



SCALEX 1001 -AUTOVAAKA- JÄRJESTELMÄN 3D-MALLINNUS

Jani Greijer

OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2019

Konetekniikka
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikka

GREIJER JANI:
SCALEX 1001 -autovaakajärjestelmän 3D-mallinnus

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Tammikuu 2019

Tämän opinnäytetyön kohdeyrityksenä oli Tamtron Systems Oy, joka on tunnettu auto- ja junavaakatoimittaja. Tavoitteena oli luoda yrityksen käyttöön 3D-malleja Scalex 1001 -autovaakajärjestelmästä ja sen lisälaitteista. Työtä aloitettaessa järjestelmistä oli olemassa vain tekniset 2D-kuvat ja valokuvia aiemmista asennetuista järjestelmistä. Yritys tarvitsi käyttöönsä nykyaikaiset 3D-mallit, joista järjestelmää voitaisiin tarkastella tietokoneelta interaktiivisesti. Mallinnustyö suoritettiin Espoon ja Tampereen toimistoilla syksyn 2018 aikana. Työssä käytettiin Dassault Systèmesin kehittämää SolidWorks-mallinnusohjelmaa, jossa kelluvan lisenssin käyttö mahdollisti työskentelyn useassa työpisteessä.

Projektin aluksi kartoitettiin valmiit tekniset kuvat autovaakajärjestelmän osista. Valmiiden teknisten kuvien avulla voitiin mallintaa mm. perustat, vaakasillat ja osa lisälaitteista. Lopuista osista, kuten kortinlukijoista ja lisänäytöistä, ei ollut saatavilla valmiita dokumentteja, joten ne mallinnettiin tarkkoihin mittoihin mittamalla aitoa tuotetta.

Mallintaminen alkoi anturien ja perustan kiinnitysvarusteista, minkä jälkeen luotiin lisäosat vaakasiltoihin. Tämän jälkeen mallinnettiin perustat ja vaakasilta, joista tehtiin omat kokoonpanot. Työtä jatkettiin mallintamalla vaakajärjestelmän lisälaitteet ja niiden kiinnitystolpat. Projektin lopuksi koko järjestelmä kasattiin yhteen kokoonpanoon ja siitä luotiin havainnollistavia kuvia tähän raporttiin.

Työssä onnistuttiin aikataulullisesti hyvin ja mallintamisen osuus valmistui joulukuksi 2018. Valmiiden kuvien avulla voidaan luoda teknisiä kuvia tuotannon käyttöön tai tarkastella rakenteellisia ominaisuuksia myynti-, koulutus-, tai huoltotilanteissa. Projektin aikana malleille löydettiin useita käyttökohteita ja niistä tullaan luomaan useampia konfiguraatioita raportin jälkeen.

Projektin aikana tuli ilmi myös tuoterakenteellisia epäkohtia. Näiden osalta tulisi miettiä mallinnuksen ja kokoonpanojen nimeämistä ja ERP-järjestelmän mukaisen nimikkeiden käyttöä.

Tulevaisuudessa tällainen mallinnusprojekti olisi kohdistettavissa Tamtron Systems Oy:n junavaakamalleihin kuten esimerkiksi Trapper ja Wild.

Tästä raportista on poistettu tarkempia mittoja muun muassa perustoista ja vaakasillasta, mitkä eivät ole julkista tietoa.

Asiasanat: 3D-mallinnus, autovaaka, punnitus, järjestelmä

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical Engineering
Production Engineering

GREIJER JANI:
3D-Modeling of the SCALEX 1001 Truck Scale System.

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 0 pages
January 2019

The purpose of this thesis was to create precise and useful 3D models of the Scalex 1001 Truck Scale System. These models would be used for training and illustration purposes. This project was commissioned by Tamtron Systems Oy. The work was made in Espoo and Tampere during the fall 2018. The written part of this thesis was completed in January 2019.

The project was started by gathering all mechanical and structural drawings together. With these blueprints it was possible to create precise 3D models of the foundation, weigh bridge and load cells. Some optional accessories, e.g. the card reader and traffic lights, had no existing blueprints and were created by measuring the physical products.

The modeling started by creating the attachments of load cells and foundations. The weigh bridge was made next, followed by options and their accessories. After all these parts were created it was time to proceed with assemblies. Small assemblies were made for the weigh bridge with load cells and foundation with options. After these sub-assemblies the main assembly was made consisting of the whole truck scale system. Rendered images of the systems were created at the end of the project.

The modeling project itself was completed by December 2018 and was on time. With these created 3D-models it is possible to inspect the foundation interactively. Both maintenance and sales department found use for these models.

In future it could be worthwhile to carry out this type of project for train scale systems such as Trapper and Wild.

Key words: 3D modeling, truck scale, weighing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
1.1	Projektin tavoitteet.....	9
1.2	Yritysesittely - Tamtron Systems Oy	10
2	SCALEX 1001 -AUTOVAAKAJÄRJESTELMÄ	11
2.1	Vaa'an pituus	12
2.2	Vaa'an asennustapa	13
2.3	Vaakajärjestelmän lisälaitteet.....	14
2.4	Lakisääteiset asiat.....	14
3	PROJEKTIN SUUNNITTELU.....	16
3.1	Käytetyt työkalut ja komennot	17
4	PERUSTAN MALLINTAMINEN	20
4.1	Pohjalaatan mallintaminen	20
4.2	Perustan päädyt.....	21
4.3	Perustan levennykset.....	22
4.4	Jälkivalut	23
4.5	Kiinnityslevyt ja kaapelitikkaat.....	24
4.6	Viemärit.....	27
4.7	26 metriä pitkän upotetun perustan erot.....	28
4.8	13 metriä pitkän avoimen perustan erot	29
5	VAAKASILLAN MALLINTAMINEN.....	30
5.1	Sillan mallintaminen	30
5.2	Kaiteiden mallintaminen	31
5.3	Vaakasillan kokoonpano	32
6	LISÄLAITTEIDEN MALLINTAMINEN	33
6.1	Kiinnitystolpat.....	33
6.2	Kuljettajaterminaali.....	34
6.3	Kortinlukija	35
6.4	Perävaunupainike	36
6.5	Liikennevalo	37
6.6	Lisänäyttö.....	38
6.7	Puomi.....	39
6.8	Rekisterikamera	41
7	JÄRJESTELMÄN KOKOONPANO	43
7.1	Perustan lisäosien lisääminen kokoonpanoon	44
7.2	Optioiden ja lisälaitteiden lisääminen perustaan	45
7.3	Vaakasillan lisääminen perustaan.....	46

8	VALMIIN JÄRJESTELMÄN ESITTELY	48
8.1	Yleiskuva	48
8.2	Vaa'an perusta	50
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	52
9.1	Toteutus	52
9.2	Ajankäyttö	53
9.3	Valmiiden mallien hyöty	54
9.4	Muuta	54
	LÄHTEET	56

LYHENTEET JA TERMIT

Askelväli	Digitaalisen näytön porras/askel, jonka tarkkuudella vaaka ilmoittaa (eli vaihtaa) lukemia.
Kantavuus	Nimelliskuorma, jonka vaakasilta mittaa ja kestää fyysisesti taarauspaino mukaan laskettuna.
Määräaikaismennus	Vaaka on varmennettava tietyin väliajoin, jotta kaupallinen käyttö voi jatkua.
Sinetöinti	Vaaka sinetöidään varmennuksen yhteydessä sinetillä, jonka rikkominen tekee vaa'asta laittoman kaupalliseen käyttöön. Sinetti voidaan asettaa esimerkiksi anturien kytkentärasian pultin suojaksi.
Vaakainstrumentti	Laite, joka muuttaa sille syötetyt anturisignaalit vaa'alta näkyviksi luvuiksi. Vaakainstrumentti myös sisältää punnituksen parametrit ja kalibrointiasetukset.
Kelluva lisenssi	Ostettuja lisenssejä voidaan käyttää millä tahansa tietokoneella. Kerrallaan käynnissä voi olla yksi ohjelma jokaista lisenssiä kohden.
Vaakaoperaattori	Vaaka-alalla käytettävä termi autovaa'an käyttäjästä, joka suorittaa punnituksia manuaalisesti esimerkiksi vaakakopista käsin.
Vaakakoppi	Vaaka-alalla käytettävä termi pienestä sisätilasta, jossa usein sijaitsee punnitus-PC ja tulostin.
Kuljettajaterminaali	Vaaka-alalla käytettävä termi vaa'an yhteyteen sijoitusta laitteesta, joka ohjaa kuljettajaa punnituksessa. Terminaalin kautta kuljettaja voi myös hoitaa punnituksen tuotteistuksen itse.
Scalex 1001	Tamtron Systems Oy:n betoninen autovaaka(järjestelmä).
Scalex 6500	Tamtron Systems Oy:n uusimman kuljettajaterminaalin myyntinimike.
Punnitus-PC	Tässä raportissa: Tamtron Groupin käyttämä yhdystermin PC:lle, jossa pyörii yrityksen punnitusohjelmisto.

DWG	Tässä raportissa: AutoCAD-ohjelmiston alkuperäinen tiedostomuoto. Sisältää CAD-piirustuksen kaikki tiedot, kuten suunnitelmat, geometriset tiedot sekä kartat ja valokuvat.
AutoCAD	Yhdysvaltalaisen Autodesk Inc. -yrityksen kehittämä CAD-ohjelma.
SolidWorks CAD-ohjelma	Yksi markkinoilla olevista 3D-suunnitteluohjelmistoista. Tietokoneella käytettävä suunnittelu-, mallinnus- tai simulointiohjelmisto (eng. Computer-Aided Design).
OIML	The International Organization of Legal Metrology – organisaatio, joka kehittää ja julkaisee alan standardeja ja vaatimuksia.
TUKES	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Suomessa toimiva virasto, joka valvoo ja edistää tuotteiden, palveluiden ja teollisen toiminnan turvallisuutta ja luotettavuutta.
EC (tai EY)	European Community (suom. Euroopan Yhteisö), aikanaan Euroopan maiden keskinäiseen kaupankäyntiin luotu oma yhteisö. Nykyisin EU. EC-lyhenne usein käytössä lakisääteisissä hyväksynnöissä.
sketch	2D-taso, johon piirretty kaksiulotteinen muoto muutetaan kolmiulotteiseksi. Esiintyy joskus myös nimellä skitsi .
Schneider Electric	Yritys, joka valmistaa energiateollisuudessa käytettyjä laitteita ja järjestelmiä.
KL-kiinnityslevy	Tässä raportissa: Peikko Groupin valmistama, metallinen valettava kiinnityslevy.
ERP	engl. Enterprise Resource Planning, eli toiminnanohjausjärjestelmä. Käytetään yrityksen toiminnan ja resurssien suunnitteluun ja hallintaan.
2D	Kaksiulotteinen, eli tasossa (korkeus ja leveys) tapahtuva tai näkyvä asia.
3D	Kolmiulotteinen, eli kolmiulotteisesti (korkeus, leveys ja syvyys) tapahtuva tai näkyvä asia.

RFID	engl. Radio Frequency Identification, eli radiotaajuinen etätunnistus. Käytetään tiedon etälukuun ja tallentamiseen RFID-tunnistekorttien kanssa.
ATEX	Räjähdyksivaarallisissa tiloissa käytettävien laitteiden lainsäädäntö ja standardisointi (ennen Ex). Nykyinen lyhenne tulee ranskankielisen EU-direktiivin nimestä Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosives.
VR	Virtual Reality (suom. virtuaalitodellisuus)
7-segmenttinäyttö	Näyttö, jonka merkit muodostuvat seitsemän segmentin (viivan) muodostamasta kuviosta.
JPEG	Joint Photographic Experts Group, häviöllöinen pakkausmuoto kuville.
Paint	Windowsin vakio-ohjelmiin kuuluva piirto-ohjelma.
PhotoView 360	SolidWorks -ohjelmiston lisäosa, joka mahdollistaa CAD-kuvien renderoinnin.
Renderointi	Medien prosessointimenetelmä. Mahdollistaa mm. valokuvien luomisen CAD-mallista.
LAN	Lähiverkko (Eng. local area network).
PoE	Power over Ethernet. LAN-kytkin, jossa laite saa virransa suoraan ethernet-johdon kautta.

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli luoda yritykselle käyttökelpoisia 3D-kuvia markkinoinnin ja tuotannon tueksi. On tärkeää, että myyjä ja ostaja puhuvat samaa kieltä, sillä autovaaka-alalla suurin osa ostajista ostaa vaa'an ensimmäisen ja viimeisen keran. Tämä ei johdu tuotteiden huonoudesta vaan niiden sukupolvien pituisesta käyttöiästä ja luotettavuudesta. Järjestelmät myös räätälöidään asiakaskohtaisesti jokaisen kohteen omiin tarpeisiin.

1.1 Projektin tavoitteet

Tällä hetkellä autovaakajärjestelmän esittelyssä käytetään apuna muun muassa valokuvia. Valokuvien ongelmana on, ettei niitä voida esitellä "reaaliaikaisesti" eikä valokuvia ole aina tarjolla jokaisesta kuvakulmasta. Valokuvien ongelmana on myös niiden puuttuva standardisointi eli kuvien laatu, määrä ja kuvakulmat riippuvat aina kuvaajasta. Kenttäolosuhteissa ei voida kiireen, sateen, lumen tai pimeän takia olettaa kuvien olevan aina hyvälaatuisia ja jokaisesta kulmasta otettuja.

3D-kuvien etuina on niiden "interaktiivisuus" eli kokoonpanoa voidaan pyörittää ja kääntää näytöllä haluttuun kuvakulmaan. Esiteltäessä vaakajärjestelmää on myyjällä mahdollisuus lisätä ja poistaa optioita reaaliaikaisesti. Tämä voidaan toteuttaa käyttämällä 3D-tiedostojen katseluohjelmaa tai kuvista on mahdollisuus luoda web-pohjainen ratkaisu esim. yrityksen nettisivuille. Tästä voidaan johtaa ns. "tarjouspyyntökone", jonka avulla asiakas voi valita listalta halutut optiot ja pyytää tarjouksen.

Työssä käytettiin SolidWorks -mallinnusohjelmaa kelluvalla lisenssillä. Kuvat mallinnettiin pääosin valmiiden teknisten kuvien perusteella. Valmiit kuvat löytyivät seuraavista osista: vaakasillat ja niiden perustukset, lisälaitteiden jalustat ja alustat. Järjestelmässä käytetään myös osia, jotka ovat yrityksen omaa tuotantoa, mutta niistä ei löytynyt täysin valmiita valmistuspiirustuksia. Näiden laitteiden kohdalla mallinnus tehtiin kuitenkin sitä mukaillen, että syntyneistä 3D-kuvista on

mahdollista tehdä valmistuskuvat tuotantoon jälkikäteen. Tähän osuuteen sisältyi myös ajallisesti paljon selvitystyötä, jotta voitiin käyttää mahdollisimman paljon valmiita malleja (mm. Rittal ja Fibox). Uusien mallinnusohjelmien käytön hyöty näkyy myös tässä asiassa, koska teknisten kuvien merkinnät vanhentuvat ajan myötä, mutta mitat itsessään pysyvät pitkälti samoina. Jos kuvat ovat linkitetty toisiinsa saadaan yhtä 3D-mallia tai teknistä merkintää muuttamalla uudet versiot heti tuotannon käyttöön.

1.2 Yritysesittely - Tamtron Systems Oy

Tamtron Systems Oy (entinen Pivotex Oy) on kotimainen auto- ja junavaakojen vahva ammattilainen. Sen toimipiste sijaitsee Espoossa. Yrityksellä on vuosikymmenten kokemus raskaspunnituksesta ja niiden tiedonkäsittelyjärjestelmistä. Tärkeimpiä myyntiartikkeleita ovat Scalex 1000 -sarjan autovaa'at ja Trapper-junavaakajärjestelmä.

Tamtron Systems on arvostettu toimija niin kotimaassa, kuin ulkomaillakin. Yrityksellä on sisaryhtiötoimintaa Suomessa, Puolassa, Tšokeissa ja Baltiassa. Muita vientikohteita ovat Keski-Eurooppa ja Venäjä. Tamtron Systems Oy toimii osana suurempaa Tamtron Groupia -konsernia, jonka pääpaikka sijaitsee Tampereella. Siellä sijaitsee myös liikkuvan kaluston punnituslaitteisiin erikoistuneen Tamtron Oy:n ja kohdeyritys Tamtron Systems Oy:n tuotannot.

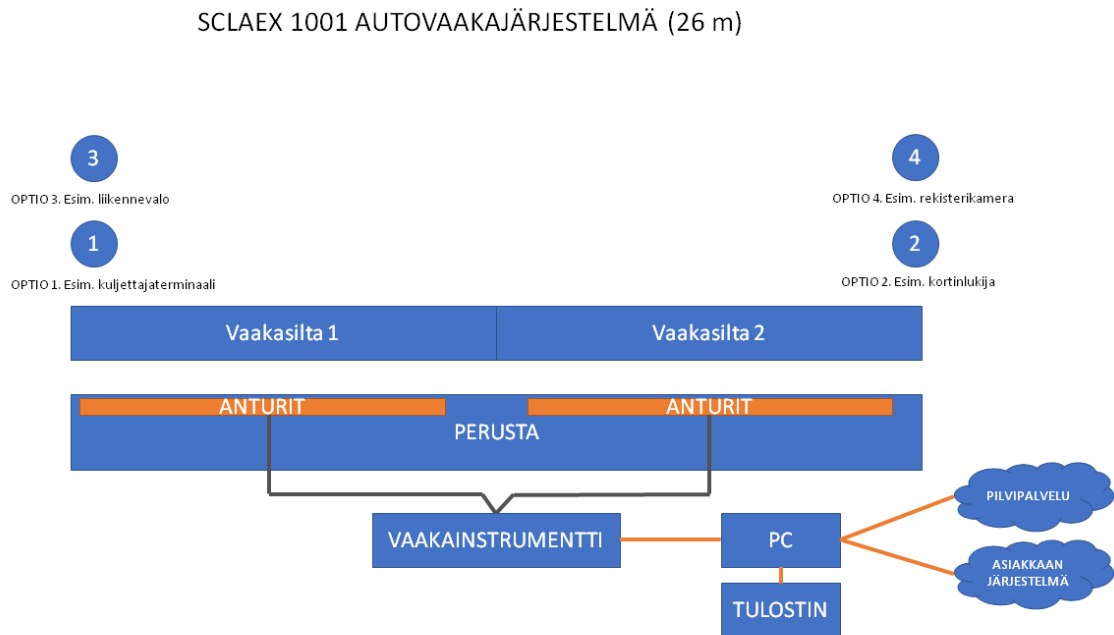
2 SCALEX 1001 -AUTOVAAKAJÄRJESTELMÄ

Mallinnuksen kohteena oleva Scalex 1001 -autovaakajärjestelmä on Tamtron Systems Oy:n myydyin vaakatyyppejä. Se on käyttökohteesta riippuen joko upotettu tai pinta-asenteinen vaaka. Vaa'an perusta on valettua betonia ja siltojen rakennusaineena on teräsbetoni. Sillat valmistetaan Suomessa ja niiden laskettu käyttöikä on rakenteellisesti vähintään 50 vuotta. Komponentit on suunniteltu vaihteleviin olosuhteisiin ja ne kestävätkin niin pakkasta kuin trooppista ilmastoa. Järjestelmä on myös hyväksytty kaupalliseen käyttöön.

Vaakajärjestelmä voi olla myös täysin itsenäinen 24/7 -"kylmävaaka", jossa kuljettajat hoitavat punnituksen itsenäisesti. Vaa'issa on automaattinen nollanseuranta, joten vaaka on aina punnitusvalmis ilman käyttäjän toimenpiteitä. Punnitustapahtuman etenemisestä voidaan informoida esimerkiksi liikennevaloin tai kuljettajaterminaalien avulla. Useimmiten vaakajärjestelmän ohessa on kuitenkin jonkinlainen toimisto tai vaakakoppi, jossa sijaitsevat punnitus-PC, tulostin ja kytkentäkotelo. Vaakakoppiin pääsy voidaan ohjata esimerkiksi painotiedolla ja sähköisellä ovilukolla. Tällöin koppiin ei pääse käsiksi tavallisen henkilöauton ajassa vaa'alle vaan vasta kuorma-auton paino avaa oven.

Kaikki vaa'at rakennetaan samalla perusperiaatteella (Kuvio 1). Vaakatilaus lähtee asiakkaan tarpeista, jonka mukaan määritellään järjestelmän yksityiskohdat. Tamtron Systems Oy:n autovaakoja on käytössä ympäri maailmaa. Käyttökohteita ovat mm. sellutehtaat, sora- ja betonitehtaat, jätteasemat, kaivokset ja satamat. Tärkeimpiä vientimaita ovat mm. Espanja, Portugali ja Venäjä.

Kuvio 1. Vuokaavio tyypillisestä autovaakajärjestelmästä.



Keskivertovaa'assa on kaksi vaakasiltaa, kuljettajaterminaali ja kortinlukija, jolloin vaaka on kaksisuuntainen. Järjestelmään on myös lähes aina liitetty asiakkaan järjestelmä, jonne punnitustiedot siirretään. Tamtron Systems Oy tarjoaa myös omaa ratkaisua punnitustietojen hallintaan. Useimmiten jäteasemilla ja sellutehtailla on jo laajasti käytössään oma tietojenhallintaohjelmisto, johon autovaa'an punnitustieto siirretään eteenpäin.

2.1 Vaa'an pituus

Vaa'an pituuteen vaikuttavat ensimmäisenä kaksi asiaa: punnittava kalusto ja vaa'an asennuspaikka. On suositeltavaa investoida pidempään vaakaan, jos vaa'alla on tarkoitus punnita yhdistelmäajoneuvoja ja asennuspaikalla on riittävästi tilaa perustalle ja ajoreitille. Tämä nopeuttaa ajoneuvoliikennettä, sillä yhdistelmän paino saadaan yhdellä punnituksella eikä kuskin tarvitse liikuttaa ajoneuvoa punnitusten välissä.

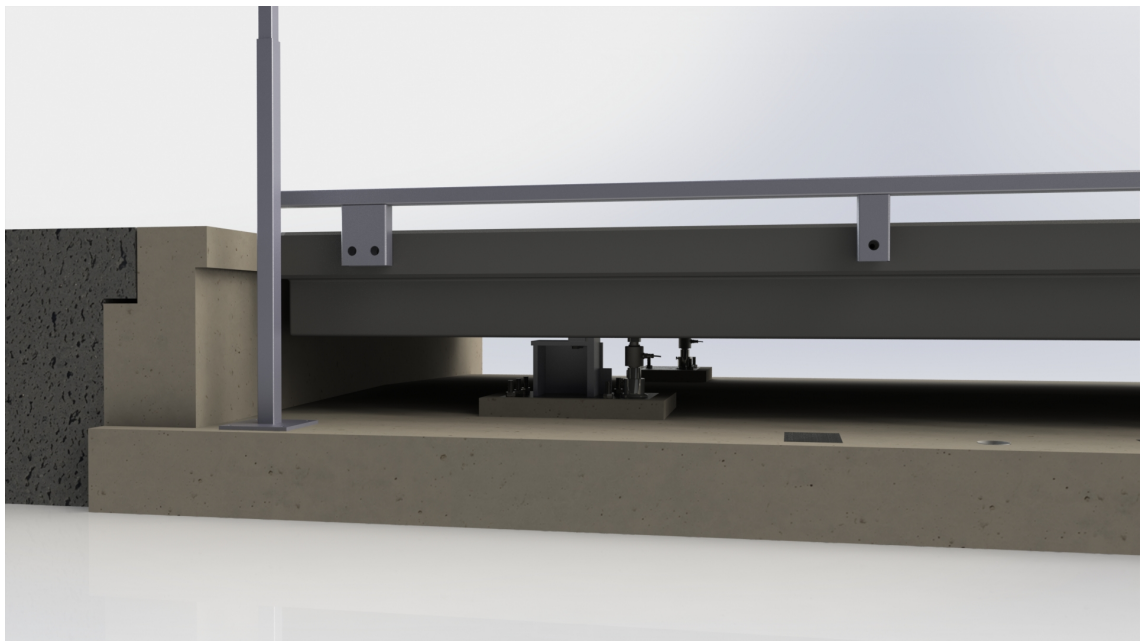
Vaakaa tarjotaan eripituisina versioina, joista asiakas valitsee pääsääntöisesti 13 tai 26 metriä pitkän version. 26 metriä pitkät vaa'at koostuvat kahdesta 13 metriä pitkästä sillasta. Kaksiosaisuuden ansiosta molempien siltojen kantavuus voi olla

esimerkiksi 50+50 tonnia ja jakoväli 20 kg (yksiosaisella 80 t vaa'alla jakoväli olisi 50 kg. Muihin kaksiosaisen vaa'an etuihin kuuluvat myös mm. seuraavat asiat:

- yhdistelmäajoneuvo voidaan punnita kokonaisena tai nuppi ja perävaunu voidaan punnita erikseen ajoneuvoa liikuttamatta
- vaa'at voivat tarvittaessa toimia toistensa varayksikköinä esimerkiksi huolto- tai puhdistustöiden aikana
- vaakalohkojen kesken voidaan suorittaa painon näyttämän vertailua

2.2 Vaa'an asennustapa

Vaa'an asennustapaan vaikuttavia asioita ovat asennuspaikan maa-aines ja asennuspaikka itsessään. Mikäli maahan ei ole mahdollista kaivaa syvää perustaa, voidaan käyttää sivulta avointa perustaa (Kuva 1). Tällöin anturit jäävät näkyviin, mikä voidaan katsoa eduksi ja haitaksi. Etuna voidaan pitää perustan pesun helppoutta. Avoimessa perustassa sillan alle näkee eikä kura voi kertyä kuin ajoramppien väleihin vrt. syvä perusta. Haittoina avoimessa perustassa voi olla sen avoimuus, sillä siltojen alle pääsee tekemään ilkivaltaa. Sillan alle voi talviaikana kertyä lunta ja jäätä sivusuunnasta, jonka takia vaa'an puhdistaminen on entistä tärkeämpää.



Kuva 1. Avoimen perustan 3D-malli. Anturit näkyvissä.

2.3 Vaakajärjestelmän lisälaitteet

Myyntitilanteessa myyjä kartoittaa asiakkaan tarpeen ja tilanteen, jonka perusteella asiakkaalle osataan tarjota oikeanlaista ratkaisua itse vaa'an ympärille. Vaakajärjestelmä koostuu yksinkertaisimmillaan vaa'asta, vaakainstrumentista ja PC + tulostin -yhdistelmästä. Punnitusohjelmisto pyörii PC:llä, josta tiedot voidaan siirtää esimerkiksi asiakkaan ERP-järjestelmään.

Yleisimpiä optioita ovat kortinlukijat ja kuljettajaterminaalit. Näiden lisälaitteiden avulla kuljettajat voivat hoitaa punnituksen itsenäisesti käyttämällä molemmissa laitteissa sijaitsevia RFID-lukijoita. Punnitustapahtuma suoritetaan tällöin tunnistekorttien avulla. Aseman vakiokuljettajille voidaan jakaa omat tunnistekorttinsa, jolloin kuljettajan vastuulle jää vain tunnisteen näyttäminen lukijalle ja punnitusohjelmisto hoitaa loput. Muita yleisiä lisälaitteita ovat liikennevalot, lisänäytöt, rekisterikamerat, puomit ja perävaunupainikkeet.

Jos asennuspaikalla ratkaisevaksi ongelmaksi muodostuu tila, voidaan lyhyttäkin vaakaa käyttää punnitsemaan kokonaisia yhdistelmiä. Tällöin vaakajärjestelmään lisätään perävaunupainikkeet. Painamalla painiketta punnitusohjelma tietää, että ensin punnittu paino oli nupille ja seuraavaksi punnitaan perävaunu. Ohjelma tunnistaa punnittavan osan painon vaihtelun perusteella.

2.4 Lakisääteiset asiat

Jotta vaaka voidaan hyväksyä kaupalliseen käyttöön, on sillä edellytyksiä, joita sen tulee noudattaa. Kaupallisella käytöllä tarkoitetaan materiaalin käsittelyä, jonka hinta määräytyy mittausten (punnitus) perusteella. Tamtron Systems Oy:n Scalex 1001 -autovaakajärjestelmä on hyväksytty kaupalliseen käyttöön.

Uutena toimitetulle vaa'alle tehdään ensivarmennus ennen käyttöönottoa. Jotta vaa'an käyttöä kaupallisessa käytössä voidaan jatkaa, tulee varmennuksen olla aina voimassa. Määräaikaishvarmennus tehdään kolmen vuoden välein.

Toinen asia on tarkkuusluokka, joihin vaa'at jaetaan käyttötarkoituksensa perusteella. Nämä ovat OIML:n asettamia standardeja, joilla pyritään kansallisesti yhteisiin vaatimuksiin mittausalalla. Vaakojen tarkkuusluokkia ovat I, II, III ja IIII -luokat.

I-luokan vaa'at ovat erikoisvaakoja, joita käytetään esimerkiksi lääketeollisuudessa analysointimittauksiin.

II-luokan vaa'at ovat täsmävaakoja, joiden käyttöä edellytetään apteekeissa ja kaupallisessa toiminnassa jalometallien, jalokivien ja aitojen helmien kanssa.

III-luokan vaa'at ovat tavallisia kaupankäynnissä käytettyjä vaakoja. Muun muassa Scalex 1001 -autovaaka on tämän luokan vaakoja.

IIII-luokan vaa'at ovat harvajakovaakoja, joita käytetään mm. tulli-, kuljetus- ja siihen verrattavien maksujen määrittämiseen. (Hemminki, S., Simonen, S., Valkeapää, T. 2009.)

3 PROJEKTIN SUUNNITTELU

Ennen projektin aloitusta tehtiin ajankäytöstä ja mallintamisesta suunnitelma ja työn etenemisjärjestys suunniteltiin seuraavaksi:

1. perustojen mallintaminen ja kokoonpano
2. vaakasillan mallintaminen ja kokoonpano
3. lisälaitteiden mallintaminen ja niiden kokoonpanot
4. perustojen täysi kokoonpano (lisälaitteineen)
5. yhden järjestelmän kokoonpano ja esittely

Perustojen mallintamisen osuudessa luotaisiin perustat muutamasta erilaisesta autovaakatyypistä. Sopivimmiksi vaihtoehtoisiksi valittiin kaksi pituutta ja kaksi erilaista perustetyyppiä. Valittiin 13 metriä pitkä upotettu ja avoin perusta, sekä vertailukohteeksi näihin 26 metriä pitkä upotettu perusta. Raportissa kerrotaan enemmän 13 metriä pitkän perustan mallintamisesta, koska se oli järjestyksessään ensimmäinen mallinnus- ja raportointikohde. Muiden perustojen mallinnus tai kokoonpano eivät juuri eroa keskenään.

Vaakasillan mallinnuksessa lähdettiin mallintamaan ensin betoninen vaakasilta, johon liitettäisiin kaiteet (optio) ja anturikokoonpano. Aluksi tehtiinkin konfiguraatio vaakasillasta kaiteineen ja ilman, jonka jälkeen molempiin konfiguraatioihin lisättiin anturien kokoonpano. Anturien kokoonpanon osat oli mallinnettu aikaisemmin. Tällöin kaiteet voidaan valita näkyviin suoraan sillan kokoonpanon asetuksista. Tähän vaakasillan kokoonpanoon lisättiin myös anturit kiinnitysvarusteineen, jotta anturit asettuvat aina samaan kohtaan perustassa. Niiden lisääminen tässä vaiheessa helpottaa myös mahdollisia muutostöitä anturien kokoonpanon sijainnin tai korkeuden suhteen.

Lisälaitteiden luominen aloitettiin kiinnitystolppien mallintamisella. Näistä löytyivät valmiit tekniset dokumentit, joiden perusteella tolpat myös valmistetaan. Kiinnitystolppia on kahta erilaista mallia, joista molemmista tehtiin matalampi ja korkeampi kokoonpano. Näiden jälkeen siirryttiin muihin lisälaitteisiin. Tärkeimpinä näistä kortinlukijat, lisänäytöt, puomit ja liikennevalot. Työtä nopeutti jo valmis

malli Scalex 6500 -kuljettajaterminaalista, joka oli suunniteltu ja mallinnettu jo aikaisemmin. Kaikki lisälaitteet liitettiin lopuksi kiinnitystolppiin kokoonpanoiksi.

Kun perustojen peruskokoonpano ja lisälaitteet olivat valmiit, voitiin ne yhdistää yhdeksi kokoonpanoksi. Tämä kokoonpano koostui siis perustasta ja sen kiinnitystarvikkeista, lisälaitteista ja niiden kiinnitystolpista sekä vaakasillan kokoonpanosta. Tällaisen perustan (järjestelmän) kokoonpanosta tehtiin useampi konfiguraatio, jossa jokaisessa oli hieman erilaiset lisälaitteet. Tähän raporttiin tarkoitettu konfiguraatio sisälsi autovaa'an, liikennevalot, yhden kortinlukijan ja yhden kuljettajaterminaalin. Järjestelmästä luotiin myös konfiguraatioita puomien, lisänäytöjen ja perävaunupainikkeiden kanssa, mutta niiden sisällyttäminen raporttiin olisi kasvattanut sen pituutta turhan paljon.

Projektin lopuksi tehtiin järjestelmästä PhotoView 360 -renderointiohjelmalla esitelykuvia. Niihin mallinnettiin taustalle yksinkertainen vaakakoppi ja perusta asetettiin maahan. Perustan ympäröivä maa kuvattiin tässä tapauksessa asfaltiksi, sillä useimmiten vaa'an ympärillä on tavallista tehdasaluetta. Järjestelmästä tehtiin tähän raporttiin kolme kuvaa, joista näkee autovaakajärjestelmän yleisellä tasolla. Yksi kuvista tarkennettiin perustan alle anturikokoonpanoon, jotta lukijalle kävisi ilmi anturien sijoittelu ja asennustapa. Kuvakulmat luotiin SolidWorksin **Environment**-valikkoon nimillä Kamera 1 – 3. Tämä helpotti renderointia, koska jokainen testikuva on samasta kuvakulmasta. Tällöin nähdään helposti myös materiaalivalintojen vaikutus väreihin, jolloin niitä voitiin hioa tarpeen mukaan. Kuvakulmien esiasetus kannattaa tehdä varsinkin silloin, kun on tarkoitus verrata kahden renderointiohjelman kuvanlaatua. Esimerkiksi vietäessä malli SolidWorks Visualize -lisäosaan löytyvät asetetut kuvakulmat myös siellä.

3.1 Käytetyt työkalut ja komennot

Yrityksessä käytössä oli SolidWorks-mallinnusohjelma kelluvalla lisenssillä. SolidWorks on Dassault Systèmes -yrityksen kehittämä 3D-mallinnusohjelma, jonka ensimmäinen versio julkaistiin marraskuussa 1995. Virallisesti ohjelmaa markkinoi tytäryhtiö Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. Ohjelma on ominaisuuksiltaan erittäin laaja eikä tässä työssä ollut tarvetta käyttää

visualisointityökalujen lisäksi muita apuohjelmia tai laajennuksia. Mallinnuksen ja suunnittelun lisäksi muita käyttökohteita ohjelmalle ovat lujuuslaskenta ja nesteiden virtauksen simulointi. Ohjelmalla on myös mahdollista tehdä sähkösuunnittelua ja automatisoida piirikaavioiden luonti.

Alla on esitelty yleisimpiä komentoja, joita mallintamisessa käytettiin. Komennot toistuvat 3D-mallinnuksessa ja ovat pitkälti samanlaiset kaikissa ohjelmissa.

Sketch – piirretään 2D-tasoon muoto, jollainen halutaan käsitellä

Extrude – sketchiin piirretty muoto voidaan täyttää. Mahdollisuus valita suunnat, pituudet ja linkittää muihin tasoihin. Suomeksi voidaan puhua **pursottamisesta**.

Cut – sketchiin piirretty muoto voidaan leikata. Mahdollisuus valita suunnat, pituudet ja linkittää muihin tasoihin.

Plane – voidaan luoda taso itse määriteltynä kohtaan. Voidaan löytää helposti kappaleen keskikohta. Paikka voidaan määrittää mitoin tai linkittää muihin tasoihin.

Smart dimension – SolidWorksin automaattinen mittatyökalu, joka valitsee itse sopivimman vaihtoehdon eri mittaustavoista. Voidaan myös pakottaa manuaalisesti käyttämään mm. lineaarista mittausta.

Mirror – komennolla voidaan peilata muoto tai muita ominaisuuksia esimerkiksi keskikohdan toiselle puolelle.

Circular & Linear Pattern – komennoilla monistetaan muoto tai muita ominaisuuksia joko ympyrämaisesti tai lineaarisesti rivi ja sarake kerrallaan. **Circular**-komentoa käytetään myös kiertäen peilaamiseen.

Mate – ominaisuudella liitetään kappaleita yhteen kokoonpanotilassa. Komennolla on monta erilaista variaatiota. Näitä ovat muun muassa keskitys, kierteiden realistinen hyödyntäminen ja hammasrattaat.

Kokoonpanossa osien lukumäärä voi kasvaa tuhansiin, jolloin tarvitaan työkaluja suorituskyvyn parantamiseksi. Hyödyllisiä ominaisuuksia kokoonpanoissa ovat:

Lightweight Mode – ohjelma ei avaa mallia normaalissa **Resolved**-tilassa, jossa kaikki data on ladattu vaan **Lightweight**-tilassa, jossa data ladataan vain osittain. Tämä parantaa huomattavasti kokoonpanojen suorituskyyä. Tässä tilassa kokoonpanoa voidaan muokata vain 15:lla eri komennolla, joista suurin osa liittyy

mittaamiseen ja yleiseen tarkasteluun. Nopeita muutoksia voidaan tehdä, sekä osia voidaan lisätä tai poistaa **Mate**-komennolla.

Large Assembly Mode – avaa kokoonpanon tilassa, jossa ohjelma muokkaa suorituskäytön ja visuaalisten tehosteiden asetuksia parantaakseen koko kokoonpanon suorituskäytön. Osan näistä asetuksista voi käyttäjä itse määrittää. **Large Assembly Mode** ei vaikuta muihin kokoonpanon ominaisuuksiin. Tila voidaan avata manuaalisesti milloin vain, mutta myös automaattisesti tietyn komponenttimäärän ylittyessä. Vaakaperustassa osien määrä pyöri noin 500 komponentin molemmin puolin.

SpeedPak – käytetään kokoonpanojen ”pakkaamiseen” ja lähettämiseen asiakkaille. Ominaisuus pakkaa **Assembly**-tiedostotyyppiin kaikki ominaisuudet ja osat ilman, että asiakkaalle tarvitsisi lähettää jokaista kokoonpanoon liitettyä osaa **Part**-tiedostomuodossa. Käsitellessään ”pakattua” tiedostoa asiakas voi liittää sen omaan kokonaisuuteensa ja käyttää sitä sellaisenaan.

Configurations – kokoonpanoon voidaan luoda eri konfiguraatioita eli varioivia kokoonpanoja. Tämä helpottaa työtä luotaessa mm. eri kätisiä tai pituisia kappaleita. Osia voidaan myös poistaa käytöstä **Suppress**-komennolla valituista kokoonpanoista. Ominaisuudessa voidaan esimerkiksi luoda kaksi mallia henkilöautosta, jossa toisessa ovat kattokaiteet ja antenni, toisessa ne olisivat piilossa. Konfiguraatioita käytettiin paljon myös tässä projektissa, jotta saatiin samaan vaakaperustaan yhdistelyä kaikki lisälaitteet.

4 PERUSTAN MALLINTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään ja raportoidaan 13 metriä pitkän upotetun perustan mallintamisen kulkua ja siihen käytettyjä tekniikoita. Perusta itsessään koostuu yhdestä betonista valetusta osasta, mutta mallintamisessa helpoin lähestymistapa oli luoda perusta pohjalaatasta, päätypalkeista ja sivupalkeista yksi vaihe kerrallaan.

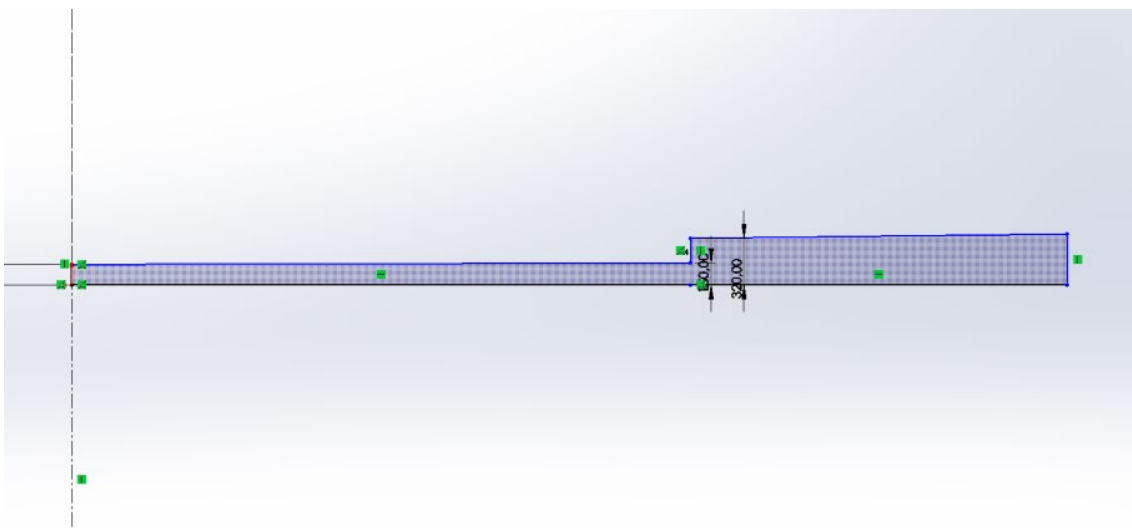
Tähän lukuun on laskettu myös perustaan liittyvät ulkopuoliset komponentit, kaapelitikkaat, viemärit, johtoputket ja anturien kiinnityslevyt. Nämä eivät ole varsinaisia lisälaitteita, vaikka niiden toteutus voikin riippua asiakkaasta. Komponentit kuitenkin liittyvät vahvasti perustojen tekovaiheeseen eikä niitä juurikaan pysty lisäämään oikean asennuksen loppuvaiheessa.

Lopuksi esitellään lyhyesti 26 metriä pitkä upotettu perusta ja 13 metriä pitkä avoin perusta. Kappaleissa verrataan niiden mallintamista ja kerrotaan niiden eroavaisuuksista 13 metriä pitkän upotetun perustan kanssa.

4.1 Pohjalaatan mallintaminen

Perustoja mallintaessa käytössä olivat valmiit tekniset rakennuskuvat, joten malleista tuli tarkkoja. Projektissa käytettiin pääsääntöisesti DWG-kuvia, sillä niitä on helpompi tarkastella tietokoneelta. Esimerkiksi digitaalinen PDF on epätarkka tuloste, jonka käyttö on paljon hitaampaa, kuin AutoCAD-ohjelmassa DWG-kuvan tarkastelu.

13 metriä pitkän upotetun perustan mallintaminen aloitettiin jakamalla perusta kahtia leveyssuunnassa (Kuva 2). Tämä helpottaa mallintamista, sillä perusta on pohjalaatan osalta symmetrinen vielä tässä vaiheessa. Jakamalla sivuprofiili puoleksi säästytään sketchin vääristymiseltä lisättäessä mittoja. Ohjelma antaa mittoja profiilin pituuden keskiviivan ”yli”, joten mittoja ei tarvinnut jakaa kahtia.

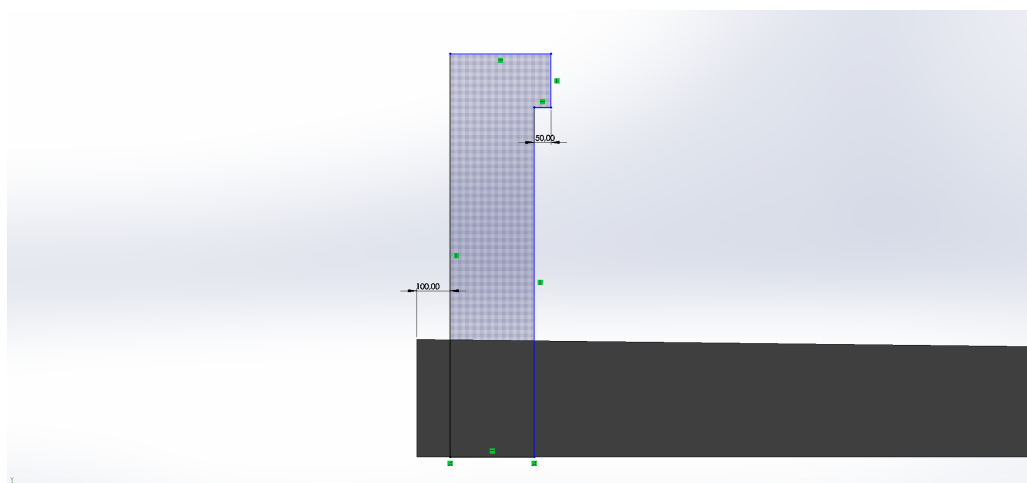


Kuva 2. Perustan puolikas valmiina peilattavaksi.

Kun 2D sivuprofiili oli valmis, se peilattiin keskiviivan toiselle puolelle. Tällöin kassa oli valmis 2D-profiili, joka voitiin pursottaa **Extrude**-komennolla oikeaan leveyteen. Tällöin pohjalaatta oli valmis

4.2 Perustan päädyt

Pohjalaatan päälle voitiin tämän jälkeen alkaa piirtämään päätyjä. Ne kannatti mallintaa erikseen sivuista, sillä uudet pursotetut kohteet voidaan aina yhdistää edellisiin. Tällöin ohjelma tulkitsee kohteiden olevan samaa kiinteää osaa. Pääty mallinnettiin 2D-profiilina sivusta (Kuva 3) ja pursotettiin sopivan mittaiseksi. Koska pääty ei ala aivan pohjalaatan reunasta, käytettiin **Plane**-komentoa luomaan taso johon profiili piirrettiin. Taso (**Plane**) siirrettiin **Offset**-komennolla oikealle etäisyydelle reunasta.

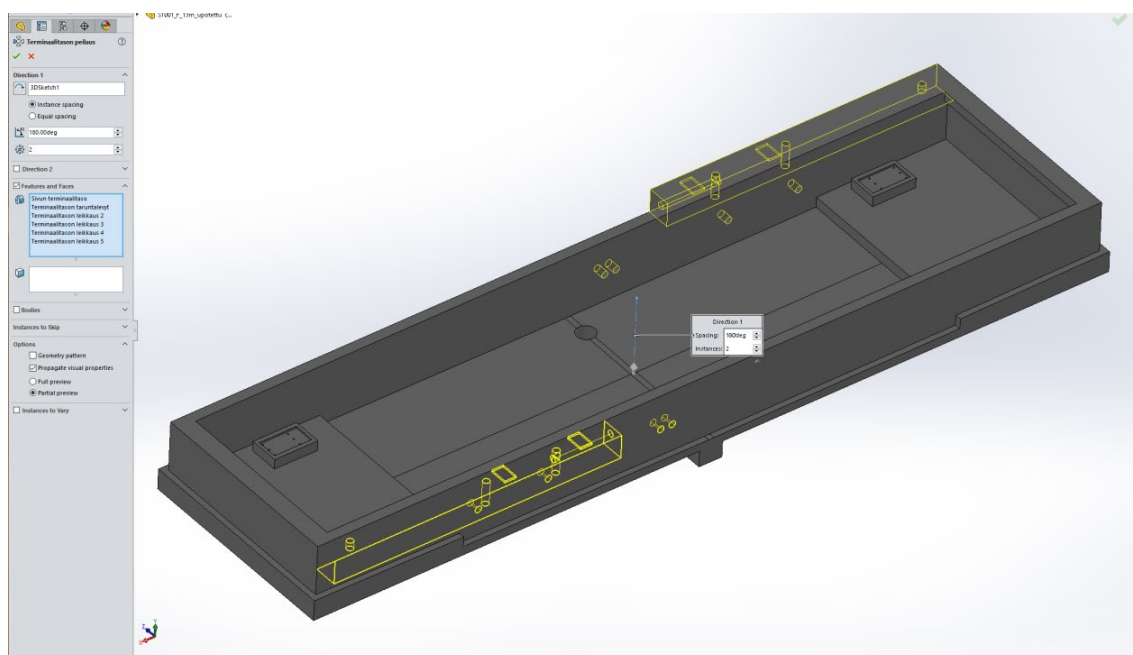


Kuva 3. Perustan päädyn 2D-sketch.

Pääty peilattiin keskelle luodun tason avulla. Koska perustassa on kaadot viemäreille, sivut kannatti piirtää suoraan pohjalaatan pohjatasosta alkaen ja nostaa **Up To Surface** -toiminnon avulla päätyjen tasolle. Silloin perustan sivut nousevat tai laskevat mukana, jos päädyn korkeutta muutetaan. Tässä vaiheessa kasassa oli perustan pohja ja kehikko.

4.3 Perustan levennykset

Päätyjen levennykset (tasot), jonne kuljettajaterminaalit ja muut lisälaitteet asennetaan, toivat haasteita mitoittamisen ja viemäriputkien reittien luomiseen. Tässä vaikeaa oli keksiä oikea keino rei'ittää viemäriputket perustaan. Putkien reiteiksi tehtiinkin yksinkertaiset suorat rei'itykset (Kuva 4).



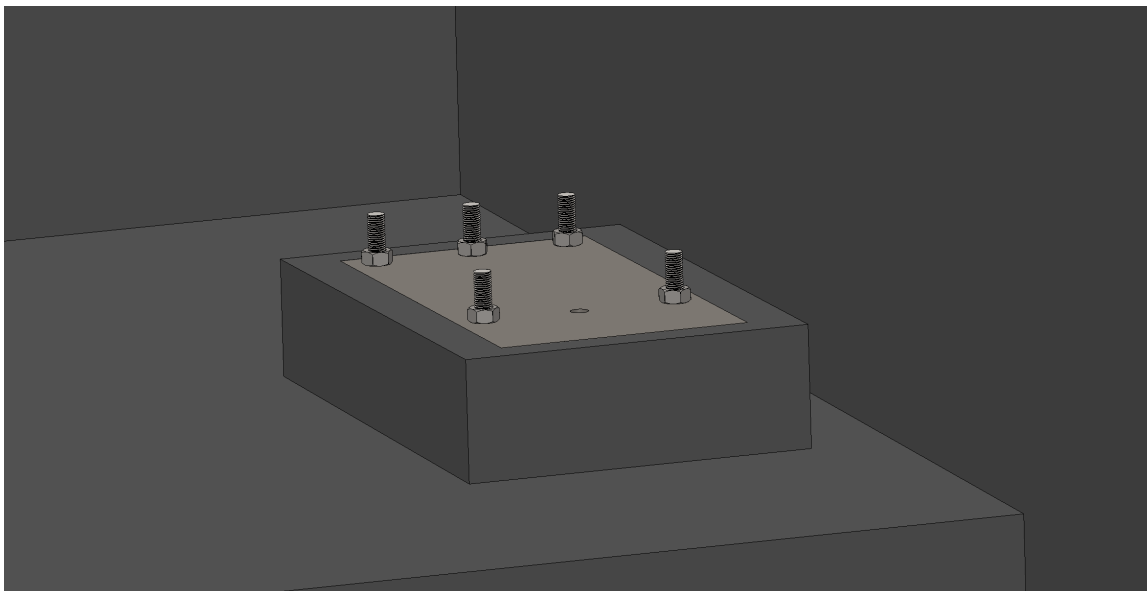
Kuva 4. Levennys kierrettiin apuviivaa hyödyntäen.

Seuraavaksi levennykseen leikattiin aukot metallilevyille, joiden kohdalle asennetaan lisälaitteita ja esimerkiksi ajoneuvoeste. Levyt sijaitsevat maan tasalla levennyksessä ja ovat metallisia, jotta niihin voidaan hitsata. Paikkojen mitat ja asemat löytyivät myös teknisistä kuvista.

Kun levennys oli luotu toiseen pätyyn, oli helpoin tapa peilata se toiselle puolelle luomalla apuviiva keskelle perustaa ja käyttäen **Circular**-komentoa kuvassa (yllä) näkyvän viivan ympäri.

4.4 Jälkivalut

Perustan ”kehikon” jälkeen vuorossa olivat jälkivalut (Kuva 5). Tosielämässä ne valetaan aivan loppuksi, kun metallilevyt ovat paikoillaan ja oikealla korkeudella. Jälkivalulla varmistetaan levyjen lopullinen paikka, sillä ne toimivat anturien aluslaattoina. Tämä osuus onkin valamisessa yksi tarkimmista mm. tasovaatimusten ja valutyylin suhteen.



Kuva 5. Jälkivalussa asennettavan anturien kiinnityslevyn paikka. Levy asemoidaan kierretangoilla oikeaan korkeuteen ennen valua ja ympärille valetaan betonia.

Mallinnuksessa jälkivalut jälkivalujen pursotus tehtiin **Extrude**-komennon ja sen **Offset From Surface** -toimintoa käyttämällä. Mitta reunasta levyn yläpintaan oli kerrottu perustakuvissa, joten laskemista tai kaltevaa pintaa ei tarvinnut miettiä. ”Valujen” jälkeen tehtiin reiät kierretangoille, joiden avulla anturilaatat asetetaan oikealle korkeudelle.

4.5 Kiinnityslevyt ja kaapelitikkaat

Perustaan valetaan rakennusvaiheessa myös ankkurilaatat kaapelitikkaille, mutta mallintamisessa levyt kiinnitetään vasta kokoonpanovaiheessa. Tamtron Systems Oy suosittelee käytettäväksi Peikko Groupin KL-kiinnityslevyä (Kuva 6).



Kuva 6. Peikko Groupin oma 3D-malli KL-kiinnityslevystä.

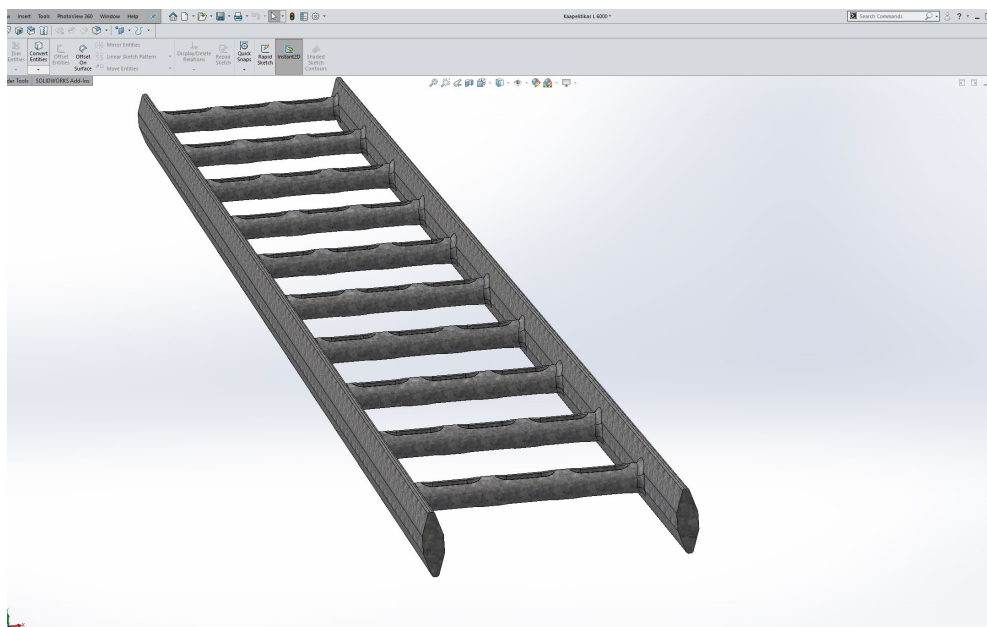
Projektissa riittäisi käytettäväksi pelkkä neliön muotoinen levy, mutta kuvista ha-
luttiin käyttökelpoiset räjäytyskuvat, joten oli tärkeää luoda oikean näköinen ja
kokoinen malli (Kuva 7). Peikko Group ei suoraan jaa (kirjoitushetkellä) 3D-kuvia
tuotteistaan, joten kiinnitystarvike päätettiin mallintaa itse. Mitat saatiin Peikko
Groupin tuotesivulta.



Kuva 7. Itse mallinnettu KL-kiinnityslevy. Myöhemmin pintoihin voidaan lisätä
rautatangon vaikutelma visuaalisilla työkaluilla.

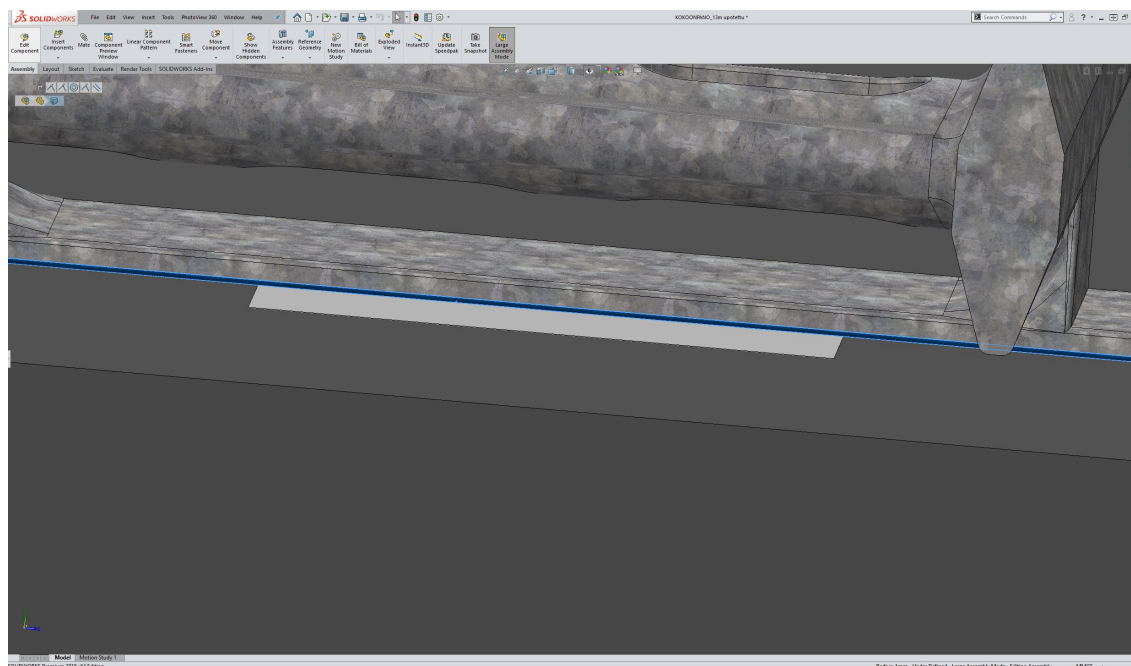
Perustassa suositellaan käytettäväksi kaapelitikkaita ja tässä projektissa valittiin
tehtäväksi vaakasuuntainen toteutus. Kaapelit voidaan viedä myös pystysuun-
taista tikasjärjestelmää pitkin, kunhan se ei korkeutensa vuoksi tule anturien tielle
ja täten vaikeuta asennus- tai huoltotoimenpiteitä.

Kaapelitikkaiden malli katsottiin Schneider Electricin Wibe -malliston katalogista ja tikkaat mallinnettiin itse. Sopivaksi kooksi tähän katsottiin 25 cm:n leveys. Tikkaat luotiin kahdesta pitkästä alumiiniprofiilista ja askelmista (Kuva 8). Pitkät sivut pursotettiin sopivaan pituuteen ja niiden kulmia pyöristeltiin omaan makuun sopivaksi. Porrasväliksi valittiin myös 25 cm, joka on yleisesti käytetty mitta usean valmistajan keskuudessa.



Kuva 8. Mallinnetut kaapelitikkaat.

Kaapelitikkaiden asennus KL-kiinnityslevyille (Kuva 9) tehtiin vaakasuuntaisella tuella, joka asennettaisiin hitsaamalla. Koska lopullinen toteutus on paljon asiakkaasta riippuvainen, ei tähän projektiin lähdetty mallintamaan tai hankkimaan tietynmallista kiinnitysratkaisua liian tarkasti; esimerkiksi pelkästään Schneider Electric tarjoaa kymmeniä erilaisia kiinnitystapoja asiakkaidensa tarpeisiin.

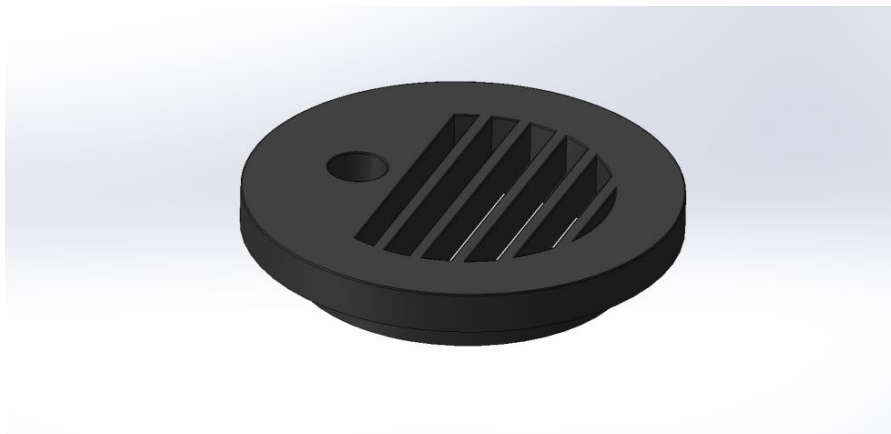


Kuva 9. Kaapelitikkaiden kiinnitys KL-kiinnityslevyyn.

Kuvassa (yllä) sinisen viivan kohdalla menisi hitsisauma. Tämä on kaikkein helpoin toteutus niin CAD-ohjelmassa kuin oikeassakin asennuksessa. Mikäli asiakas haluaa kiinnittää kaapelitikkaat pystyasentoon, voidaan KL-kiinnityslevyyn hitsata palkki, johon tikkaat tällöin kiinnitettäisiin.

4.6 Viemärit

Lopuksi leikattiin aukot viemäreille ja niiden putkille. Viemärit eivät ole juurikaan standardisoituja Tamtron Systemsin puolesta, mutta niihin annetaan suosituksia. Tässä projektissa käytettiin suositeltua 400 mm vähimmäishalkaisijaa, johon so-piva viemärin kansi piirrettiin ns. vapaalla kädellä (Kuva 10).

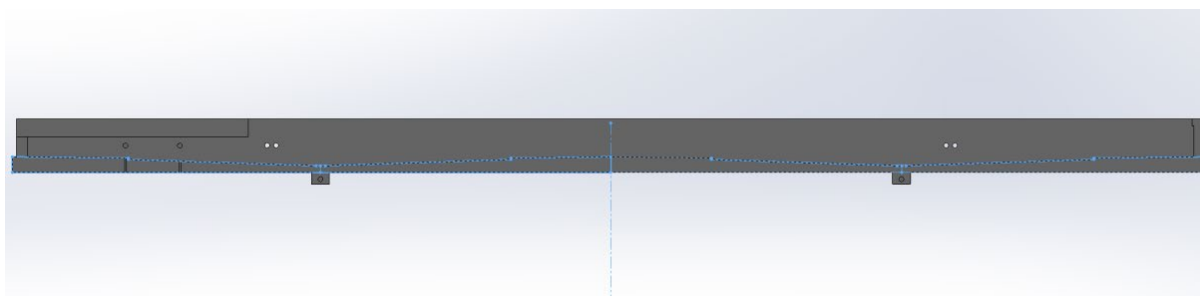


Kuva 10. Itse mallinnettu viemärin kansi.

Pinnan kuviossa ja rei'ittämisessä pyrittiin mukailemaan yleistä markkinoilla olevaa tyyliä eli keskeltä reunaan lyheneviä leikkuita. Kanteen tehtiin myös reikä, josta sen voisi nostaa huoltotoimenpiteiden takia pois.

4.7 26 metriä pitkän upotetun perustan erot

Edellä kuvattu mallinnustapahtuma oli kokonaisuudessaan lähes samanlainen 26 metriä pitkälle upotetulle perustalle (Kuva 11). Siinä eroja syntyi vain aivan alussa 2D-sketchissä, jossa puolikkaan pohjalaatan mitoitus vaati tarkkaavaisuutta. Perustaa ei voinut luoda peilaamalla, sillä perusta ei koostu neljästä symmetrisestä osasta.



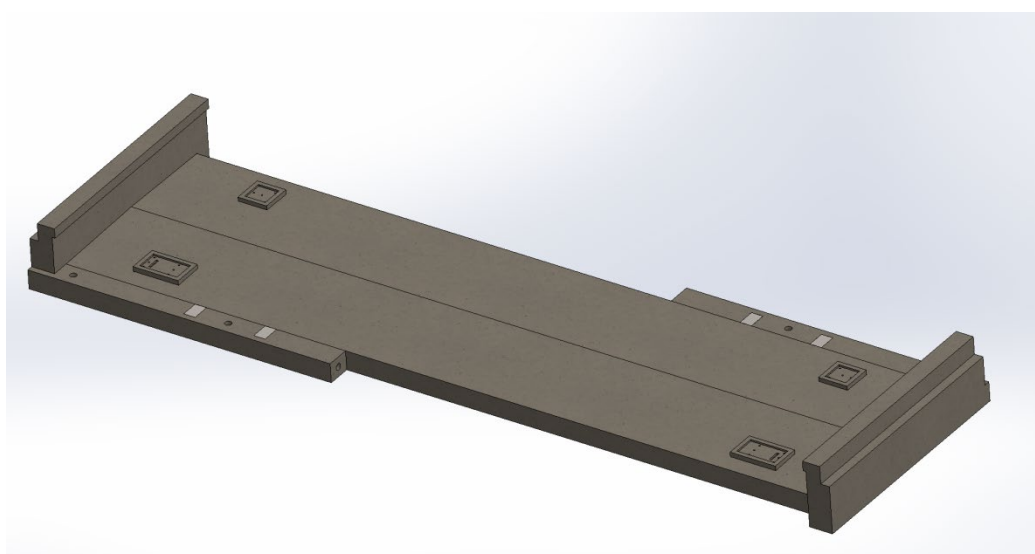
Kuva 11. 26 metriä pitkän perustan sivuprofiili.

Ensin mallinnettiin oikein mitoitettu pohjalaatan puolikas, joka peilattiin keskiviivaa apuna käyttäen toiselle puolelle. Sen jälkeen luotiin perustojen päätypalkit ja pohjalaattaa ympäröivät sivut. Lopuksi mallinnettiin perustan levennys toiselle puolelle, joka sen jälkeen kierrettiin keskelle luotua pystyviivaa apuna käyttäen

toisellekin puolelle. Koko prosessi oli hyvin samanlainen, kuin lyhyemmässäkin perustassa.

4.8 13 metriä pitkän avoimen perustan erot

Avoimen perustan osalta meneteltiin käytännössä täysin samoin metodein kuin upotetun, mutta perustoista jätettiin sivut pois. Siinä ei myöskään ole viemäreitä vaan pohjaan tulee valaa pienet kaadot. Avoimen perustan mallista (Kuva 12) huomataan, että perusta on myös matalampi, eikä sinne juurikaan mahdu kaapelitikkaita.



Kuva 12. 13 metriä pitkä avoin perusta.

Asiakas voi halutessaan valaa perustaan kiinnityslevyjä ja toteuttaa kaapelien viennin haluamallaan tavalla, mutta kätevintä on viedä ne sillan perustapalkkien mukaisesti näkösuojassa. Tällöin vaakasiltojen alle jää huomattavasti enemmän tilaa esimerkiksi huoltotoimenpiteitä varten.

5 VAAKASILLAN MALLINTAMINEN

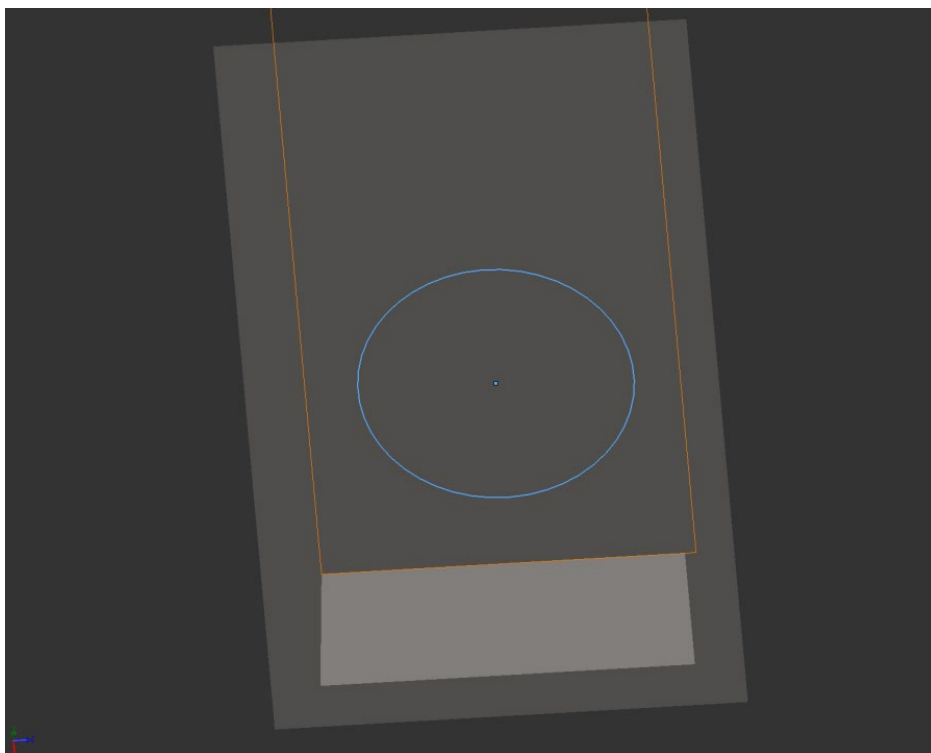
Vaakasillat ovat raportin kaikissa tässä raportissa esitellyissä perustapituuksissa samoja. Siltoja on perustan pituuden mukaan yksi tai kaksi ja ne ovat 13 metriä pitkiä. Aluksi mallinnettiin vaakasillan päälliosa ja pitkittäispalkit metallikehikkoon. Sen jälkeen luotiin vaakasilltaan liittyvät muut laitteet, kuten kaiteet ja anturikokoonpano. Lopuksi vaakasillasta tehtiin yksi kokoonpano, joka liitettiin kokonaisena perustojen lopulliseen kokoonpanoon lisälaitteiden kanssa. Vaakasilltaan liittyvät liikerajoittimet ja anturikokoonpano oli luotu jo aikaisemmin, joten sen ei katsottu kuuluvan tähän projektiin.

5.1 Sillan mallintaminen

Vaakasillasta mallinnettiin ensin suorakulmainen päällysosa, jonka jälkeen siihen luotiin pitkittäispalkit. Sillan ja palkkien kulmat ovat kevyesti viistettyjä, jottei teräviin kulmiin synny lommoja ja myöhemmin halkeamia.

Pitkittäispalkkien sisään upotetaan metallinen kehikko jokaiseen kulmaan antureiden kohdalle. Kehikkoihin asennetaan osa anturikokoonpanon kiinnikkeistä hitsaamalla ja ne liittyvät oleellisesti liikerajoittimien toimintaan sivuttais suunnassa.

Anturikokoonpanossa on pyöreitä osia, joten palkin metallikehikon sisään luotiin oikeisiin kohtiin sketch, jossa on ympyrä (Kuva 13). Tällöin kokoonpanovaiheessa anturikokoonpano voitiin kohdistaa ympyrän keskelle **Mate**-komennon avulla.



Kuva 13. Metallirakenteeseen luotu sketch, jossa ympyrä antureiden asemointia varten.

Toinen tärkeä yksityiskohta sillan mallinnuksessa oli sen metallinen reunavahviste, joka estää betonin kulumisen ja lohkeamisen käytössä. Vahviste mallinnettiin omalla ”osanaan” liittämättä sitä muuhun siltaan (**Merge result**), jotta sen materiaali ja väri voitiin määrittää erikseen.

Siltaan on saatavilla lisävarusteena myös kaiteet. Ne asennetaan sillan sivuihin pulteilla. Kaiteet toimittaa Tamtron Systems Oy ja niiden kiinnitysreikien sijainnit löytyivät yrityksen omista rakennuskuvista. Reiät luotiin ensin yhteen sketsiin, jonka jälkeen käytettiin **cut**-komentoa. Valmiit reiät peilattiin toiseen päädyn ja lopuksi toiselle kyljelle.

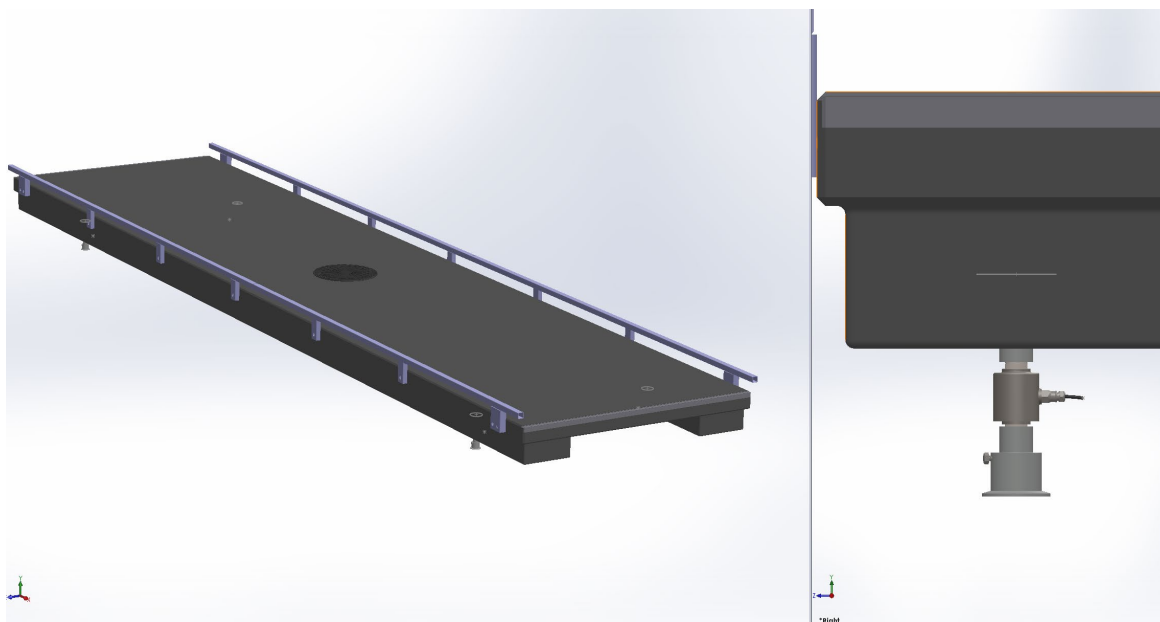
5.2 Kaiteiden mallintaminen

Kaiteet mallinnettiin pitkistä neliönmallisista metalliprofileista ja niille luotiin kiinnitysosat oikeisiin kohtiin. Nämä kiinnikkeet hitsataan pitkiin osiin kiinni sopivin etäisyyksin ja lopulta kaiteet asennetaan siltaan sen molemmiin puolin.

Kaiteista on olemassa A- ja B-versio, jotka ovat osittain peilikuvia toisistaan. Versiot kuitenkin eroavat pituuksiltaan toisistaan, joten niitä ei voitu suoraan peilata **Mirror**-komennolla. B-puoli toteutettiin luomalla ensin kopio pidemmästä A-puolesta ja muuttamalla sen mittoja B-puolta vastaaviin mittoihin. Myös kiinnitysosat tuli siirtää oikeisiin kohtiin, sillä niiden paikat poikkesivat A-puolen vastavasta ja siirtyivät mittoja muuttaessa väärin kohtiin.

5.3 Vaakasillan kokoonpano

Vaikka itse silta ja kaiteet olivat valmiit, kannatti niistä tehdä vielä uusi kokoonpano antureiden kanssa (Kuva 14). Luodessa vaakasillasta ja perustasta uutta kokoonpanoa antureiden asemointi helpottuu, kun ne ovat jo liitettynä vaakasillan kokoonpanoon. Tällöin sillan asettamisen jälkeen anturit ovat aina oikeissa kohdissaan. Tämä säästää aikaa ja vaivaa huomattavasti. Antureiden liittäminen sillan ollessa paikallaan on myös huomattavasti vaikeampaa, sillä sen alle ei näe ilman leikattua näkymää tai vaakasillan väliaikaista piilottamista. Kuvassa (alla) on tarkennettu anturikokoonpanoon. Se koostuu anturista, ylä- ja alakupista, sekä väliin tulevista holkeista ja säätölevyistä.



Kuva 14. Valmis kokoonpano 13 metriä pitkstä vaakasillasta. Oikealla puolella näkyy tarkennus kokoonpanoon liitetystä anturista kiinnitystarvikkeineen.

6 LISÄLAITTEIDEN MALLINTAMINEN

Vaakajärjestelmään on saatavilla lisälaitteita erittäin runsaasti. Osasta niistä löytyivät valmiit 3D-kuvat ja osasta valmiit tekniset piirustukset tai kokoonpanokuvat. Osa kuitenkin jouduttiin luomaan tyhjästä, joka tuotti jonkin verran selvitys ja mitaamistyötä.

Lisälaitteita mallintaessa standardisoidut komponentit (itse rakennetut, kuten painikkeet ja tolpat) mallinnettiin aitojen mallien mukaan. Muualta tilattavat komponentit (mm. liikennevalot ja rekisterikamerat) mallinnettiin ilman, että kyseisen mallin tunnistaisi suoraan kenenkään valmistajan katalogista.

6.1 Kiinnitystolpat

Lisälaitteiden kiinnitystolpat valmistaa Tamtron Systems Oy itse, joten niistä olivat valmiit tekniset kuvat. Vaakajärjestelmissä käytetään pääsääntöisesti kahta erilaista tolppaa: terminaaleille on omansa, mutta muut lisälaitteet jakavat keskenään saman asennustolpan (Kuva 15). Molemmista tolppatyypeistä on käytössä kahta pituutta riippuen vaa'an asennustavasta. Avoimessa perustassa voidaan käyttää korkeampaa tolppaa, sillä sen asennus on usein vaakasiltaa matalampana.



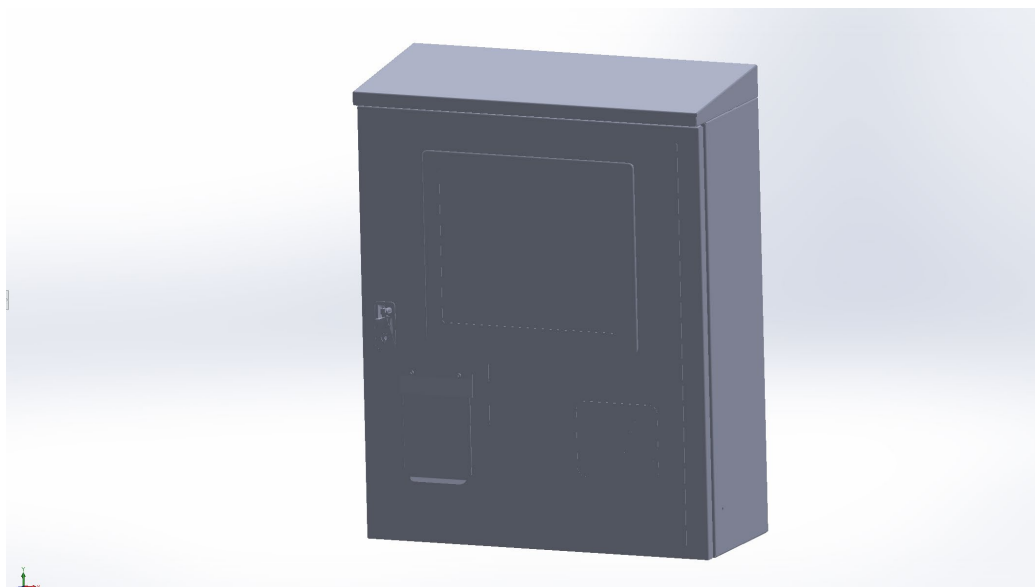
Kuva 15. Kuljettajaterminaalin asennustolppa (vas.) ja yleistolppa.

Tolpat mallinnettiin osa kerrallaan ja lopuksi niistä muodostettiin kokoonpanot. Jotta tolpeista voidaan tehdä esimerkiksi räjäytyskuva tai kokoamisohje, kokoonpanoissa käytettiin standardin mukaisia 3D-malleja pulteista ja muttereista.

Kokoonpanoihin tehtiin myös toinen konfiguraatio korkeammalle tolपालle ja pituudet asetettiin viralliseen nimellismittaan (2 – 2,75 m) käyttämällä **Mate with distance** -komentoa ja määrittämällä tasojen välille sopiva etäisyys.

6.2 Kuljettajaterminaali

Kuljettajaterminaali saatiin valmiina 3D-mallina, sillä sen suunnittelu oli tilattu suunnittelutoimistosta muutama vuosi sitten. Kokoonpano oli visuaalisesti koske-maton (Kuva 16), joten siihen täytyi valita värit ja materiaalit (**Appearances**). Ne määritettiin pitkälti oikeiden materiaalien mukaan.



Kuva 16. Kuljettajaterminaali ilman värejä.

Suunnittelutoimisto ei tehnyt visualisointia kuljettajaterminaaliin, koska heiltä tilattiin vain suunnittelutyö valmistusta varten piirustuksineen. Valmistuspiirustusten ohella ei ollut tarkoituksenmukaista maksaa ylimääräistä hintaa visualisoinnista, sillä osien valmistuskuvat ovat usein joko 2D-muodossa tai pelkkiä ääriviivoja.

6.3 Kortinlukija

Kortinlukijasta ei ollut juurikaan dokumentteja olemassa, sillä ne ovat riittävän yksinkertaisia ja niiden kotelotyyppejä on voitu pitää valmistajan tuotetuen ansiosta pitkään samana.

Mitat 3D-malliin otettiin oikeasta lukijasta ja malli tehtiin sen perusteella (Kuva 17). Käytössä olevaan koteloon saatiin valmiit 3D-kuvat valmistajalta, joka nopeutti työtä huomattavasti. Koteloon tehtiin reikä merkkivalolle ja lukualueelle. Kanteen liitettiin kokoonpanossa myös vihreä merkkivalo.



Kuva 17. PhotoView 360 -lisäosalla renderöity valmis kortinlukija.

Lukijan lukualueen muovisuojaa ei mallinnettu täysin aidon näköiseksi vaan enemmänkin yleispäteväksi. Myöskään merkkivalo ei ole yksittäisen valmistajan tarjoama CAD-kuva, vaan siitä tehtiin yksinkertainen tätä projektia palveleva 3D-malli.

Tätä opinnäytetyötä varten riitti kotelon ulkopuolinen mallintaminen, mutta myöhemmin koteloon voisi lisätä sisäpuolelle riviliittimet ja fyysisen RFID-lukijan, joista on myös saatavilla valmiit 3D-mallit.

6.4 Perävaunupainike

Perävaunupainikkeiden kotelo on pieni alumiininen tai muovinen kotelo, johon asennetaan tarvittavat riviliittimet, painike ja merkkivalo (Kuva 18). Painikekotelo asennetaan samaan yleistolppaan kuin kortinlukijakin.

Perävaunupainikkeet kasataan tuotannossa itse, joten ne mallinnettiin aitoihin mittoihin ja oikeanlaiseen koteloon. Koska Tamtron Systems käyttää kahta materiaalia, valittiin se kummasta mallista oli saatavilla valmis 3D-malli.



Kuva 18. PhotoView 360 -lisäosalla renderöity valmis perävaunupainike.

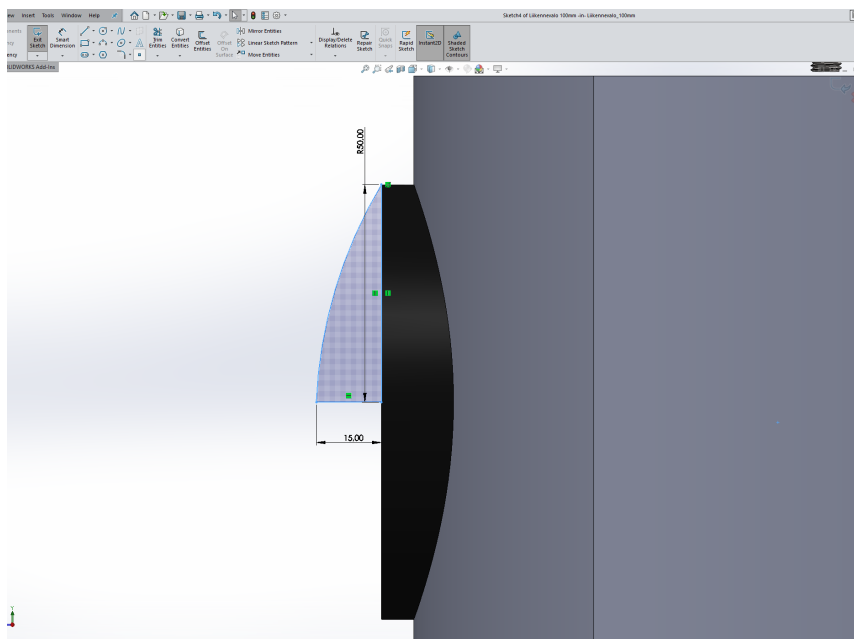
Alumiinisen kotelon 3D-kuvat saatiin suoraan valmistajalta, joten kotelon kansi tarvitsi vain rei'ittää. Kanteen lisättiin kokoonpanossa pohja, painike ja muuallakin projektissa käytetty merkkivalo. Kosmeettisista syistä kokoonpanoon lisättiin vielä 20 cm verran kaapelia, jonka pää jää lopullisessa kokoonpanossa piiloon asennustolpan sisään.

6.5 Liikennevalo

Liikennevalon kanssa käytetään useimmiten Tamtron Systems Oy:n toimittamaa tolppaa, johon liikennevalo voidaan kiinnittää usealla eri tavalla. Tässä projektissa valittiin kiinnitystavaksi kulmarauta. Asiakkaista riippuen liikennevalo voidaan kiinnittää myös seinään tai asiakas voi halutessaan käyttää omaa ratkaisua. Projektissa oli mallinnettavan kohteena 100 mm korkein LED-valoin varustettu liikennevalo, mutta tarjolla on myös korkeammin valoin varustettuja valoja.

Itse liikennevalolle ei ollut saatavilla suoraan 3D-mallia, joten se tehtiin itse. Malli on yksinkertainen kahdella valolla varustettu kotelo. Se luotiin pursottamalla muoto pystysuunnassa ja lisäämällä ympyrät etupuolelle. Pyöreät valojen rungot tehtiin pursottamalla sketch sopivaan kohtaan tehdystä tasosta (**Plane**).

Lampun kaarevuus saatiin piirtämällä tasaisen ympyrän keskelle kohtisuoraan sketch (Kuva 19), jonka muoto luotiin **Revolve**-komentoa käyttäen.



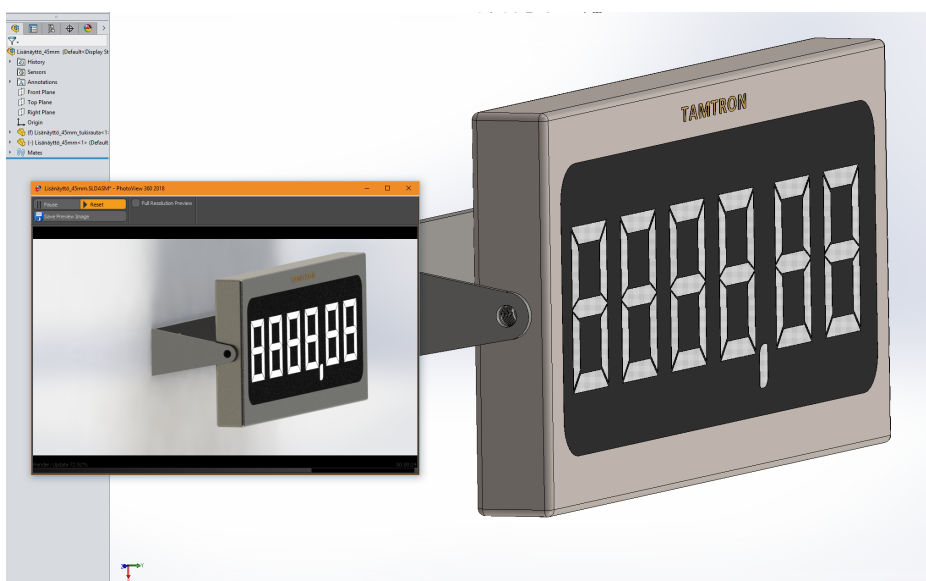
Kuva 19. Lampun pinnan kaarevuus luotiin pyöräyttämällä sopiva muoto akselinsa ympäri.

Suojaksi lampuille tehtiin pieni kaareva häikäisysuoja ja kulmat pyöristettiin. Valmiin mallin tunnistaa helposti liikennevaloksi, vaikka 100 mm korkeita LED-valoja harvemmin nähdään yleisillä teillä. Autovaa'alle ne sopivat kuitenkin hyvin, sillä punainen ja vihreä valo on riittävän kirkas ja punituksen eteneminen näkyy kuljettajalle kirkkaassakin säässä.

6.6 Lisänäyttö

Autovaakajärjestelmän yksi yleisimpiä optioita on lisänäyttö. Tamtron Systems Oy tarjoaa kahden kokoista lisänäyttöä molempien soveltuessa sisä- ja ulkokäyttöön. Tarjolla on 45 mm tai 100 mm korkein numeroin varustettuja lisänäyttöjä. Näytöt ovat yleensä 7-segmenttinäyttöjä niiden erinomaisen luettavuuden ja luotettavuuden vuoksi.

Näyttöpaneelit mallinnettiin oikeiden mittojen mukaan ja niistä tehtiin kokoonpanot kiinnikkeiden kanssa. Näytön runko pursotettiin oikeaan mittaansa ja sivulle tehtiin kiinnityspulteille reiät (Kuva 20).



Kuva 20. Mallinnettu 45 mm korkein numeroin varustettu lisänäyttö. Vieressä reaaliaikainen renderointi.

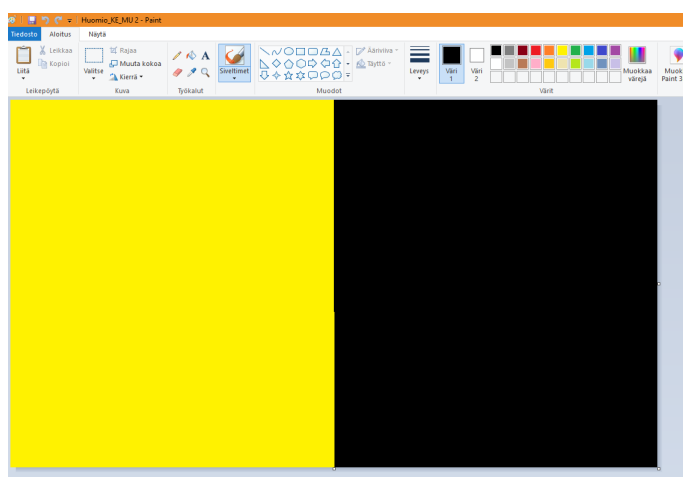
Näyttämän jokainen numero, tässä tapauksessa kaikki segmentit näkyvissä ”8 8 8 8 8 8”, mallinnettiin aidosti seitsemästä segmentistä muodostuvana numerona. Kuvio monistettiin sopivilla väleillä koko näytön leveyteen ja väliin tehtiin desimaalipilkun merkki.

6.7 Puomi

Järjestelmään on saatavilla myös puomeja, jotka ovat hieman harvinaisempia tavallisissa tehdasoloissa, mutta yleisempiä esimerkiksi ATEX-luokitelluilla alueella. Puomi mallinnettiin kahdesta osasta: puomista (varresta) ja sen koneistosta. Osista luotiin kokoonpano, jotta puomin asemaa (kulmaa) saadaan helposti muutettua.

Itse puomi on oma profiilinsa, jonka päädyssä on koneistoon uppoava akseli. Pituudeksi valittiin 3,5 metriä, jolloin puomi peittää koko ajoväylän vaa’alle. Väriytykseksi valittiin tyypillinen keltamusta huomioväri. Sopivaa väritystä ei löytynyt SolidWorksin materiaalikirjastosta suoraan, joten sellainen lisättiin itse. Väriytyksen lisäämiseksi tehtiin ensin Paint-ohjelmalla haluttu kuvio, joka tallennettiin

JPEG-formaattina (Kuva 21). Kuvio kannattaa tässä vaiheessa pitää yksinkertaisena, sillä sen tiheyttä ja kulmaa voi muuttaa SolidWorksissa.

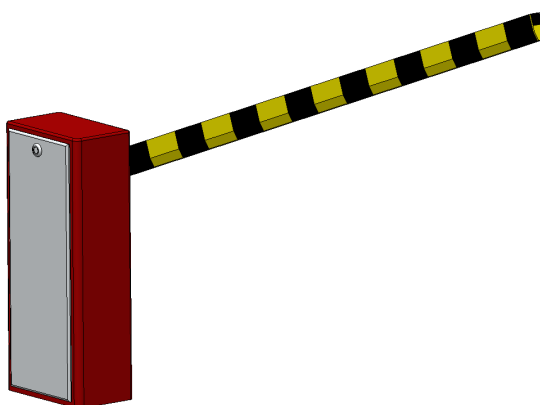


Kuva 21. Keltamustan huomiovärin luonnos Windowsin Paint-ohjelmassa.

Seuraavaksi tiedosto etsittiin SolidWorksin puolelta ja tuotiin haluttuun kansioon. Tässä tapauksessa käytettiin itse luotua Omat värit -kansiota.

Kuvio voitiin nyt asettaa kappaleen päälle ja muokata kuvion haluttuun muotoon. Pinnan väriä voidaan muokata mm. tiheyden, kulman, läpinäkyvyyden osalta. SolidWorks tarjoaa myös renderointiin liittyviä säätöjä, kuten muutettavat kirkkauden, läpinäkyvyyden ja heijastuksen arvot.

Puomin koneistoksi mallinnettiin suorakulmio, jossa yksityiskohtana on metallinen ovi tai luukku, josta huollot suoritettaisiin (Kuva 22).



Kuva 22. Mallinnettu puomi ja sille koneisto.

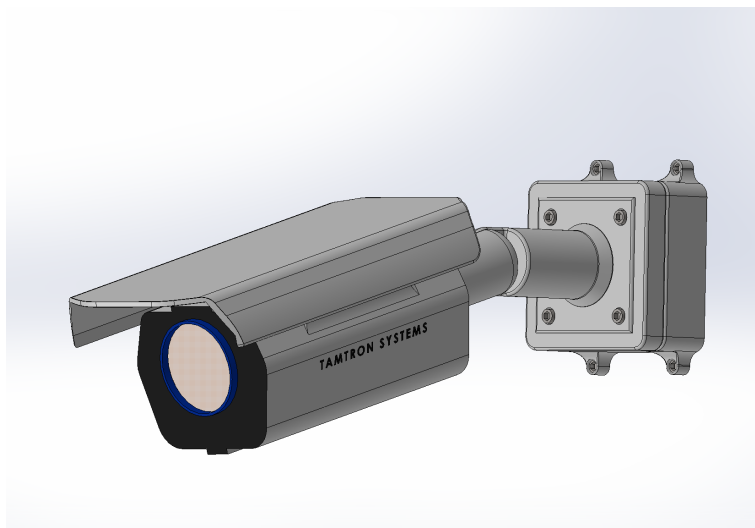
Oveen lisättiin muutama yksityiskohta ja sen kulmia pyöritettiin. Pyöritys tehtiin myös oven sisäreunaan, jolloin ovi näyttäisi olevan erillinen kokoonpanon osa. Koneistoon tehtiin myös reikä, jonne puomi asennettiin kokoonpanossa.

6.8 Rekisterikamera

Rekisterikameraa mallintaessa katsottiin mallia kameravalmistajien tuoteluette-loista, jonka mukaan kameraa lähdettiin mallintamaan. Yleinen muoto kame-roissa on monikulmioinen hieman pyöristetty runko ja yhdellä nivelellä oleva varsi. Mallinnuksessa pyrittiin neutraaliuteen, koska tarkoitus ei ollut kopioida mi-tään tiettyä kameramallia. Kuva 23 on valmis perusmallinen rekisterikamera.

Mallinnus aloitettiin luomalla kuusikulmainen muoto ja venyttämällä sitä alareu-nasta. Sen jälkeen pyöristettiin terävät kulmat. Kameran eteen luotiin ”linssi” omana osuutenaan, jolloin sen värejä saatiin muokattua helpommin.

Rungon päälle tehtiin myös häikäisysuoja, johon leikattiin yläpuolelta oman maun mukaiset muodot. Häikäisysuojan kulmia pyöristeltiin ja hiottiin, kunnes lopputu-los näytti realistiselta.



Kuva 23. Valmis rekisterikamera.

Kameran varressa käytettiin yhtä niveltä, jolla kameran voi säätää haluttuun asentoon. Varren päähän tehtiin neliskanttinen kotelo, joka sisältäisi elektroniikan ja kiinnityskohdat. Kotelo voisi olla myös avattava ja sen sisään tuotaisiin

tarvittavat kytkentäjohdot. Useimmiten kamerat ovat yhteydessä LAN-verkkoon ja saavat virtansa suoraan PoE-kytkimeltä.

7 JÄRJESTELMÄN KOKOONPANO

Tässä osiossa käydään läpi projektin kokoonpanojen luominen ja niiden kokoaminen. Järjestelmien lopulliset kokoonpanot eivät sisällä kaikkia esiteltyjä lisälaitteita. Yleiset lisälaitteet autovaakatilauksissa ovat 1-2 kpl kuljettajaterminaaleja tai kortinlukijoita vaa'alla, lisänäytöt toimiston seinällä ja mahdollisesti liikennevalot kertomassa punnitustapahtuman edistymisestä. Lopullinen tätä projektia varten luotu konfiguraatio esitellään luvussa 9.

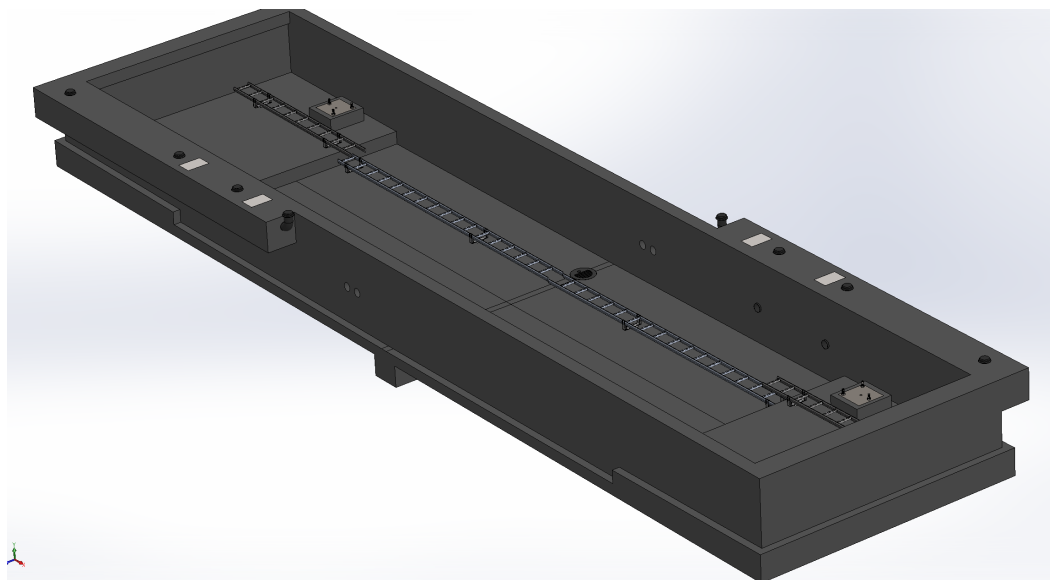
Järjestelmiä kokoonpantaessa sen tietyissä osissa kannattaa käyttää alikokoonpanoja (**sub assembly**). Tällöin lopullinen kokoonpano koostuu monesta pienemmästä kokoonpanosta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että perustan kokoonpanoon, joka käsittäisi kaksi kuljettajaterminaalia lisätään vaakasilta, joka käsittää itsessään anturit ja kaiteet. Tällöin muutettaessa esimerkiksi anturien paikkaa vaakasilan kokoonpanossa mitta muuttuu jokaisen perustatyyppin kokoonpanoon. Alikokoonpanojen käyttö myös vähentää lopullisessa kokoonpanossa olevien osien liitosten määrää, joka parantaa ohjelman suorituskykyä.

Alikokoonpanojen käytössä on myös huomionarvoisia seikkoja. Niiden miettiminen on tärkeää, sillä alikokoonpanot vaikuttavat osanumeroihin ja voivat monimutkaistaa tuotehallintaa. Kokoonpanojen käyttö vaikuttaa myös SolidWorksista ulos saataviin dokumentteihin, kuten BOM (**Bill of Materials**), ja täten tuotantoon. Tässä projektissa kokoonpanot voitiin toteuttaa kuitenkin huoletta käyttäen alikokoonpanoja, sillä kokonaiselle järjestelmälle ei toistaiseksi ole omaa osanumeroaan, jonka perusteella järjestelmän valmistus alkaisi suoraan ERP-järjestelmän kautta. Autovaakajärjestelmätalauksia on vuodessa useita kymmeniä, mutta pienempien myyntitilausten määrä usein moninkertainen. Esimerkiksi esitellyn kortinlukijan täysi kokoonpano kannattaisi luoda siten, että tulostetun osalistan avulla lukijan kotelo voitaisiin kalustaa esimerkiksi alihankintana.

7.1 Perustan lisäosien lisääminen kokoonpanoon

Jokaisen järjestelmän kohdalla lähdettiin liikkeelle perustasta. Paljaaseen perustaan kiinnitettiin viemärit, antureiden ja levennyksen kiinnityslevyt ja johtoputket. Tällöin kasassa oli standardimallinen perusta, joka on aina samanlainen. Perustan kokoonpanovaiheessa käytettiin **Mate**-komentoa ja sen perusominaisuuksia.

Seuraavaksi perustaan lisättiin kaapelitikkaat ja niiden kiinnikkeet (Kuva 24). Jokainen osa kiinnitettiin siten, että sillä ei ollut enää suuntaa liikkua. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi neliön kaksi sivua ja yksi taso täytyy olla yhteydessä johonkin reunaan tai toiseen tasoon (Kuva 26 sivu 46). Kaapelitikkaat linkitettiin lähimpään seinään tietylle etäisyydelle ja kiinnitettiin samansuuntaiseksi (**Paraller**-komento) perustan sivujen kanssa.

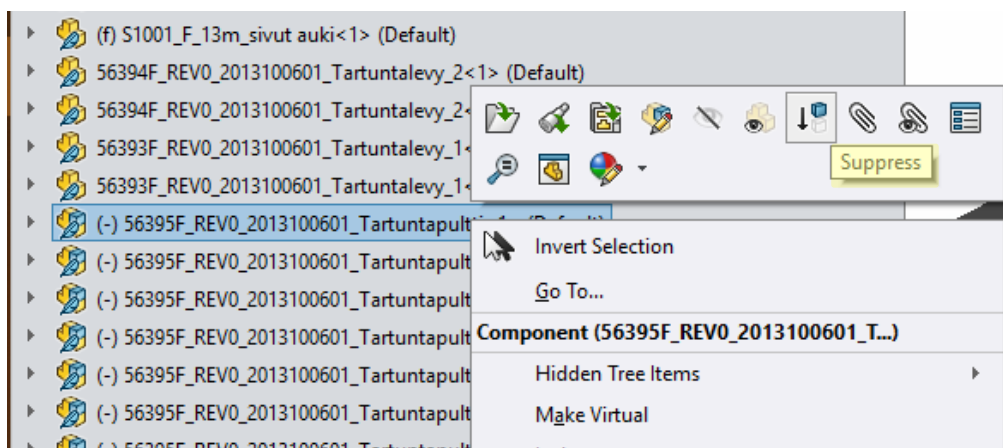


Kuva 24. Valmis perusta ilman lisälaitteita.

Avoimen perustan kohdalla meneteltiin täysin samoin, kuin upotettujen perustojen kanssa. Kiinnityslevyt, johtoputket ja viemärit liitettiin tässä vaiheessa myös avoimeen perustaan. Ainoastaan kaapelitikkaita ei tarvittu, joten ne jätettiin lisäämättä.

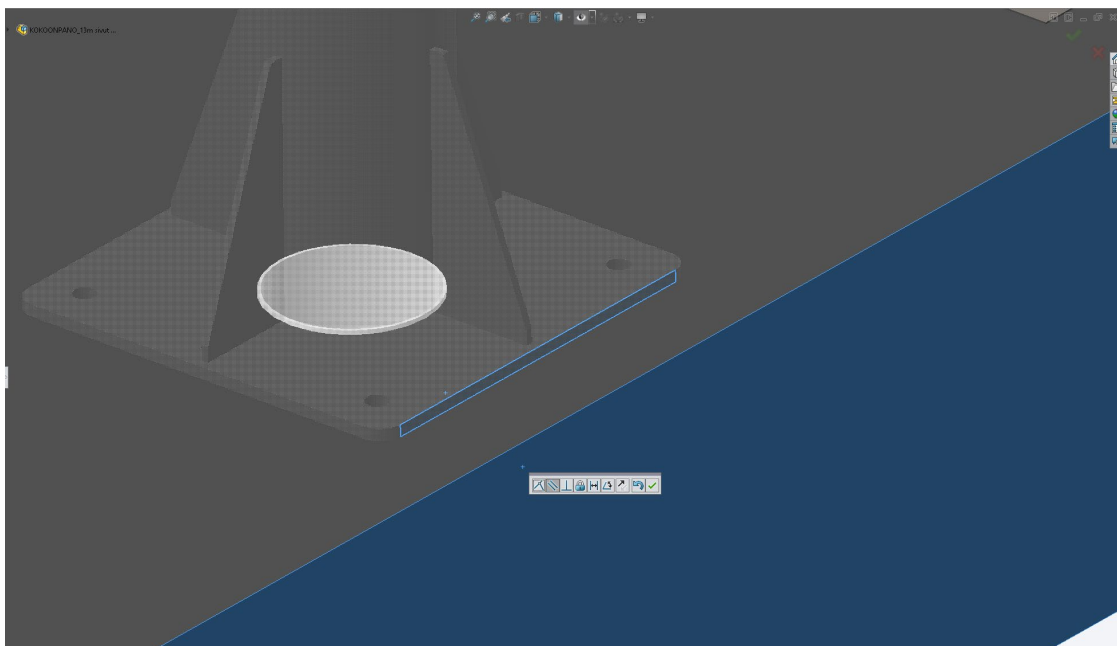
7.2 Optioiden ja lisälaitteiden lisääminen perustaan

Seuraavaksi lähdettiin lisäämään perustaan lisälaitteita. Koska SolidWorks tarjoaa mahdollisuus tehdä eri konfiguraatioita, voidaan samalle paikalle lisätä kaikki siihen kuuluvat lisälaitteet ja myöhemmin poistaa ylimääräiset kohteet käytöstä komennolla **Suppress** (Kuva 25).



Kuva 25. Suppress-painike.

Perustaan siis lisättiin samalle paikalle kuljettajaterminaali ja kortinlukija, mutta lopuksi eri konfiguraatioissa jompikumpi poistettiin käytöstä. Kuljettajaterminaalin tolppa keskitettiin johtoputken aukon mukaan **Concerted**-komennolla ja asetettiin vaa'an pintaan. Tolppa pääsee tässä vaiheessa vielä pyörimään pituusakselinsa ympäri, joten se täytyi asettaa samansuuntaiseksi esimerkiksi perustan sivun kanssa (Kuva 26).

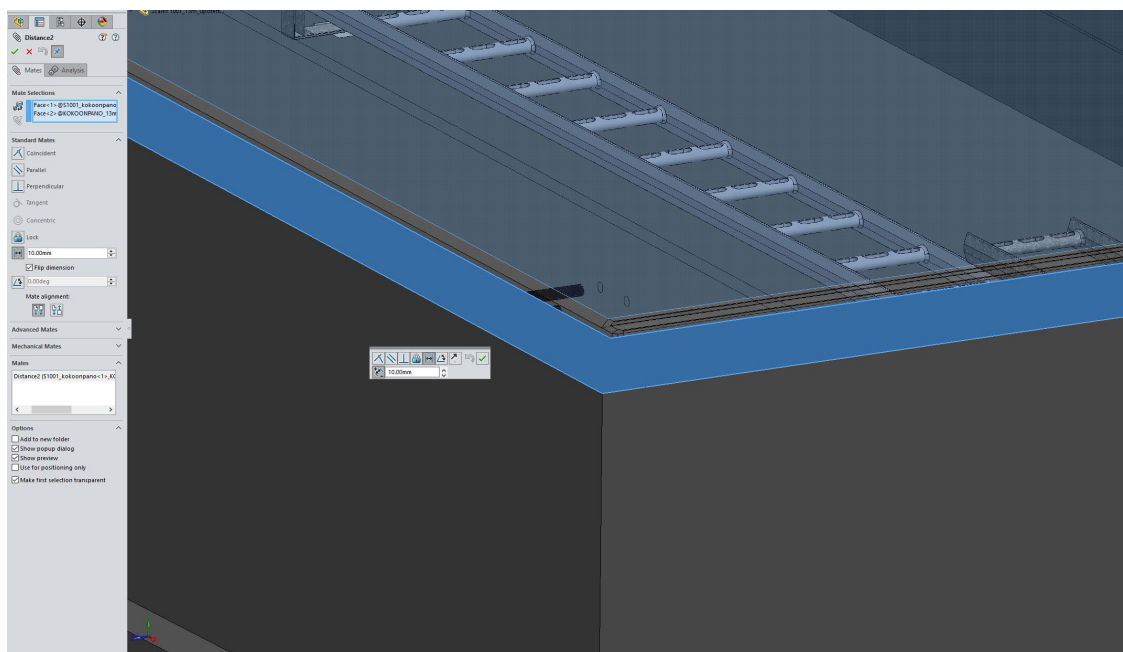


Kuva 26. Tolpan alalevyn asettaminen samansuuntaiseksi perustan sivun kanssa.

Myös liikennevalot ja perävaunupainikkeet lisättiin omille paikoilleen ja järjestettiin konfiguraatioihin. Kaikissa lisättävissä komponenteissa noudatetaan samaa peruseriaa, jossa jokainen mahdollinen liikesuunta on lukittava tai linkitettävä johonkin muuhun tasoon. Ns. "irtonaiset" osat kokoonpanossa voivat aiheuttaa harmia.

7.3 Vaakasillan lisääminen perustaan

Vaakasiltaa lisätessä käytettiin samoja parituskomentoja kuin aiemminkin. Silta asetettiin sivu- ja pituussuunnassa keskelle, sekä korkeussuunnassa optimaalisesti 10 millimetriä perustaa korkeammalle (Kuva 27). Siltaan liitettyjen anturien kokoonpanon kokonaiskorkeutta korjattiin sopivaksi, jotta anturikupin pohja on kiinni jälkivaletussa kiinnityslevyssä.



Kuva 27. Sillan ylätason asettelemista perustan tasoa korkeammalle.

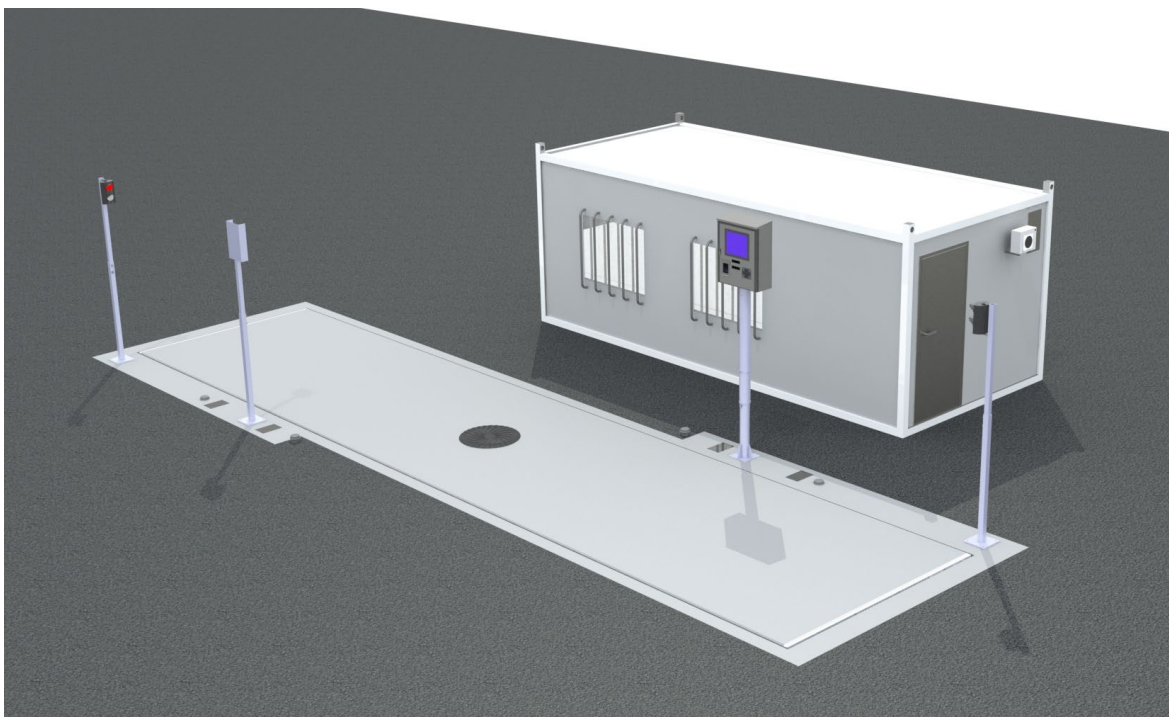
Oikeassa asennuksessa antureita voidaan korottaa kahden tai viiden millimetrin portaissa, jolloin todellinen korkeusero sillan ja perustan välillä voi vaihdella. Oikeissa asennuksissa silta asettuukin yleensä n. 5-10 mm perustaa korkeammalle. Tämä riippuu suurimmalta osin perustan valun tarkkuudesta. Koko perustan täytyy olla itsessäänkin hieman maanpintaa korkeammalla, jottei järjestelmä joudu toimimaan ympäröivän veden likakaivona.

8 VALMIIN JÄRJESTELMÄN ESITTELY

Vaikka mallinnettavaksi tähän projektiin valittiin kaksi kokoluokkaa ja kaksi erilaista perustatyyppiä, esitellään tässä raportissa vain upotettu 13 metriä pitkä autovaakajärjestelmä. Tämän opinnäytetyön raportin tarkoitus oli raportoida itse mallinnustapaa ja siinä käytettyjä tekniikoita, joten kaikkien mahdollisten konfiguraatioiden esittelemistä ei kannattanut sisällyttää raporttiin. Yhtenä syynä tähän oli raportin pituus jo ennen järjestelmien esittelyä. Yhden järjestelmän esittely oli myös ajankäytöllisesti kannattavaa, sillä kokonaisen järjestelmän kasaaminen jokaiselle perustalle vei paljon aikaa.

8.1 Yleiskuva

Lopullinen kokoonpano koostui upotetusta 13 metriä pitkästä perustasta, johon lisälaitteiksi valittiin kahdensuuntaiset liikennevalot, yksi kuljettajaterminaali ja yksi kortinlukija (Kuva 28). Tällöin vaa'alla voidaan punnita tulevaa ja lähtevää liikennettä. Nyt esiteltävä konfiguraatio on vain yksi mahdollinen skenaario Scalex 1001 -autovaakajärjestelmän lisälaitteista. Kuviin on lisäksi mallinnettu yksinkertainen vaakakoppi ja maantaso havainnollistamaan lopullista asennusta.



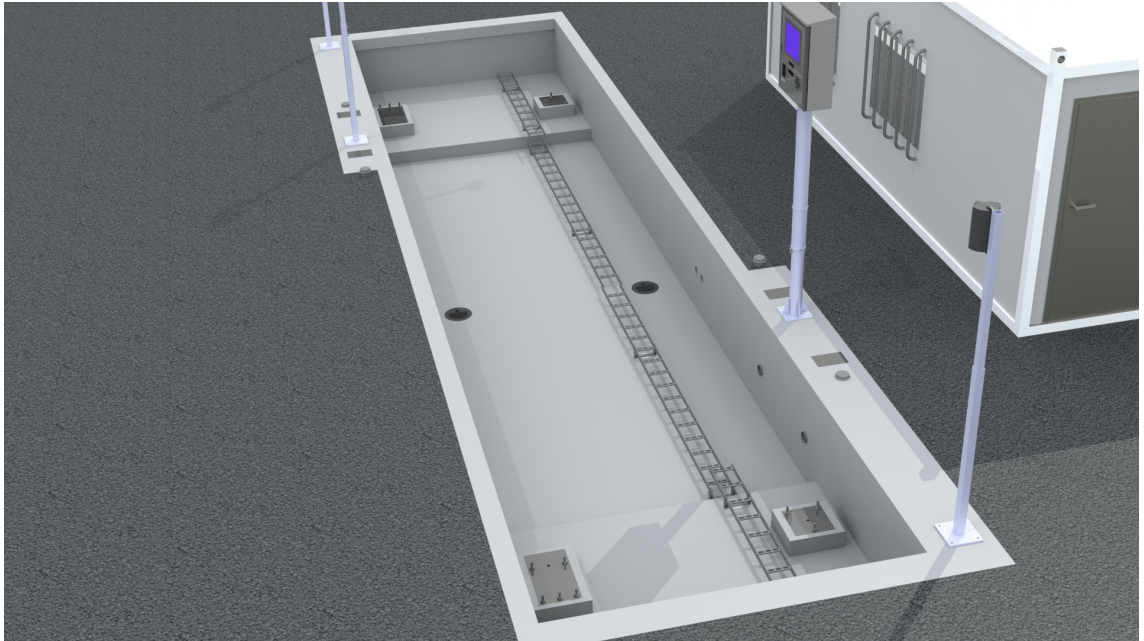
Kuva 28. Yleiskuva järjestelmästä. Vaaka on varustettu kahdella liikennevalolla, kortinlukijalla ja kuljettajaterminaalilla.

Vaa'an tulopäädyssä on kortinlukija, johon kuljettaja leimaa oman RFID-tunnisteensa tullessaan alueelle toimittamaan kuormaa. Alue voi olla esimerkiksi jäte-asema. Kuorman vietyään kuljettaja palaa vaa'alle ja leimaa jälleen tunnisteensa lähtöpään kuljettajaterminaaliiin. Terminaali suorittaa tällöin punnituksen ja tulostaa tapahtumasta tositteen. Näin myyjä osaa laskuttaa asiakasta oikein, kun auto punnitaan sekä tyhjänä, että täytenä.

Vaakajärjestelmän viereen on lisätty myös pieni vaakakoppi tai -kontti, jossa sijaitsee punnitus-PC ja vaakaoperaattorin toimisto. Useimmiten asiakkaan vastaanotto sijaitsee vaa'an läheisyydessä, joten kuvassa näkyvän kontin paikalla voisi olla toimistorakennus tai muu sisätila. Kopissa voi myös olla itsenäisen vaa'an kanssa toimiva kuljettajapääte, minkä avulla kuljettaja suorittaa punnituksen. Tämä ominaisuus on usein alueilla, jossa ei ole vakiokuljettajia, sillä vaihteleville kuskeille ei kannata jakaa omaa RFID-tunnistetta. Tällainen vaaka-asema voidaan varustaa esimerkiksi sähköisellä ovilukolla, joka avaa oven vaa'an painon ylittäessä tietyn rajan.

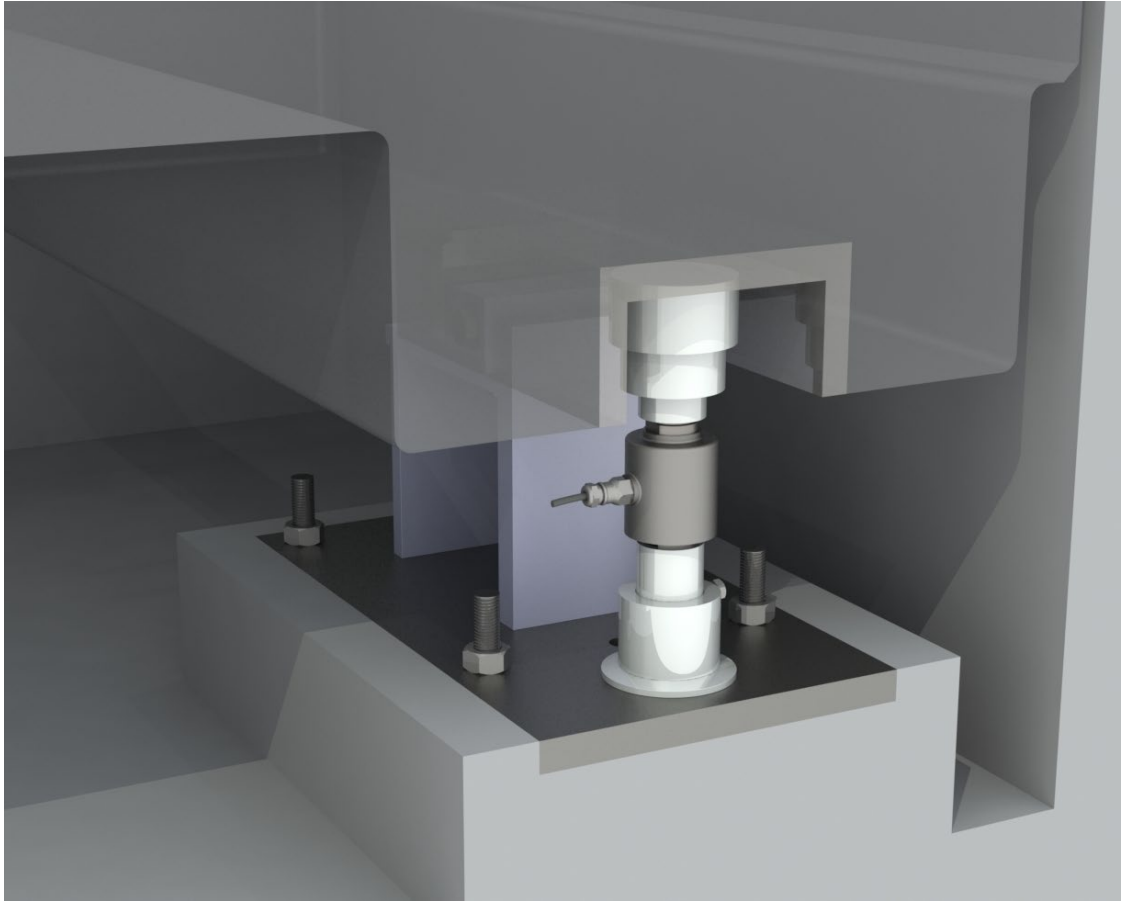
8.2 Vaa'an perusta

Vaakajärjestelmän perustaa esiteltiin hieman jo kappaleessa 4, mutta ilman lisälaitteita. alla olevassa kuvassa (Kuva 29) on kokoonpano vaakaperustasta ja sen lisälaitteista. Sivuilla on nähtävissä tumman harmaiden johtoputkien läpiviennit lisälaitteiden kohdalla. Kuvassa ei ole vaakasiltaa tai antureita näkyvissä. Vaikka perustassa onkin pienet kaadot viemäreitä kohti, ei SolidWorksin PhotoView 360 -ohjelmalla saada niitä näin kaukaa kuvattuna näkyviin.



Kuva 29. Kuva upotetusta vaakaperustasta ilman vaakasiltaa ja antureita.

Kun kokoonpanoon lisätään takaisin näkyviin vaakasilta ja anturit, voidaan tarkastella asennusta sillan alta (Kuva 30). Kuvaan on tarkennettu näkymä anturin asennuksesta sillan alla. Nähtävissä on leikkauskuva siltapalkista, jonka sisällä on aiemmin mainittu metallinen kiinnikekehikko.



Kuva 30. Tarkennus anturikokoonpanon asennukseen.

Tähän kehikkoon on hitsattu anturin yläpään tukikuppi. Vastaavasti tukilevyyn anturin alla on hitsattu toinen tukikuppi. Näiden kahden kupin välissä on irtonaisena anturikokoonpano, joka kantaa siltaa. Taustalla oleva metallinen rakennelma on liikkeenrajoitin, joka estää sillan liian liikkeen sille ajettaessa ja siitä poistuttaessa. Näitä hitsattuja liikkeenrajoittimia on perustan ja sillan välissä yhteensä kaksi; yksi kummassakin päädyssä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoitus oli luoda Tamtron Systems Oy:lle käyttökelpoisia 3D-malleja autovaakajärjestelmästä. Näiden mallien uskotaan helpottavan varsinkin myyntitapahtumaa tulevaisuudessa, kun asiakkaalle voidaan esitellä visuaalisesti tulevan järjestelmän kokoonpanoa.

Mallinnuskohteeksi valittiin Scalex 1001 -autovaakajärjestelmä kaikkien myyntiartikkeleiden joukosta, sillä se on yrityksen ja Suomen myydyin autovaakatyyppejä. Järjestelmällä on myös paljon käyttäjiä muualla Euroopassa useiden vuosikymmenien ajalta.

Projekti aloitettiin kartoittamalla valmiiden teknisten kuvien ja 3D-mallien tilanne. Rakennuskuvat löydettiin perustoista, vaakasilloista ja kiinnitystolpista. Valmiit 3D-mallit saatiin suoraan valmistajilta, mm. kytkentäkotelosta ja antureista. Myös Scalex 6500 -kuljettajaterminaalista oli valmiina omat valmistuskuvat, joita hyödyntämällä säästettiin paljon aikaa.

Mallintamisen vaihe aloitettiin perustoista, joiden ohella luotiin perustaan kuuluvat lisäosat. Näitä olivat mm. kaapelitikkaat, viemärit, johtoputket ja kiinnityslevyt. Perustoista edettiin vaakasiltojen ja anturien kokoonpanon mallintamiseen. Tässä vaiheessa luotiin myös vaakasiltojen kaiteet ja liikerajoittimet.

Kun perustojen ja vaakasillan osat oli mallinnettu, siirryttiin kokoonpanovaiheeseen. Perustoihin liitettiin kaikki kiinnitystarpeet, kaapelien läpiviennit, viemärit ja niiden kannet. Tähän juuri luotuun kokoonpanoon aloitettiin lisäämään lisälaitteita ja perustoista tehtiin konfiguraatioita. Tässä vaiheessa luotiin vielä yksi kokoonpano, jonka osina oli valmis perusta optioineen ja vaakasilta antureineen.

9.1 Toteutus

Mallit pyrittiin rakentamaan siten, että niiden perusteella voitaisiin esimerkiksi kouluttaa uusia työntekijöitä ja luoda kokoonpano-ohjeita tuotantoon tai huoltoon.

Pääpainotus mallien mittatarkkuudessa oli vaakaperustassa ja vaakasilloissa, sillä ne ovat Tamtron Systems Oy:n omaa tuotantoa. Lisälaitteiden osalta tärkeimmät komponentit ovat samasta syystä kiinnitystolpat, kuljettajaterminaali ja kortinlukija. Muut raportissa mallinnetut lisälaitteet tehtiin visuaalisia tarkoituksia varten, kuten viranomaishyväksyntiä, joissa tarkoitus on havainnollistaa punnustapahtumaa ja -järjestelmää. Projektin alkuperäinen tarkoitus tarkentui ja muokkaantui työn etenemisen myötä eikä tähän opinnäytetyöhön ollut tarvetta sisällyttää enää muita auto- tai rautatievaakoja.

Mallinnus itsessään onnistui hyvin ja lopputulos on opinnäytetyön tekijän mielestä hyvä. Järjestelmien 3D-kuvat voidaan käsitellä esimerkiksi SolidWorks Visualize -ohjelman avulla, jolloin järjestelmän mallia voidaan käyttää messuilla tai yrityksen esitteissä. Kuvat mallinnettiin siten, että niistä voidaan luoda mittakuvat ja muita teknisiä dokumentteja. Tarkoitus ei kuitenkaan ollut korvata nykyisiä insinööritoimiston piirtämiä perustakuvia uusilla. SolidWorks tai AutoCAD tarjoavat työkaluja rakennusteknisten piirustuksien luomiseen, mutta ammattitaitoisen henkilön tulisi hallita rakennustekniikan lisäksi yrityksen tuotteet ja sovellukset.

9.2 Ajankäyttö

Ajankäytöllisesti projektissa olisi ollut vaihteita, joissa ajankäyttöä olisi voinut kohdistaa paremmin. Esimerkiksi kokoonpanot ja materiaalivalinnat veivät yllättävän paljon aikaa. Myös henkilökohtainen kiinnostus PhotoView 360 ja Visualize-ohjelmien käyttöön toi suuren määrän renderoituja testikuvia.

Vaikka projektin onnistuminen vaati hieman syventymistä SolidWorksin käyttöön, päästiin raportin laatijan mielestä kohtuullisen vähällä opettelulla. Mallinnus ja kuvien renderointi jatkuvatkin tämän opinnäytetyön suorittamisen jälkeen. Tulevaisuudessa komponentteja päivitetään ja järjestelmistä tehdään tarkemmat konfiguraatiot. Tätä vaihetta ei sisällytetty raporttiin, sillä raportin koko alkoi paisua yllättävänkin paljon loppua kohden. Siitä jouduttiinkin karsimaan osa tekstistä ja kuvista, jotta tekstistä saatiin informatiivisempi ja kielellisesti parempi.

9.3 Valmiiden mallien hyöty

Mallintamalla koko autovaakajärjestelmä voidaan miettiä asioita myös huollon näkökulmasta. Virheet voidaan välttää jo suunnitteluvaiheessa, sillä kuvien perusteella esimerkiksi huoltotoimenpiteet voidaan nähdä mahdolltomaksi tai hankaliksi. Tällöin lisätilan luominen tai kiinnityksen muokkaaminen hoituu 3D-ohjelmassa pienellä vaivalla.

Myös osalla kilpailevista yrityksistä on tarjolla jonkin asteinen konfiguraatiotyökalu, joka toimii selainpohjaisesti millä tahansa laitteella. Tällä työkalulla potentiaalinen asiakas voi tutustua yrityksen tuotteisiin, konfiguroida itselleen sopivan tuotteen ja jopa lähettää valintojen mukaisen tarjouspyynnön. Konfiguraatiotyökaluihin materiaaliksi tarvitaan tietenkin 3D-mallit, joten tämän opinnäytetyön malleja voidaan hyödyntää myös tällaisen työkalun rakentamisessa. Tämä tekniikka sopii erityisen hyvin standardituotteisiin, kuten nosturivaa'at tai koukkuvaa'at, joita esimerkiksi Tamtron Systemsin sisaryhtiö Tamtron Oy valmistaa. Autovaa'issa tilanne on hieman monimutkaisempi, sillä asiakas ei itse voi suoraan valita tehtaan mallia katalogista ja lisätä siihen vaakaa. Konfiguraatiotyökalulla voidaan kuitenkin tutustuttaa ostaja auto- tai junavaakoihin etukäteen ja esittää hänelle täydentäviä lisäkysymyksiä. Myyjä tarvitsee vähintään perustiedot, kuten millaista kalustoa punnitaan ja mihin käyttötarkoitukseen vaakaa suunnitellaan. Tällöin myyjä tietää tarjota oikeanlaista ratkaisua lisälaitteineen.

9.4 Muuta

Tulevaisuudessa voidaan miettiä muitakin tulevia käyttökohteita, kuten esimerkiksi VR-tekniikkaa. Se on vielä tällä hetkellä suureksi osaksi kehitysvaiheessa, eikä sille ole löydetty laajaa käyttäjäkuntaa teollisuudessa. VR-tekniikan käyttäminen vaatii paljon opettelua ja tekninen toteutus esimerkiksi mallintamisessa on hankalaa. Tekniikan kehittyessä käyttökohteena voisi olla jonkinlainen koulutus-tapahtuma, kuten vaakaperustan asennus tai huoltotyöt. Myös kuljettajatermi-naalin kokoonpano voisi helpottua, mikäli kasattua 3D-mallia voisi tarkastella VR-lasien kanssa ja täten tutustua laitteeseen kävelemällä sen ympäri. Näissäkin tapauksissa pitäisi löytää jokin suurempi hyöty, sillä samalla tavalla mainitut asiat

onnistuvat nykyisellään tietokoneen näytöllä. VR-tekniikka kokonaisuudessaan on vielä kallista hyötyyn nähden, sillä sen käyttö vaatii tehokkaan tietokoneen ja optimoidun kohdeohjelman.

LÄHTEET

Hemminki, S., Simonen, S., Valkeapää, T. 2009. Tukes-julkaisu 1/2009: Lakisääteisen metrologian käsikirja. Helsinki: Kopio Niini.

<https://tukes.fi/documents/5470659/6409837/Lakis%C3%A4%C3%A4teisen+metrologian+k%C3%A4sikirja/267085a5-9507-4ddb-89df-ad9a775f7404?version=1.2>

Pohjanmaan Pelastuslaitos. Tietoa: Räjähdyksivaaralliset tilat ja atex. Luettu 24.1.2019

<http://www.pohjanmaanpelastuslaitos.fi/palvelut/vaaralliset-aineet-ja-kemikaalit/rajahdysvaaralliset-tilat-ja-atex>

Accountor Enterprise. FAQ: Mikä on ERP-järjestelmä? Luettu 21.12.2018

<https://www.accountorenterprise.fi/2017/08/08/mika-erp-jarjestelma/>

TUKES, Tietoa tukesista: Strategia, visio ja arvot. Luettu 20.1.2019

<https://tukes.fi/tietoa-tukesista/strategia-visio-ja-arvot>

RFID Lab Finland Ry. FAQ: Mitä on RFID? Luettu 21.12.2018

<http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid/>

Vaakatalo Oy. Vaakatietoa. Luettu 7.1.2019

<https://www.vaakatalo.com/vaakatietoa/>

HBM GmbH. OIML accuracy classes explained: Which load cell for which application? Luettu 7.1.2019

<https://www.hbm.com/en/2637/oiml-accuracy-classes-explained/>

Peikko Group. Tuotekuvasto: KL-kiinnityslevy. Luettu 7.12.2018.

<https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/kl-kiinnityslevy/technical-information/>

SolidWorks. Internet-sivut. Luettu 7.12.2018

<https://www.solidworks.com>

Dassault Systèmes. Esite: About 3ds. Luettu 1.12.2018

<https://www.3ds.com/about-3ds/>

Schneider Electric. Tuotekuvasto: Wibe-kaapelitikkaat. Luettu 08.12.2018

<https://www.se.com/fi/fi/product-range/61282-wibe-kaapelitikkaat/>

Ellery, S. 2.6.2016. Artikkel, Javelin Tech. What's the big deal with SOLIDWORKS Visualize GPU Rendering? Luettu 3.12.2018

<https://www.javelin-tech.com/blog/2016/06/gpu-rendering-solidworks-visualize/>

Kontio, J. 3.2.2017. Artikkel, AIPWorks. SolidWorksin tehoasetukset kokoonpanoihin. Luettu 21.12.2018

<https://aipworks.fi/2017/02/03/solidworksin-tehoasetukset-kokoonpanoihin/>