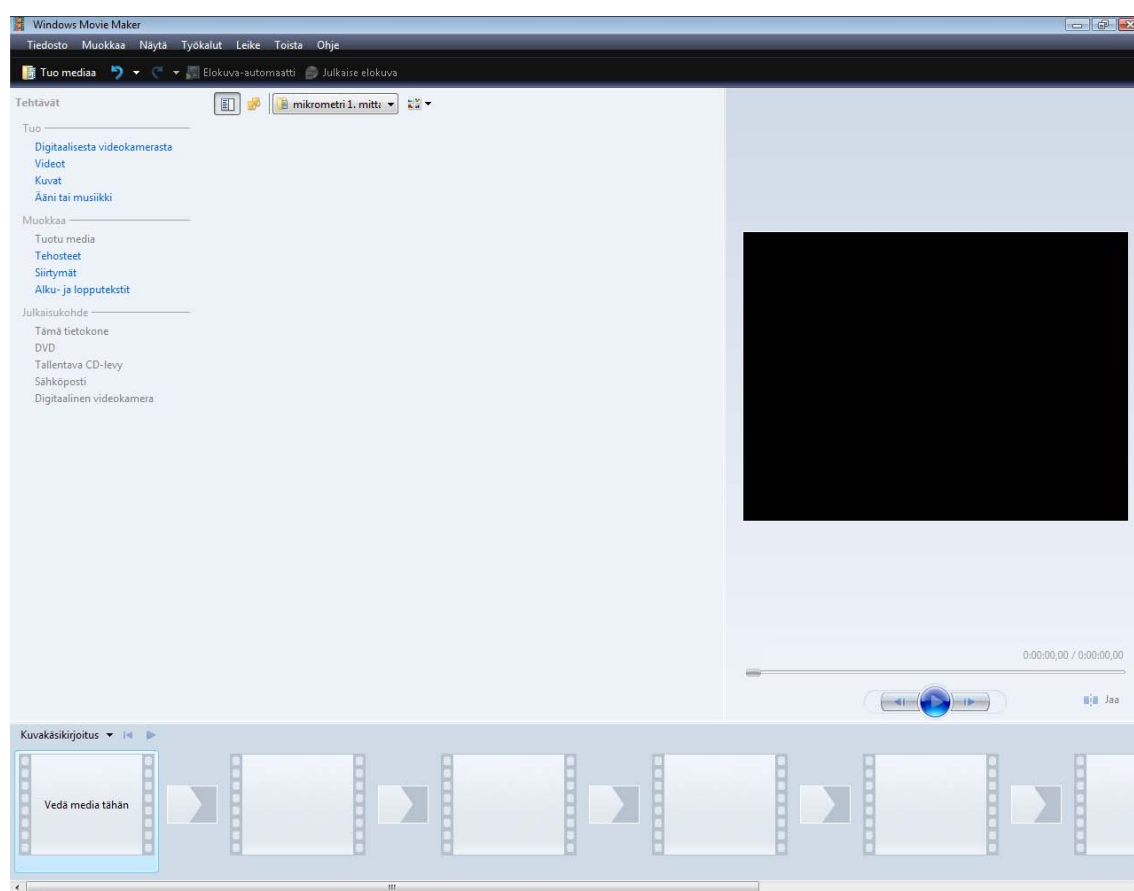
Kaapatut videot muokataan Windows Movie Maker –ohjelmalla. Ohjeistus on tehty Windows Vistan Movie Makerilla. Windows XP:n Movie Maker on lähes identtinen Vistan version kanssa, joten muokkaus onnistuu yhtä hyvin silläkin.

Ennen movie makerin avaamista tehdään jollain piirustusohjelmalla, esimerkiksi MS Paint -ohjelmalla, samankokoinen kuva videoiden kaappausalueen kanssa. Tätä kuvaa käytetään otsikoinnin taustakuvana, joten ainoastaan kuvan koolla on väliä. Ohjeistuksessa on käytetty kokomustaa kuvaa, sillä se on yksinkertainen ja valkoinen teksti näkyy parhaiten mustalta taustalta.

Ennen aloitusta on hyvä tietää, että Windows Movie Maker ei toimi joissain tapauksissa, jos tietokoneessa on tietty versio Nero-polttosovelluksesta. Toimimattomuus saattaa ilmentyä jatkuvana kaatuiluna, eikä Movie Maker suostu työn lopussa julkaisemaan muokattua videota. Windows Vistalla ongelma korjaantui uudelleennimeämällä Neron DSFilter -kansio osoitteesta C:\Program Files\Common Files\Ahead\DSFilter. Kun Windows Movie Makeria ei käytä ja haluaa varmistua Neron toimivuudesta, voi kansion DSFilter nimetä takaisin alkuperäiseksi.

5.2 Editointi

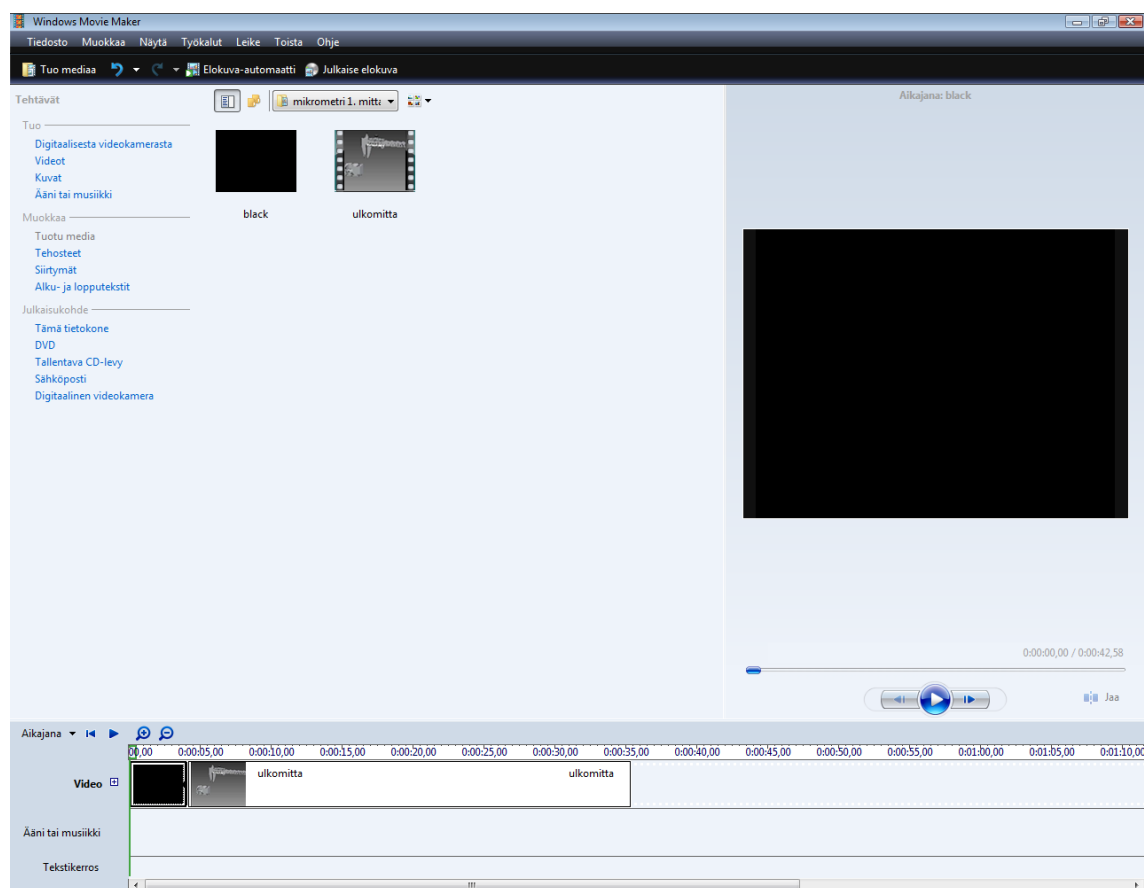
Avataan Movie Maker, jolloin aukeaa kuvan 131 mukainen näkymä. Vasemmalla kuvassa on työkaluvalikko, keskellä leikepöytää, oikealla esikatselu ja alhaalla kuvakäsikirjoitus/aikajana. Muokattavan median voi lisätä sovellukseen raahaamalla sen keski-alueelle, tai avaamalla Tiedosto > Tuo mediasisältöä. Tuodaan video sovellukseen, jota halutaan muokata sekä otsikoinnin taustakuva.



KUVA 131. Movie Makerin perusnäkökuva

Vaihdetaan kuvissa 131 ja 132 vasemmassa alakulmassa näkyvästä pudotusvalikosta kuvakäsikirjoitus-valinta aikajanaksi. Raahataan ensin leikepöydältä otsikoinnin taustakuva aikajanan ylimmälle kentälle, jonka jälkeen siihen raahataan muokattava video. Kuvat ja videot näkyvät kuvan mukaisesti aikajanalla palkkeina, joista nähdään niiden alkamis- ja päättymisajankohdat.

Aikajanaan lisättyjen kuvien ja myöhemmin tulevien tekstien kestoa muokataan raahamalla hiirellä valitun kuva- tai tekstikehysten oikeasta reunasta. Videoita ei voi kuitenkaan pidentää näin.



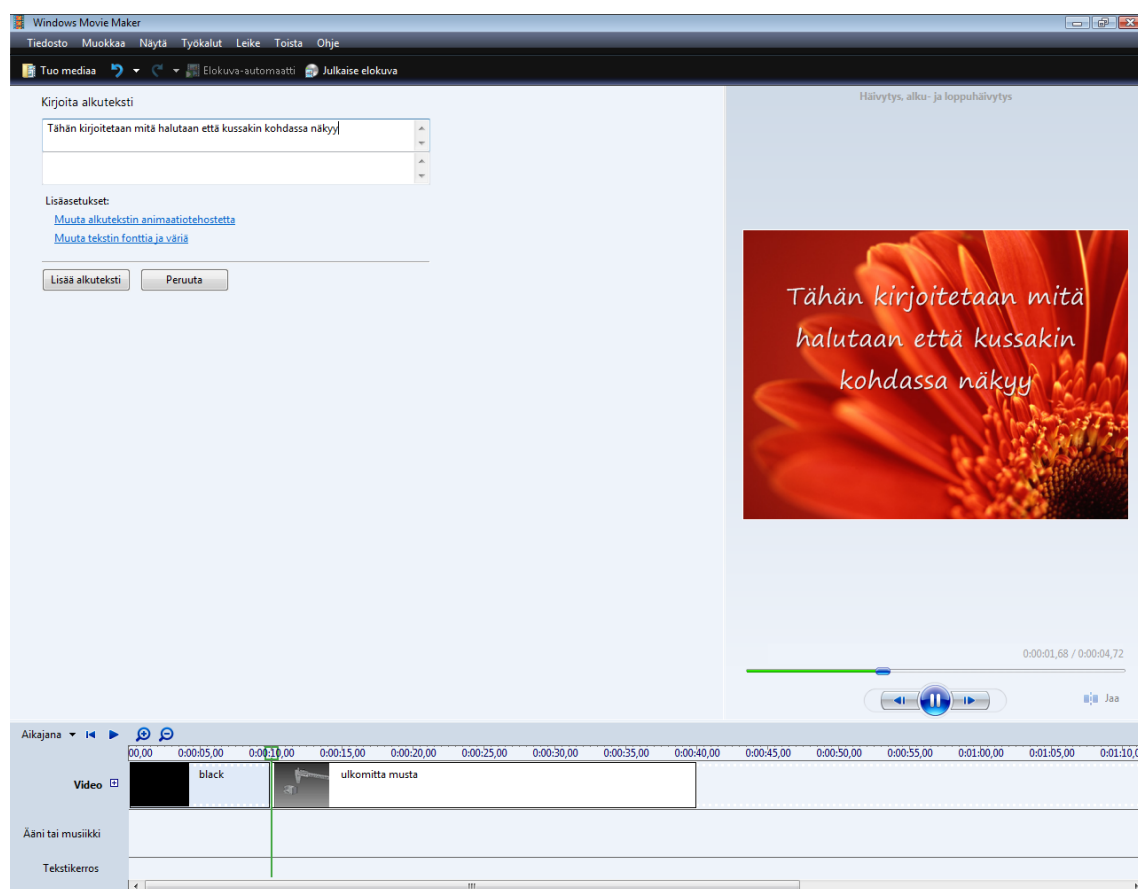
KUVA 132. Aikajananäkymä

5.2.1 Tekstityksen lisääminen

Tekstitys lisätään videoon valitsemalla ensin kohta aikajanalla, johon teksti halutaan lisätä, jonka jälkeen valitaan sovelluksen vasemmasta reunasta Alku- ja lopputekstit. Kun sovellus kysyy mihin teksti lisätään, valitaan ”Alkuteksti valitun leikkeen kohdalle”.

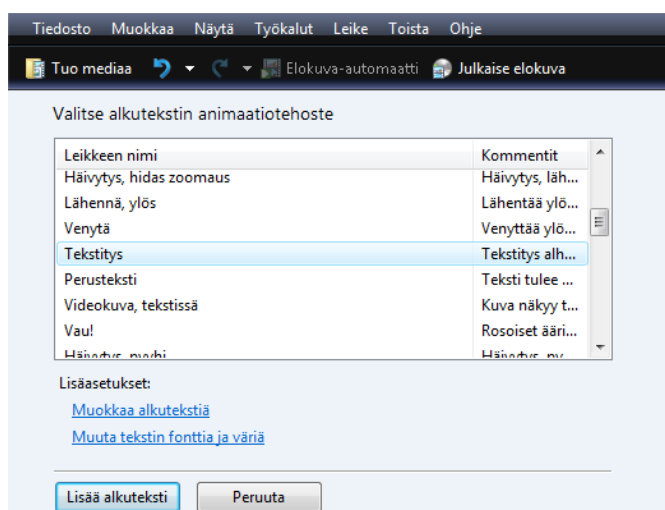
Valinnasta aukeaa kuvan 133 mukainen näkymä. Vasemmassa yläaidassa ovat kentät, joihin kirjoitettu teksti näkyy valitussa videon kohdassa. Ylemmälle kentälle kirjoitettu teksti ilmenee yleensä isompana, ylempänä ja aikaisemmin, kuin alemmalle kentälle kirjoitettu.

Kaikki tekstitehosteet eivät ole kaksiosaisia, vaan niissä on vain yksi tekstikenttä. Tästä syystä on hyvä valita tekstitehoste, ennen kuin tekstikenttiin kirjoittaa mitään.



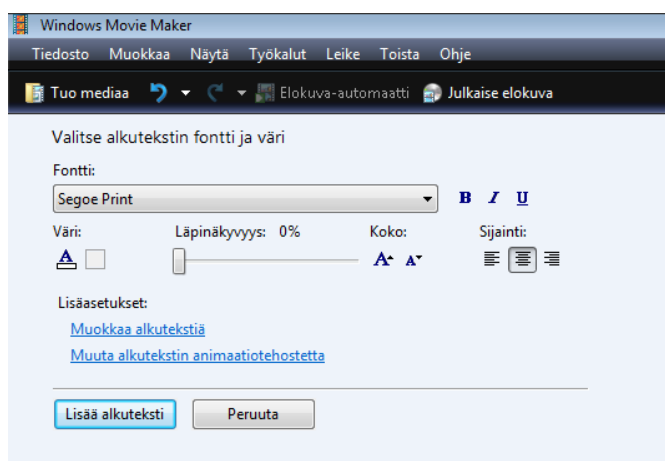
KUVA 133. Tekstitysvalikko

Tekstitehoste vaihdetaan valitsemalla ”muuta tekstin animaatiotehostetta”. Linkistä aukeaa kuvan 134 mukainen lista, josta voi valita mieleisensä. Tämän ohjeen videot on kaapattu siten, että alaosaan on jätetty tilaa tekstitykselle. Siitä syystä valitaan listasta tekstitys-valinta. Kun tehoste on valittu, päästään edelliseen kohtaan kirjoittamaan teksti valitsemalla ”muokkaa alkutekstiä”. Kirjoitetaan tekstikenttään sopiva teksti, jonka jälkeen muokataan tekstin fonttia valitsemalla ”muuta tekstin fonttia ja väriä”.



KUVA 134. Tekstitystyylin valinta

Fontinmuokkausnäkyvä on kuvan 135 mukainen. Fontista voidaan muuttaa tyyliä, väriä, läpinäkyvyyttä, kokoa ja vaakasuuntaista sijaintia. Kun tekstitys on valmis, klikataan lisää alkuteksti -painiketta. Tekstikehyksillä on aikajanassa oma kenttensä videoiden alla, jotta tekstityksen ajoitusta videoon nähden voi vaihtaa.

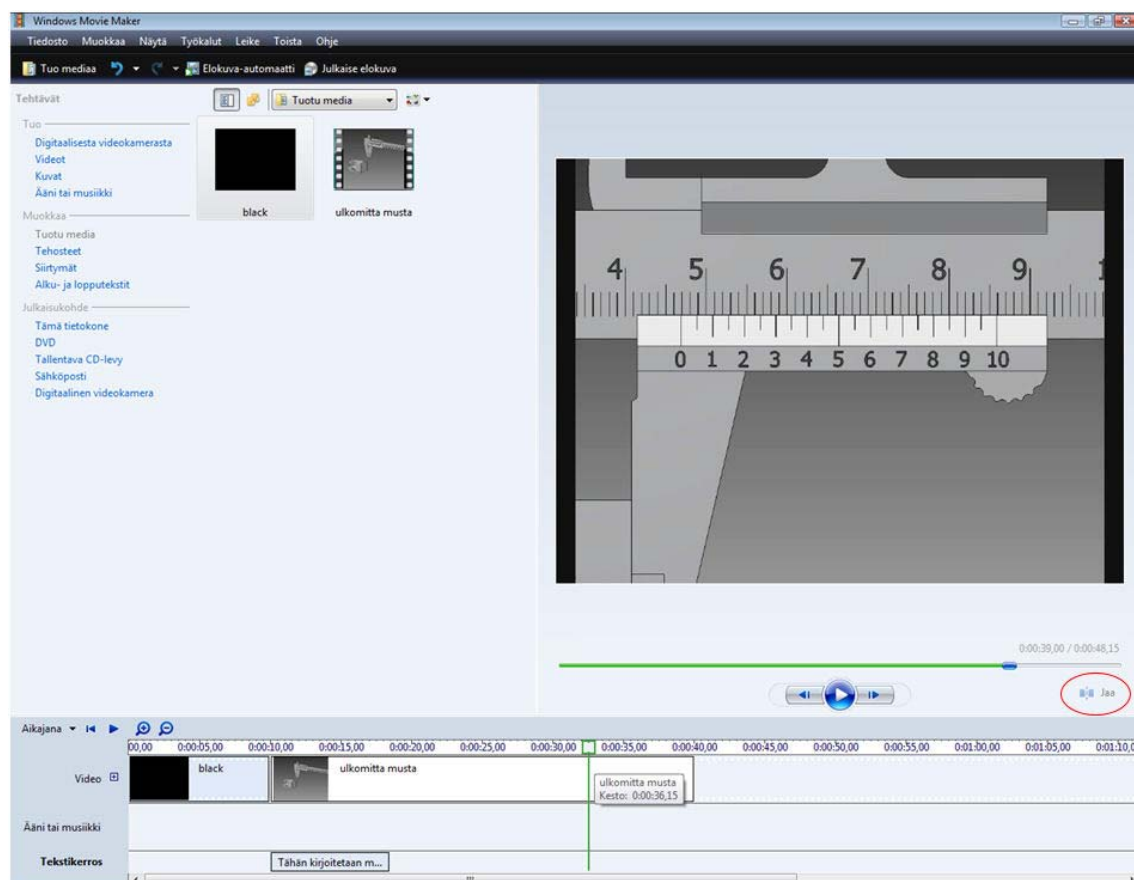


KUVA 135. Fontinmuokkausnäkyvä

5.2.2 Videoleikkeen jakaminen

Videoleike voidaan myös jakaa kahtia, jos esimerkiksi jonkun tietyn kehyksen haluaa näkyvän pidempään, tai jos videosta haluaa poistaa lopusta turhaa materiaalia. Työntömitan tapauksessa mitta-asteikon halutaan pysyvän näkyvillä pidempään sekä kuvaan halutaan nuolia ja lukuja. Etsitään videosta haluttu kohta aikajanalla, jossa mittaus on tehty ja mitta-asteikko on selvästi luettavissa. Hiiren rullaa hitaasti vierittämällä aikajanalla voi liikkua kehys kerrallaan.

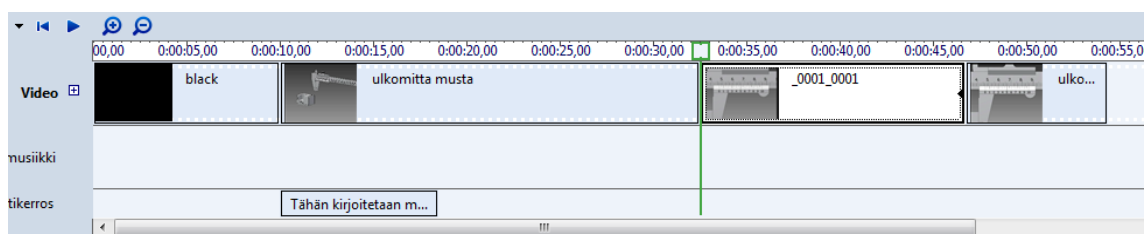
Sopivan kohdan löydyttyä klikataan esikatselun alapuolella, oikealla kuvassa 136, olevaa jaa-painiketta, jolloin ohjelma leikkaa aktiivisen videon valitusta kohdasta kahteen osaan. Nyt näiden kahden osan väliin voidaan lisätä esimerkiksi kuvia, tai toinen niistä voidaan poistaa.



KUVA 136. Videoleikkeen jako

Lisätään videoleikkeiden väliin kuva, joka kaapataan esikatselusta. Esikatseluikkunaa on ennen kaappausta suurennettava, sillä kuvan laatu on suoraan verrannollinen esikatseluikkunan kokoon. Otetaan esikatselualueen vasemmasta reunasta hiirellä kiinni ja raahataan ikkunaa suuremmaksi vasemmalle päin niin paljon kuin mahdollista.

Avataan ylhäältä työkalupalkista Työkalut > Ota kuva esikatselusta. Tallennetaan kuva haluttuun paikkaan. Movie Maker lisää kaapatun kuvan ohjelman leikepöydälle, josta se voidaan raahata leikkauskohtaan, kuten kuvassa 137.



KUVA 137. Kaapattu kuva lisättynä leikkeiden väliin

Kuvaan voidaan lisätä nuolia ja lukuarvoja tarpeen mukaan avaamalla kuva jossain kuvankäsittelyohjelmassa esimerkiksi Paint Shop Prossa, jossa muokattu kuva tallennetaan omana kopionaan. Tämä muokattu kuva voidaan lisätä Movie Makerissa haluttuun kohtaan. Jos muokatun kuvan lisää alkuperäisen kuvan perään, näkyy videossa että kuvaan ilmestyy esimerkiksi nuoli näyttämään, mistä kohdasta nooniusasteikkoa luetaan millin kymmenesosat.

5.3 Julkaisu

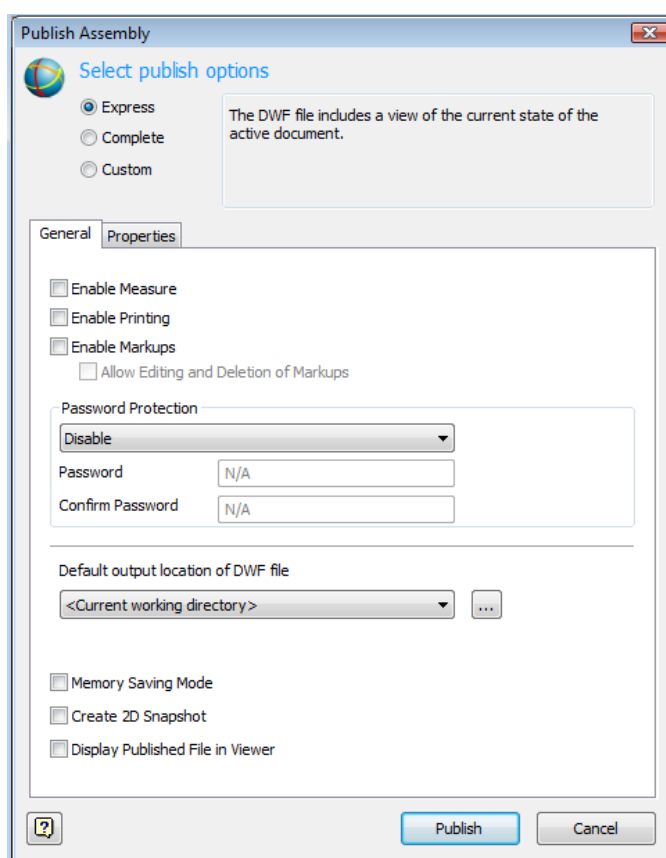
Videon valmistuttua se julkaistaan, eli pakataan yhdeksi videotiedostoksi, valitsemalla Tiedosto > Julkaise elokuva. Movie Maker pyytää määrittämään videon julkaisukohtetta, nimeä ja pakkauksen asetuksia. Julkaisukohteeksi valitaan tämä tietokone -valinta, jonka jälkeen elokuvalla määritetään nimi ja tallennuspaikka. Viimeisenä pakkausasetuksista määritetään videolle paras laatu tietokoneessa toistamista varten.

6 3-D MALLI INTERNET-SELAIMEEN

Mallinnetun kappaleen tai kokoonpanon voi halutessaan ladata Internetiin selaimella toimivaksi objektiksi. Selaimella avattava kappale vaatii katsojalta Autodesk Design Review -ohjelman, joka on ladattavissa ilmaiseksi Autodeskin kotisivuilta. Ohjelma on kooltaan noin 30 Mb.

6.1 DWF-tiedoston luominen

Mallinnus, joka halutaan ladata Internetiin, pitää tallentaa Inventorilta DWF-muotoon. Avataan haluttu mallinnus Inventorissa, esimerkiksi työntömitan kokoonpano, jonka jälkeen vasemmasta yläkulmasta klikataan Inventorin valikko auki. Valitaan Export-valikosta Export to DWF -valinta. Tämän jälkeen aukeaa kuvan 138 mukainen valikko.



KUVA 138. Export to DWF -valikko

Tästä ikkunasta voi muokata, mitä kaikkea julkaistavalle tiedostolle on sallittu tehdä. Jos ei halua että verkossa olevaa tiedostoa muokataan, on asetukset säädettävä kuvan 135 mukaisiksi.

6.2 Web-sivuun lisääminen

DWF-tiedosto voidaan liittää, siten että se toimii joko Internet Explorerilla tai Mozilla Firefoxilla. Firefoxilla mallinnuksen katselu vaatii erillisen plug-inin, joka tulee Design Review -ohjelman mukana. Malli lisätään Web-sivun HTML-koodiin objektina.

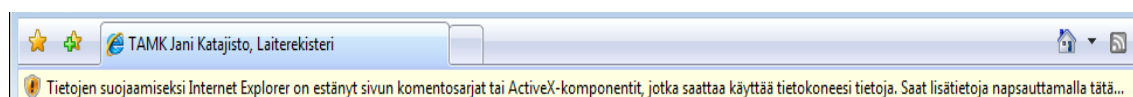
6.2.1 Internet Explorerissa toimiva malli

Jos mallinnuksen haluaa aukeavan vain Internet Explorerilla, HTML-koodi on seuraavan näköinen:

```
<object id="objViewer" codebase="http://www.autodesk.com/global/dwfviewer/
  installer/DwfViewerSetup.cab#version=7,0,0,928"
  width="400" height="400"
  classid="clsid:A662DA7E-CCB7-4743-B71A-D817F6D575DF">
  <param      NAME="src"      VALUE="C:\Users\TAMK\Desktop\työntömitta
assembly.dwfx">
  </object>
```

Koodissa width ja height -arvot määrittävät ikkunan suuruuden ja value-kohtaan tulee tiedostopolku.

Avattaessa Internet Explorerilla sivua, johon on liitettyä dwf-tiedosto, ilmestyy ikkunan yläreunaan kuvan 139 mukainen keltainen palkki. Palkkia klikkaamalla voi sallia ActiveX-komponentin. Vasta tämän jälkeen Explorer lataa dwf-tiedoston



KUVA 139. Internet Explorerin keltainen palkki

Kun tietojen lähettäminen on hyväksytty, aukeaa kuvan 140 mukainen mallinnusikkuna web-sivulle, jossa kappaletta voi käänellä ja tarkastella.

Etusivu Laiterekisteri Laitehaku	
Laitteen perustiedot:	
Selite	Tiedot
Laitetunnus:	ML2916a
Ryhmä:	MITTALAITE
Tyyppi:	TYÖNTÖMITTA
Alatyyppi:	TYÖNTÖMITTA
Nimitys:	Työntömitta 0-150
Valmistaja:	MITUTOYO
Malli:	530-101
Toimittaja:	TERÄSKONTTORI OY
Varastopaikka:	F0-10-A
Sarja:	SML2916
Status:	KÄYTETTÄVISSÄ
Valmistusnumero:	
Muu koodi:	
Tunniste tai tagi:	
Erikoislaite?	E
Hankintahinta:	34.50
Huomiot:	Kuuluu sarjaan.
Osat:	
Käyttöalue:	0-150 mm
Liitäntä:	
Huomaus:	

Laitteen kuva:

KUVA 140. DWF-tiedosto web-sivulla

6.2.1 Firefoxilla toimiva malli

Firefoxiin HTML-koodi on seuraavan näköinen:

```
<OBJECT ID="ADR" TYPE="application/x-Autodesk-DWF" WIDTH="900"
HEIGHT="750">
```

```
<PARAM NAME="dwffilename" VALUE=C:\Users\TAMK\desktop\testi.dwfx
</OBJECT>
```

Koodissa width ja height -arvot määrittävät ikkunan koon selaimessa. Value-kohtaan laitetaan tiedostopolku. Mallinusikkuna firefox-selaimessa on käytännössä identtinen Internet explorerilla aukeavaan.