

Jarno Nurmi

SIIRRETTÄVÄN KATTOKIINNIKKEEN SUUNNITTELU
LAIVANRAKENNUKSEEN

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2016

SIIRRETTÄVÄN KATTOKIINNIKKEEN SUUNNITTELU LAIVANRAKENNUKSEEN

Nurmi, Jarno
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2016
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 24
Liitteitä: 4

Asiasanat: laivanrakennus, tietokoneavusteinen suunnittelu, SolidWorks

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella pitkittäis- ja poikittaissuunnissa siirrettävä kattokiinnike laivan uudis- ja korjausrakennukseen. Suunnittelu toteutettiin SolidWorks-ohjelmalla. Ohjelman avulla tehtiin myös FEM-lujuuslaskenta.

Uuden tuotteen valmistuskustannuksia ei opinnäytetyössä voitu laskea, mutta valmiina tuote parantaisi työturvallisuutta ja nopeuttaisi asennustyötä sekä säästäisi materiaalikustannuksia, Tuotteen suunnittelussa tehtiin sekä täysin uusia, itsesuunniteltuja osia että hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan jo olemassa olevia standardisoituja osia.

Tässä opinnäytetyön raportissa kuvataan laivan kattokiinnikkeen suunnittelutyön tarve, tausta ja SolidWorks-ohjelmiston avulla suunniteltu tuote. Suunnittelutyön tuloksen jatkokehittäminen oikeaksi tuotteeksi jää työn tilaajan harkintaan ja vastuulle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää uudenlainen siirrettävä kattokiinnike laivan jäykkääjään.

DESIGNING REMOVABLE CEILING HANGER FOR SHIPBUILDING INDUSTRY

Nurmi, Jarno

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical & Production Engineering

November 2016

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 24

Appendices: 4

Keywords: shipbuilding, computer-aided design, SolidWorks

The subject of this bachelor's thesis was to design vertically and horizontally removable ceiling hanger for shipbuilding industry's renovation and new building projects. Designing and Finite Element Method for strength analysis are done with SolidWorks-program. Production costs for new product could not be calculated in this thesis but when used the removable ceiling hanger would increase safety, fasten installation process of hangers and would make savings in material costs. In designing process of the hanger is used both new self-designed parts and old already certified parts.

This thesis report describes the need for ceiling hanger design, background of the design and the final product that is designed with SolidWorks-program. Production of the final design to actual product is in the responsibility of the subscriber of the thesis.

The purpose of the thesis was to design a new removable ceiling hanger for ships deck stiffener.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	TAUSTA	6
2.1	Toimeksiantaja	6
2.2	Tavoite	6
2.3	Rajaus.....	6
2.4	Rajoitukset	7
3	TUOTESUUNNITTELUPROSESSI	7
3.1	Tuotesuunnittelu.....	7
3.2	Käytössä oleva kiinnike	7
3.3	Kehitystarve	9
3.4	Suunnittelu	9
4	TUOTEKEHITYSPROSESSI	10
4.1	Tuotekehitys.....	10
4.2	Mallintaminen	10
5	KATTOKIINNIKKEEN SUUNNITTELU	11
5.1	Materiaalin valinta	11
5.2	Kattokiinnikkeen simulointi	17
5.2.1	Yleistä simuloinnista	17
5.2.2	Kattokiinnike kiinnitettynä jäykkääjään	17
5.2.3	FEM-laskenta.....	19
5.2.4	FEM-laskennan tulokset	21
6	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET	24
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Aihe opinnäytetyöhön tuli työnantajani ehdotuksesta suunnitella työskentelyä helpottava ja nopeuttava kiinnitysjärjestelmä laivan kattoon. Nykyisin käytössä oleva kiinnike aiheuttaa ylimääräisiä materiaalikustannuksia ja heikentää työturvallisuutta ja paloturvallisuutta. Uuden kiinnikkeen suunnittelu toteutetaan SolidWorks suunnitteluohjelmalla, joka mahdollistaa 3D-mallintamisen.

Uuden tuotteen suunnittelussa hyödynnetään opinnäytetyön tekijän vuosien työkokemusta telakkateollisuudesta ja alan hyvää tuntemusta. Tekijällä on itsellään kokemusta vanhan kiinnikkeen toimimattomuudesta ja siksi uuden tuotteen ominaisuuksia on helpompi suunnitella. Myös aihetta ehdottanut työnantajan edustaja on osallistunut tuotteen ideointiin.

Uuden tuotteen valmistuskustannuksia ei opinnäytetyössä ole mahdollisuutta laskea, mutta toteutuessaan tuote nopeuttaisi työskentelyä, säästäisi materiaalikustannuksia ja lisäisi sekä työ- että paloturvallisuutta. Tuotteessa on tarkoitus käyttää sekä täysin uusia, itsesuunniteltuja osia että hyödyntää mahdollisuuksien mukaan jo olemassa olevia standardisoituja osia.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää uudenlainen siirrettävä kattokiinnike laivan jäykkääjään.

2 TAUSTA

2.1 Toimeksiantaja

Almaco Group on 1998 perustettu yritys, joka rakentaa esimerkiksi hyttejä ja yleisiä tiloja risteilyaluksille. Lisäksi yritys on tehnyt myös öljynporauslauttojen asuinrakennuksia ja toimittanut modulaarisia huoneita hotelleihin. Yrityksellä on Suomen lisäksi toimistot Brasiliassa, Kiinassa, Ranskassa, Italiassa, Singaporessa ja USA:ssa. Almaco Groupin liikevaihto oli vuonna 2015 95 373 000 euroa ja työntekijöiden määrä 218 henkilöä. (Almaco Group www-sivut 2016.)

Yrityksellä on laaja kokemus hyttien suunnittelusta ja toimituksista. Yhtiö tarjoaa "avaimet käteen"-palvelua kaikille asiakkaille, jotka haluavat lisätä hyttejä, märkätiloja ja julkisia tiloja aluksissaan. Toimitus räätälöidään jokaisen asiakkaan yksilöllisten toiveiden mukaan. Projektit voivat sisältää kaikki rakenteelliset ja tekniset muutokset tai se voidaan rajata vain sisätilojen muutoksiin. Almacon projektiorganisaatio koostuu rakenne-, lvi-, sähkö- ja sisustusasiantuntijoista, jotka varmistavat laadukkaan työn tuloksen uudis- ja korjausrakentamisessa. (Almaco Group www-sivut 2016.)

2.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoite on kehittää pitkittäis- ja korkeussuunnassa siirrettävä kattokiinnike laivoihin, jonka avulla kiinnitetään esimerkiksi kattokoolauksia ja putkikannakkeita.

2.3 Rajaus

Opinnäytetyön aiheena oli laivan uudis- ja korjausrakennukseen tarkoitetun kattokiinnikkeen suunnittelu. Tässä opinnäytetyön raportissa kuvataan laivan kattokiinnikkeen suunnittelutyön tarve, tausta ja SolidWorks-ohjelmiston.

avulla suunniteltu tuote. Suunnittelutyön tuloksen jatkokehittäminen oikeaksi tuotteeksi jää työn tilaajan harkintaan ja vastuulle.

2.4 Rajoitukset

Opinnäytetyössä ei arvioitu tuotteen valmistuksen kustannuksia, joten mahdolliset korkeat valmistuskustannukset saattavat olla tuotteen jatkokehittelyn ja valmistuksen esteenä. Tuotteen saaminen käyttöön edellyttää luokituslaitoksen hyväksyntää ja sen asettamien standardien täyttymistä, esimerkki liitessä 1.

3 TUOTESUUNNITTELUPROSESSI

3.1 Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnittelu on osa tuotekehitysprosessia, jossa pyritään toteuttamaan asiakkaan tarpeet. Suunnittelussa tarve muuttuu ensin luonnokseksi ja lopuksi tietokonemalliksi, joiden avulla tuote voidaan valmistaa. Usein suunnitellaan jo olemassa olevan tuotteen tilalle paranneltua versiota, kuten tässäkin opinnäytetyössä on tavoitteena. (Hietikko 2013, 11-13).

Tuote jaetaan suunnittelun aikana pienempiin osiin, jotka suunnitellaan erikseen. Suunnittelussa pyritään uudelleenkäyttöön, jolloin ei suunnitella uudelleen jo standardisoituja osia, vaan käytetään jo olemassa olevia osia hyödyksi uuden tuotteen suunnittelussa. (Hietikko 2013, 14.) Tämä tavoite toteutuu myös tässä opinnäytetyössä.

3.2 Käytössä oleva kiinnike

Tämän hetkinen kiinnike on kulmarauta, joka pitää kiinnittää hitsaamalla laivan kannessa oleviin jäykkäajiin (Kuva 1). Tämä on tuottanut vaikeuksia,

koska piirustusten päivittyessä jo kiinnitettyjen kulmarautojen siirtäminen on työlästä. Ne pitää katkaista ja osa materiaalista jää ylimääräiseksi väärään kohtaan (Kuva 2). Tämä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia sekä työajan että materiaalien osalta. Lisäkustannuksia materiaalien suhteen tulee myös siitä, että kulmaraudat pitää tehdä varmuuden vuoksi liian pitkiä, koska valmista pituutta ei voida etukäteen määrittellä, tämä myös vaikeuttaa isojen laitteiden haalausta laivassa.

Kiinnikkeiden hitsaaminen on hidasta ja valmiiksi maalatut kohdat pitää ensin puhdistaa maalista. Korjaustöiden yhteydessä laivojen paloturvallisuusmääräykset vaikeuttavat hitsaustöitä liikkuvassa aluksessa. Työturvallisuuden kannalta hitsaaminen kannen jäykkääjiin on riski huonon työasennon ja hitsauskaasujen muodostumisen sekä palovaaran vuoksi.



Kuva 1. Nykyinen kattokiinnike



Kuva 2. Katkaistu kattokiinnike

3.3 Kehitystarve

Aihe opinnäytetyöhöni tuli työnantajani tarpeesta kehittää olemassa olevan kattokiinnikkeen tilalle kustannustehokkaampi ja tarkoituksenmukaisempi ratkaisu. Kiinnikkeen tulisi täyttää seuraavia kriteereitä:

- kerta-asennuksella oikeassa paikassa
- asennuksen nopeutuminen
- asennuksen yksinkertaistuminen
- työturvallisuuden parantuminen
- materiaalin säästäminen

3.4 Suunnittelu

Suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla olemassa olevan kattokiinnikkeen käyttökohteita ja -tapoja. Näiden perusteella syntyi ajatus siirrettävän

kattokiinnikkeen suunnittelusta. Kattokiinnikkeen pitäisi olla siirrettävissä sekä pitkittäis- että korkeussuunnassa. Ruuvikiinnitys korvaisi hitsaamisen, jolloin työturvallisuus paranisi ja kiinnike olisi uudelleen käytettävissä, jos alkuperäinen sijainti on väärä.

4 TUOTEKEHITYSPROSESSI

4.1 Tuotekehitys

Tuotekehityksen tarkoituksena on kehittää kokonaan uusi tuote tai parantaa jo olemassa olevaa tuotetta (Jokinen 2001, 9-10). Tässä opinnäytetyössä kuvattu tuote ei ole tarkoitettu yrityksen myyntituotteeksi, vaan sen avulla tavoitellaan yrityksen yhden työvaiheen tehostamista.

Tuotekehitys alkaa ideoinnilla, jonka jälkeen luonnosteluvaiheessa kuvataan tuotteelle asetetut vaatimukset ja tavoitteet (Jokinen 2001, 14). Luonnosteluvaiheen jälkeen tehdään tarkempia tutkimuksia tuotteen kustannusten ja teknisten ominaisuuksien optimoimiseksi (Jokinen 2001, 15; Cagan & Vogel 2003, 170). Suunnitteluvaiheessa huomioidaan tutkimusten tulokset ja muokataan tuote yksityiskohtia myöden valmiiksi. Viimeistelyvaiheessa tehdään lopulliset piirrustukset, osaluettelot ja asennusohjeet. (Jokinen 2001, 90, 96.)

4.2 Mallintaminen

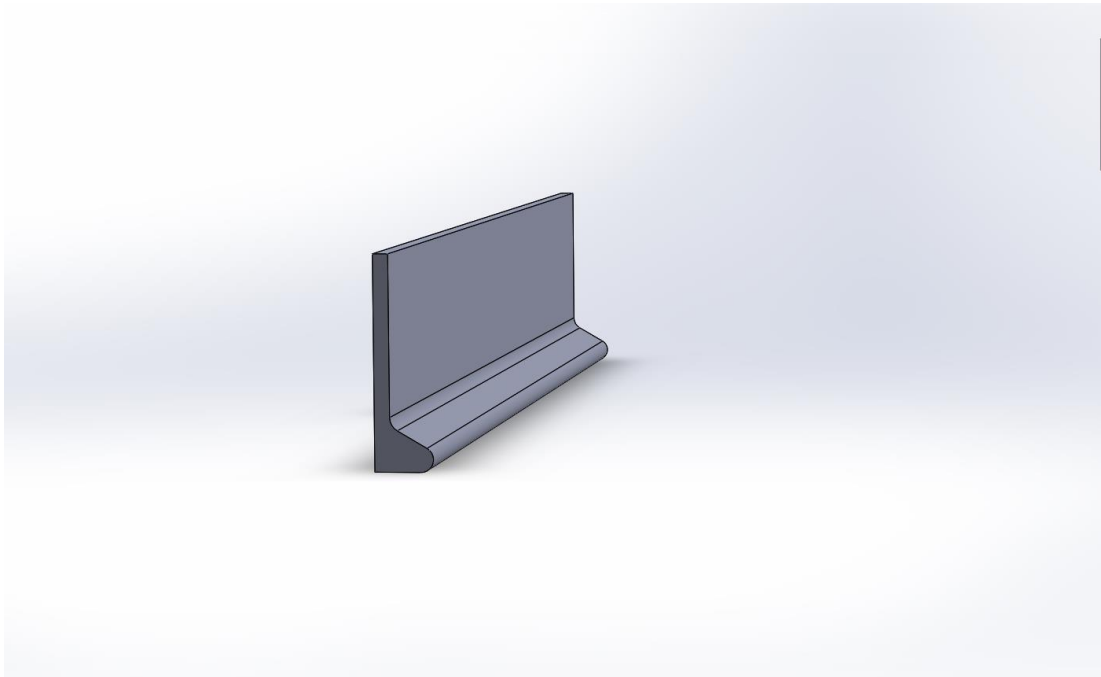
Parametrinen piirremallinnus tarkoittaa tietokoneavusteista suunnitteluohjelmaa, jonka avulla suunnitellaan kolmeulotteisia tuotemalleja. Parametrisuus tarkoittaa mittojen muuttamista suunnittelun aikana, jolloin geometria pysyy kuitenkin ennallaan. Piirimallinnus tarkoittaa kohteen rakentamista piirteistä. Piirteet muodostavat piirrepuun, jossa näkyvät kaikki osat (Hietikko 2013, 23).

Tässä opinnäytetyössä käytettiin SolidWorks-ohjelmistoa kattokiinnikkeen suunnittelussa. Ohjelmiston tavoitteena on olla helppokäyttöinen CAD-ohjelmisto mekaniikkasuunnitteluun, joka sopii myös satunnaiselle käyttäjälle (Cadworks www-sivut). Ohjelmistolla voi tehdä erilaisia yksityiskohtaisia osia, kokoonpanoja ja tuotantotason piirustuksia. ja käyttää ohutlevyjen ja hitsattujen kokoonpanojen tuottamiseen. Ohjelman avulla voidaan myös automatisoida suunnittelua, suorittaa lujuuslaskentaa ja määrittää komponenttien ympäristövaikutuksia. (SolidsWorks www-sivut 2016).

5 KATTOKIINNİKKEEN SUUNNITTELU

5.1 Materiaalin valinta

Kattokiinnike kiinnitetään laivassa valmiina olevaan jäykkääjään (Kuva 3), joka on asennettu jo rungon koontivaiheessa. Kattokiinnikkeen rungon (Kuva 4) materiaaliksi valittiin S235JRG2 rakenneteräs, joka on yleisesti käytössä laivanrakennuksessa, myös jäykkääjä on samaa materiaalia (Taulukko 1). Valittu materiaali täyttää laivanrakennuksessa vaaditut standardit (Taulukko 2) ja on helposti muokattavissa. Runko laserleikataan teräslevystä, jonka jälkeen tehdään reikä ja kiilaura koneistamalla. Runkoon hitsattava kulmarauta on samaa materiaalia kuin runko (Taulukko 2). Kulmarauta valmistetaan 5 mm teräslevystä laserleikkaamalla, jonka jälkeen leikattu kappale kantataan 90 asteen kulmaan (Kuva 5).



Kuva 3. Jäykkääjä

Steel Bulb Flat for shipbuiding

Size: GB: 5-27#*6-15mm, HP: 8-43#(6-18mm)

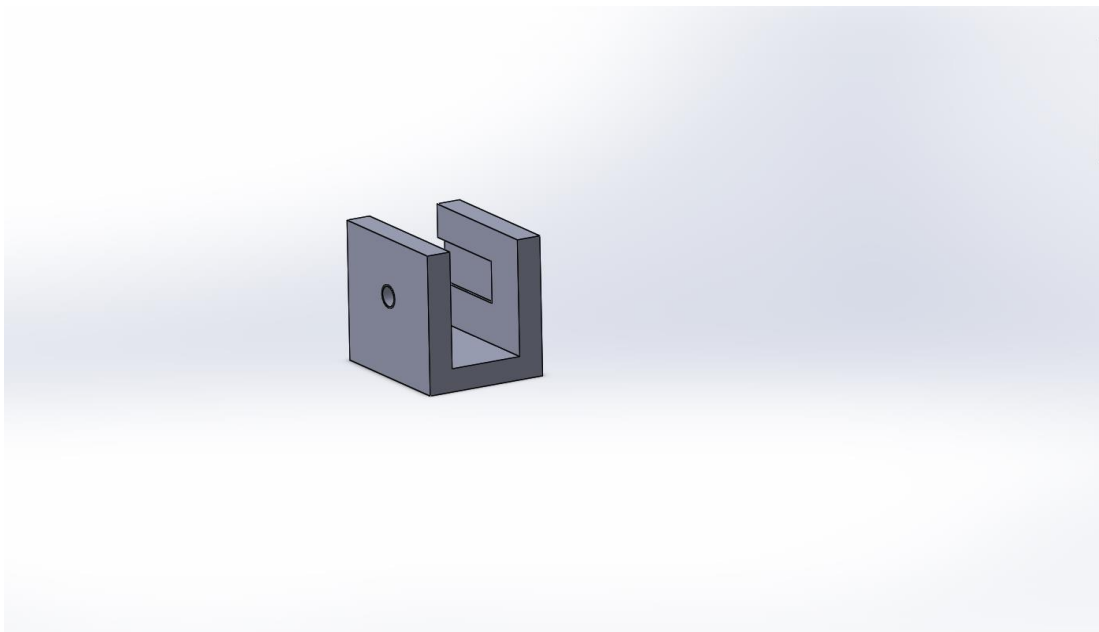
Grade: A, B, A32, A36, D, D32, D36

Standard: GB/994

Descript ion:

Designation		Dimensions			Bulb Radiusr1 mm	Surface area um 2/m	Area of x sectione m2	Centroide x cm	Mom ent of Inerti a x - x axisc m4	Modu lus Wx c m2
Secti on	Mass perMe tre kg	widt hb mm	thic k- ness t mm	Bulb Heig htc mm						
120 x 8	9.57	120	8	17	5	0.280	11.7	6.96	164	23.6

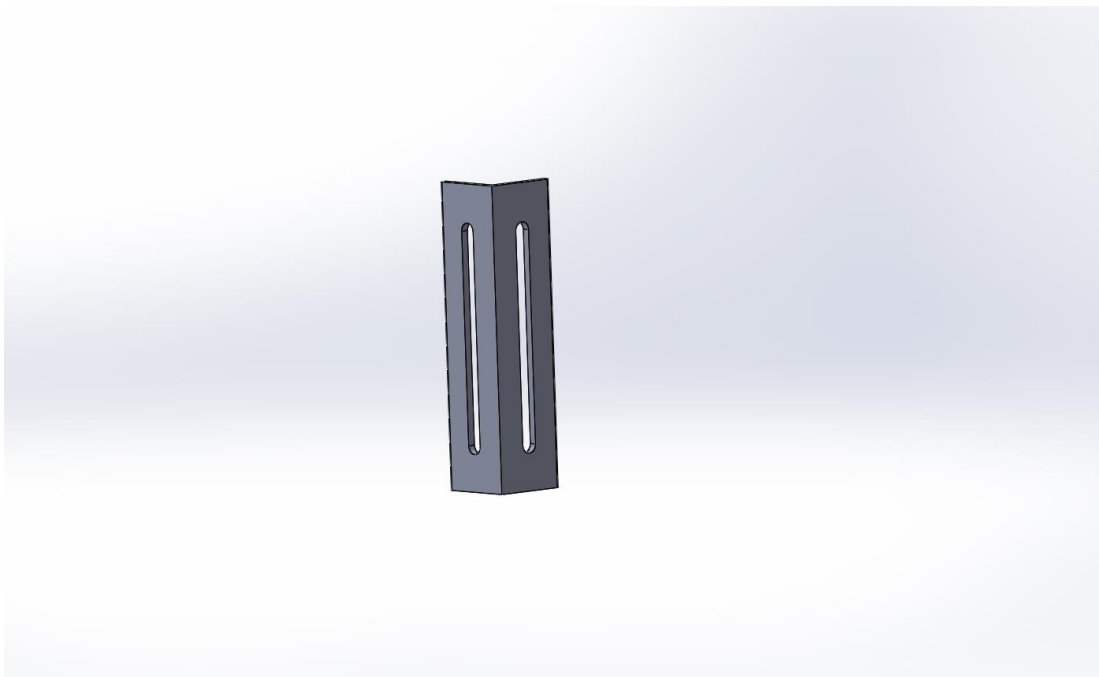
Taulukko 1. Jäykkääjän materiaali (Hanzi Industrial International Co www-sivut 2016)



Kuva 4. Kattokiinnikkeen runko

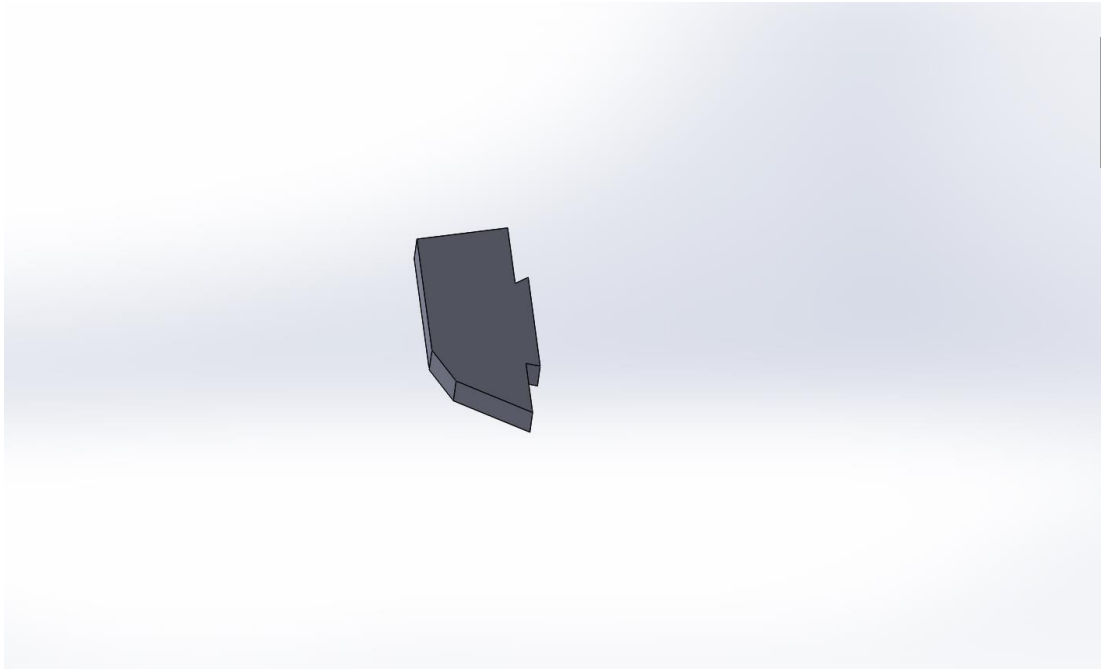
S2 S235JRG235JRG2 EN 10025-2 Material #: 1.0038	Comparison of steel grades	
	ASTM	A 283 C - A 570 Gr. 33
	DIN17100	Rst37-2
	BS1449	40B
	NFA 35-501	E 24-2
	UNI 7070	Fe 360 B

Taulukko 2. S235JRG2 rakenneteräs (Shanghai Katalor Enterprises www-sivut 2011)



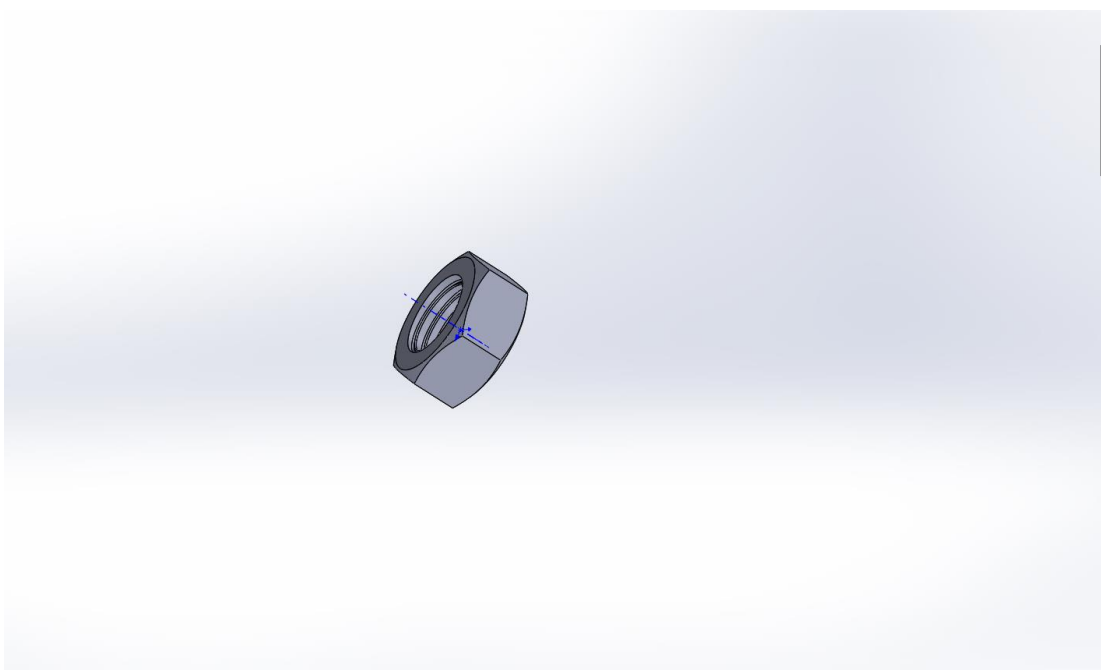
Kuva 5. Kulmarauta

Kiila (Kuva 6) on materiaaliltaan samaa terästä. Se voidaan muotoilla esimerkiksi laserleikkaamalla, jolla voidaan leikata haluttuja muotoja tarkasti ja laadukkaasti (Ionix www-sivut 2016).




Kuva 6. Kiila

Mutteriksi (Kuva 7) valittiin yleisimmin käytössä oleva tuote (Taulukko 3).

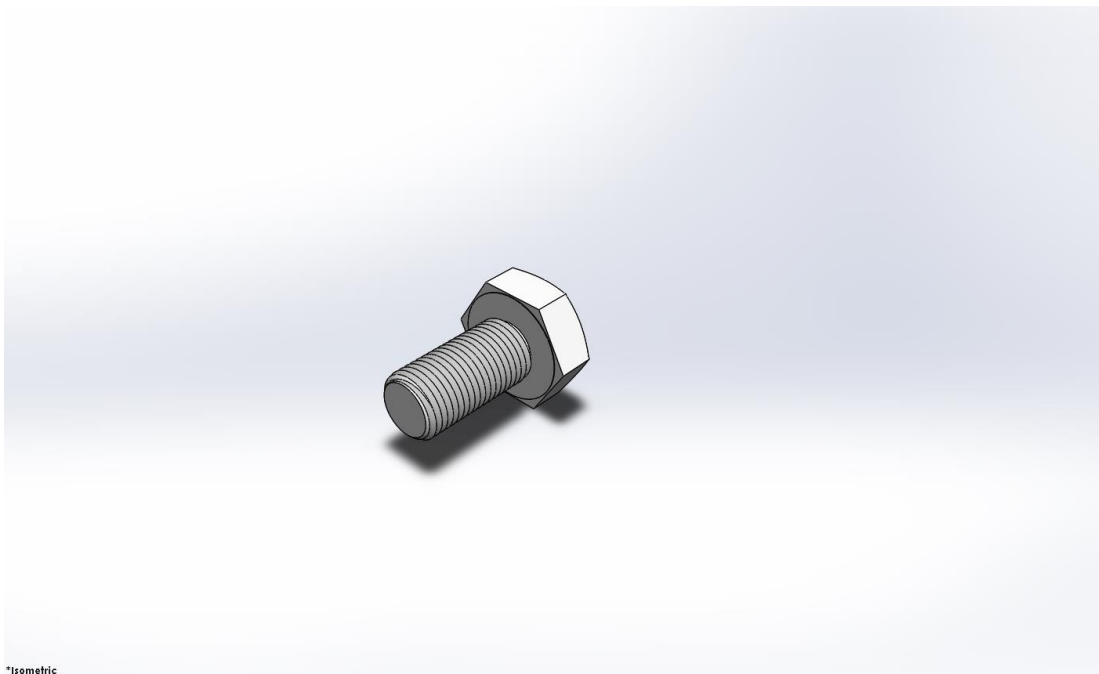


Kuva 7. Mutteri


	<p><u>NR10CLZ - Hex Nut Zinc</u></p> <p>M10x1.50, M10 Metric hex nut DIN 934, zinc plated 17mm wrench size</p>
---	---

Taulukko 4. Mutteri (BelMetric www-sivut 2016)

Pultti (Kuva 8) on standardi M10*25 (Taulukko 5). Pultti ja mutteri ovat molemmat sähkösinkitty korroosion estämiseksi (Teräsrakenneyhdistys www-sivut 2015).



Kuva 8. Pultti

Head Marking	Class and Material	Nominal Size Range (mm)	Proof Load (MPa)	Min. Yield Strength (MPa)	Min. Tensile Strength (MPa)
	Class 8.8 Medium carbon steel, quenched and tempered	All Sizes below 16mm	580	640	800

Taulukko 5. Pultti (Bolt Depot www-sivut 2016)

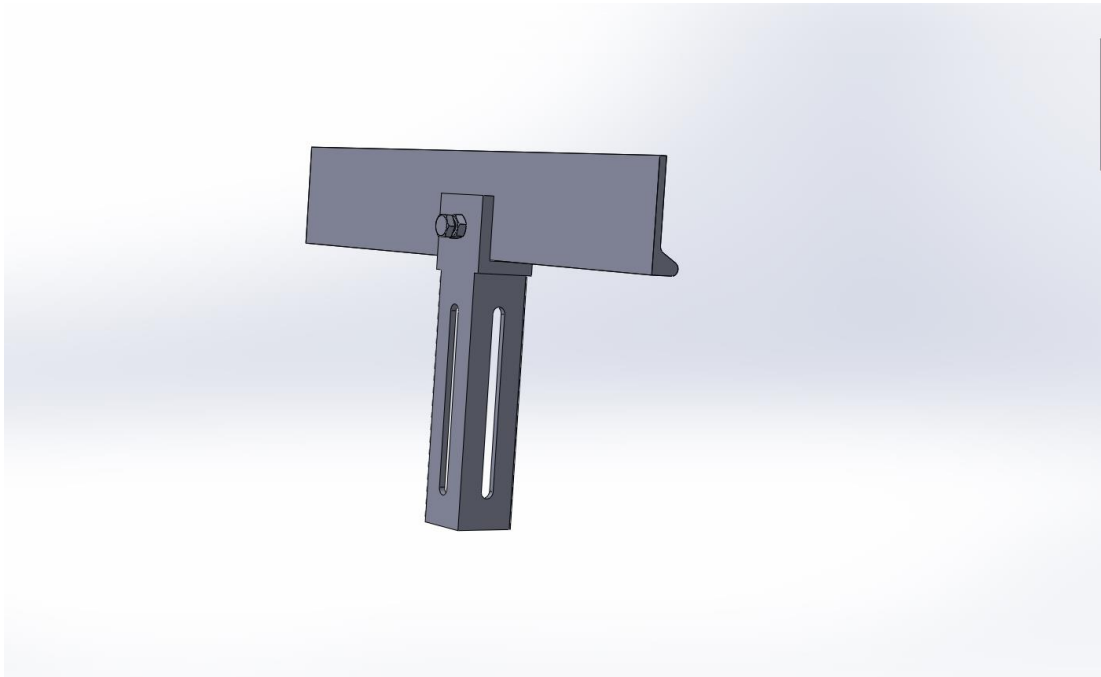
5.2 Kattokiinnikkeen simulointi

5.2.1 Yleistä simuloinnista

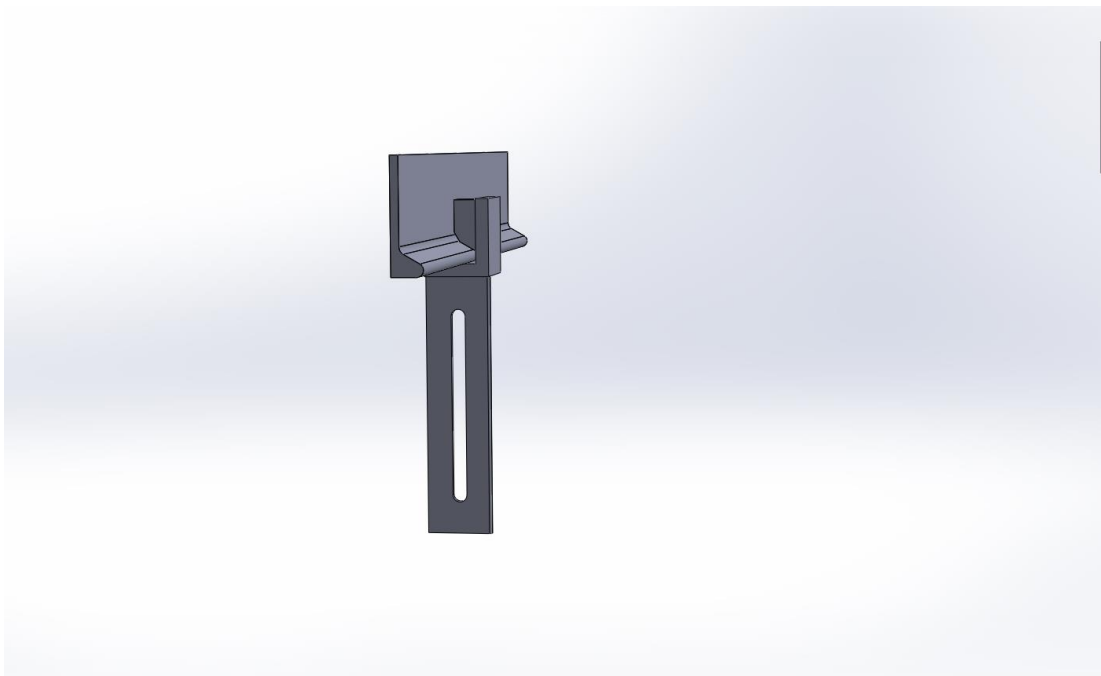
Simulointi tarkoittaa todellisen prosessin tai kappaleen jäljittelyä mallin avulla, jonka ominaisuudet vastaavat mahdollisimman tarkasti todellisuutta. Simulointia käytetään uusien järjestelmien suunnittelussa, analysoinnissa ja monenlaisessa harjoittelussa. Suunnittelussa voidaan mallintaa ennakoivasti kappale ja siirtyä sen jälkeen analysointiin, jolloin voidaan tarvittaessa hyödyntää jo olemassa olevasta järjestelmästä saatua mittausdataa. (Lakka 2013). Tässä opinnäytetyössä käytettiin Fem-ratkaisijaa, jonka avulla on tehty lujuuslaskennat.

5.2.2 Kattokiinnike kiinnitettynä jäykkääjään

Valmis kattokiinnike kiinnitetään jäykkääjään kiilalla, pultilla ja mutterilla (Kuva 9 ja 10).



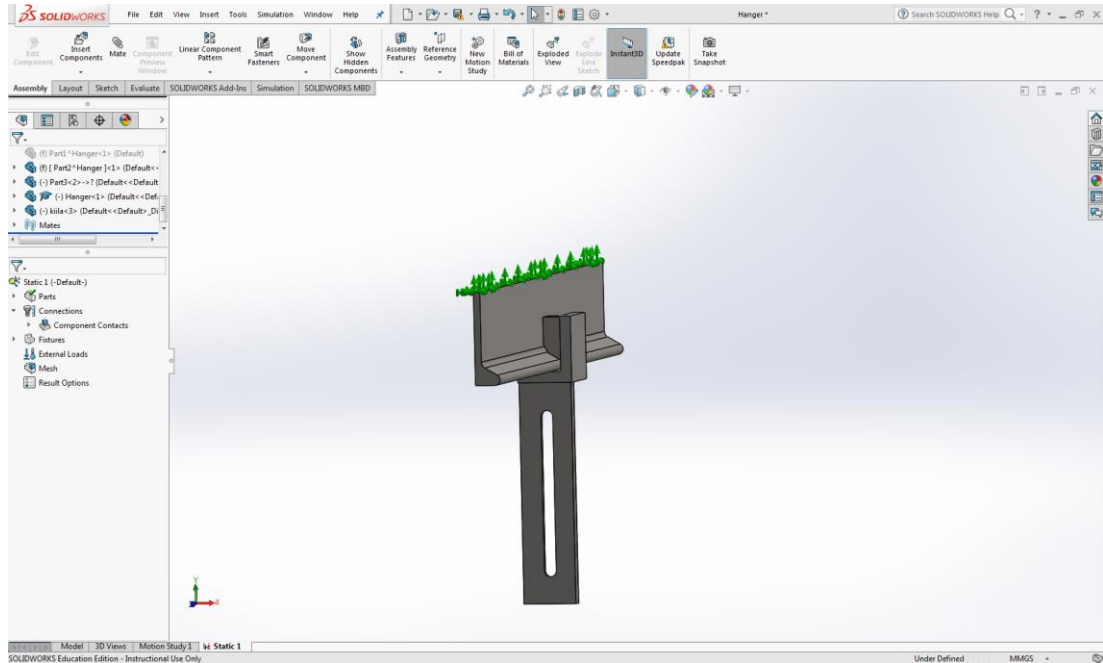
Kuva 9. Kattokiinnike jäykkääjässä vasemmalta



Kuva 10. Kattokiinnike jäykkääjässä oikealta

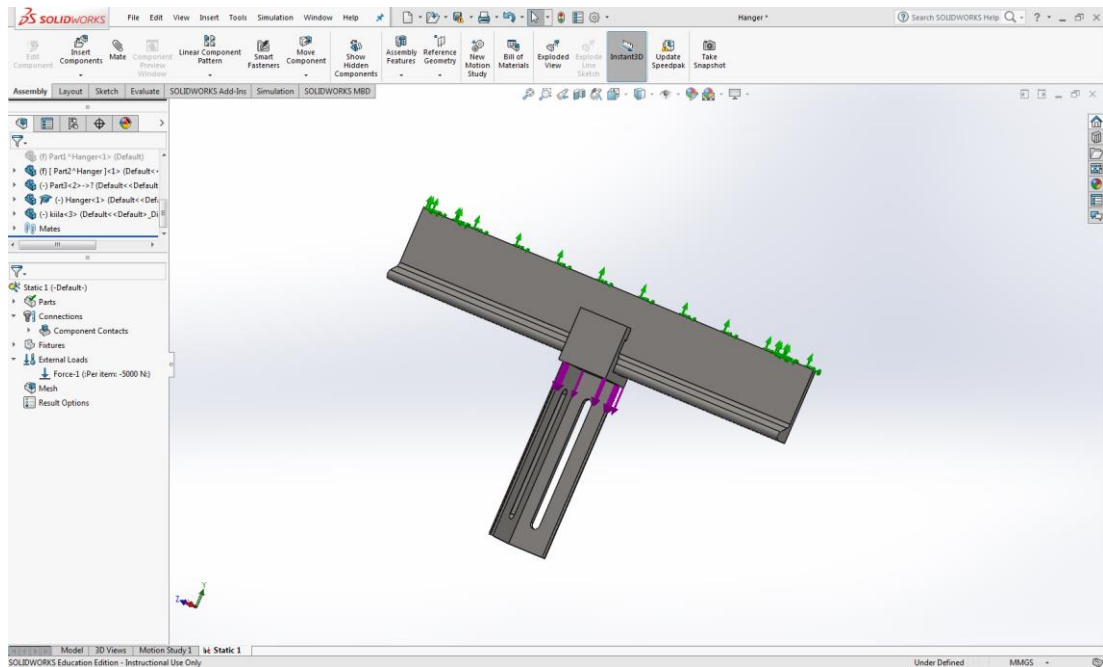
5.2.3 FEM-laskenta

Jäykkääjä kiinnitettiin fixed geometry -toiminnolla (Kuva 11). Tarkoituksena on estää jäykkääjän kiertymät ja siirtymät (Hietikko 2013, 264).



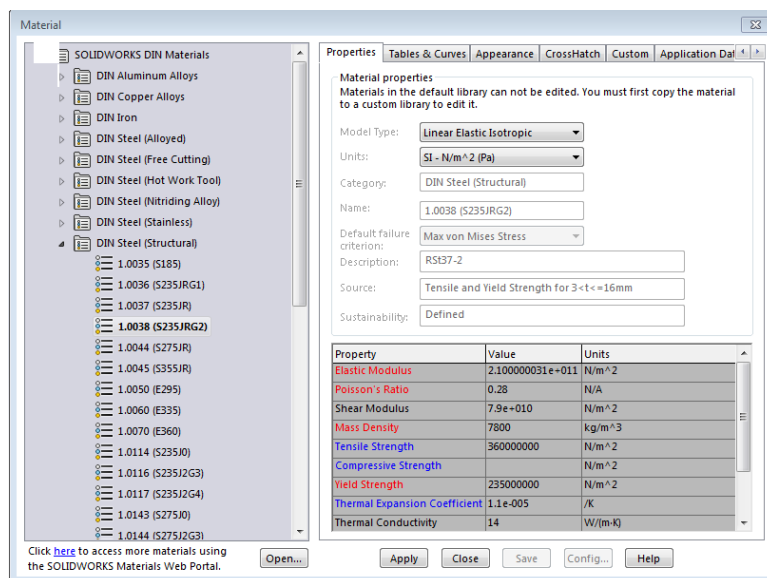
Kuva 11. Fixed geometry -toiminto

Kattokiinnikkeeseen määriteltiin kuormitukset valitsemalla External Loads valikosta Force. Voimaksi valittiin 5000 N, joka on huomattavasti yli todennäköisen kappaleeseen kohdistuvan voimamäärän (Kuva 12).



Kuva 12. External loads ja Force asetukset

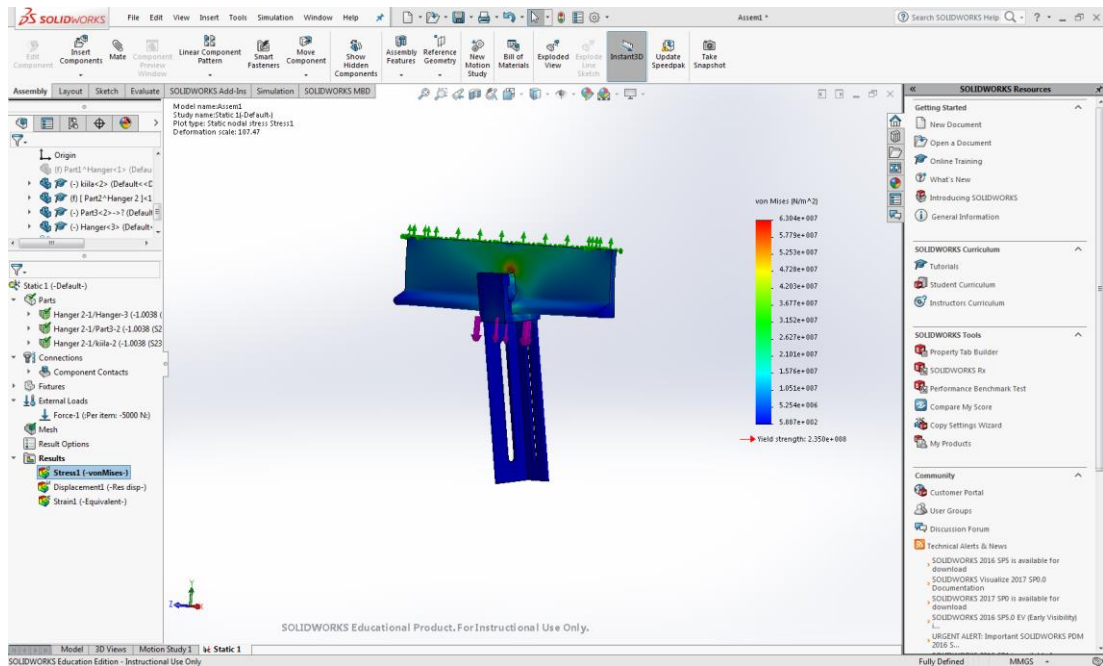
Materiaaliksi valittiin S235JRG2 Apply Material -toiminnolla materiaalikirjastosta (Kuva 13), jotta kappale vastaisi mahdollisimman hyvin todellisuutta (Hietikko 2013, 262).



Kuva 13. Materiaalin valinta

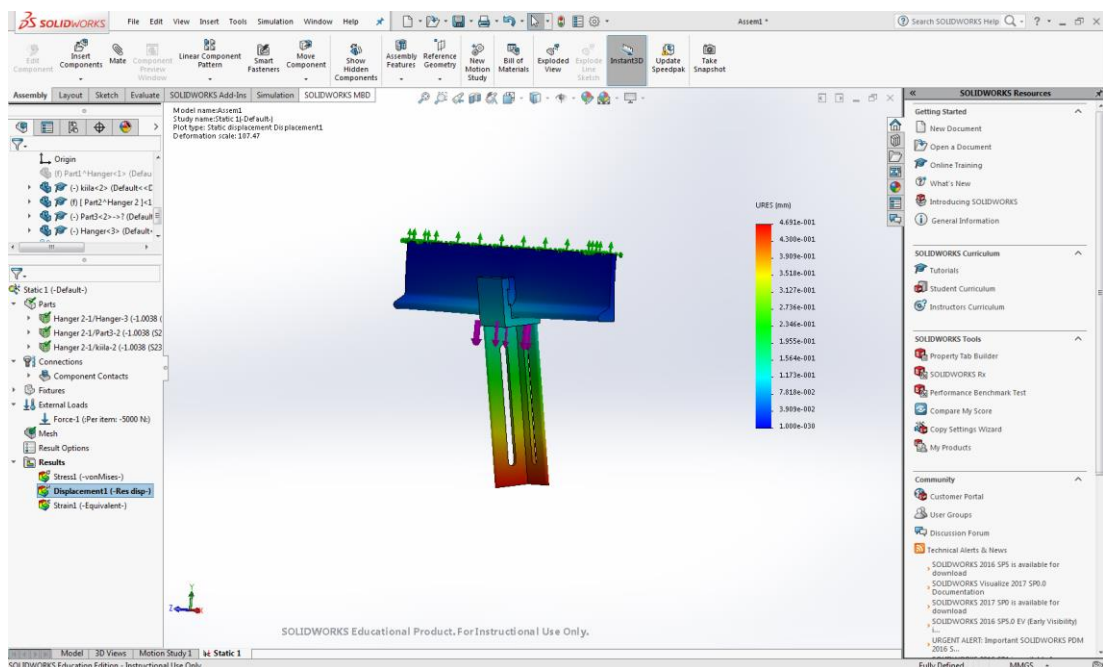
5.2.4 FEM-laskennan tulokset

Mesh and run -toiminnolla laskettiin jännitysjauma kappaleessa (Kuva 14). Suurin jännitys kohdistui jäykkäjän keskelle punaiselle alueelle.



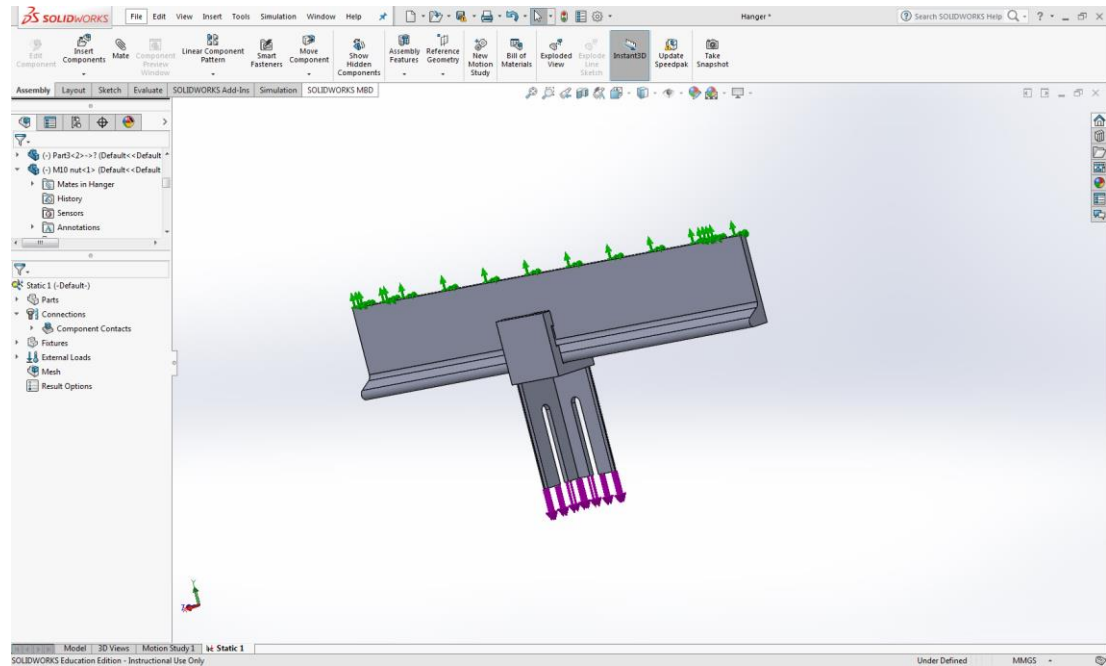
Kuva 14. Kappaleen jännitysjauma

Muodonmuutosjakaumalla kuvattiin paljonko kappale muutti muotoaan jännitysten vaikutuksesta (Kuva 15).

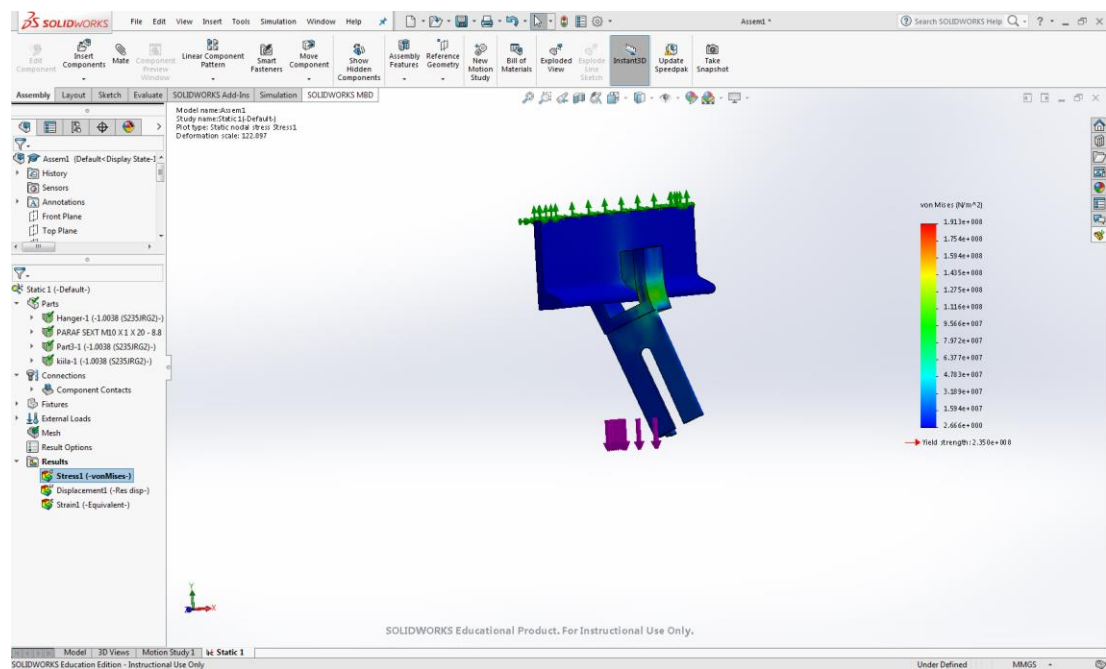


Kuva 15. Muodonmuutosjakauma

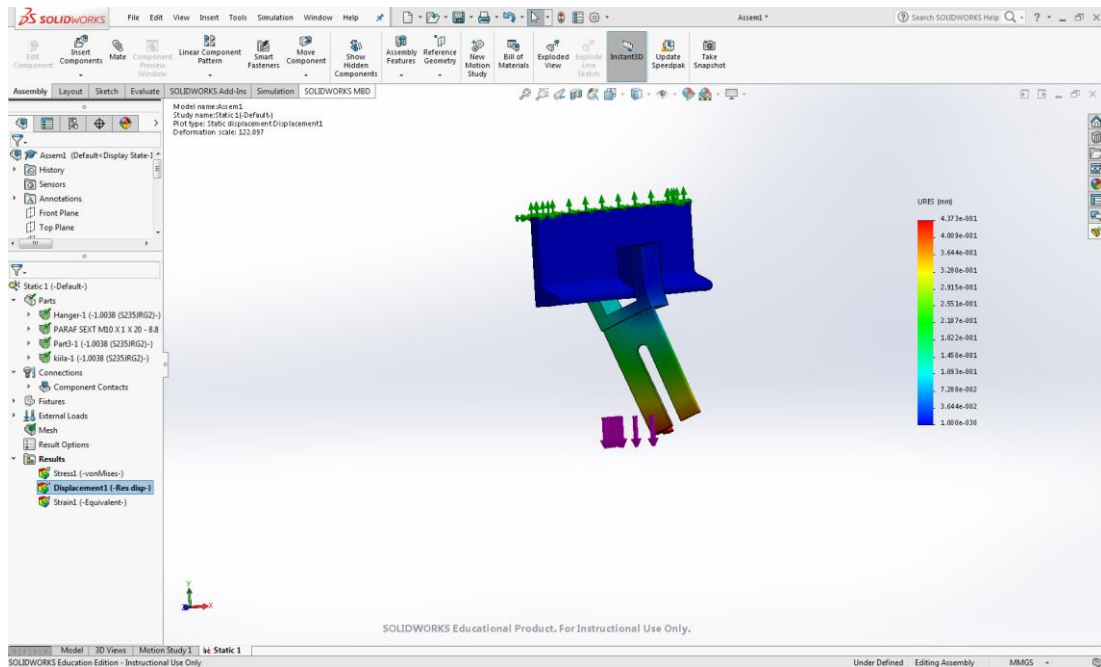
Vertailun vuoksi kulmaraudasta otettiin puolet pituudesta pois. Tällä haettiin tilannetta, jossa jännitys kohdistuu kulmaraudan keskelle (Kuva 16, 17 ja 18).



Kuva 16. Vertailukuva



Kuva 17. Vertailukuva



Kuva 18. Vertailukuva

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli uudenlaisen kattokiinnikkeen suunnittelu, joka onnistui hyvin, koska suunniteltu tuote täyttää työn tilaajan asettamat vaatimukset. Tuote on yksinkertainen ja helposti asennettava. Opinnäytetyössä ei laskettu tuotteen valmistuskustannuksia, mutta osat ovat melko yksinkertaisia ja osittain on hyödynnetty jo olemassa olevia tuotteita.

Haasteena oli suunnittelun kiireinen aikataulu ja täysin uudenlaisen tuotteen suunnittelu. Ideoinnin jälkeen tuote hahmottui kuitenkin melko nopeasti, opinnäytetyöntekijän monivuotinen työkokemus telakkateollisuudesta oli tässä suureksi avuksi. SolidWorksin käyttö oli jonkin verran tuttua opinnoista, mutta vaati silti jonkin verran käyttöön perehtymistä.

Tuotteen jatkokehitys ja toteuttaminen jää työn tilaajan vastuulle. Toteutuessaan tuote nopeuttaisi työskentelyä, parantaisi työturvallisuutta ja säästäisi materiaalikustannuksia.

LÄHTEET

Almaco Groupin www-sivut. 2016. Viitattu 15.10.2016. <http://www.almaco.cc/>

BelMetric www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016.
<https://www.belmetric.com/?zenid=92grjau0o4vuorurpvoe3m9s86>

Bolt Depot www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016.
<https://www.boltdepot.com/Default.aspx>

Cadworks www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016. <http://www.cadworks.fi/fi>

Cagan, J & Vogel, C.M. 2003. Kehitä kärkituote. Helsinki: Talentum.

Hanzi Industrial International Co www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016.
<http://www.shipplate.com/bulb-flat.html>

Hietikko, E. 2013. SolidWorks Tietokoneavusteinen suunnittelu 2014. 6 p. Helsinki. BoD.

Ionix www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016. <http://www.ionix.fi/fi/>

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6 p. Helsinki: Otatieto Oy.

Lakka, S. 2013. Simulointi- ja ohjausjärjestelmän kehitys siltanosturiavusteiseen automaattivarastoon. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

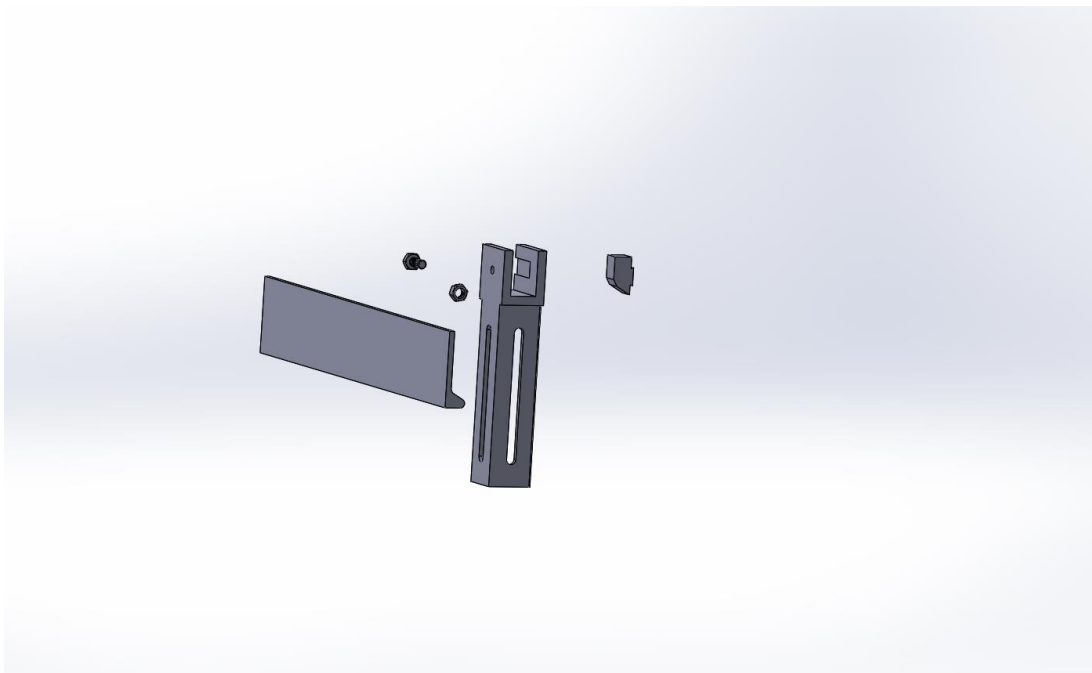
Shanghai Katalor Enterprises www-sivut. 2011. Viitattu 4.11.2016.
<http://www.ice-steels.com/steel-plate-sheet/EN-10025-S235JRG2-steel.html>

SolidsWorks www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016. <http://www.solidworks.fi/>

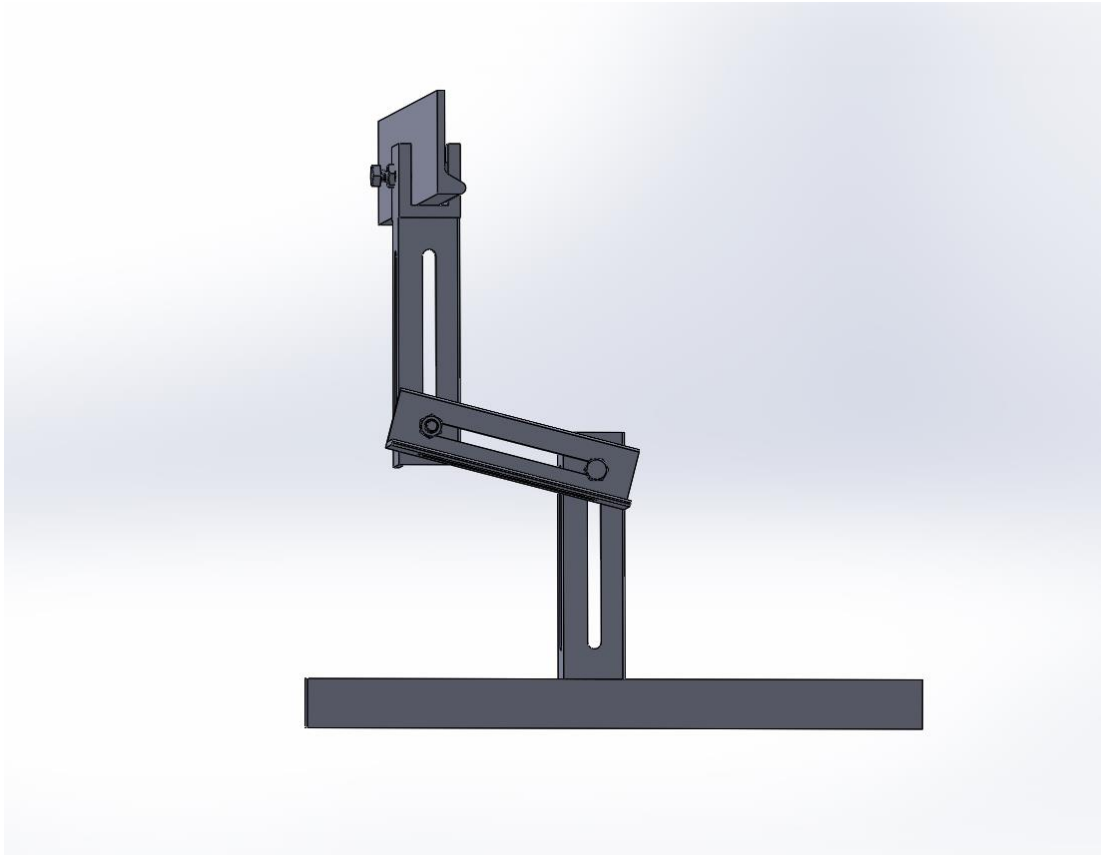
Temeko www-sivut. 2016. Viitattu 4.11.2016.
<http://temeko.fi/teras/kulmaraudat/>

Teräsrakenneyhdistys www-sivut. 2015. Viitattu 4.11.2016.
<http://www.terasrakenneyhdistys.fi/fin/toiminta/try-pintakasittelyjaosto/sinkitys/>

KAPPALEEN OSAT



KIINNIKE KÄYTÖSSÄ



RUNGON OSAPIIRRUSTUS

