

Antti Ahonen

Tuotelehdet ja 3D-kirjasto lämpötila-antureista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

9.5.2014

Tekijä Otsikko	Antti Ahonen Tuotelehdet ja 3D-kirjasto lämpötila-antureista
Sivumäärä Aika	57 sivua + 6 liitettä 9.5.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Prosessiautomaatio, kappaletavara-automaatio
Ohjaajat	Toimitusjohtaja Rami Hakala Tuotevastaava Juha Mikkonen Lehtori Timo Tuominen
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja suunnitella SKS Automaatiolle uudet lämpötila-antureiden tuotelehdet sekä 3D-tuotekirjasto hyödyntäen 3D-mallinnusta. SKS Automaatiolla on tällä hetkellä noin 50 kappaletta erilaisia tuotelehtiä.</p> <p>Tavoitteena oli mallintaa muutama anturi ja testata mallinnusten toimivuus. Tarkoituksena ei siis ollut tehdä kaikkia tuotelehtiä uusiksi insinööriyön aikana. Käytössäni oli Metropolia Ammattikorkeakoulusta saatu opiskelijalisenssi SolidWorks-ohjelmaan. Opiskelijalisenssilä ei voinut tehdä virallisia kuvia, koska se on tarkoitettu vain opiskelija käyttöön. Mutta ohjelmalla saatiin hyvä käsitys siitä, miltä lopullinen mallinnettu kuva tulisi näyttämään.</p> <p>Työn aikana vertailtiin kolmen eri ohjelman toimivuutta. Vertailu tehtiin pääasiassa tutkimalla alan kirjallisuutta, käymällä yritysvierailulla ja internetsivuja tutkimalla. Työssä selvitettiin suuri osa tallennusformaateista ja niiden mahdollisista ongelmista. STEP ja IGES olivat toimivimmat formaatit.</p> <p>Työssä tehtiin myös selvitys interaktiivisen kuvan käytöstä internetsivuilla. Kuvan käyttö piti toteuttaa ilmaisella ja helposti saatavilla ohjelmalla. Työssä vertailtiin kolmea ohjelmaa: Adobe Reader, SolidWorks eDrawings ja 3D XML Player. Kaikki ohjelmat täyttivät vaaditut kriteerit.</p> <p>Lopputuloksena kaikki työssä läpi käyty ohjelmat soveltuvat 3D-mallinnukseen erittäin hyvin, mutta helppokäyttöisyytensä ansiosta SolidWorks on paras vaihtoehto.</p>	
Avainsanat	3D-mallinnus, tuotelehdet, SolidWorks, interaktiivinen kuva

Author Title	Antti Ahonen Product Datasheet and 3D Library of Temperature Sensors
Number of Pages Date	57 pages + 6 appendices 9 May 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Engineering
Specialisation option	Process Automation, Manufacturing Automation
Instructors	Rami Hakala, Managing Director Juha Mikkonen, Product Manager Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>The purpose of the thesis was to research and develop new product datasheets and a 3D-product library for SKS Automation using 3D-modeling. At the moment SKS Automation has approximately 50 datasheets.</p> <p>The goal was to model a few of the sensors and ascertain the functionality of the models. The purpose was not to renew all the datasheets as a part of the thesis. The work was done with a student license of SolidWorks from Metropolia University of Applied Sciences. Because the student license is meant only for learning purposes the models are only preliminary and cannot be used officially. However the models are a very good indicator as to what the final modeled image will look like.</p> <p>The thesis compares the functionality of three different programs, mostly through literature, a study trip and researching internet sites. The thesis clarifies most of the storage formats and their possible problems. STEP and IGES were the most functional formats.</p> <p>In the thesis the usage of interactive images on the website is also researched. The use of the image was to be executed with a program that is free of cost and easily attainable. Three different programs were compared: Adobe Reader, SolidWorks eDrawings and 3D XML Player. Every program fulfills the goals set.</p> <p>In conclusion all the compared programs are suited very well to 3D modeling. But because of its user friendliness SolidWorks is the best alternative.</p>	
Keywords	3D-modeling, datasheet, SolidWorks, interactive image

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	SKS Group Konserni	2
2.1	SKS Group	2
2.2	SKS Automaatio	3
3	Lähtötilanne ja tavoitteet	5
3.1	Lähtötilanne	5
3.2	Tausta	5
3.3	Tavoite	5
3.4	Rajaus	5
4	Lämpötila-anturit	7
4.1	Teoria	7
4.2	Pt100-anturit	7
4.3	Kytkenät	9
4.4	Termoelementtianturit	10
4.5	Termoelementtien pidennysjohdot	12
5	Instrumenttien sijoittelu	13
5.1	Yleistä	13
5.2	Mittaustekniset vaatimukset	13
6	SFS standardit	15
7	IP-luokitus	17
8	3D-mallinnus	19
8.1	Yleistä	19
8.2	3D-ohjelmia	20
8.3	SolidWorks	21
8.4	Vertex Systems Oy	22
8.5	NX	24
9	Suojataskun mallinnus	26

9.1	Yleistä	26
9.2	KytKentäpää	26
9.2.1	Heebeli	27
9.2.2	Klipsi	27
9.2.3	Kumitiiviste	28
9.2.4	Kumitiivisteen kiristin	29
9.2.5	Ruuvi	30
9.3	Yhde	31
9.4	Mutteri	31
9.5	Prikka	31
9.6	Tiiviste	32
9.7	Putki pituus 100 mm	32
9.8	Putki pituus 138 mm	33
9.9	Kasaus	33
9.10	Asennus esimerkki	38
10	Tiedonsiirtostandardit ja neutraali tiedonsiirto	40
10.1	Yleistä	40
10.2	Tiedon katoaminen	40
10.3	STEP	41
10.3.1	AP 203	42
10.3.2	AP 214	42
10.4	IGES	42
10.5	PDF	43
10.6	SET	43
10.7	AutoCAD-pohjaiset tiedonsiirtostandardit	43
10.7.1	DXF	43
10.7.2	DWG	43
10.7.3	DWF	43
11	3D-kirjasto	44
12	Interaktiivinen 3D-kuva	45
12.1	Adobe Reader	45
12.2	SolidWorks eDrawings	46
12.3	3D XML Player	46
12.4	SolidWorks kuvan muuntaminen 3D-PDF:ksi	48
13	Tuotelehdet	50

13.1	Vanha tuotelehti	50
13.2	Uusi tuotelehti	51
14	Qr-koodi	52
14.1	Käytännön sovellukset	52
14.2	Käyttökohteet	52
14.3	Lukulaitteet	53
15	Yhteenveto	54
	Lähteet	56
	Liitteet	
	Liite 1. Uusi tuotelehti sivu 1	
	Liite 2. Uusi tuotelehti sivu 2	
	Liite 3. Uusi tuotelehti sivu 3	
	Liite 4. Pt100-vastuksien toleranssit	
	Liite 5. Vanha tuotelehti	
	Liite 6. Uusi mittakuva	

Lyhenteet

SolidWorks	3D-mallinnusohjelma.
SI-yksikkö	Kansainvälinen yksikköjärjestelmä määrittelee seitsemän SI-perusyksikköä.
Pt100	Platinasta valmistettu vastuslämpötila-anturi, Pt100 anturin nimellisvastus 0 °C on 100 ohmia.
PSK	Prosessiteollisuuden Standardoimis Keskus.
IP	<i>International Protection</i> , sähkölaitteiden tiiviiden määrittämiseksi.
IK-luokka	Mekaaninen iskunkesto.
2D	Kaksiulotteinen.
3D	Kolmiulotteinen.
AutoCad	Tietokoneavusteisen suunnittelun ohjelmisto.
CAD	<i>Computer aided design</i> , tietokoneavusteinen suunnittelu.
ACIS	Yleisesti käytetty geometrian mallinnusydin CAD/CAM-järjestelmissä.
CAM	<i>Computer aided manufacturing</i> , tietokoneavusteinen valmistus.
CAE	<i>Computer aided engineering</i> , tietokoneavusteinen laskenta.
CAID	<i>Computer aided industrial design</i> , tietokoneavusteinen teollinen muotoilu.
PLM	<i>Product lifecycle management</i> , tuotteen elinkaaren hallinta.
NX	Suunnitteluohjelmisto.

JT	JT-tekniikan avulla voidaan avata yhä suurempia kokoonpanoja ja latausajat ovat lyhentyneet.
NRUBS	Matemaattinen malli, jota käytetään neutraalissa tiedonsiirrossa.
IGES	<i>Initial Graphics Exchange Specification</i> , neutraali tiedostomuoto tiedonsiirtoon CAD-järjestelmien ja muiden graafisten vektoriesitykseen perustuvien ohjelmien välillä.
STEP	Kansainvälinen standardi tietokone-tulkittavalle esitykselle ja teolliseen tiedonsiirtoon neutraalissa tiedostomuodossa.
Sketsi	Mallin tuottamiseen tarkoitettu aihio piirros.
PDM	<i>Product data management</i> , tuotetiedon hallinta tarkoittaa ohjelmistoympäristöä, joilla hallitaan keskitetysti yrityksen tuotteisiin liittyvää tietoa ja tiedostoja.
STEP AP214	Protokolla määritteli ensimmäisen neutraalintiedosto muodon CAD-ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon, säilyttää hieman enemmän tietoja alkuperäisestä mallista kuin vanha STEP AP203 protokolla.
STEP AP203	Protokolla määritteli ensimmäisen neutraalintiedosto muodon CAD-ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon.
PDF	<i>Portable Document Format</i> , on sähköisten dokumenttien ja lomakkeiden defacto standardi.
SET	<i>Standard dí.change et de Transfer</i> , on lentokoneollisuuden tarpeisiin kehitetty standardi.
DXF	<i>Data exchange format</i> , on alun perin AutoCAD-ohjelmistoon kehitetty tiedonsiirtomuoto.
DWG	2D-tiedostomuoto piirustusten tallentamiseen ja jakamiseen.

DWF

Pakattu tiedostomuoto.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tavoitteena on tutkia ja suunnitella SKS Automaatiolle uudet lämpötila-antureiden tuotelehdet sekä 3D-tuotekirjasto hyödyntäen 3D-mallinnusta. Nykyisten tuotelehtien antama tieto antureiden käytöstä ja niiden ominaisuuksista on puutteellista. Nykyiset tuotelehdet eivät vastaa tämän päivän tarjontaan.

Tietosisältöä laajennetaan ja koko tuotelehtien layout-suunnittelu tehdään uudelleen. Insinööriyössä tutkitaan, mitä tietoa tuotelehtien pitäisi sisältää. Tarpeiden pohjalta sopivimmat ohjelmat ja tallennusmuodot kartoitetaan. Kartoituksen pohjalta tehdään 3D-malli, jota käytetään uusissa tuotelehdissä. Tarkoituksena ei ollut tehdä kaikkia tuotelehtiä uudelleen, vaan tehdä muutama esimerkki anturi, jotta nähtäisiin 3D-mallien toimivuus tuotelehdissä.

Mallinnuksessa vertaillaan eri ohjelmien toimivuuksia ja mahdollisia ongelmia. Samalla tutkitaan, mitä tallennusmuotoja on hyvä käyttää 3D-tuotekirjaston jakamisessa. Tulevaisuudessa pyritään mallintamaan mahdollisimman monta lämpötila-anturirakennetta 3D-kirjastoon. Asiakas saisi 3D-kirjastosta vapaasti ladata haluamansa 3D-formaatissa olevan anturin SKS:n internetsivuilta.

Insinööriyössä tutkitaan myös interaktiivisen kuvan käyttöä internetsivuilla. Interaktiivisen käytössä vertaillaan eri ohjelmien toimivuuksia.

Insinööriyössä tutustutaan lämpötila-anturiteoriaan, aiheeseen liittyviin standardeihin sekä QR-koodiin käyttämiseen.

Itse työ etenee käytännössä niin, että aluksi tutustutaan alan kirjallisuuteen, haastatellaan asiantuntijoita, tututaan 3D-mallinnukseen sekä tutkitaan olemassa olevia tuotelehtiä.

2 SKS Group Konserni

2.1 SKS Group

SKS Group on vuonna 1924 perustettu suomalainen perheyritys. Nimi SKS muodostuu yrityksen perustajien sukunimien Schniewindt, Köper ja Schröder alkukirjaimista. Konsernin ydintoiminnot ja kuusi tytäryhtiötä sijaitsevat Suomessa. Ulkomaan yksiköt toimivat Kiinassa, Puolassa, Ruotsissa, Venäjällä ja Virossa. SKS Group työllistää tällä hetkellä noin 650 henkilöä.

SKS-konserniin kuuluvat yritykset muodostavat Suomessa ainutlaatuisen kokonaisuuden tuotteineen ja palveluineen. Yksittäiset komponentit, puolivalmisteet, kokoonpanot ja vaativat laitetositukset SKS Groupiin kuuluvat yritykset toimittavat kaiken tarvittavan luotettavasti ja kustannustehokkaasti. Tavoitteenamme on asiakkaidemme kilpailukykyyn ja tuottavuuden parantaminen. Kehitämme jatkuvasti omaa toimintaamme ja osaamistamme, jotta voisimme vastata asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin.

Laajoissa hankkeissa yritysten erikoisosaamiset yhdistyvät yhdeksi asiakasratkaisuksi. Palvelujemme perustana on vahva tekninen osaamisemme. Kuvassa 1 päätoimipaikka, joka sijaitsee Vantaalla. Logistiikkakeskukset toimivat Vantaalla ja Hyvinkäällä. Johdinsarja-, lämpötila-anturi- ja kiskovalmistusta tehdään Hyvinkäällä, johdinsarjavalmistusta laajemmin Vieremällä ja sopimusvalmistusta Toijalassa, Viialassa ja Hämeenlinnassa.

Konserni, SKS Group, koostuu seuraavista yrityksistä Suomessa: SKS Automaatio Oy, SKS Connecto Oy, SKS Control Oy, SKS Mechatronics Oy, SKS Mekaniikka Oy, SKS Toijala Works Oy sekä ulkomailla: SKS China Co., Ltd., SKS Connecto Polska Sp. z.o.o., SKS Group -edustusto Pietari, SKS Sweden AB ja SKS Tehnika Oü. [1]



Kuva 1. SKS Group Vantaa. [1]

2.2 SKS Automaatio

SKS Automaatio Oy on Suomen johtava koneenrakennuksen automaatio- ja sähkökomponenttien maahantuoja, joka edustaa alan parhaita tuotevalmistajia. Yhtiö tarjoaa laajan tuotevalikoiman lisäksi asiakaskohtaisia kokonaisratkaisuja. Palvelun periaatteita ovat toimitusten nopeus ja laatu sekä kustannustehokkuus ja riskittömyys asiakkaalle. SKS Automaatiossa tehdään yhteistyötä alan parhaiden komponenttivalmistajien kanssa ja haetaan aktiivisesti uusia mielenkiintoisia kumppaneita tuotevalikoimamme kehittämiseksi.

Päätoimipaikka sijaitsee Vantaalla. Aluetoimistot ovat Tampereella ja Turussa.

SKS Automaatio tarjoaa asiakkaan tarvitseman palvelukokonaisuuden sisältäen muun muassa huolto- ja kalibrointipalvelut, jakelukiskojen asennuspalvelut, asennusvalmiit kaapelivaunu- ja kannatinkiskojärjestelmät sekä energiansiirtoketjut. Lisäksi SKS Automaatio valmistaa omana tuotantona prosessiteollisuudessa käytettäviä lämpötilantureita. [2]

Tuotteet ja palvelut:

- Automaatio- ja turvakomponentit
- Kaapelit ja kaapelitarvikkeet
- Virransyöttö- ja ohjauslaitteet
- Instrumentit ja lämpötilan mittaus
- Hälytyslaitteet, kotelot ja liittimet.

Tunnusluvut 2013:

- Liikevaihto 17,6 milj. euroa
- Henkilöstömäärä 30. [2]

3 Lähtötilanne ja tavoitteet

3.1 Lähtötilanne

SKS Automaatiolla on tällä hetkellä noin 50 kappaletta tuotelehtiä lämpötila-antureista. Tuotelehtien antama tieto antureiden käytöstä ja niiden ominaisuuksista on puutteellista. Standardiviittaukset tarkistettiin todentaaksemme niiden olevan ajan tasalla.

Insinööriyön tavoitteena on parantaa SKS Automaation tuotelehtien tietosisältöä sekä luoda 3D-kirjasto lämpötila-antureista. Kirjaston laajuuden selvittyä katsotaan, miten valmiiksi kirjasto saadaan luotua insinööriyön aikana. Lähtökohtana on mallintaa muutamia antureita ja testauttaa sen toimivuus käyttäjillä. Lisäksi on selvitettävä mahdollisimman tarkasti asiat kirjaston luomisen mahdollistamiseksi.

3.2 Tausta

Lämpötila-antureiden 3D-malleille on havaittu tarvetta asiakaskunnassa, joten SKS Automaatio pyrkii vastaamaan kysyntään tarjoamalla asiakkaille mahdollisimman laajan valikoiman 3D-malleja lämpötila-antureista. Useimmat suunnittelutoimistot ja asiakkaat mallintavat prosessejaan tai laitteitaan. 3D-kirjastolla SKS Automaatio pystyisi antamaan asiakkailleen lisäarvoa ja vähentämään heidän työaikaansa.

3.3 Tavoite

Ensisijaisena tavoitteena on helpottaa tuotelehtien helppolukuisuutta, tietosisällön laajentamista ja koko tuotelehtien layoutin ulkonäköä. Toisena tavoitteena on saada tuotelehdet ja 3D-kirjasto tehtyä suunnitellussa ajassa. Tavoitteena on saada tuotelehdistä ja 3D-kirjastosta mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen.

3.4 Rajaus

Rajasimme yhdessä tuumin tuotelehtien päivittämisen vain muutamaa tuotelehteä. Ei siis ole tarkoitus tehdä kaikkia lehtiä uusiksi insinööriyön aikana. Ei olisi ollut viisas-

ta tehdä monta mallinnusta, joita ei voisi käyttää. Opiskelija lisenssillä tehdyt mallinnustyöt eivät ole muokattavissa muillakaan SolidWorks-ohjelmilla. SKS Automaatiolla ei vielä ole SolidWorksiä tai muita 3D-mallinnusohjelmia.

4 Lämpötila-anturit

Kappaleessa neljä kerrotaan lämpötila-antureiden teoriasta, Pt100-antureista, kytkennöistä, termoelementtiantureista sekä termoelementtien pidennysjohdoista. Kerrottuja tietoja tullaan käyttämään uusien tuotelehtien tietosisällön parantamiseksi.

4.1 Teoria

Lämpötila on teollisuuden monikäyttöisin perusmittaus. Muun muassa materiaalien olomuodot, sisäisen energian määrä sekä kemiallisten reaktioiden ominaisuudet riippuvat lämpötilasta.

Lämpötilan SI-yksikkö on kelvin (K), mutta celsius-asteet (°C) ovat ainakin käytännön elämässä huomattavasti useammin käytettyjä Euroopassa. Yhdysvalloissa käytetään Fahrenheit-asteita.

Lämpötila-anturin toimintaperiaate on seuraavanlainen. Lämpötila-anturi asetetaan paikkaan, josta halutaan mitata lämpötilaa. Mitattavasta kohteesta lämpöenergia siirtyy lämpötila-anturiin, joka mittaa omaa lämpötilaansa. Lämpötila-anturin sisällä lämpöenergian vaikutuksesta esimerkiksi Pt100-vastuksen sähkön johtavuus heikkenee, jonka johdosta mitattava resistanssi kasvaa. Lämpötilalähetin mittaa vastuksen resistanssia, minkä se muuttaa helpommin käsiteltävään ja voimakkaampaan viesti muotoon, yleensä joko 2–4 mA tai 0–10 V. Tämä viesti kytketään joko näyttölaitteeseen, logiikkaan tai automaatiojärjestelmään. [3]

4.2 Pt100-anturit

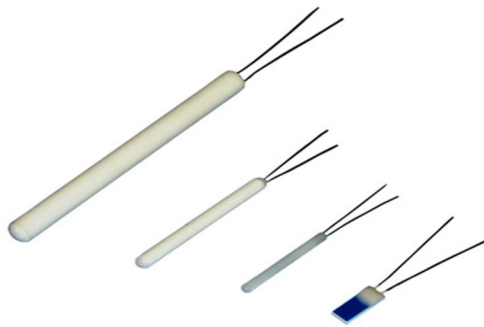
Pt100-lämpötila-anturi on hyvin yleisesti käytetty teollisuudessa lämpötilan mittaamisessa. Pt100-vastus on nimensä mukaisesti valmistettu platinasta ja sen resistanssi 0 °C:ssä on 100 Ω. Platinalla on positiivinen resistanssin lämpökerroin, vastus kasvaa lämpötilan noustessa. Kuvassa 2 on standardin EN 60751 määrittelemät Pt100-vastuksien tarkkuusluokat.

Klasse A	voimassa alueella -200 ... +650 °C 0 °C = ± 0,15 °C, 100 °C = ± 0,35 °C
Klasse B	voimassa alueella -200 ... +850 °C 0 °C = ± 0,3 °C, 100 °C = ± 0,8 °C
Klasse B 1/3 DIN	Klasse B:hen pohjautuva jaettu arvo, ei ole voimassa koko mittausalueella 0 °C = ± 0,3 / 3
Klasse B 1/10 DIN	Klasse B:hen pohjautuva jaettu arvo, ei ole voimassa koko mittausalueella 0 °C = ± 0,3 / 10

Kuva 2. Pt100-vastuksien tarkkuusluokat.

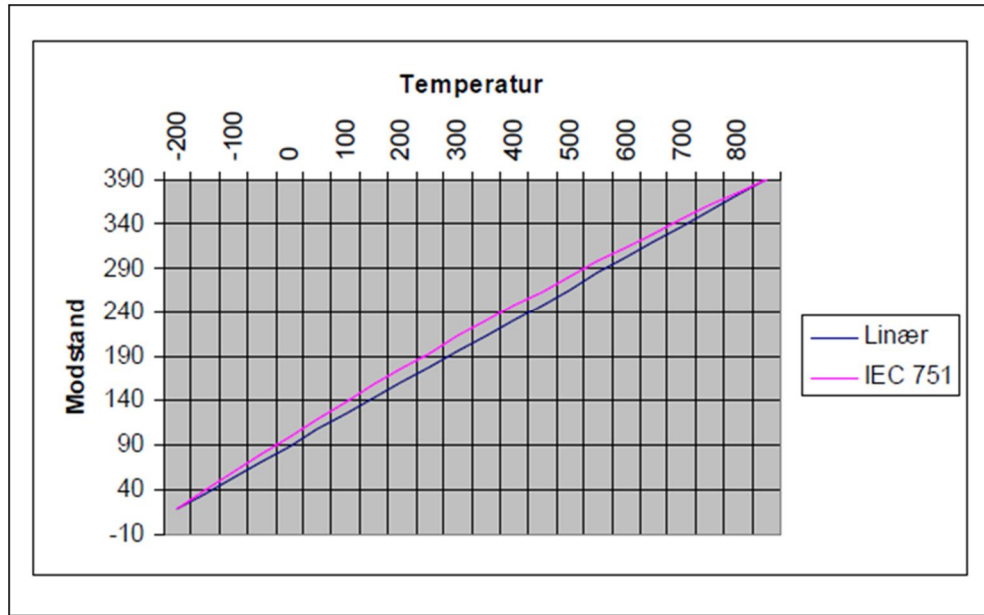
Pt100-vastukset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään, pintakalvo-, keraami- ja lasivastuksiin, kuvassa 3 on mallivastuksia. Pintakalvovastuksen edut ovat mittausalueen pistemäisyys, eli vastus pystytään tekemään hyvin pieneksi, jolloin anturi mittaa pieneltä alueelta, joka on tietyissä mittauksissa eduksi. Pintakalvovastus myös kestää paremmin tärinää paremmin kuin keraamiseen vastukseen, jonka edut ovat sen korkea lämmön kesto. Parhaimmillaan keraamisen vastuksen lämmönkesto on jopa + 850 °C.

Teollisuuteen rakennettava Pt100-anturi on vakionakin tärinänkestävä ja äärimmäisiin olosuhteisiin voidaan erikseen tehdä erikoistärinänkestävä rakenne. [4]



Kuva 3. Kolme erikoista keraamivastusta ja yksi pintakalvovastus. [3]

Pt100-anturi ei ole lineaarinen, se pitää linearisoida esimerkiksi lämpötilalähettimen avulla. Kuvassa 4 on esitetty Pt100:n lämpötilan ja vastuksen suhde. Lämpötila lähettimen sähköinen lähtösignaali esimerkiksi 4–20 mA jaetaan tasan ennalta määriteltyyn lämpötila alueeseen esimerkiksi 0–100°C. Näin saadaan anturin herkkyyys, joka esimerkki tapauksessa on $16 \text{ mA}/100^\circ\text{C} = 0.16 \text{ mA}/1^\circ\text{C}$. [3]

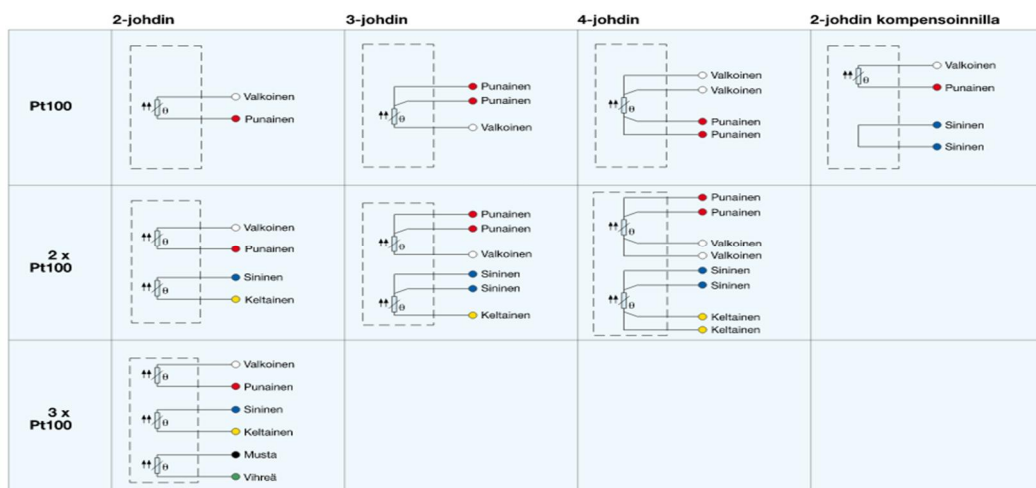


Kuva 4. Pt100:n lämpötilan ja vastuksen suhteesta.[3]

4.3 Kytkenät

Yhteen anturirakenteeseen voidaan sisällyttää useampiakin Pt100-mittavastuksia; yksi, kaksi tai kolme kertaa Pt100, joista yleisin on yksi kertaa Pt100.

Vastus voidaan valmistaa erilaisia mittauspiirejä varten eri versioina; 2-, 3- tai 4-johdinrakenne, joista tarkin on 4-johdinrakenne.

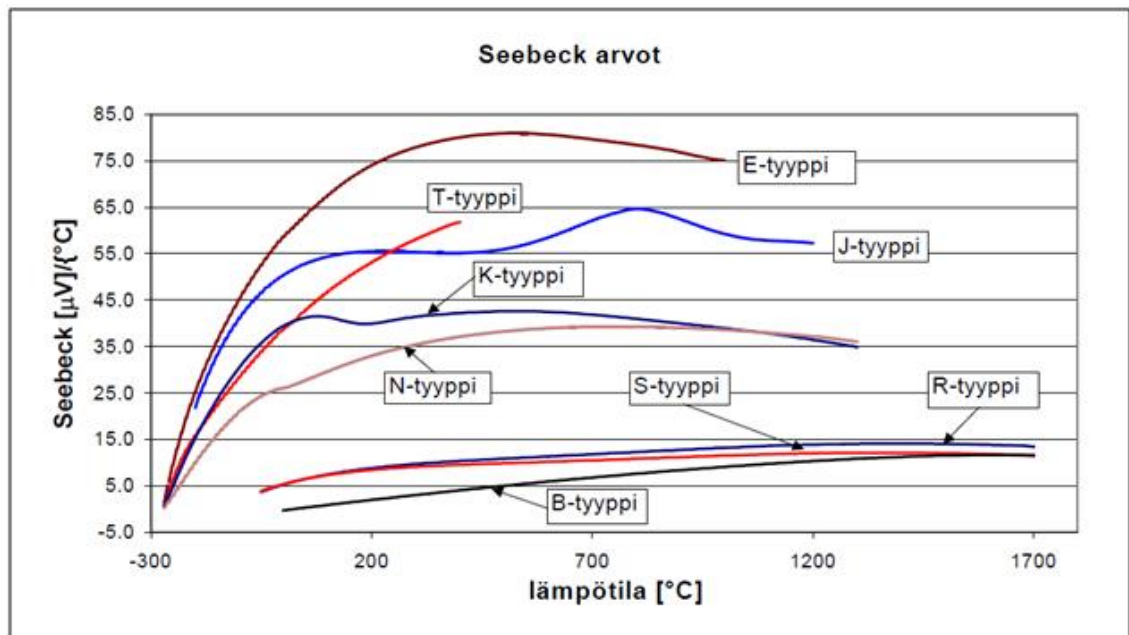


Kuva 5. Pt100-johtimien värimerkinnyt, EN 60751 mukaan. [6]

4.4 Termoelementtianturit

Teollisuudessa käytetään hyvin yleisesti lämpösähköiseen ilmiöön perustuvia lämpötila-antureita, joita sanotaan termoelementeiksi, termopareiksi, lämpösähköpareiksi tai lämpöpareiksi. Niillä saavutettava mittaustarkkuus 600 °C:een alapuolella ei ole yhtä hyvä kuin vastuslämpömittareilla. Termoelementti koostuu kahdesta metalli- tai metalliseos-langasta (termolangasta), joiden toinen pää on hitsattu toisiinsa (kuuma liitoskohta). Lankojen vapaat päät muodostavat niin sanotun vertailuliitoskohdan, vertailupisteen.

Jos vertailupisteen ja kuumanliitoksen välillä vallitsee lämpötilaero, syntyy lämpösähköinen ilmiö joka on mV-jännite. Syntyvän jännitteen suuruus on verrannollinen vain vallitsevaan lämpötilaeroon ja materiaaleihin, joista termopari on tehty, tätä kutsutaan Seebeckin ilmiöksi. Kuvassa kuusi on Seebeckin arvoista piirretty kuvaukset mV ja lämpötilan suhteesta. Tämän vuoksi on tärkeää, että vertailuliitoskohta on mahdollisimman vakio, kun se siirretään paikkaan, jossa on vakiolämpötila (vertailulämpötila), niin sanottua pidennysjohtoa tai eristettyä termolankaa käyttäen. Termoelementit voidaan jakaa eriryhmiin. Jalometalliset (R, S, B) ja epäjalot (T, L, K, N, J, E). Epäjalot termoelementtityypit ovat valmistettu nikkelin, kromin, piin ja raudan eri seoksista. Jalometallisissa termopareissa on platinaa seostetun platinan seoksena käytetyn rodiumin pitoisuudella. S-typissä on rodiumia 10 %, R-typissä 13 %, B-typissä seos on seuraavanlainen Platina/Rodium 70/30 % – Platina/Rodium 94/6 %. Taulukossa 1 on esitetty suurin sallittu käyttölämpötila-anturityypeittäin.



Kuva 6. Seebeckin arvot.

Termoelementit ovat yleensä kalibroitu vertailulämpötilan 0 °C suhteen ja tulokset esitetään usein taulukkomuodossa. Termoelementin jännite voidaan esittää myös matemaattisesti:

$$E = a + bt + ct^2 + dt^3 \quad (1)$$

Jossa a, b, ja c ovat kalibroinnin antamia vakioita ja t mittausliitoksen lämpötila Celsius asteina. [8]

Type	Temperature range °C (continuous)	Temperature range °C (short term)
K	0 to +1100	-180 to +1300
J	0 to +750 °C	-180 to +800
N	0 to +1100	-270 to +1300
R	0 to +1600	-50 to +1700
S	0 to +1600	-50 to +1750
B	+200 to +1700	0 to +1820
T	-185 to +300	-250 to +400
E	0 to +800	-40 to +900

Taulukko 1. Termoelementtityypit, jatkuva- ja hetkellinen lämmönkesto. [7]

4.5 Termoelementtien pidennysjohdot

Termoelementtien pidennysjohdot tulee olla samaa materiaalia kuin itse anturin johtimien. Toinen mahdollisuus jatkaa johtojen pituutta on käyttää kompensointikaapelia, jonka johtimet ei ole samaa materiaalia termoelementin johtimien kanssa. Johtimien sähkönjohto kyky on pienissä lämpötiloissa sama kun termoelementin johtimien, joten niistä ei tule mittausvirhettä. Kompensointi kaapeleita käytetään, koska ne ovat paljon halvempia, kun itse termolangoista tehdyt kaapelit. [3]

5 Instrumenttien sijoittelu

5.1 Yleistä

Instrumentteja sijoitettaessa pitää ottaa huomioon mittaus- ja säätötekniset vaatimukset, prosessi- ja ympäristöolosuhteet sekä käyttö- ja huoltotoiminnot. Lisäksi sijoituksen kustannusvaikutus ja viranomais- määräykset on otettava huomioon. Asennustekniset vaatimukset on esitetty PSK-käsikirjan 2 standardeissa.

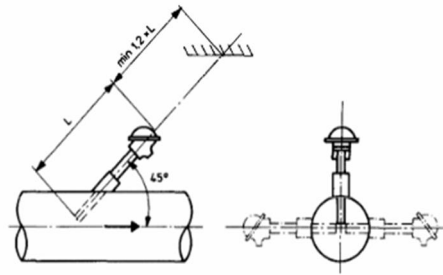
- Yhteiden paikat valitaan siten, etteivät mittalaitteet joudu alltiiksi ulkopuolisille mekaanisille iskuille.
- Mittalaitteiden sijoitusta tärkeään paikkaan pitää välttää.
- Mittalaitteen asennusta ja huoltoa varten pitää jättää riittävä tila mittauskohdan ympärille ja anturin ulos- vetosuuntaan. [9]

5.2 Mittaustekniset vaatimukset

Lämpötila-anturia ei saa sijoittaa kuolleeseen kohtaan, paikkaan, jossa prosessiaine keräytyy suojaputkeen, lähelle lämmitys- eikä jäähdytyslementtejä tai muita säteileviä pintoja eikä tulevan virtauksen välittömään vaikutuspiiriin. Nopean vasteen saavuttamiseksi anturin kärjen pitää sijaita nopeimman virtauksen alueella. Suositeltavin asennus-paikka on yleensä putken käyrä.

Kaksifaasitapauksissa, esimerkiksi jäähdytyksellä varustetussa reduktiossa, anturi asennetaan vähintään 10...15 m etäisyyteen sekoituskohdasta. Eri lämpötiloissa olevien virtausten sekoituskohdan jälkeen lämpötila-anturi sijoitetaan vähintään 20 di etäisyyteen sekoituskohdasta, ellei putkistossa tätä ennen ole sekoituslaitetta.

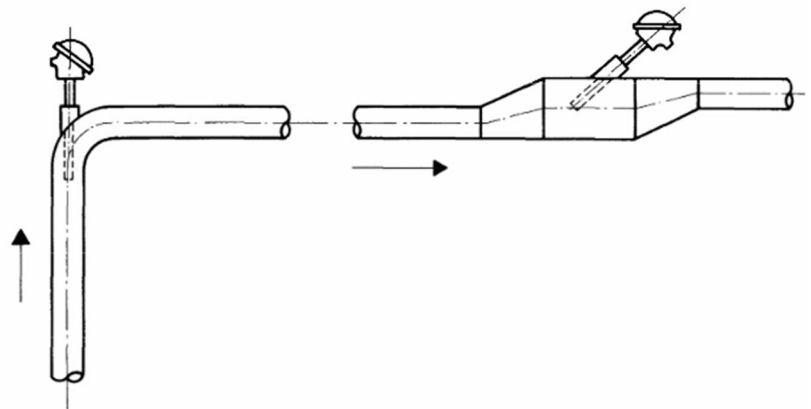
Lämpötila-anturi voidaan sijoittaa suoraan putkeen kuvan 7 mukaisesti. Asennusteknisistä syistä hitsattava lämpötila-anturi sekä ilma- ja savukaasukanavien mittausanturit sijoitetaan kuitenkin tarvittaessa kohtisuoraan asentoon. [9]



Kuva 7. Lämpötila-anturin sijoitus putkeen. [9]

Jos virtausaine aiheuttaa anturiin huomattavaa mekaanista rasitusta, anturi sijoitetaan myötävirtaan 45° kulmaan.

Putkissa $d_i \leq 50$ mm anturi sijoitetaan laajennukseen tai putkikäyrään kuvan 8 mukaisesti. [9]



Kuva 8. Lämpötila-anturin sijoitus pieniin putkiin. [9]

6 SFS standardit

Kirjainyhdistelmät (SFS, EN ja ISO) standardin edessä viittaavat siihen, että missä kyseinen standardi on vahvistettu. Esimerkiksi tunnusyhdistelmä SFS-EN tarkoittaa, että sama standardi on voimassa sekä Suomessa että Euroopassa. Tunnusyhdistelmä SFS-ISO tarkoittaa, että standardi on voimassa Suomessa ja ISO:ssa, mutta ei ole vahvistettu CEN:ssä.

DIN on lyhenne saksankielisestä ilmauksesta Deutsches Institut für Normung, joka tarkoittaa saksalaista standardointi-instituuttia. DIN on yleinen keskieurooppalainen teollisuustavaroiden valmistusta koskeva standardi. DIN on voittoa tavoittelematon yhdistys, joka on perustettu Berliinissä vuonna 1917 ja joka edustaa Saksaa kansainvälisessä standardiorganisaatiossa ISO:ssa (International Organization for Standardization). [10]

Seuraavassa luettelossa esiintyy suuri osa SFS ja PSK standardeja, jotka liittyvät oleellisesti liittyvät instrumentointisuunnitteluun. DIN alkavista standardeista on maininta vanhoissa tuotelehdissä.

- PSK 7801 Hitsausyhteet. Yhde 16Mo3. Kevyt rakenne. DN 6...40.
- PSK 7802 Hitsausyhteet. Yhde 16Mo3. Raskas rakenne. DN 6...40.
- PSK 7803 Hitsausyhteet. Yhde 10CrMo9-10. Normaali rakenne. DN 6...40.
- PSK 7804 Hitsausyhteet. Yhde 16Mo3. Kevyt rakenne. DN 50... 125.
- PSK 7805 Hitsausyhteet. Yhde 16Mo3. Raskas rakenne. DN 50... 125.
- PSK 7806 Hitsausyhteet. Yhde 10CrMo9-10. Normaali rakenne. DN 50... 125.
- SFS 5051 Instrumentointi. Laipallinen lämpötilan mittausyhde TL.1.
- SFS 5052 Instrumentointi. Laipallinen lämpötilan mittausyhde TL.2.
- SFS 5053 Instrumentointi. Kierteellinen lämpötilan mittausyhde TL.4.
- SFS 5054 Instrumentointi. Hitsattava lämpötilan mittausyhde TH.2.
- SFS 5059 Instrumentointi. Instrumenttien sijoittaminen prosessiin.
- DIN 43772 Form 2, 2G, 2F, 4, ja 1.
- DIN 43762
- DIN 43735
- DIN 43733
- DIN 43721
- EN 60751
- EN 60584-1.

7 IP-luokitus

IP-luokitusjärjestelmä on Euroopassa käytössä oleva järjestelmä sähkölaitteiden tiiviiden määrittämiseksi. Luokitus kertoo laitteen suojauksen ulkoisia uhkia, kuten pölyä ja vettä vastaan. Luokituksen sisältö on esitetty standardissa IEC 60529.

Merkintä koostuu tekstistä IP (International Protection), kahdesta numerosta ja vapaaehtoisista kirjainmerkinnöistä. Taulukossa 2, ensimmäinen kertoo laitteen suojauksen vieraita esineitä ja pölyä vastaan.

Ensimmäinen numero	Selite
0	Ei suojausta
1	Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisia 50mm tai enemmän.
2	Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisia yli 12,5mm.
3	Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisia yli 2,5mm.
4	Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisia yli 1mm.
5	Suojaus pölyltä. Ei edellytä tiiveyttä, mutta haitallisia pölykertymiä ei saa syntyä.
6	Täydellinen suojaus. Pölytiivis.

Taulukko 2. Ensimmäinen numero.

Taulukossa 3, toinen numero kertoo laitteen suojauksesta vettä ja kosteutta vastaan.

Toinen numero	Selite
0	Ei suojaus vettä vastaan.
1	Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan.
2	Suojausenintään 15° kulmassa putoavilta vesipisaroilta.
3	Suojausenintään 60° kulmassa putoavilta vesipisaroilta.
4	Suojaus vesiroiskeita vastaan.
5	Kestää vesiruiskun joka suunnasta.
6	Kestää suurella paineella tulevan ruiskun.
7	Kestää hetkellisen upotuksen veteen
8	Kestää pysyvän upotuksen. Lisämerkintänä voi olla suurin sallittu asennussyvyys.
9K	Kestää suurella paineella läheltä ruiskutettua kuumaa vettä ja höyryä.

Taulukko 3. Toinen numero.

Aikaisemmin on käytetty myös kolmatta numeroa, joka on ilmaissut laitekotelon mekaanista kestävyyttä. Nykyisin kotelon mekaaninen iskunkesto ilmoitetaan erikseen IK-luokkana standardin IEC 62262 mukaisesti. Taulukossa 4, kolmas numero kertoo mekaaninen iskunkeston.

IK-luokka	Iskuenergia (joulea)	Vastaava isku
0	Suojaamaton	Ei testiä
1	0,15	200g esine pudotetaan 7,5cm korkeudelta
2	0,2	200g esine pudotetaan 10cm korkeudelta
3	0,35	200g esine pudotetaan 17,5cm korkeudelta
4	0,5	200g esine pudotetaan 25cm korkeudelta
5	0,7	200g esine pudotetaan 35cm korkeudelta
6	1	500g esine pudotetaan 20cm korkeudelta
7	2	500g esine pudotetaan 40cm korkeudelta
8	5	1,7kg esine pudotetaan 29,5cm korkeudelta
9	10	5kg esine pudotetaan 20cm korkeudelta
10	20	5kg esine pudotetaan 40cm korkeudelta

Taulukko 4. IK-luokka.

Taulukossa 5, ilmoitetaan lisäkirjain ja täydentäväkirjain.

Lisäkirjain	Vaaralliset osat kosketussuojattu
A	Nyrkiltä
B	Sormelta
C	Työkaluilta
D	Langalta
Täydentävä kirjain	Selite
H	Suurjännitelaitte
M	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä
S	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä
W	Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin

Taulukko 5. Lisäkirjain ja täydentävä kirjain.

Asennusmääräyksissä tai asiakkaan asettamissa laitevaatimuksissa voidaan käyttää numeron tilalla kirjainta X, jolloin asennuspaikka ei aseta kyseiselle ominaisuudelle erityisiä vaatimuksia. Esimerkiksi kuivissa sisätiloissa riittää IP2X, jolloin ainoa asetettu vaatimus on kosketussuoja 12,5 mm tai suurempia esineitä vastaan. [11]

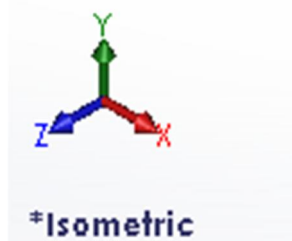
8 3D-mallinnus

8.1 Yleistä

3D-mallintaminen suunnittelutapana on viime vuosien aikana kasvattanut merkittävästi osuuttaan ja tulevaisuudessa yritykset siirtyvät yhä enenevässä määrin 3D-mallinnusohjelmien käyttöön, koska ne ovat huomattavasti tehokkaampia kuin nykyiset 2D-ohjelmat. 3D-mallinnus mahdollistaa mallinnuksen ohella lisäksi useita sellaisia etuja, joita 2D-ohjelmat eivät pysty tarjoamaan. [5]

Suuremman tehokkuuden lisäksi täysipainoiseen 3D-mallinnuksen siirtyminen säästää pitkällä aikavälillä huomattavia kustannuksia muun muassa uusia tuotteita suunniteltaessa ja prototyyppejä valmistettaessa. 3D-mallinusta voidaan käyttää monipuolisesti tuotekuvien tekemiseen, mutta suurin hyöty saavutetaan, kun sitä käytetään osien yhteensovittamiseen ja rakenteen toimivuuden varmistamiseen. Mallia voidaan käyttää tehokkaasti myös lujuustarkastelumallin luomiseen ja lujuusanalyyysien pohjatietona. [5]

3D-mallinnuksessa on kyse yksinkertaisesti siitä, että kaksiulotteiset, eri suunnilta tehdyt piirustukset muutetaan yhdeksi kolmiulotteiseksi kuvaksi, jota voidaan haluttaessa tarkastella mistä kuvakulmasta tahansa. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki kappaleet, osat ja kokoonpanot ovat oikeanlaisia kun niille on annettu kaikki tarvittavat mitat ja ominaisuudet, jotka valmistettavalla tuotteellakin todellisuudessa olisi. Tuotteet suunnitellaan kolmiulotteisessa avaruudessa, joka koostuu x-, y- ja z-koordinaatistosta. Kuvassa 7 on Solidworksin isometric-näkymä koordinaatistosta.



Kuva 7. x-, y- ja z-koordinaatisto.

Tällä hetkellä käytössä olevat 3D-mallinnusohjelmat vaihtelevat suuresti sisällöiltään ja sen suhteen, mitä kaikkea niillä pystytään tekemään. Ohjelmistoja löytyy tavanomaisis-

ta 2D-piirto-ohjelmista aina kehittyneempiin 3D-ohjelmistoihin saakka, jotka osaavat hyödyntää kappaleiden pintojen muotoja. Uudet ohjelmat sallivat kappaleen täyden pyörittelyn 3D-maailmassa ja tarkastelun kaikista mahdollisista kamerakulmista. Kaikista ohjelmista löytyy myös matemaattisia ohjelmia, joilla voidaan laskea kappaleen lujuuksia ottaen huomioon materiaalit ja kappaleen geometriat. [5]

3D-suunnittelulla saadaan pienennettyä suunnittelusta aiheutuvia kustannuksia, koska 3D-mallit on mahdollista suunnitella tietokoneella ilman varsinaisia materiaaleja. Myös 3D-mallien päivittäminen, muokkaaminen ja korjaaminen on suuresti helpompaa kuin paperille tehtyjen piirustuksien uudelleen tekeminen.

8.2 3D-ohjelmia

Tarkempaan tarkasteluun valittiin kolme ohjelmaa: SolidWorks, Vertex ja NX. Valituista ohjelmista kerrotaan seuraavissa luvuissa enemmän. Ohjelmat valikoituivat sillä perusteella, että SolidWorks-ohjelma on SKS Mekaniikalla käytössä, NX-ohjelma on käytössä SKS Toijala Worksillä ja Vertex-ohjelman halusin tuoda esiin suomalaisuutensa perusteella.

Teollisuuden aloilla käytetään muun muassa seuraavanlaisia ohjelmia:

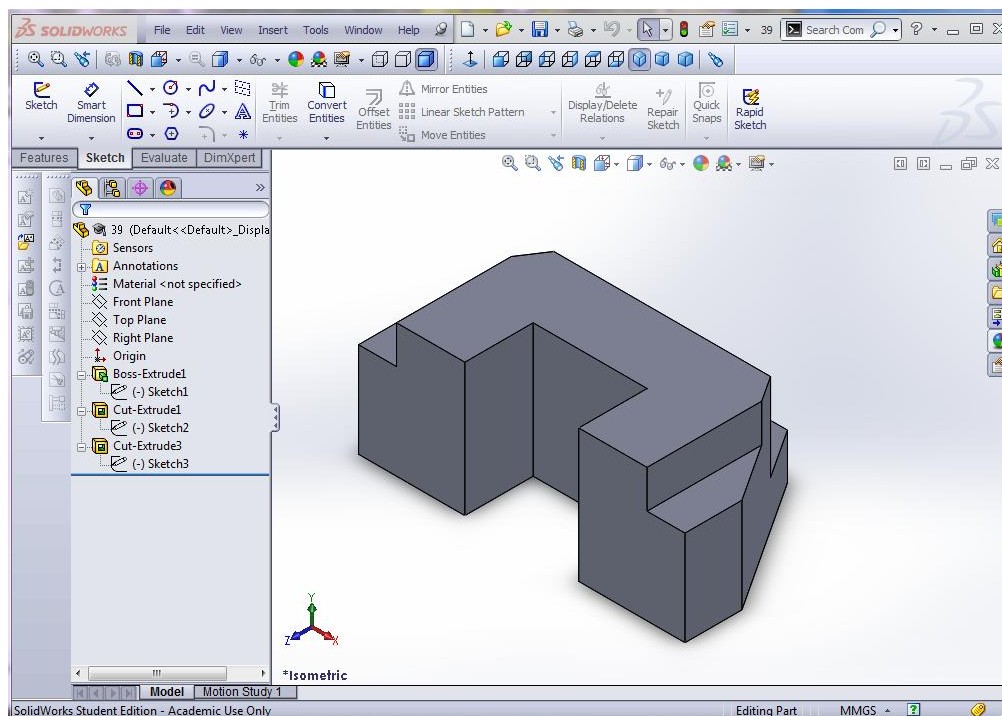
- SolidWorks.
- Vertex.
- NX.
- SolidEdge.
- Autodesk® Inventor™.
- PDMS.
- Pro/ENGINEER.
- Catia V5.
- Design Modeller.
- IronCAD.

8.3 SolidWorks

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation on Ranskalainen mallinnusohjelma, joka on perustettu joulukuussa 1993. SolidWorks tarjoaa täyden valikoiman 3D-työkaluja, joiden avulla voit luoda, simuloida, julkaista ja hallita tietoja. SolidWorksin tuotteet ovat helppoja oppia ja käyttää. Ne toimivat saumattomasti yhdessä, joten voit tehdä suunnittelutyötäsi entistäkin helpommin, nopeammin ja edullisemmin. SolidWorks panostaa tuotteidensa helppokäyttöisyyteen, jotta insinöörit, suunnittelijat ja muut alan asiantuntijat voivat luoda aiempaa parempia tuotteita 3D-ominaisuuksia tehokkaasti hyödyntäen. SolidWorks 2014 on ohjelmiston 22. versio.

SolidWorksin toimialuemarkkinat ovat varsin suuret, yritys toimii muun muassa teollisuudessa, tutkimus ja tuotekehityksessä, lääketeollisuudessa, kuluttajatuotteissa, koulutuksessa, tekniikassa ja liikenteessä.

Yli 2 170 100 tuotesuunnittelijaa ja -insinööriä 182 300 organisaatiossa eri puolilla maailmaa käyttää SolidWorksin ohjelmistoja niin pienten muovituotteiden kuin myös suurten metsäkoneiden suunnitteluun ja kehittämiseen. [12]



Kuva 8. SolidWorks. Esimerkkikuva.

SolidWorksistä minulla oli jonkinlainen kokemus. Koulussa oli ollut muutama mallinuskurssi. Kurssien aiheina olivat tekninen piirtäminen, jossa käsiteltiin AutoCad-ohjelmaa ja SolidWorksiä. Toisena kurssina olin valinnut 3D-mallintamisen, jossa käsiteltiin pelkästään SolidWorksiä. Kurssien pohjalta SolidWorksin käyttö oli tullut tutuksi. Koulussa käytetty versio oli 2012–2013 ja opinnäytetyötä tehdessäni minulla oli käytössä 2013–2014 versio. Versioissa en huomannut oikeastaan mitään eroa, suurimmat muutokset olivat tapahtuneet visualisointiin, ohutlevyjen ominaisuuksiin, simulointiin ja nopeampaan piirtonopeuteen yksityiskohtaisesti.

SolidWorks-ohjelmassa käytetään runsaasti symbolipohjaisia valikoita, jotka ovat nopeampia käyttää siinä vaiheessa, kun ohjelmaa on käyttänyt hieman enemmän. Ohjeistus on myös tässä ohjelmassa hyvin kattava ja sieltä löytyy hyvin ohjeita ja apuja erilaisiin tilanteisiin. SolidWorksissä on laajavalikoima erilaisia tutoreita, joiden avulla on helppo mallintaa erilaisia kappaleita. Kaikissa tässä käytetyissä ohjelmissa on yhteistä se, että ohjeet ja tutoriaalit ovat tehty erittäin hyvin. Ohjeiden avulla pääsee ohjelmien käytössä hyvin alkuun, kunhan niitä jaksaa tutkia.

8.4 Vertex Systems Oy

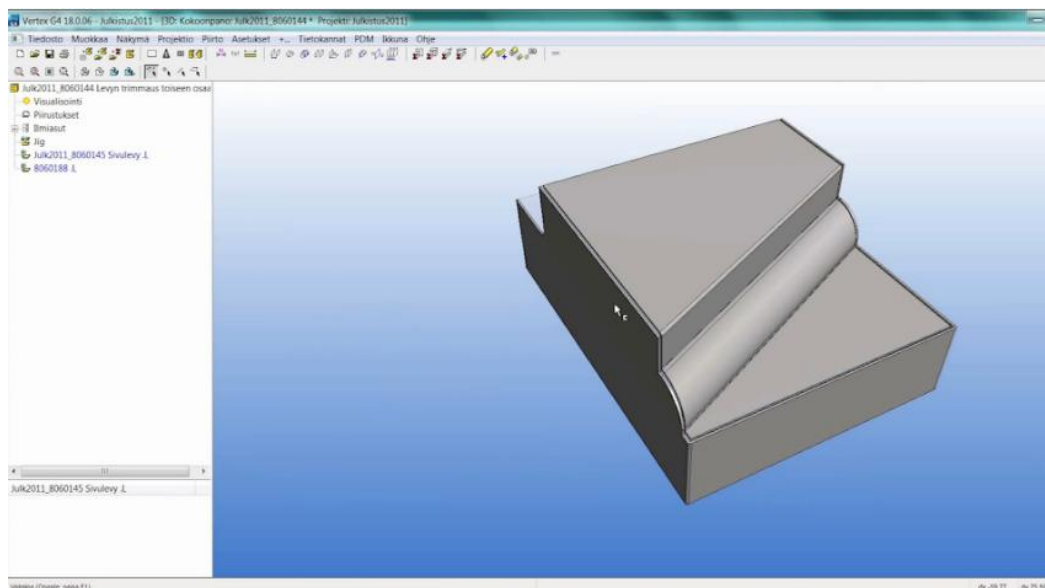
Vertex Systems Oy on vuonna 1977 perustettu suomalainen tietokoneohjelmistojen valmistava yritys. Joka kehittää ja toteuttaa toimialakohtaisia suunnittelun ja tiedonhallinnan ohjelmistoratkaisuja teollisuudelle.

Vertex Systems on kasvanut yli kolmen vuosikymmenen aikana arvostetuksi ja luotettavaksi CAD/PDM-ohjelmistotaloksi, jolla on asiakkaita ympäri maailmaa. Vertex-ohjelmistojen käytetään metalliteollisuuden koneita ja laitteita valmistavissa yrityksissä, pientalo- ja kalusteteollisuudessa, prosessiteollisuudessa ja lämpö- ja voimalaitossektorilla sekä näitä palvelevissa suunnittelutoimistoissa. Yhtiön ohjelmistot ovat käytössä niin yritysten sisäisissä työryhmissä kuin laajoissa yritysverkostoissakin.

Vertex Systems Oy on toimittanut yli 18000 Vertex-ohjelmistoa teollisuuden eri alojen käyttöön yhteensä 35 maahan.

Vertex Systems on alusta pitäen kuulunut CAD-alueen edelläkävijöihin. 3D-ominaisuudet ovat olleet Vertex-ohjelmistossa jo vuodesta 1981. Laajasti hyväksytyt

ACIS®-standardin mukaisen 3D-mallinnuksen Vertex otti käyttöön vuonna 1989 ensimmäisten joukossa maailmassa. [13]



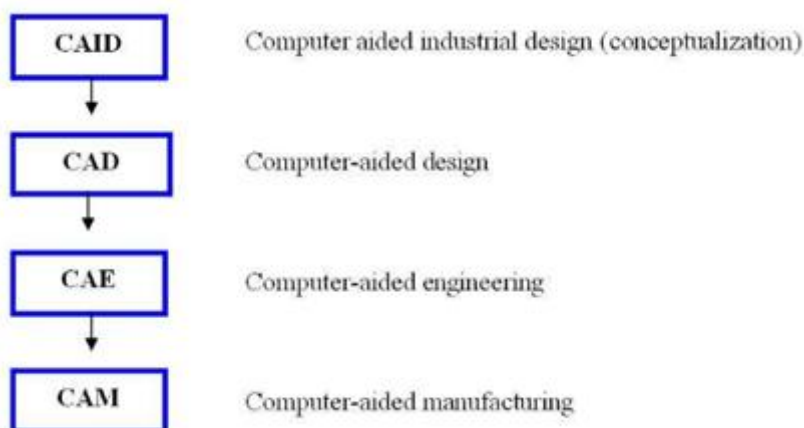
Kuva 9. Vertex. Esimerkkikuva.

Vertex-ohjelmasta minulla ei ole henkilökohtaisia kokemuksia. Tutustuttuani ohjelmaan, Vertex-ohjelman käyttö näytti suhteellisen samalta kuin muiden 3D-ohjelmien. Suomalaisuutensa ansiosta ohjelman kuvakkeiden ja painikkeiden toiminta on helposti ymmärrettävissä. Vertex-ohjelmaan on tarjolla erinomaiset elektroniset ohjeet, joissa opastetaan vaihe vaiheelta muutaman yksinkertaisen kappaleen, kokoonpanon ja piirustuksen tekeminen. Vertex-ohjelma on ulkoasultaan yksinkertainen ja karu. Vertex-ohjelmassa ei ole kovinkaan paljoa erilaisia työkaluja. Mielestäni selvin ero Vertexin ja muiden ohjelmien välillä on se, että suuriosa toiminnoista tapahtuu valikon kautta. Tämä tarkoittaa sitä, että tietyssä suunnitteluvaiheessa on valittavissa vain sellaiset toiminnot, joita juuri siinä tilanteessa voi käyttää. Esimerkiksi SolidWorksissä näkymän voi täyttää haluamallaan työkaluvalikoilla, vaikkei niitä voisikaan siinä tilanteessa käyttää. Vertexin valikoissa on toiminnot sekä tekstinä että symbolina. Tämä on todella hyvä asia. Kun ei ole vielä kokenut käyttäjä, tekstit kertovat toimintojen tarkoituksen, vaikkei symbolin tarkoitusta ymmärtäisikään.

8.5 NX

NX on 3D-suunnitteluohjelmisto tuotekehityksen, suunnittelun ja valmistuksen tarpeisiin. Se on kaupallinen CAD/CAM/CAE ohjelmistopaketti, jonka nykyinen kehittäjä on Siemens PLM Software.

3D-suunnitteluohjelmistoa laajempi käsite on PLM-ohjelmisto. NX mielletäänkin usein PLM-ohjelmistoksi sen laajuutensa ansiosta. PLM tulee sanoista Product Lifecycle Management ja se tarkoittaa tuotteen elinkaaren hallintaa. PLM-ohjelmiston avulla toteutetaan kaikki neljä vaihetta konseptoinnista valmiiseen tuotteeseen, joka on esitetty kuvassa 10 [14]. Tuotteen tietoja ovat esimerkiksi konseptisuunnitelmat, tuotteen 3D-mallit, piirustukset, testi- ja huoltoraportit. PLM-järjestelmällä määritellään myös tietojen hallintoa eli sitä kuka voi muokata ja tallentaa niitä.



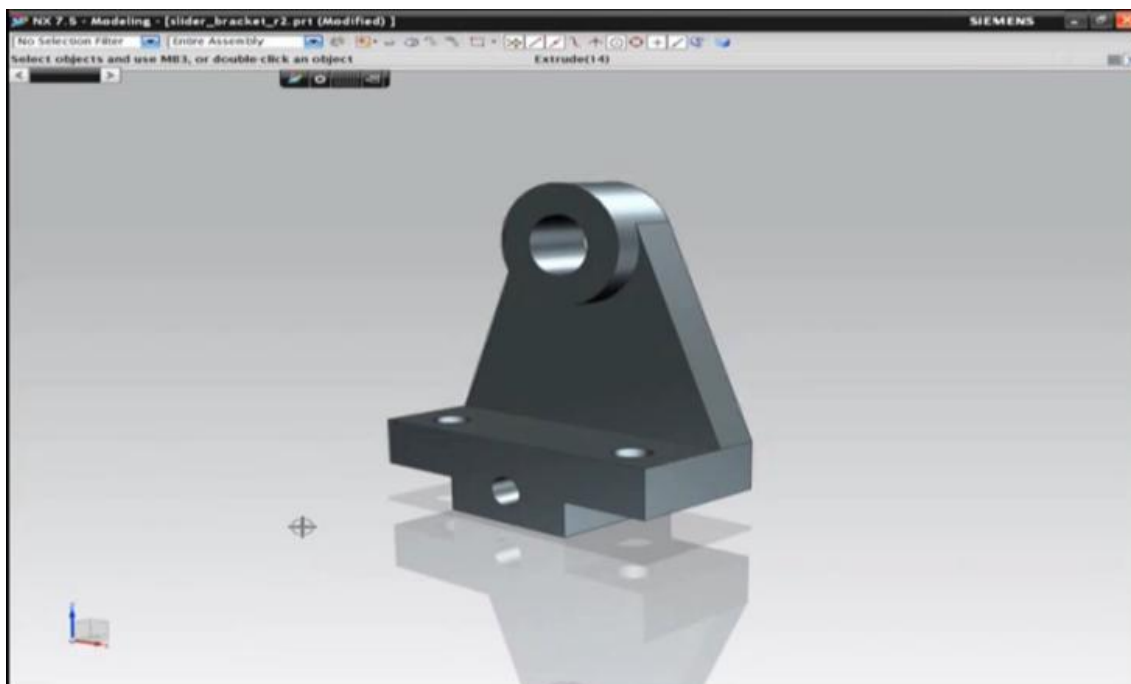
Kuva 10. PLM-ohjelmisto kattaa kaikki neljä vaihetta konseptivaiheesta suunnittelun, analyysiin ja valmistukseen.

Yksi NX:n vahvuuksista on sen käyttämä synkroninen tekniikka. Synkronista tekniikkaa käytettäessä ei tarvitse tuntea mallin historiaa, jotta sen ominaisuuksia pääsee muokkaamaan, sillä synkroninen tekniikka ei tarvitse mallin historiaa. Tästä on etua etenkin, kun käsitellään toisilla ohjelmilla tehtyjä mallinnuksia. Joidenkin operaatioiden väitetään tulevan jopa sata kertaa nopeammaksi synkronisen tekniikan ansiosta. [14]

NX:n käyttö maailmalla ja Suomessa.

NX on teollisuudessa laajalti maailmalla käytetty ohjelmisto. Asiakkaita on maailmanlaajuisesti 56 000 ja käyttäjiä noin kuusi miljoonaa. Auto- ja lentokoneteollisuus suosivat erityisesti NX:n käyttöä, mutta se on käytössä myös kulutustavarasuunnittelussa.

Teamcenter-dokumentinhallintaosion avulla NX pystyy avaamaan myös joillakin muilla CAD-ohjelmilla tuotettuja JT-osia ja -kokoontenotuksia, joita voidaan käyttää samoin kuin NX:llä suunniteltuja osia. Design Freedom -osiolla myös näiden kappaleiden geometriaa pystytään muokkaamaan, esimerkiksi muuttamaan reiän kokoa tai paikkaa, tai osan pituutta. [14]



Kuva 11. NX. Esimerkkikuva.

NX-ohjelman käytöstä minulla ei ole henkilökohtaisia kokemuksia. Pääsin tutustumaan ohjelmaan SKS Toijala Worksillä. Tutustuttuani ohjelmaan, NX-ohjelman käyttö näytti suhteellisen samalta kuin muiden 3D-ohjelmien. NX-ohjelman ulkoasu näytti hyvältä ja oli samankaltainen kuin SolidWorksissä. NX-ohjelmassa oli paljon erilaisia toimintoja ja ne olivat helposti nähtävillä. NX-ohjelmaan on saatavilla hyvät ja selkeät tutorial ohjeet, joiden avulla pääsee ohjelman käytössä hyvin alkuun. NX-ohjelma on aika suuri kokoinen ja tarkoitettu lähinnä isoille kokonaisuuksille, kuten SKS Toijala Worksin TW LogStacker (puukurottaja). Lämpötila-antureiden mallinnus kylläkin onnistuisi NX-ohjelmalla mutta ohjelman parhaat ominaisuudet jäisivät käyttämättä. NX-ohjelma on turhan suurikokoinen 3D-ohjelma SKS Automaation tarpeisiin.

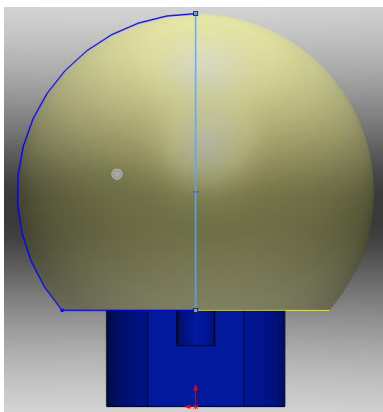
9 Suojataskun mallinnus

9.1 Yleistä

Kappaleissa yhdeksän käydään läpi jokainen osa, jotka kuuluvat suojataskuun. Ei kuitenkaan vaihe vaiheelta, koska suurimmassa osassa kappaleita on samanlaisia tai samankaltaisia toimintoja. Esimerkiksi kytkentäpäässä on yli 50 kappaletta erilaisia toimintoja. Tarkoituksena on kuvata jokaisesta osasta jotain ja käydä erilaisia Solid-Works toimintoja läpi. Jokaisesta mallinnetusta kappaleesta on lopputulos kuva. Valmis suojatasku kokonaisuus on mallinimeltään B-9-D/H-100-G½.

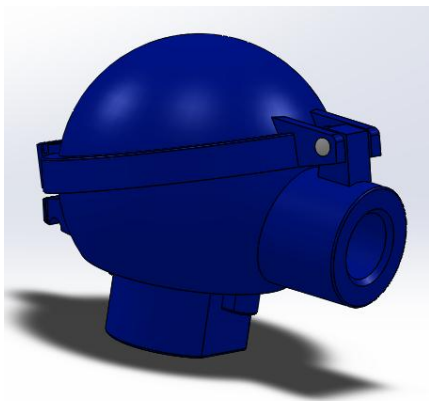
9.2 KytKentäpää

Kuvassa 12 kytkentäpään yläosan tekeminen Revolve toiminnolla. Aluksi tehtiin sketsi (mallin tuottamiseen tarkoitettu aihio piirros). Pallon toisella puolella ja pystyssä näkyy sketsin aihio. Toiminnolla Revolve tehtiin sketsistä pallon näköinen. Pallon sketsi täytyy piirtää puolikkaana pallona, jonka jälkeen se pyörähtää halutun astemäärän, tässä tapauksessa 360°.



Kuva 12. Revolve toiminto.

Kaikkien välivaiheiden jälkeen lopputulokseksi tuli kuvan 13 mukainen kappale.



Kuva 13. Valmis kytkentäpää.

9.2.1 Heebeli

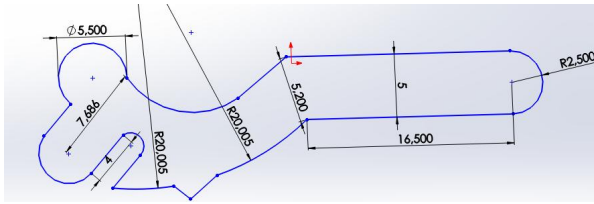
Heebeli tehtiin toiminnolla Swept Boss/Bace toiminnolla. Ensin piirrettiin 2D-malli joka kulkee keskellä heebeliä, sen jälkeen valittiin heebelin paksuus joka oli 2 mm. Lopputulokseksi tuli kuvan 14 mukainen kappale.



Kuva 14. Heebeli.

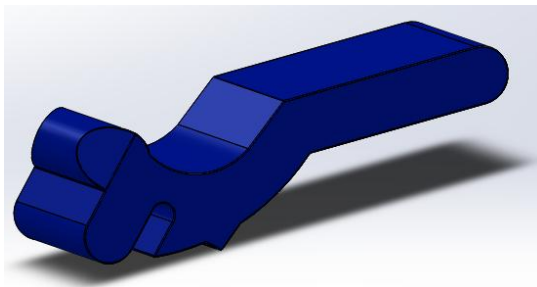
9.2.2 Klipsi

Klipsin tekeminen aloitettiin piirtämällä kuvan 15 mukainen 2D-sketsi. Seuraavaksi toiminnolla Extruded Boss/Bace pursotettiin mallia 16 mm. Seuraavana vaiheena tehtiin uusi sketsi heebelin yläpään (halkaisija 5,5 mm) jota leikattiin molemmista suunnista toiminnolla Extruded Cut 38° kulmassa. Lopuksi koko kappale pyöristettiin toimilla Fillet säteellä 0,1 mm.



Kuva 15. Klipsin 2D-piirros (osa mitoista poistettu).

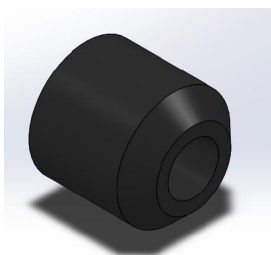
Lopputulokseksi tuli kuvan 16 mukainen 3D-malli.



Kuva 16. Klipsi

9.2.3 Kumitiiviste

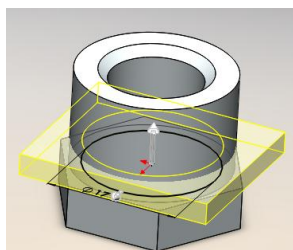
Kumitiiviste tehtiin toiminnolla Revolved Boss/Bace. Kuva piirrettiin puolikkaana ensin 2D-muodossa, jonka jälkeen toiminto Revolved Boss/Bace tekee kappaleesta kokonaisen 3D-kuvan. Seuraavaksi tehtiin uusi taso toiseen päähän johon tehtiin ympyrä halkaisijaltaan 7,8 mm, joka porattiin läpi kappaleen toiminnolla Extruded Cut. Lopputulokseksi tuli kuvan 17 mukainen malli.



Kuva 17. Kumitiiviste

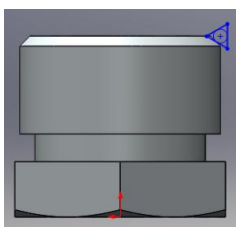
9.2.4 Kumitiivisteeseen kiristin

Kumitiivisteeseen kiristimen tekeminen aloitettiin toiminnolla Polygon, jossa tulee automaattisesti kuusikulmainen ja halkaisijaksi laitettiin 21 mm. Toiminnolla Extruded Boss/Bace kappaletta pursotettiin 18 mm ylöspäin. Kuusikulmion toiseen päähän tehtiin uusi sketsi johon tehtiin halkaisijalla 11,75 mm oleva reikä koko matkalle. Reiän molemmat päät viistettiin toiminnolla Chamfer 1,2*45°. Hyödyntäen vanhaa sketsiä tehtiin samaan päähän kuusikulmion sisään niin suuri ympyrä kuin mahdollista, ja toiminnolla Extruded Cut leikattiin ympyrän ulkoreunan ja kuusikulmion välinen materiaali pois 66° kulmassa. Seuraavaksi siirryttiin kappaleen toiseen päähän, johon tehtiin uusi sketsi. Toisessa päässä kuusikulmion keskelle tehtiin ympyrä, jonka halkaisija oli 20 mm. Toiminnolla Extruded Cut leikattiin ympyrän ulkoreunan ja kuusikulmion välinen materiaali pois 12,5 mm syvyyteen. Pintaan johon edellinen leikkaus loppui, tehtiin uusi sketsi. Sketsiin tehtiin 17 mm halkaisijalla oleva ympyrä, joka on siis kappaleen sisällä, toiminnolla Extruded Cut leikattiin kuvan 18 mukaisesti ylöspäin 2,75 mm.



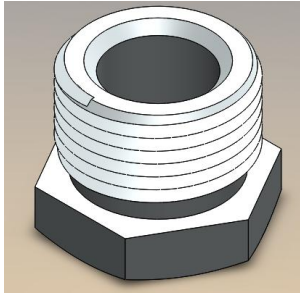
Kuva 18. Kumitiivisteeseen kiristin, leikattava alue näkyy kuvassa keltaisella.

Tämän jälkeen yläpäähän ulkoreuna viistettiin toiminnolla Chamfer 1*45° kulmassa. Seuraavaksi tehtiin uusi sketsi kuvan 19 mukaisesti. Toimintoa Sweep Cut varten tehtiin sorvin teräpalaa muistuttava kappale, ja annettiin toimintoa varten kiertosuunta. Seuraavaksi toiminnolla Helix/Spiral annettiin leikattavan alueen korkeus ja tiheys.



Kuva 19. Kumitiivisteeseen kiristin, uusi sketsi.

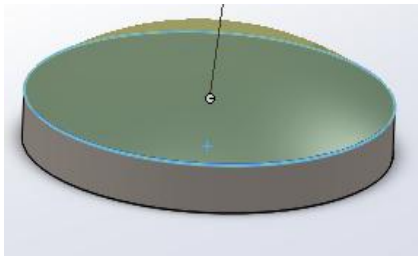
Lopputulokseksi tuli kuvan 20 mukainen kappale.



Kuva 20. Kumiivisteen kiristin.

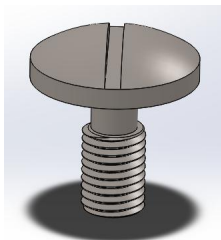
9.2.5 Ruuvi

Ruuvien mallinnus aloitettiin tekemällä ympyrä, jonka halkaisijaksi tuli 12,8 mm. Tämän jälkeen pursotettiin kappaletta 1,6 mm ylöspäin, toiminnolla Extruded Boss/Bace. Seuraavaksi tehtiin uusi sketsi, edellisen pursotuksen tasoon. Toiminnolla Dome tehtiin kupumainen pursotus jonka korkeudeksi valittiin 2 mm, mallinnuksesta tuli kuvan 21 mukainen.



Kuva 21. Ruuvi, kuvun tekeminen toiminnolla Dome..

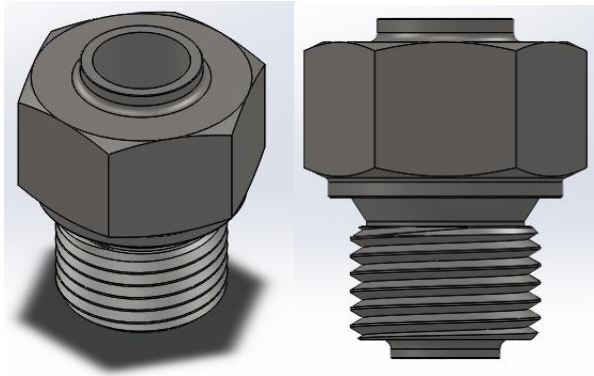
Ruuvien muut vaiheet menevät otsikon 9.2.4 Kumiivisteiden kiristimen mukaan. Lopputulokseksi saatiin kuvan 22 näköinen mallinnus.



Kuva 22. Ruuvi.

9.3 Yhde

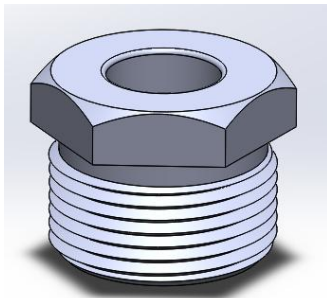
Yhde tehtiin samalla tyylillä kuin kohdassa 9.2.4 oleva kumitiivisteeseen kiristin. Lopputulokseksi saatiin kuvan 23 mukainen malli.



Kuva 23. Yhde, erikuvakulmista.

9.4 Mutteri

Mutteri tehtiin samalla tyylillä kuin kohdassa 9.2.4 oleva kumitiivisteeseen kiristin. Lopputulokseksi saatiin kuvan 24 mukainen malli.

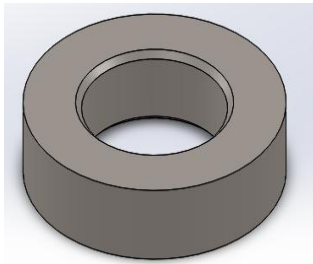


Kuva 24. Mutteri.

9.5 Prikka

Prikan mallinnus aloitettiin tekemällä ympyrä, jonka halkaisijaksi tuli 22 mm ja sen sisälle 12 mm ympyrä. Tämän jälkeen pursotin ympyröiden välissä olevaa kappaletta, toiminnolla Extruded Boss/Bace 5 mm ylöspäin. Prikan sisälle tehtiin viisteet molemmil-

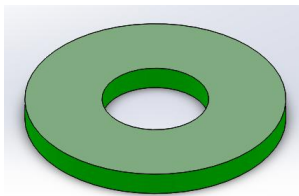
le puolille 0,5mm 45° kulmassa, toiminnolla Chamfer. Lopputulokseksi saatiin kuvan 25 mukainen malli.



Kuva 25. Prikka.

9.6 Tiiviste

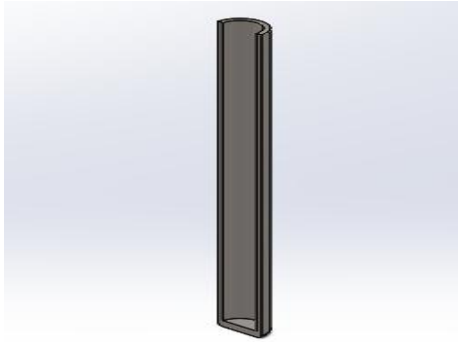
Tiivistein mallinnus aloitettiin tekemällä ympyrä, jonka halkaisijaksi tuli 22 mm ja sen sisälle 9 mm ympyrä. Tämän jälkeen pursotin ympyröiden välissä olevaa kappaletta 2 mm ylöspäin, toiminnolla Extruded Boss/Bace. Lopputulokseksi saatiin kuvan 26 mukainen malli. Väri on vihreä koska kyseessä on massatiiviste.



Kuva 26. Tiiviste

9.7 Putki pituus 100 mm

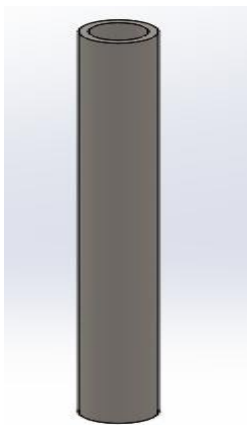
Aloitin mallinnuksen tekemällä ympyrän, jonka halkaisijaksi tuli 9 mm. Tämän jälkeen pursotin kappaletta 100 mm ylöspäin, toiminnolla Extruded Boss/Bace. Seuraavaksi tein putken toiseen päähän uuden tason. Putken keskelle tehtiin 7 mm ympyrä, jota porattiin 98 mm alaspäin, toiminnolla Extruded Cut. Viimeiseksi suljettuun päähän tein 1 mm pyöristyksen, toiminnolla Fillet. Lopputulokseksi saatiin kuvan 27 mukainen malli.



Kuva 27. Putki pituus 100 mm, läpileikkaus kuva. Kuvassa alempana oleva pää on suljettu ja pyöristetty.

9.8 Putki pituus 138 mm

Aloitin mallinnuksen tekemällä ympyrän, jonka halkaisijaksi tuli 12 mm ja sen sisälle 9 mm ympyrä. Tämän jälkeen pursotin ympyröiden välissä olevaa kappaletta 138 mm ylöspäin, toiminnolla Extruded Boss/Bace. Lopputulokseksi saatiin kuvan 28 mukainen malli.

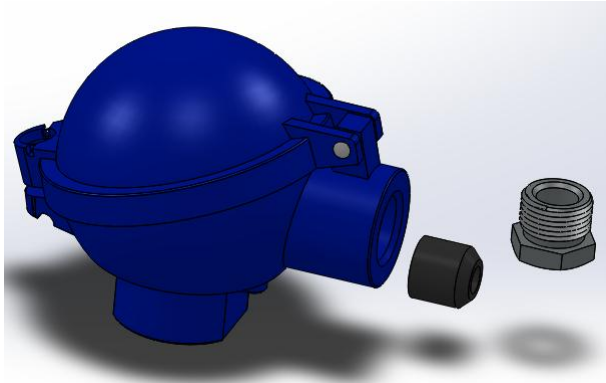


Kuva 28. Putki pituus 138 mm.

9.9 Kasaus

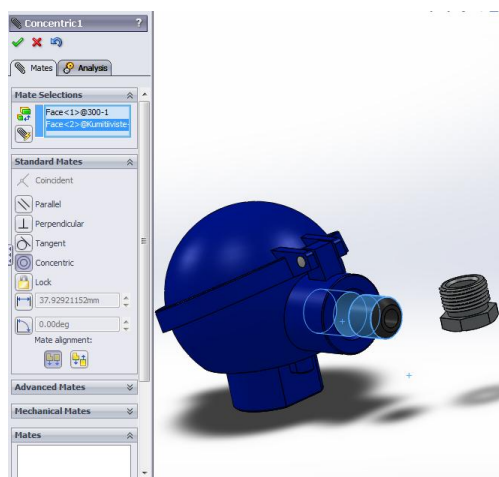
Kasaus tehtiin kahdessa osassa, ensimmäisessä osassa kasattiin kytkentäpää ja toisessa osassa kasattiin niin sanotut prosessiosat.

Make assembly from part, toiminnolla pystyy tuomaan tallennettuja osia kasattavaksi. Ensimmäisenä valittiin kytkentäpää ja seuraavaksi tuotiin kumitiiviste sekä kumitiivisteen kiristin. Kuvan 29 mukaisesti.



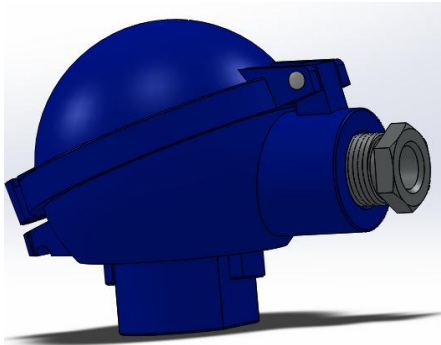
Kuva 29. Kasaus. Kytkentäpää, kumitiiviste ja kumitiivistimen kiristin.

Osat saattoivat tulla kasaukseen miten sattuu, mutta niitä on helppo liikutella toiminnolla Move component ja pyörittää toiminnolla Rotate component. Seuraavaksi valittiin toiminto Mate, jolla liitetään osia toisiinsa. Mate toiminnossa on vaihto ehtoja kuinka kappaleet liitetään toisiinsa kuten kuvassa 30, kohdassa Standart Mates näkyy. Kohta Mate Selections tarkoittaa pintoja jotka on valittuna, valitut pinnat ovat vaalean sinisiä. Kuvassa oli käytössä Concentric liitostyyppi, joka yhdistää valitut samankeskiset kappaleet toistensa kanssa. Tämän jälkeen valinnat hyväksyttiin, ja valittiin uusi Mate toiminto. Valittiin liitostyyppiksi Coincident, ja pinnoiksi kumitiivisteen pääty sekä kumitiivisteele tarkoitetun reiän pohja. Pinnat liikkuivat koskettamaan toisiaan. Seuraavaksi valittiin uusi Mate toiminto. Liitynnät olivat Concentric ja Coincident, pintoina toimivat kumitiivisteen kartio pääty ja kumitiivisteen kiristimen kierteen puoleinen pääty.



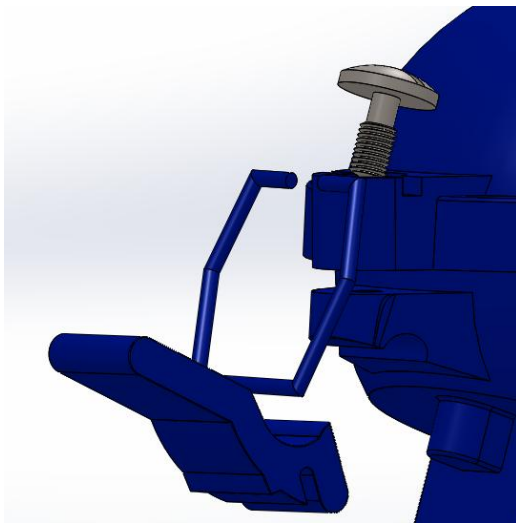
Kuva 30. Toiminto Mate.

Lopputulokseksi saatiin kuvan 31 mukainen kasaus.



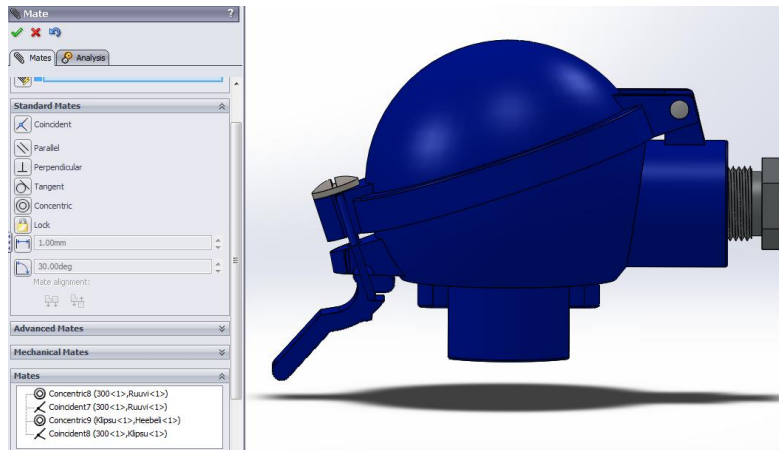
Kuva 31. Kytentäpään, kumitiivisteiden ja kumitiivisteiden kiristimen, kasaus.

Kuvassa 32 seuraavan vaiheen osat on jo valmiiksi siirretty lähes oikeille paikoilleen, kasaus etenee samaan tapaan kuin edellisinkin.



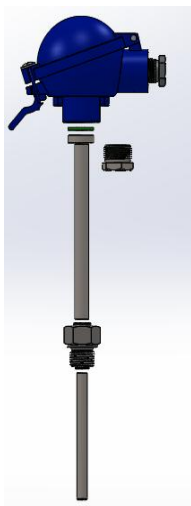
Kuva 32. Kytentäpään, heebelin ja klipsun, kasaus.

Kasauksessa tuli neljä liitosparia. Lopputulokseksi saatiin kuvan 33 mukainen malli



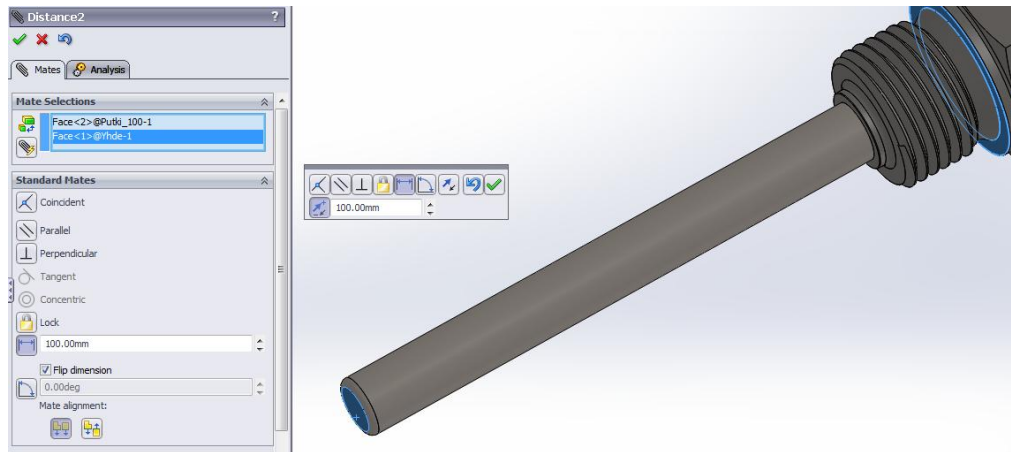
Kuva 33. KytKentäpään valmis kasaus.

Toinen vaihe jossa kasataan seuraavat osat: putki pituus 100, putki pituus 138, prikka, mutteri, yhde ja lopuksi lisätään tiiviste ja yhdistetään kytKentäpää prosessiosiin. Kuvassa 34 on kaikki osat aseteltu lähes oikeille paikoille.



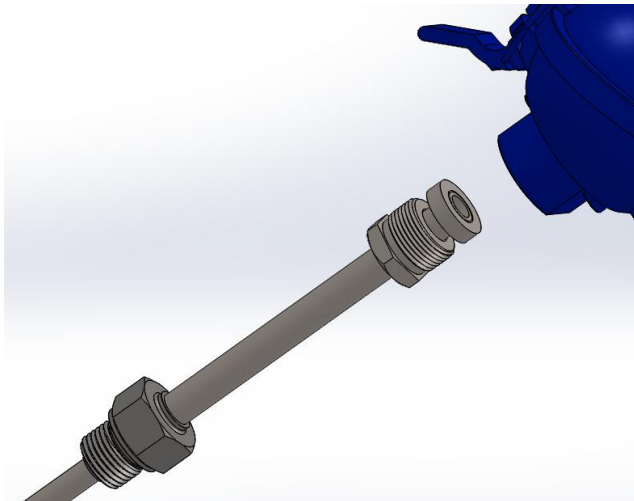
Kuva 34. KytKentäpään ja prosessiosien, kasaus.

Concentric liitostyyppi, jolla yhdistettiin putki pituus 100 ja yhde toistensa kanssa samankeskisiksi. Pituuden mukaan mitoittaminen tapahtuu seuraavalla tavalla. Kohdasta Standard Mates valitaan liitanta tavaksi distance. Kohtaan Mate Selections valitaan pinnat joiden etäisyys toisistaan halutaan määrittää. Kuvassa 35 valitut pinnat näkyvät sinisellä. Syötetään haluttu pituus.



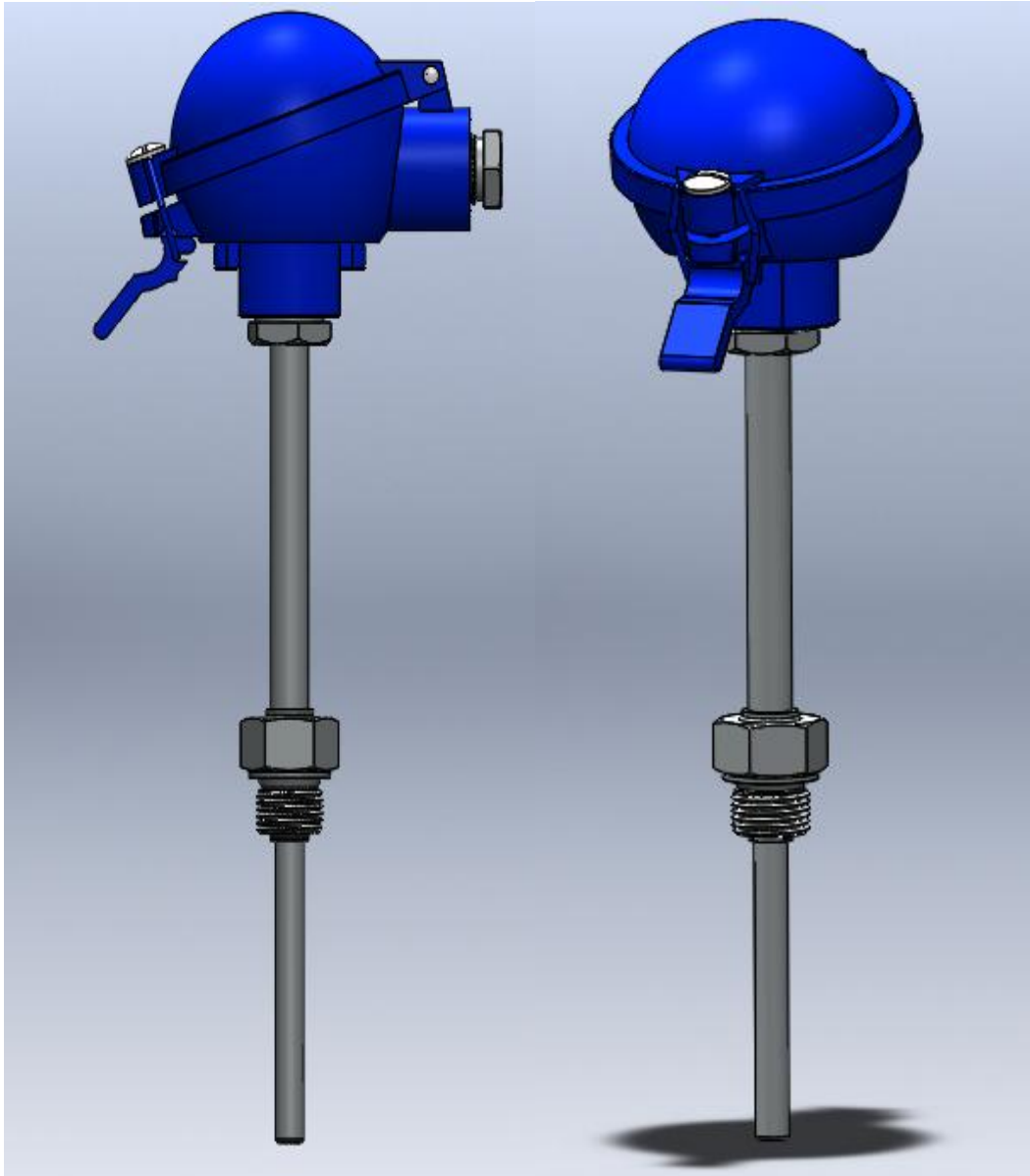
Kuva 35. Yhteen ja putken pituus 100, kasaus.

Sama toimenpide tehtiin toiselle putkelle mutta mitaksi tuli 145 mm. Kuvassa 36 osat prikka, mutteri, putket ja yhde on kasattu. Seuraavaksi liitetään tiiviste prosessiosien ja kytkentäpään väliin.



Kuva 36. Prosessiosat kasattu.

Lopputulokseksi saatiin kuvan 37 mukainen malli, jossa kaikki kasaukset on tehty.



Kuva 37. Suojatasku kasattuna ja erisuunnista kuvattu.

9.10 Asennus esimerkki

Kuvassa 38 on kuvitteellinen putki. Putkeen on ensin tehty reikä hitsattavaa yhdettä varten. Tämän jälkeen reikään on hitsattu hitsaus yhde ja hitsattava suojatasku D4. Hitsauksien jälkeen on asennettu loput suojataskun osista paikoilleen. Suojatasku kokonaisuuden mallimerkintä on D-D4/K-D/H.

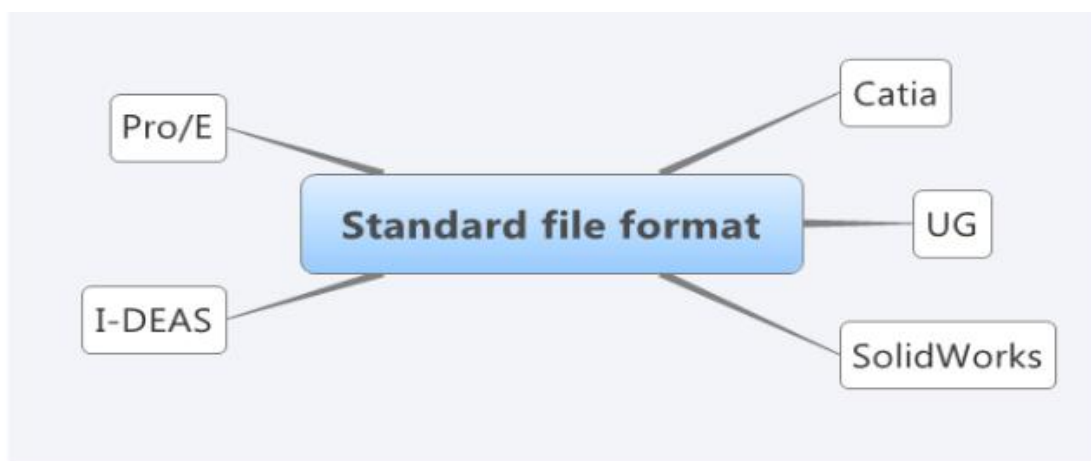


Kuva 38. Asennus esimerkki.

10 Tiedonsiirtostandardit ja neutraali tiedonsiirto

10.1 Yleistä

Kaikilla CAD-ohjelmistoilla on omat tiedostomuotonsa, joissa 3D-mallit tallentuvat. Useiden CAD-ohjelmien järjestelmässä mallitiedostot täytyy muuntaa neutraaliin tiedostomuotoon, jotta niitä voidaan siirtää eri CAD-ohjelmien välillä. Mallitiedostoja voidaan muuntaa neutraaleihin tiedostomuotoihin CAD-ohjelmasta riippuen, joko save as-, tai export-komennoilla. Kuvassa 39 neutraalien tiedosto-muotojen standardisoinnilla on pyritty luomaan yhtenäinen toimintamalli tiedonsiirtoon eri CAD-ohjelmien välillä. [15]



Kuva 39. Standardisoitu tiedonsiirto yhdistää eri CAD-ohjelmat.[15]

10.2 Tiedon katoaminen

3D-mallien muuntaminen neutraaliin tiedosto muotoon kadottaa aina suuren osan informaatiosta. 3D-mallissa säilyvän tiedon määrä on paljolti siitä kiinni mihin tiedostomuotoon 3D-malli muunnetaan. Taulukkoon 6 on valittu yleisimmät tallennusformaatit.

Säilyvä tieto	IGES	STEP AP203	STEP AP214
Historia	Ei	Ei	Ei
Geometria	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Sketsit	Ei	Ei	Ei
Tasot	Kyllä	Ei	Kyllä
Piirteet	Ei	Ei	Ei
Parametrit	Ei	Ei	Ei
Värit	Kyllä	Ei	Kyllä

Taulukko 6. 3D-mallissa säilyvät tiedot. [15]

Tyypillisiä tiedonsiirrossa esiintyviä vikoja ovat:

- rajaukset auenneet (räjähtäneet pinnat)
- väärältä puolelta rajautuneet pinnat
- muodoltaan muuttuneet pinnat
- puuttuvat elementit
- kierteiden puuttumiset
- liitokset. [16]

3D-mallin laatu kärsii muutettaessa neutraaliin muotoon. Nykyaikaiset CAD-ohjelmat käyttävät piirteisiin ja parametreihin perustuvaa tarkkaa mallinnusmenetelmää, kun taas neutraalit tiedostomuodot ovat rakenteeltaan epätarkkoja. Epätarkkuus ja mallin-
 nusvirheet johtuvat siitä, miten 3D-malli luodaan. Neutraalit tiedostomuodot perustuvat matemaattiseen malliin NRUBS. Jos 3D-mallia käännettäessä tapahtuu virhe, jättää
 käännösohjelma tämän pinnan pois mallista, tai koko prosessi saattaa kaatua. [17]

Tarkemman tutkimuksen kohteeksi otettiin kaksi yleisesti käytössä olevaa tiedonsiirto-
 standardia IGES ja STEP. [16]

10.3 STEP

Lyhenne STEP tulee sanoista Standard for the Exchange of Product Model Data, se tunnetaan myös nimellä ISO 10303. Se on kansainvälinen standarditietokone-
 tulkittavalle esitykselle ja teolliseen tiedonsiirtoon. Tarkoituksena on tarjota mekanismi,

joka kuvailee tuotteen tietoja koko tuotteen elinkaaren ajalta, riippumattomana mistään järjestelmästä. Tiedoston neutraali luonne tekee siitä sopivan tiedonsiirron lisäksi myös tuotetiedon jakamiseen ja arkistointiin. Yleisesti STEP-standardia sovelletaan tiedonsiirtoon CAD, CAM, PDM ja muiden järjestelmien välillä. [18]

STEP on siis paljon muutakin kuin 3D-mallejen siirtämiseen käytettävä tiedosto-muoto. Standardiin sisältyy oma tuotetiedon hallintajärjestelmä.

STEP-tiedostoista on olemassa eri protokollia. STEP AP203 protokolla määritteli ensimmäisen neutraalintiedosto muodon CAD-ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon ja on edelleen yleisesti käytössä. Uudempi STEP AP214 protokolla säilyttää hieman enemmän tietoja alkuperäisestä mallista kuin vanha STEP AP203 protokolla. [18]

10.3.1 AP 203

AP203-configuration control design on yleisesti käytössä mekaniikka CAD-suunnittelussa. Se määrittelee topologian, geometrian, sekä muutostenhallintatiedot tilavuusmalleille ja kokoonpanoille. Tiedostomuoto ei hallitse tasoja ja värejä. [18]

10.3.2 AP 214

AP214-Core data for automotive mechanical design process on enemmän keskittynyt autoteollisuuteen. Protokolla sisältää kaiken minkä AP203 protokollakin, mutta lisää myös värit, tasot, geometrysten mittojen hallinnan ja toleranssit, sekä suunnittelutiedot. Mekaanisessa CAD-suunnittelussa AP214 ei juurieroakaan AP203:sta. Historiapuun, parametrien ja rajoitteiden puuttuminen rajoittaa mallin muokattavuutta. [18]

10.4 IGES

IGES (Initial Graphics Exchange Specification)-standardin kehitys on aloitettu jo 1970-luvulla. IGES on ensimmäinen neutraali geometrian tiedonsiirron standardi. IGES on väljä standardi. Eri järjestelmien välisessä tiedonsiirrossa aiheutuu ongelmia muun muassa kappaleiden reikiintymisen muodossa. IGESin kehitys on jo lopetettu, mutta sitä käytetään vielä laajasti. [19]

10.5 PDF

PDF (Portable Document Format) on sähköisten dokumenttien ja lomakkeiden defacto standardi. PDF on yleistiedostomuoto, joka säilyttää lähdedokumentin kirjasimet, kuvat, kaaviot ja taiton riippumatta sovelluksesta ja käyttöympäristöstä. PDF sopii hyvin esimerkiksi piirustusten siirtoon ihmisten välisessä tiedonsiirrossa. [20]

10.6 SET

SET (Standard dí.change et de Transfer) on ranskalaisen lentokoneiteollisuuden tarpeisiin kehitetty lähes IGES:n laajuinen standardi. Tarkoitus oli saada IGESiä luotettavampi tiedonsiirtomuoto. Käyttö on vähäistä. [20]

10.7 AutoCAD-pohjaiset tiedonsiirtostandardit

10.7.1 DXF

DXF (Data exchange format) on alun perin AutoCAD-ohjelmistoon kehitetty tiedonsiirtomuoto, josta on tullut defacto standardi. DXF-formaattia on erityisesti käytetty 2D-piirustusten siirrossa erinomaisen siirrettävyytensä vuoksi. Oikein tehtyä DXF-piirustusta on mahdollista käyttää esimerkiksi polttoleikkauksen ohjaamisessa. [19]

10.7.2 DWG

DWG on AutoCAD:in sisäinen tiedonsiirtomuoto, jota monet ohjelmistot tukevat. Lisäksi monet muunnosohjelmat muuttavat muita tiedostomuotoja DWG-muotoon. DWF on uusi tiedostomuoto, joka on tarkoitettu käytettäväksi visualisointiin Web-sivujen kautta. [20]

10.7.3 DWF

DWF on pakattu tiedostomuoto, joten sen siirtäminen on nopeaa. [20]

11 3D-kirjasto

Lämpötila-antureiden 3D-malleille on havaittu tarvetta asiakaskunnassa, joten SKS Automaatio pyrkii vastaamaan kysyntään tarjoamalla asiakkaille mahdollisimman laajan valikoiman 3D-malleja lämpötila-antureista. Useimmat suunnittelutoimistot ja asiakkaat mallintavat prosessejaan tai laitteitaan. 3D-kirjastolla SKS Automaatio pystyisi antamaan asiakkailleen lisäarvoa ja vähentämään heidän työaikaansa.

Tallennusformaatiksi kannattaisi valita STEP, IGES ja SolidWorks (.SLDPRT), toisaalta tallennusformaattien lisääminen ei ole suuri asia.

Ensimmäiseksi kannattaisi piirtää kaikki tuotelehtien sisältämät anturit ja suojataskut. Tallennus paikaksi kannattaisi tehdä oma levyasema tai ainakin omat kansiot, jotteivät 3D-kuvat menisi sekaisin 2D-kuvien kanssa.

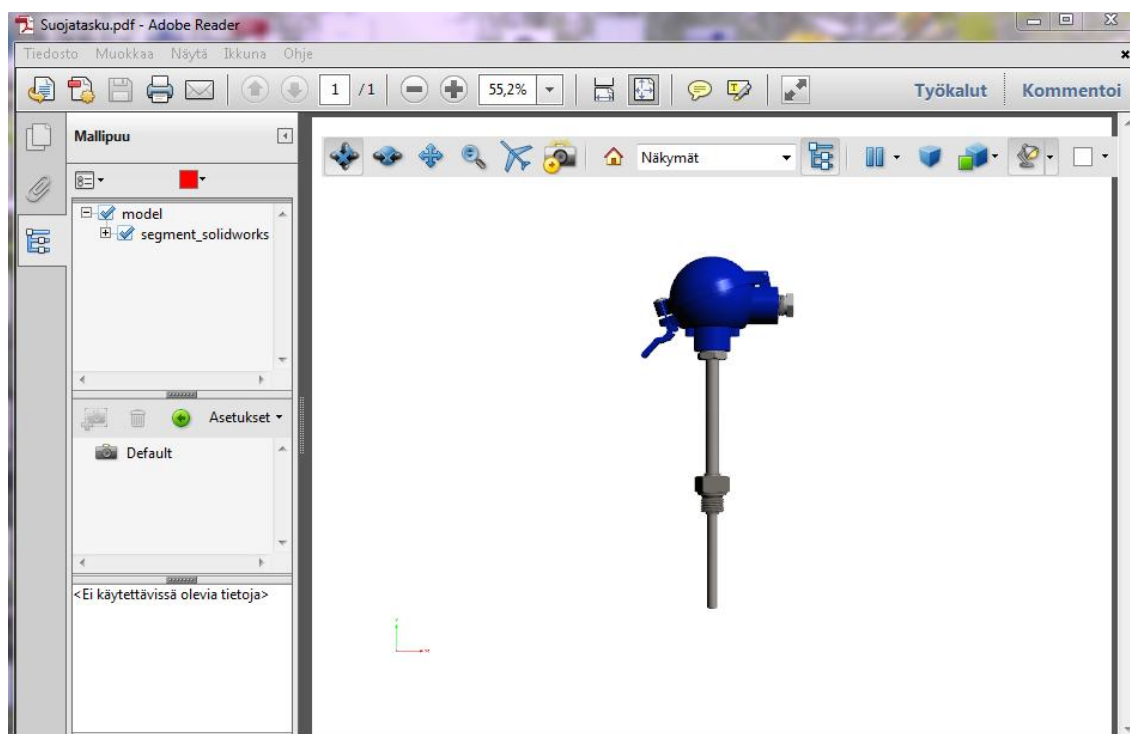
3D-kuvien jakaminen kannattaisi tehdä kyseisen tuotteen omalta tuotelehdeltä, josta voisi valita haluamansa tiedosto muotonsa. Jakaminen mielestäni ei pitäisi olla vapaa- ta, eli pitäisi kirjautua SKS:n sivuille jos haluaa 3D-mallin käyttöönsä. Latauksien perusteella kerättyjä yhteistietoja voidaan käyttää jälkimarkkinoinnissa.

12 Interaktiivinen 3D-kuva

Tuotelehtiin haluttiin interaktiivinen 3D-kuva. Tarkoituksena oli että, kuvaa pystyisi suurentamaan, pyörittämään ja muutenkin tutkimaan. Vastaavanlaisia ominaisuuksia ei suuressa määrin ole havaittavissa. 3D-kuvasta haluttiin tehdä sellainen, että sen pystyy avaamaan ilman mitään erikoisohjelmaa. Ohjelman piti olla sellainen joka löytyisi lähes jokaiselta käyttäjältä ja ei vaatisi mitään rekisteröitymisiä. 3D-kuvasta saa paremman mielikuvan kuin 2D-kuvasta, ja 3D-kuva vastaa täysin sitä mitä lopullinen tuotekin on.

12.1 Adobe Reader

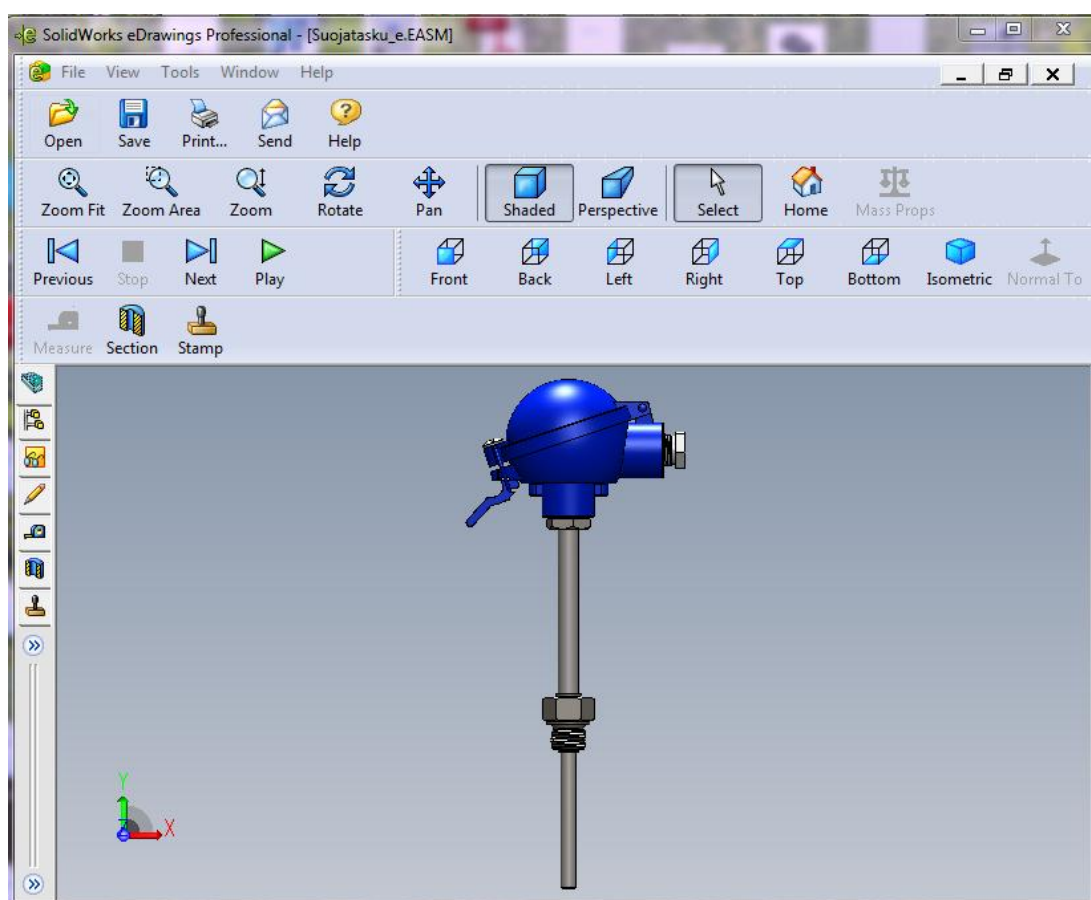
Adobe Reader ohjelmalla pystyi tekemään 3D-toimenpiteen. Ohjelma on ilmainen eikä vaati mitään toimenpiteitä käyttäjältä. Ohjelma tekee 3D-kuvasta kohtalaisen näköisen. Piirteiden reunat eivät ole kauhean terävät ja kuva näyttää hieman "rakeiselta". Työkaluja Adobe Readerissa ei ole kauheasti, mutta perus liikuttelu ja pyörittely onnistuivat helposti. Adobe Readerin paras etu on sen yleisyys, ohjelma löytyy lähes jokaiselta käyttäjältä.



Kuva 40. Adobe Portable Document Format (*.pdf).

12.2 SolidWorks eDrawings

SolidWorks eDrawings ohjelmalla pystyi tekemään 3D-toimenpiteen. Ohjelma on ilmainen eikä vaati mitään toimenpiteitä käyttäjältä. SolidWorks eDrawings ohjelma ei löydy ihan jokaiselta käyttäjältä, mutta on käytössä tekniikan alan henkilöillä ja on helposti ladattavissa. Ohjelma tekee 3D-kuvasta erittäin hyvän näköisen. 3D-kuvan reunat on terävät ja kuva korkealuokkaisen näköinen. Työkaluvalikoima on suuri, leikkaus kuvan saa helposti tehtyä toiminnolla section. Ohjelmassa tulee valmiina niin sanottu valmis simulointi, joka käynnistettäessä liikuttaa kappaletta automaattisesti jokaisesta kuva kulmasta.



Kuva 41. eDrawings (*.easm)

12.3 3D XML Player

3D XML Player ohjelmalla pystyi tekemään 3D-toimenpiteen. Ohjelma on ilmainen eikä vaati mitään toimenpiteitä käyttäjältä. Ohjelma tekee 3D-kuvasta ihan hyvän näköisen.

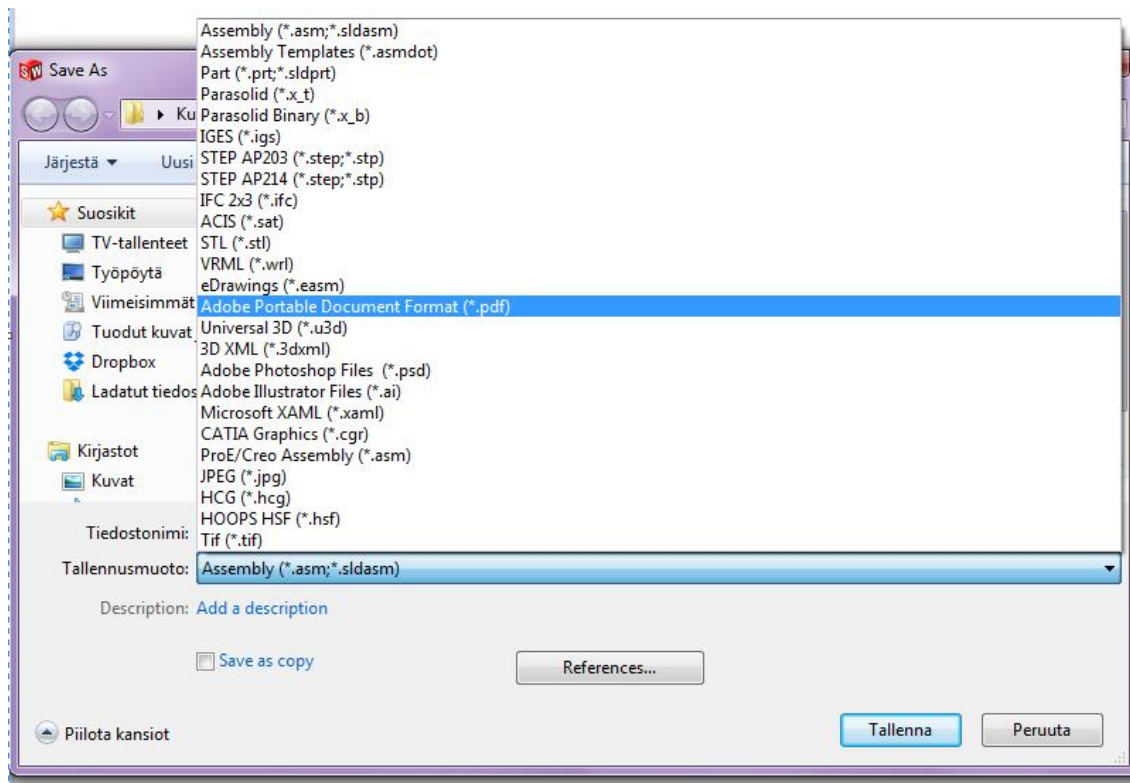
3D XML Player ei löydy kaikilta käyttäjiltä, mutta on helposti ladattavissa. Kuvanlaatu sijoittuu vertailussa Adoben ja SolidWorksin välimaastoon, SolidWorksin ollessa paras. Työkalu valikoima on aika suppea, mutta perus zoomaus ja liikuttelu onnistuivat hyvin. Ohjelman mukana tulee samanlainen valmis simulointi kuin oli SolidWorksissä. Simulointi toimii painettaessa "Play" painiketta, kappale liikkuu jokaiseen eri kuvakulmiin ja se toimii moitteettomasti.



Kuva 42. 3D XML (*.3dxml)

12.4 SolidWorks kuvan muuntaminen 3D-PDF:ksi

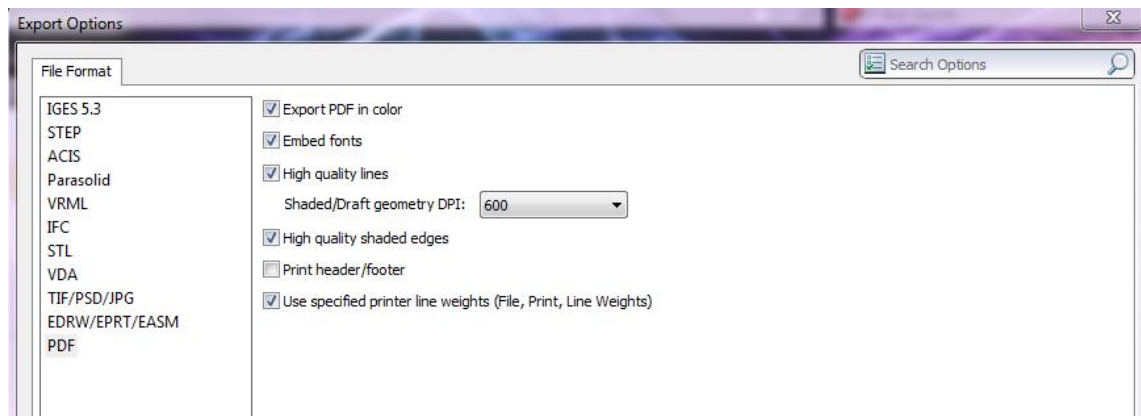
Avaa Solidworks:ssä välilehti File, ja valitse Save as. Jonka jälkeen aukeaa kuvan 43 mukainen ikkuna josta voi valita haluamansa tallennusmuodon.



Kuva 43. Tallennusmuodot.

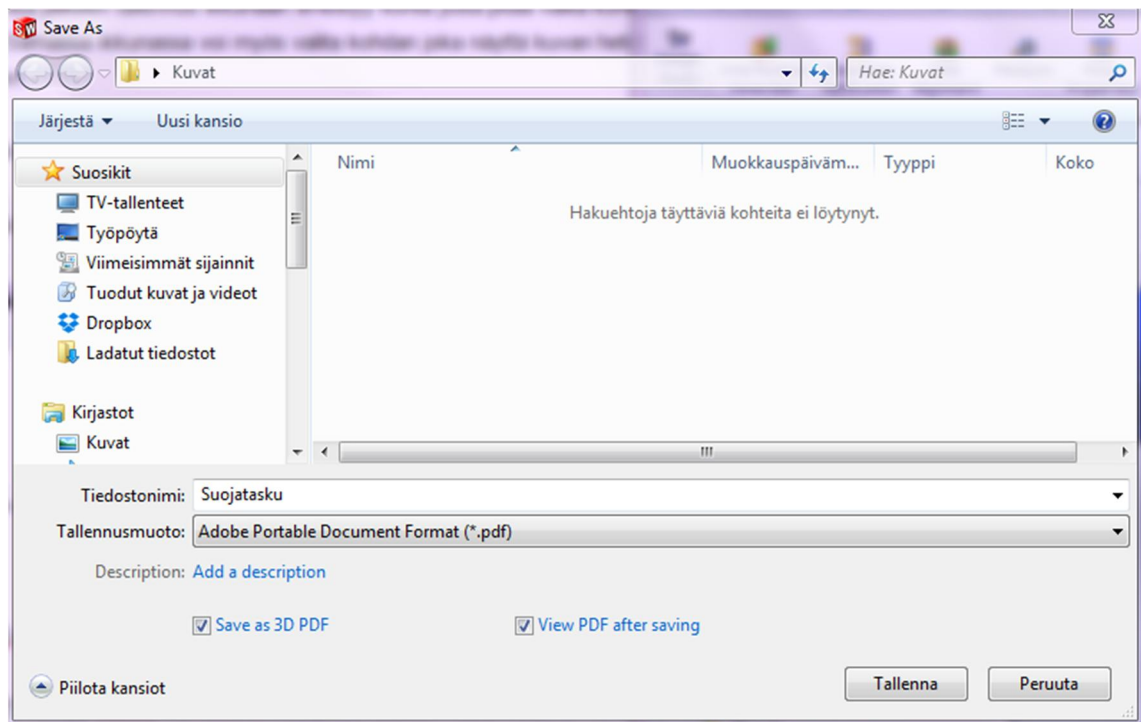
Tiedoston muuntaminen PDF:ksi tapahtuu SolidWoksissä seuraavalla tavalla. SolidWoksissä oletuksena tallennusmuodolle on Part (*.prt;*.sldprt) tai vastaavasti jos kyseessä on kasausvaiheen tallennus niin, silloin käytössä on Assembly (*.asm;*.sldasm). Tallennusmuodoksi pitää valita valikosta Adobe Portable Document Format (*.pdf), jonka jälkeen tallennus-ikkunaan ilmestyy kohta josta pitää valita Save as 3D PDF. Samassa ikkunassa voi myös valita kohdan joka näyttää kuvan heti tallennuksen jälkeen. Vaihtoehdot kuvakkeen takaa löytyy vielä paljon lisävalintoja tiedostoihin liittyen.

Vientiasetukset (Export Options) välilehdellä on valittava asetuksia joita viedään kuvan mukana.



Kuva 44. Export Options.

Kuvassa 44 näkyy PDF:n vientiasetukset, jossa voidaan valita vietävät värit, fontit, kuvan laatu, tummennetut reunat, ylä- ja alatunnisteet sekä viivan paksuudet. Valintojen jälkeen hyväksy painamalla OK. Jonka jälkeen paina tallenna (kuva 45). Kuva avautuu automaattisesti, jos valitsit kohdan View PDF after saving.



Kuva 45. Save As.

13 Tuotelehdet

13.1 Vanha tuotelehti

SKS Automaatiolla on tällä hetkellä yli 50 kappaletta tuotelehtiä lämpötila-antureista. Tuotelehtien antama tieto antureiden käytöstä ja niiden ominaisuuksista on puutteellista. Standardi viittaukset tarkistettiin.

Ensisijaisena tavoitteena on helpottaa tuotelehtien helppolukuisuutta, tietosisällön laajentamista ja koko tuotelehtien layoutin ulkonäköä. Nykyisessä lämpötila-antureiden tuotelehdissä on puutteellista tietoa. Puutteelliset tiedot ovat lähinnä kaikki teknisiin ominaisuuksiin liittyviä. Seuraavat asiat koettiin puutteellisiksi tai ne puuttuivat kokonaan. Vanha tuote lehti on liitteenä.

- Tuotelehdissä ei ole mainintoja kytkentäpää vaihtoehdoista, on vain yksi perus vaihtoehto.
- Antureiden tarkkuusluokkia ei ole käsitelty mitenkään.
- Vaihtoehtoja suojataskun materiaaleille ei ole.
- Kierrelitöntä prosessiin vaihtoehtoja on vain yksi, G $\frac{1}{2}$ ".
- Käyttölämpötilasta on maininta, maksimi käyttölämpötila 550 °C, mutta ei ole minimi lämpötilaa.
- Asennusesimerkki puuttuu.
- Lisätarvikkeita ei mainita, esimerkiksi asennusmuhvi.
- Standardi-viittausten oikeellisuus tarkistettiin.
- Kaapelitiivisteiden kokoluokasta ei ole mainintaa.
- Vasteaikaa ei ole mainittu.
- Hyväksyntöjä ei ole mainittu, esimerkiksi DNV, ISO ja ATEX.
- Koodiavaimen puuttuminen, koodiavain ei kuulu insinööriyön piiriin. Mutta koodiavain tullaan lisäämään uuteen tuotelehteen.

13.2 Uusi tuotelehti

Uuteen tuotelehteen haluttiin korjata kohdan 13.1 puutteet. Sen lisäksi haluttiin vielä muutamia uusia ominaisuuksia. Interaktiivisen kuvan lisääminen tuotelehden etusivulle internetversioon. Interaktiivinen kuva lisättiin testivaiheessa PDF-pohjaisena. 3D-kuvan lisääminen tuotelehteen, toisena vaihtoehtona olisi ollut valokuva. 3D-kuva oli kummin-kin niin hyvin vaatimukset täyttävä, että siihen päädyttiin. Etuina oli myös se, että kaikki 3D-kuvat saa niin sanotusti kuvattua samasta kohdasta ja samasta asennosta. QR-koodin sisällyttäminen tuotelehden etusivulle, oli haluttu ominaisuus. QR-koodilla ohjataan käyttäjä SKS-Sensors internetsivuille saamaan lisätietoa. Uudesta tuotelehdestä on tehty ensimmäinen testiversio, jossa kartoitettiin tuotelehteen lisättävien tietojen vaatima tilantarve. Tuotelehdestä tuli kolmi-sivuinen. Tuotelehti on liitteenä työn lopussa (liite 1). Tuotelehteen lisättiin myös koodi-avaimen hahmotelma. Koodi-avaimella käyttäjä saa rakennettua itse haluamansa tuotteen helposti. Koodi-avaimessa on tyhjiä kenttiä johon käyttäjä pystyy itse valitsemaan haluamansa vaihtoehdon, esimerkiksi ensimmäinen kohta W- (mittausvastus) tai T- (termopari). Ensimmäinen versio uudesta tuotelehdestä tehtiin Taitto-ohjelmalla.

14 Qr-koodi

QR-koodi on kaksiulotteinen kuviokoodi. Se eroaa yksiulotteisesta viivakoodista juuri kaksiulotteisen rakenteensa johdosta. QR-koodi on kehitetty japanilaisessa Denso-Wave-nimisessä yhtiössä 1994. "QR" on lyhenne sanoista "Quick Response". Niin kuin nimi kertoo, koodin sisältö on purettavissa ja luettavissa nopeasti. [21]

Vaikka QR-koodit kehitettiin alun perin liukuhihniteollisuuden nopeaksi tuotannonseurantavälineeksi, ne ovat levinneet mobiilikäyttöön matkapuhelimilla. Matkapuhelimilla QR-koodeja luetaan erillisillä, yleensä ilmaisilla sovelluksilla, jotka voi asentaa matkapuhelimeen joko puhelimen valmistajan (esimerkiksi Nokia ja Apple) tai puhelimen käyttöjärjestelmän (muun muassa Android) sovelluskaupan kautta. [21]

QR-koodi haluttiin tuotelehtien etusivulle koska, tarkoituksena oli tehdä kaksi erilaista versiota tuotelehdistä. Ensimmäisestä tuotelehdestä tehdään sellainen joka on tulostettavissa, josta on karsittu joitain tietoja pois. Tietoja karsitaan, koska muuten tulostettaessa sivuja kertyisi todella paljon. QR-koodin avulla saa lisää informaatiota. Toinen datalehden versiossa on kaikki tarvittava tieto, ja sen tarkoitus on olla internetissä.

14.1 Käytännön sovellukset

Suomessa QR-koodien tunnettuus ja käyttö on kasvussa. Yleisin käyttökohde on informaation välittäminen mobiiliin päätelaitteeseen. Koodin avulla kameralla ja verkkoyhteydellä varustettu päätelaite, esimerkiksi puhelin, ohjautuu helposti haluttuun verkko-osoitteeseen. Koodiin voidaan sisällyttää mitä tahansa merkkejä, mutta hyvä yleinen käytötapa on sisällyttää siihen verkko-osoite. Verkko-osoitteessa voi olla sisältöä ja palveluita, joita käytetään päätelaitteen verkkoselaimella. [22]

14.2 Käyttökohteet

Tyypillisesti QR-koodeilla halutaan välittää osoitelinkki mobiileihin päätelaitteisiin. QR-koodiin kirjoitetaan esimerkiksi tuotteen sivun osoite. Asiakas voi lukea koodin älypuhelimensa viivakoodin lukijalla, joka puolestaan osaa avata koodiin kirjoitetun osoitteen

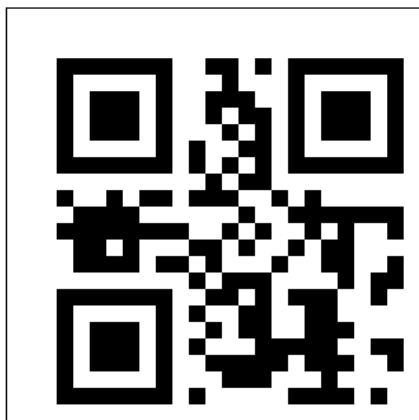
suoraan www -selaimen. Loppukäyttäjä pääsee siis nopeasti halutulle internet -sivulle ilman osoitteen kirjoittamista.

QR-koodi voidaan painaa käytännössä mihin tahansa mainokseen tai esitteeseen. Se voi olla esimerkiksi katumainoksessa, jolloin ohikulkijat pääsevät helposti ja nopeasti halutulle internet -sivulle.

Printtimediassa QR-koodia käytetään niin ikään ohjaamaan internetsivulle. Esimerkiksi tuotemainoksissa halutaan usein enemmän tietoa kuin itse mainokseen on mahdollista laittaa. QR-koodi antaa lisää mahdollisuuksia. [22]

14.3 Lukulaitteet

Lukulaitteena toimivan kameran lisäksi tarvitaan viivakoodin lukemiseen ohjelmisto. Koodien lukemiseen käytettävä ohjelmisto on internetistä ilmaiseksi saatavilla käytännössä kaikkiin älypuhelimiin. [22]



Kuva 46. QR-koodi koodi ohjaa SKS Sensors internetsivuille.

15 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia ja suunnitella SKS Automaatiolle uudet tuotelehdet ja 3D-kirjasto lämpötila-antureista.

Insinööriyössä tutkittiin 3D-mallinnusohjelmia ja niiden toimivuuksia vertailtiin. Vertailussa oli kolme eri mallinnusohjelmaa, SolidWorks, Vertex ja NX. Tutkimiseen käytettiin erilähteisiin perustuvia tietoja, kuten alan kirjallisuutta, diplomi- ja insinööritöitä sekä alan lehti- ja internetartikkeleita. Tutkimuksessa selvitettiin myös eri tallennusformaattien toimivuudet 3D-kirjastoa varten. Selvitys onnistui hyvin, saatiin laaja käsitys eri tallennusformaateista. Selvityksen pohjalta on helppo valita 3D-kirjastolle sopivat tallennusmuodot.

3D-mallinnus tehtiin SolidWorks-ohjelmalla. Työn alussa ongelmia tuotti Metropolialta saatu opiskelijalisenssi, jolla pystyi lataamaan ohjelman omalle kotikoneelle. Vasta kolmannella eri opiskelijalisenssillä saatiin SolidWorks toimimaan. Syytä tähän ongelmaan ei tiedetä. Ongelmaan saattoi vaikuttaa se, että insinööriyön tekijällä oli jo aikaisemmin ollut SolidWorks ladattuna. Itse mallinnus onnistui hyvin, vaikeuksia tuotti lähinnä kappaleiden oikea mitoitus. Mallintamisessa tarvitaan kaikki mahdolliset mitat ja kaikkia mittoja ei ollut saatavilla. KytKentäpään mallintamisessa apunani ei ollut ainutakaan mittaa, vaan kaikki mitat mitattiin työntömittaa apuna käyttäen. KytKentäpää on erittäin monimutkainen kappale, joka tehdään valamalla.

Tuotelehdissä ensisijaisena tavoitteena oli helpottaa tuotelehtien helppolukuisuutta, tietosisällön laajentamista ja koko tuotelehtien layoutin ulkonäköä. Nykyisessä lämpötila-antureiden tuotelehdissä oli puutteellista tietoa. Puutteelliset tiedot ovat lähinnä kaikki teknisiin ominaisuuksiin liittyviä. Tuotelehdistä saatiin tehtyä ensimmäinen versio. Ensimmäisessä versiossa kartoitettiin lähinnä miten paljon tilaa tarvitaan sekä ulkoista ilmettä.

Tuotelehtiin haluttiin myös interaktiivinen 3D-kuva. Tarkoituksena oli, että kuvaa pystyisi suurentamaan, pyörittämään ja muutenkin tutkimaan. 3D-kuvasta haluttiin tehdä sellainen, että sen pystyy avaamaan ilman mitään erikoisohjelmaa. Ohjelman piti olla sellainen, joka löytyisi lähes jokaiselta käyttäjältä ja ei vaatisi mitään rekisteröitymisiä. 3D-kuvasta saa paremman mielikuvan kuin 2D-kuvasta, ja 3D-kuva vastaa täysin sitä mitä lopullinen tuotekin on. Interaktiivisen kuvan käytön vertailu onnistui erittäin hyvin. Työs-

sä vertailtiin kolmea ohjelmaa Adobe Reader, SolidWorks eDrawings ja 3D XML Player. Kaikki vertailussa käytetyt ohjelmat olivat hyviä idean toteuttamiseen. Adobe Reader -ohjelma nousi vertailussa parhaalle paikalle ohjelman yleisyytensä takia.

Insinööriyön aikana eri 3D-mallinnusohjelmat ja tallennusformaatit tulivat tutuiksi. Itse mallintaminen oli oikein mielekästä, ja sitä voisi tehdä vaikka jatkossakin. Omat mallinustaitoni kehittyivät huomattavasti. Uusien piirto toimintojen oppiminen nopeutti piirtämisessä. Vaikka insinööriyöhön oli varattu riittävästi aikaa, piti insinööriyön lopussa kuitenkin kiirehtiä johtuen aikataulun muutoksista.

Lähteet

- 1 Yritys esittely. Verkkodokumentti.<<http://www.sks.fi/www/sp?Open&cid=sks-group>>. Luettu 8.3.2014
- 2 Yritys esittely. Verkkodokumentti. <http://www.sks.fi/www/_SKS_Automaatio>. Luettu 8.3.2014
- 3 Lämpötila-anturi teoria. (SKS:n sisäistä koulutus materiaalia). Luettu 15.3.2014
- 4 Lämpötila-anturi teoria. <Verkkodokumentti. http://www.sks.fi/www/_lampotila-anturit&id=skssensors-pt100>. Luettu 20.3.2014
- 5 Tuhola, Esa & Viitanen, Kristiina. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Jyväskylä. Tammertekniikka.
- 6 Pt100 värimerkinnot. Verkkodokumentti. <[http://www.sks.fi/www/sivut/E2A17DF1464354E2C2257B6A002E9D02/\\$FILE/SKS_Sensors%C2%AE_lampotila-anturiluettelo-2013-01-10.pdf](http://www.sks.fi/www/sivut/E2A17DF1464354E2C2257B6A002E9D02/$FILE/SKS_Sensors%C2%AE_lampotila-anturiluettelo-2013-01-10.pdf)>. Luettu 8.4.2014
- 7 Termoelementtien lämpötilan kestot. Verkkodokumentti. <http://en.wikipedia.org/wiki/Thermocouple#Thermocouple_types>. Luettu 9.4.2014
- 8 Laboratorio-ohje. Verkkodokumentti <http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.tekniikka.oamk.fi%2F~terohi%2FLabrat%2F_lampotila.doc&ei=FnprU_iMHOiJyQPnhoG4Ag&usg=AFQjCNGIBlaMBmJeN8lr12NQvUCg1TrHKA&sig2=EjdiTN5W8KFSbVUvBmt6LA&bvm=bv.66330100,d.bGQ>. Luettu 10.4.2014
- 9 SFS 5059. 2007. Instrumentointi. Instrumenttien sijoittaminen prosessiin. Toinen painos. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Luettu 15.4.2014
- 10 Standarditutuksi. Verkkodokumentti. <www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/sfs_en_iso>. Luettu 15.4.2014
- 11 IP-luokitus. Verkkodokumentti.<<http://fi.wikipedia.org/wiki/IP-luokitus>>. Luettu 16.4.2014

- 12 SolidWorks. Verkkodokumentti. <http://www.solidworks.fi/sw/6453_SVF_HTML.htm>. Luettu 27.3.2014
- 13 Vertex. Verkkodokumentti. <<http://www2.vertex.fi/web/fi/yritys>>. Luettu 27.3.2014
- 14 NX. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/NX>>. Luettu 27.3.2014
- 15 Tiedostomuodot. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W23.pdf>>. Luettu 20.4.2014
- 16 Juhani Lappalainen. 2014. Suunnittelupäällikkö. SKS Toijala Works. Suullinen tieto 29.4.2014. Keskustelu
- 17 IGES ja STEP. Verkkodokumentti. <<http://machinedesign.com/news/whats-new-iges-and-step>>. Luettu 20.4.2014
- 18 Kiviluoma, Marko. 2013. CAD-formaattien yhdistäminen tuotekehityksessä. Insinööriyö. Vaasan ammattikorkeakoulu kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma.
- 19 CAD Format & Compression Information. Verkkodokumentti. <<http://www.te.com/catalog/html/en/geometry.html>>. Luettu 22.4.2014
- 20 Tuotetietostandardien käyttö tuotannossa. Verkkodokumentti. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2005/W23.pdf>>. Luettu 28.4.2014
- 21 QR-koodi. Verkkodokumentti. <<http://fi.wikipedia.org/wiki/QR-koodi>>. Luettu 30.4.2014
- 22 QR-koodi. Verkkodokumentti. <<http://www.qr-koodit.fi/qr-koodi;jsessionid=DE7869C3339D621DD3B785252E63D8AF>>. Luettu 1.5.2014

Uusi tuotelehti sivu 1/3

SKS SENSORS®

Tuotelehti 9A

**Hitsattava suojatasku
DIN43772 Form 4 mukaan**



- lämpötila-alueille +50...150
- vaihdettavalla sisäelementillä
- vaihdettavalla sisäelementillä
- vaihdettavalla sisäelementillä
- vaihdettavalla sisäelementillä

Anturia voidaan käyttää muunmuassa seuraaviin teollisuuden sovelluksiin. **Sisäelementti vaihdettavissa**



Tekniset tiedot

Suojaputken vakiomateriaalit	AISI, maks. temp +550 °C, hetkellisesti +850 °C INCONEL 600, maks. temp +550 °C, hetkellisesti +850 °C Tulenkestävä teräs, maks. temp +550 °C, hetkellisesti +850 °C
Tarkkuusluokat	A, toleranssi +/- 0,15, käyttölämpötila 0...+15 °C B, toleranssi +/- 0,3, käyttölämpötila 0...+15 °C B 1/3 DIN, toleranssi +/- 0,3, käyttölämpötila 0...+15 °C B 1/10 DIN, toleranssi +/- 0,3, käyttölämpötila 0...+15 °C
Lämpötila-alue	-10...+20
Hyväksynät	DNV, ISO, ATEX, IECX, COSTI, METROLOGICAL PATTERN APPROVAL, ROSTECHNADZOR
IP-luokka	IP65
Vasteaika	t_{90} approx. 50 s. vedessä 0,2 m/s, 0 9 mm


SKSAUTOMAATIO
automaatio@skk.fi www.sks.fi

SKS Automaatio Oy

Etelä-Suomi
Martinkyläntie 50
01720 VANTAA
puhelin 020 764 61
faksi 020 764 6820

Länsi-Suomi
Postikatu 2
20250 Turku
puhelin 020 764 7600
faksi 020 764 7649

Keski-Suomi
Tammelan puistikatu 21 A
33500 Tampere
puhelin 020 764 7500
faksi 020 764 7501

Tavaraosasto
Verastokatu 10
06800 Hyvinkää
puhelin 020 764 8353
faksi 020 764 8355

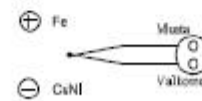
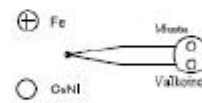
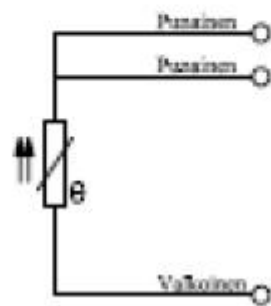
Uusi tuotelehti sivu 2/3

SKS SENSORS®

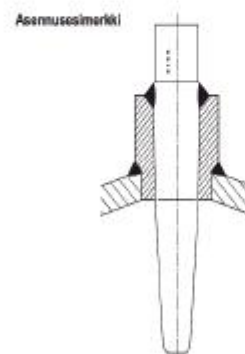
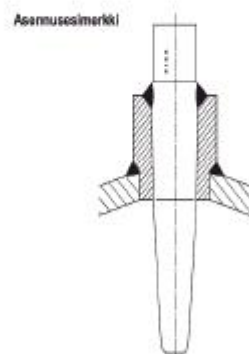
Tuotelehti 9A

**Hitsattava suojatasku
DIN43772 Form 4 mukaan**

Kytkenät



Asennusesimerkit



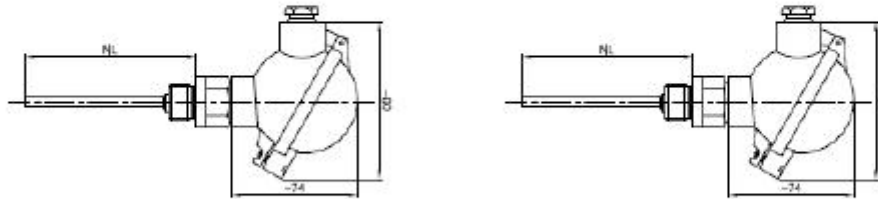
Uusi tuotelehti sivu 3/3



Tuotelehti 9A

Hitsattava suojatasku
DIN43772 Form 4 mukaan

Mittapiirros



Koodiavain

W - B - 9 - D / W / H - 160 - G 1/2" - 4 - A - TR

Suojatasku + Pt100-mittauselementti

W	= Pt100-veitsanturi, 2xW = 2xPt100-veitsanturi
Johdinluokitus	
A	= toleransiluokka A (VAKIO)
CB	= keramiisella kytkentänskaalla
TR	= vapaat johdot lähetettä varten

Esimerkkejä:
W-B-11-DH-250-G1/2-A-TR
W-B-9-D-100-G1/2-A-CB
W-B-6K-N-50-NPT1/2"-4-A-CB

Suojatasku

B - 9 K - D / W / H - 160 - G 1/2"

B	= liittokierre
F	= laippa
C	= liittokierre 1"
D	= hitsattava tasku
A	= ei kierrettä
K	= keramiinen suojatasku
H	= kaulaputki (165 mm) liittokierre M18
Suojataskun halkaisija (mm)	tai hitsattava tasku DIN 43 767 D1...D6
K	= ilman kaulaputkea (tyhjä) = kaulaputki (145 mm)
D	= kytkentäpää DIN
N	= kytkentäpää NA
EEEXD	= kytkentäpää ATEX
HST	= hapenkestävä kytkentäpää
B	= kytkentäpää BL
W	= korkea koppe (tyhjä) = tavallinen
H	= pikalukko (klipsi) (tyhjä) = ruuvilukitus
Upotussyvyys (mm)	
Prosessiliitäntä	

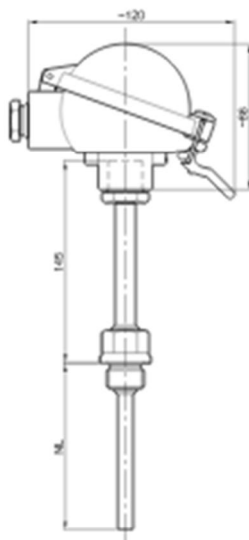
Pt100-vastusanturin toleranssit

Pt100-vastusanturin toleranssit, EN 60751 mukaan				
Lämpötila	Toleranssi			
	Klasse A		Klasse B	
°C	°C	Ω	°C	Ω
-200	±0,55	±0,24	±1,3	±0,56
-100	±0,35	±0,14	±0,8	±0,32
0	±0,15	±0,06	±0,3	±0,12
100	±0,35	±0,13	±0,8	±0,30
200	±0,55	±0,20	±1,3	±0,48
300	±0,75	±0,27	±1,8	±0,64
400	±0,95	±0,33	±2,3	±0,79
500	±1,15	±0,38	±2,8	±0,93
600	±1,35	±0,43	±3,3	±1,06
650	±1,45	±0,46	±3,6	±1,13
700	-	-	±3,8	±1,17
800	-	-	±4,3	±1,28
850	-	-	±4,6	±1,34

Vanha tuotelehti

SKS SENSORS[®]

LÄMPÖTILA-ANTURIT 2



Malli "B-9" tai "B-11"
Kierrettävä lämpötila-anturi
DIN 43772 2G mukaan

Lähdötiedot arvot - vakiomaisia

Kytkentäpäi	Rakenne Form B	D/H
	Epoksidikattu kevytmetalli	IP 65
	Muut <input type="checkbox"/>	

Suojatasku

Materiaali:	Haponkestävä teräs
	Muut <input type="checkbox"/>

Kaulapuken pituus HL:	146 mm
	Muut <input type="checkbox"/>

Kierrelitintä:	G 1/2"
	Muut <input type="checkbox"/>

Halkaisija:	9 mm <input type="checkbox"/>	11 mm <input type="checkbox"/>
	Muut <input type="checkbox"/>	

Asennuspituus NL:	100 mm <input type="checkbox"/>	250 mm <input type="checkbox"/>
	160 mm <input type="checkbox"/>	400 mm <input type="checkbox"/>
	Muut <input type="checkbox"/>	

Käyttölämpötila _____ °C ... _____ °C *Maksimi käyttölämpötila +550 °C

Elementti _____ *Kokonaismittauspituus HL, kaulapuken pituus HL = 146mm, kokonaismittauspituus kysy SKS SENSORSilta.

CB = keramiininen pala elementissä TR = vapaat johdonpäät läheisistä varten

W... Mittausvastus EN 60751 mukaan
Kytken nä t määritetään seuraavalla sivulla

T... Termopari EN 60584-1, luokka 1 mukaan
Kytken nä t määritetään seuraavalla sivulla

Esimerkkejä tuotetyypistä
W-B-9-D/H-100-G1/2-4-A-TR
T-B-11-D/W/H-250-G1/2-K-1-CB

Sivu 1(2)


SKSAUTOMAATIO
www.sks.fi automaatio@sks.fi

SKS Automaatio Oy

Etelä-Suomi
Merkijantie 50
01720 Vanta
puhelin 020 764 61
faksi 020 764 6820

Länsi-Suomi
Ravunkatu 5
20380 Turku
puhelin 020 764 7600
faksi 020 764 7649

Keski-Suomi
Tammilan puistoku 21
33500 Tampere
puhelin 020 764 7500
faksi 020 764 7501

Takarasoite
Miesku 10
05800 Hyvinkää
puhelin 020 764 61
faksi 020 764 8355

Uusi mittakuva

