



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Topi Ylihärsilä

# 3D-LAYOUTIN LUOMINEN

Prima Power Oy

Tekniikka ja liikenne  
2015

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Topi Ylihärtilä
Opinnäytetyön nimi	3D-layoutin luominen
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	34
Ohjaaja	Juha Hantula

---

Opinnäytetyö tehtiin Prima Powerin layout-suunnitteluun Kauhavalle. Työn tuloksena syntyi ohje 3D-layoutien luomiseen suunnittelijoille. Yrityksellä on käynnissä projekti, jonka tavoitteena on päivittää kaksiulotteisten layoutien suunnittelu uusien tuotteiden osalta kolmiulotteiseksi.

Layout-suunnittelu on ottanut käyttöön uuden ohjelmiston, jolla layouteja tehdään sekä kaksi- että kolmiulotteisina. Ennen ohjeen kirjoittamista tuli opiskella ohjelmiston käyttö kokonaisvaltaisesti. Ohjeeseen on kerätty eri tilanteisiin sopivimmat vaihtoehdot, jotka on määritetty lukuisilla testauksilla. Uuden konemallin osat ovat toimineet sopivina käyttökohteina eri keinojen selvittämiseen.

Ohjeen ensimmäinen versio julkaistiin koko suunnitteluosaston saataville vuoden 2015 lopulla. Ohje käydään tarkkaan läpi kaksipäiväisen koulutuksen aikana, jonka jälkeen ohjeeseen tehdään mahdolliset korjaukset ja lisäykset. Tulevaisuudessa ohjetta katselmoidaan vuosittain, jolloin sitä pystytään käyttämään suunnittelun apuvälineenä jatkossakin.

## ABSTRACT

Author	Topi Ylihärsilä
Title	Creation of 3D-layout
Year	2015
Language	Finnish
Pages	34
Name of Supervisor	Juha Hantula

---

This thesis was made for Prima Power layout design unit in Kauhava. A manual for creating 3D-layouts was written as a result of the thesis. The company has an ongoing project the goal of which is to update 2D layout designing concerning new products to 3D-designing.

The layout design unit has acquired new designing software, which is used to design layouts in 3D and also in 2D. Writing the manual required a comprehensive study of the software. After numerous testing the most practical procedures for different types of situations were gathered in the manual. Parts of a new series of the company's flagship product are used as examples in the manual.

The first version of the manual was published for the entire designing department in the end of 2015. The manual will be reviewed thoroughly during a two-day training and after that possible revisions and additions will be made in the manual. The manual will be surveyed yearly so it will be usable as a designing aid in the future.

## SISÄLLYS

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	PRIMA POWER .....	8
	2.1 Historia.....	8
	2.2 Levytyökeskus .....	10
3	LAYOUT-SUUNNITTELUN TOIMINTATAVAT & OHJELMISTOT .....	11
	3.1 Nykytila.....	11
	3.2 Ohjelmisto.....	12
	3.2.1 Suoramallinnus.....	12
	3.2.2 Ohjelmiston vaihto & ohjelmiston ominaisuudet .....	12
	3.3 Erilaiset layoutit .....	14
	3.4 Tehdaspohjat .....	17
4	MALLIN KEVENTÄMINEN & MODUULIN LUOMINEN .....	20
	4.1 3D-layoutmoduulit.....	23
	4.1.1 Moduulikirjasto .....	24
	4.2 Erilaiset keventämisen keinot .....	25
	4.2.1 Päällemallinnus .....	25
	4.2.2 Piirteiden poisto .....	26
	4.3 Moduulien muokattavuus.....	27
	4.4 Vaihtoehtoiset ratkaisut .....	27
	4.5 Tallennukset ja niiden nimeämiset.....	29
5	YHTEENVETO & TULOKSET.....	30
	5.1 Projektin tulevaisuus.....	31
	5.2 Jatkokehitys.....	31
	LÄHTEET.....	34

## **KÄSITTEET**

Moduuli:	Itsenäinen irrallinen osakokoonpano, pääkokoonpanon osa
Layout:	Pohjapiirustus
CAD:	Tietokoneavusteinen suunnittelu (= Computer-aided design)
2D:	Kaksiulotteinen
3D:	Kolmiulotteinen

## KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	3D-kokoonpano levytyökeskuksesta, Punch Genius PG 1225 Stand alone.	s. 10
<b>Kuva 2.</b>	Eri kuvannot tarjouslayoutissa.	s. 15
<b>Kuva 3.</b>	Asennuskuva.	s. 16
<b>Kuva 4.</b>	Kuormituskuva.	s. 17
<b>Kuva 5.</b>	Koneen 3D-malli 2D-tehdaspohjan päällä.	s. 19
<b>Kuva 6.</b>	Kevennetty ja keventämätön runko rautalankanäkymässä.	s. 22
<b>Kuva 7.</b>	Levytyökeskukseen liittyviä moduuleita.	s. 23
<b>Kuva 8.</b>	Materiaalin lisääminen malliin aputason ja luonnostelman avulla.	s. 26
<b>Kuva 9.</b>	Sähkökaapin ovien liikealue 3D-viivoina.	s. 28

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tuotoksena tehtiin ohje 3D-layoutien luomisesta uuden ohjelmiston avulla. Nykyisin layoutit tehdään vielä kaksiulotteisina, mutta uusien konemallien myötä 3D-layouteja aletaan tehdä enemmän. Layoutsuunnittelun päivittäminen on iso projekti yritykselle, joten kattava ohjeistus työntekijöille on avainasemassa projektin onnistumiseksi.

Ohjeessa on esitetty kaikki tarpeelliset toimintatavat ja työkalut, joita layout-suunnittelija tarvitsee luodakseen 3D-layoutin. Uuden konemallin osia on käytetty esimerkkeinä, jotta ohje vastaisi mahdollisimman hyvin todellisuutta. Ohje tullaan käymään perusteellisesti läpi suunnittelijoille järjestettävän koulutuksen yhteydessä. Projektin edetessä uudet asiat päivitetään ohjeeseen tasaisin väliajoin. Ohjeen rakenne on tehty siten, että sitä on helppo päivittää jälkeenpäin.

Ohjeen keskeiset aiheet ovat layout-moduulien tekeminen, kokoonpanojen käyttäminen ja ohjelmiston toiminnot. Yksityiskohtainen ohjeistus laajentaa suunnittelijan mahdollisuuksia soveltaa toimintatapoja. Ohjeessa on pyritty esittämään riittävästi asioita, joiden perusteella suunnittelija pystyy luomaan itsenäisesti 3D-layoutin alusta loppuun saakka.

## 2 PRIMA POWER

Prima Power kuuluu maailman kärkipään yrityksiin, jotka ovat erikoistuneet levytyökeskuksiin ja –järjestelmiin. Tuotantoyksiköitä on Suomessa, Italiassa, Yhdysvalloissa ja Kiinassa. Niiden lisäksi on tytäryhtiöitä, jälleenmyyjä ja asiakaspalvelijoita yhteensä yli 70 maassa. Prima Power on italialaisen Prima Industrie S.p.A:n työstökonedivisioona. Opinnäytetyö tehdään Finn-Power Oy:lle Kauhavalle, joka on osa Prima Poweria. /1/.

Prima Powerin tuotevalikoimaan lukeutuvat laserleikkaus, lävistys, kulmaleikkaus ja taivutus. Niiden ohella valittavissa on eri automaatiotasoisia varastoja. Yrityksen erityisvahvuuksia ovat järjestelmien automatisointi ja kehittynyt palvelu. Laajaa tehokkaiden ja suorituskykyisten koneiden valikoimaa käytetään useilla aloilla ympäri maailman. /1/.

### 2.1 Historia

Jorma Lillbacka perusti Lillbackan Konepajan Alahärmään vuonna 1969. Ensimmäisinä tuotteina yritys markkinoi Finn-Power tuotenimellä hydraulisia letkuliitinpuristimia ja letkuleikkureita. Kymmenen vuotta myöhemmin Prima Industrie S.p.A aloitti toimintansa markkinoimalla pääasiassa teknologisia lasertuotteita. /1/.

1980-luvulla Prima Industrie otti haltuunsa markkinoiden johtoaseman 3D-laserrobotin, Optimon avulla. Yhtiö jatkoi kasvuaan Saksaan perustetun tytäryhtiön ja markkinoille tuotujen automaatiolaitteiden myötä. Vuonna 1983 Lillbackan Konepaja laajensi tuotevalikoimaansa kehittämällään levytyökeskuksella nimeltä Finn-Power. Yhtiö laajeni ulkomaille vuonna 1985, kun Yhdysvaltoihin perustettiin ensimmäinen tytäryhtiö. /1/.

1990-luvun alkupuoliskolla Prima Industrie toi Optimon rinnalle uuden 3D-lasertuotteen, Rapidon. Prima Industrie kasvatti toimintaansa ostamalla sveitsiläisen Laserwork AG:n ja perusti tytäryhtiöt Ranskaan, Iso-Britanniaan ja



Yhdysvaltoihin. Finn-Power teki kansainvälisen läpimurron uudella yhdistetyllä lävistys-kulmaleikkuu -konseptilla. Sen rinnalle kehitettiin automaattivarasto Night Train FMS, joka on vieläkin johtavaa tekniikkaa maailmalla. /1/.

1990-luvun lopulla Prima Industrie saa ISO 9001 –sertifikaatin. Yritys teki isoja harppauksia laajentamalla toimintaansa Aasian markkinoille Pekingiin perustetun toimipisteen myötä. Samalla tuoteperhe kasvoi uuden Platino –koneen julkaisulla. Sähköservotekniikka oli alkusysäys nykyiselle ympäristöystävällisyyttä korostavalle Green Means –konseptille. /1/.

Vuosina 2000 – 2007 konserni laajeni, kun Convergent Energy ja Laserdyne ostettiin osaksi konsernia. Aasian markkinat tukevoituivat toisen yhteisyrityksen ansiosta. Myynnin ja huollon päivitykset vankistivat yhtiön asemaa Euroopassa. /1/.

Merkittävin tapahtuma konsernin historiassa tapahtui 4.2.2008. Prima Industrie S.p.A. osti Finn-Power Oy:n ja kaikki sen tytäryhtiöt. /1/.

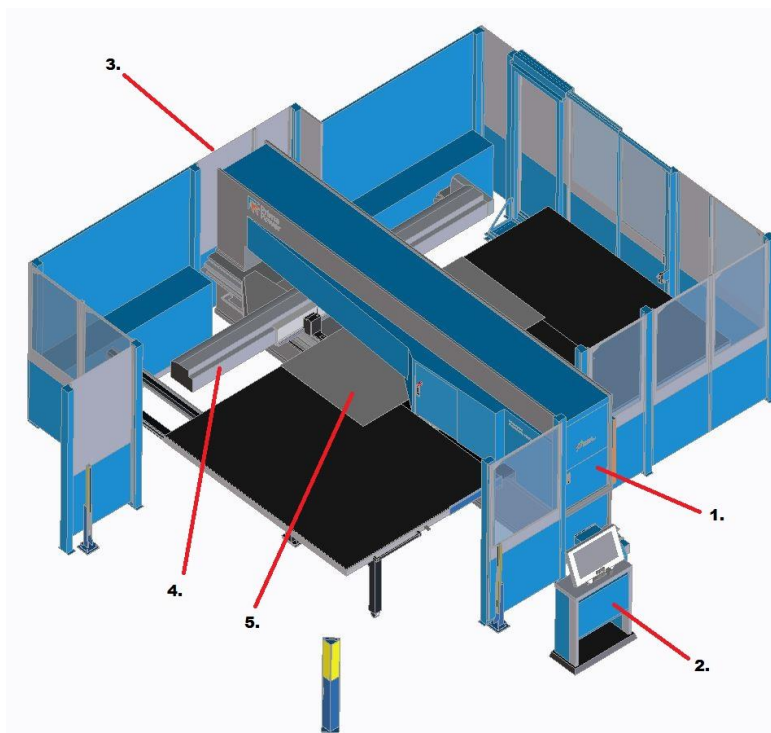
Vuonna 2011 otettiin käyttöön yhteinen uusi tunnus Prima Power. Toimenpiteitä yhtiöiden huolto- ja myyntiverkkoihin tehtiin hyvän palvelun ylläpitämiseksi. Samaan aikaan Brasiliaan, Intiaan ja Turkkiin perustettiin uudet tytäryhtiöt. Uudet innovatiiviset tuotekehitykset saivat alkunsa. /1/.

## 2.2 Levytyökeskus

Levytyökeskus on kone, jonka avulla valmistetaan rei'itettyjä ja leikattuja peltejä. Koneella voidaan perinteisen lyömällä tapahtuvan lävistyksen lisäksi laserleikata, muovata ja kierteyttää. Lisälaitteiden ansiosta valmistettuja osia voidaan taivuttaa, pinota ja varastoida. Kone on täysin toimintakelpoinen sellaisenaan tai se voi olla osa isompaa järjestelmää, joka rakentuu automaattivaraston ympärille.

Punch Genius PG 1225–levytyöstökeskuksen rakenne (**Kuva 1**):

1. Levytyökeskus
2. Ohjauspaneeli
3. Suojaseinät
4. Koordinaattipöytä
5. Työstettävä metallilevy



**Kuva 1** – 3D-kokoonpano levytyökeskuksesta, Punch Genius PG 1225.

## **3 LAYOUT-SUUNNITTELUN TOIMINTATAVAT & OHJELMISTOT**

### **3.1 Nykytila**

Layout eli pohjapiirustus tehdään jokaista tarjottua tai myytyä levytyökeskusta ja siihen liitettäviä laitteita kohti. Tarjousvaiheessa konetta sommitellaan asiakkaan tehtaaseen piirtämällä siitä tarjouslayout. Hyväksytyn tarjouksen jälkeen piirretään varsinainen layout, joka sisältää tarkemmat mitoitukset kuin tarjouslayout. Lisäksi piirretään asennuskuva ja kuormituskuva, joiden perusteella kone asennetaan asiakkaan tehtaaseen tarkasti.

Prima Power halusi nykyaikaistaa layout-suunnittelun siirtymällä 2D-maailmasta 3D-maailmaan. Muutos on iso, koska se vaatii uuden ohjelmiston käyttäjille, ohjelmiston käyttämisen opettelun, kokonaan uuden mallikirjaston ja osittain uudet toimintatavat. Asiakkaiden näkökulmasta 3D-layout on selkeästi parempi kuin 2D-layout. 3D-kuvat ovat yleisestikin ymmärrettävämpiä kuin 2D-kuvat. Layoutin esittäminen kolmiulotteisena antaa apuja myös koneen myynnille, koska koneen toimintaa voidaan selventää asiakkaalle pyörittelemällä kokoonpanoa tietokoneen näytöllä tai layout-moduulien pohjalta tehtyjen simulaatioiden avulla.

Siirtyminen 3D-maailmaan tapahtuu sujuvasti uuden konemallin julkaisun myötä. Uuden mallikirjaston luominen aloitetaan uudesta konemallista, eikä vanhoista koneista luoda 3D-layoutmoduuleita ollenkaan. Ensimmäiset 3D-layoutit tehtiin samanaikaisesti uuden konemallin, Combi Geniuksen julkaisun kanssa. Opinnäytetyön tuotoksena tuleva ohje 3D-layoutien luomiseen kirjoitettiin ensimmäisten 3D-layoutmoduulien luomisen yhteydessä. Ohjeessa on käytetty esimerkkeinä uuden konemallin osia, jolloin ohjeesta on saatu mahdollisimman autenttinen.

## **3.2 Ohjelmisto**

### **3.2.1 Suoramallinnus**

Suoramallinnuksella tarkoitetaan suoraa vaikuttamista mallin geometriaan. Se on tietokoneavusteinen mallinnusmetodi, joka sallii suunnittelijan manipuloida mallia vetämällä, työntämällä tai vääntämällä. Perinteisessä mallinnuksessa mallille rakentuu historia, suoramallinnuksessa tätä ei tapahdu. Tämä antaa suunnittelijalle enemmän vapauksia muokata mallia. /2/.

Suoramallinnuksen keinot sopivat layout-suunnitteluun erinomaisesti, koska layoutia tehdessä moduuleita joudutaan muokkaamaan lähes poikkeuksetta. Suojaukset joutuvat yleensä ensimmäisenä muokkauksen kohteeksi, koska niitä sovitellaan esimerkiksi asiakkaan tehtaan seinien mukaisiksi. Suojaverkotukset ovat vakiokokoisia ja pelkästään vakiokokoisilla verkotuksilla kokonaisen suojauksen rakentaminen on haasteellista. Verkotuksia joudutaan usein venyttämään layoutia suunnitellessa, joten vapaan venyttelyn mahdollistava suoramallinnustekniikka on erittäin käytännöllinen. /3/.

### **3.2.2 Ohjelmiston vaihto & ohjelmiston ominaisuudet**

Yritys käynnisti projektin, jonka tavoitteena on vaihtaa 2D-layoutien tekeminen kokonaan 3D-layouteihin. Vanha ohjelmisto mahdollisti ainoastaan 2D-piirtämisen. Ennen uuden ohjelmiston valintaa yritys teki taustatyötä kartoittaakseen eri ohjelmistojen eroja. Uuden ohjelmiston kriteereinä olivat mm. tiedostotyyppien yhteensopivuus, mallien muokattavuus ja kyky pyörittää suuria kokoonpanoja. Uusi ohjelma oli paras vaihtoehto, koska se täytti asetetut kriteerit parhaiten.

Uudessa layout-suunnittelun ohjelmistossa on 3 ohjelmaa. CAD-ohjelmalla layouteja pystytään tekemään entiseen tyyliin käyttämällä aikaisemmalla CAD-ohjelmalla luotuja 2D-moduuleja. 3D-mallinnusohjelmalla tehdään kevennetyt moduulit mekaniikkamalleista ja kasataan kokoonpanot 3D-layoutia varten. 3D-mallinnusohjelmassa on lisäosa, joka toimii yhteistyössä mallinnusohjelman kanssa. Kyseisessä lisäosassa mallinnusohjelmassa kasattuun kokoonpanoon tehdään perinteiset 2D-kuvannot mitoituksineen. Mallinnusohjelma ja mitoitushjelma päivittyvät keskenään, jos kokoonpanon osaa siirretään mallinnusohjelmassa, vaihtuu osan paikka myös mitoitushjelmassa mitoituksineen. Mitoitettu 3D-layout sisältää siis 3D-mallin kokoonpanosta ja 2D-piirustukset. Tämä kaikki tallennetaan yhteen tiedostoon, johon sisältyy kaikki 2D- ja 3D-informaatio layoutista. Layoutit voitaisiin tallentaa erillisinä 2D- ja 3D-tiedot sisältävinä tiedostoina, mutta silloin yhteys 3D-kokoonpanon ja 2D-piirustuksen välillä katoaa. Lisäksi yhteen tiedostoon tallennetut layoutit pitävät arkiston siistimpänä. /3/.

Uuden ohjelmiston 2D-piirtämiseen tarkoitettu ohjelma on hyvin samankaltainen kuin aikaisemmin käytössä ollut ohjelma. Uusi ohjelma on vain nykyaikaisempi versio aikaisemmasta. Ohjelman vaihto ei aiheuta suuria ongelmia, eikä käyttäjän tarvitse opetella paljon uutta asiaa. Ohjelmiston päivittäminen 2D-piirtämisen osalta tapahtuu luontevasti.

Uusi 3D-mallinnusohjelma sopii erinomaisesti layout-suunnitteluun. Se on käyttäjäystävällinen, nopea ja helppo oppia hallitsemaan. Ohjelma on ns. sessiopohjainen eli malleilla ei ole minkäänlaisia historiatietoja, joten kaikki muokkaukset mitä malleihin tehdään, pysyvät vain ruudulla olevassa osassa tai kokoonpanossa. /3/.

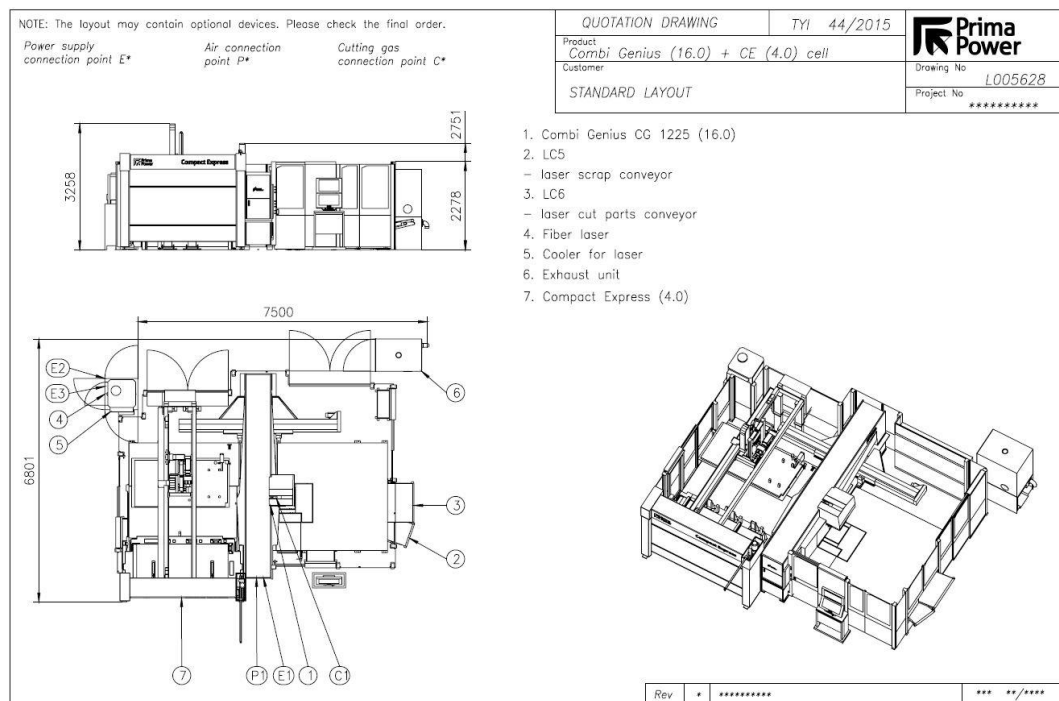
Uusi ohjelmisto otettiin käyttöön kesällä 2015. Ohjelmiston valmistajan konsultti piti koulutuksen layout-ryhmän työntekijöille ennen ohjelmiston käyttöönottoa. Kaksipäiväisen koulutuksen aikana käytiin läpi ohjelmiston perustoiminnot ja keskityttiin ominaisuuksiin, joita layout-suunnittelu ohjelmistolta vaatii.

Koulutuksen jälkeen ohjelmiston käytön opettelua jatkettiin ja ensimmäisiä 3D-layoutmoduuleita alettiin tekemään. Koulutuksen pitänyt konsultti on toiminut IT-tukihenkilönä ongelmanratkaisutilanteissa sähköpostin välityksellä. Syksyn 2015 aikana uusi ohjelmisto on tullut vanhan ohjelmiston tilalle kaikilla osa-alueilla ja käyttäjillä.

### 3.3 Erilaiset layoutit

Myydystä levyntyöstökeskuksesta oheislaitteineen tehdään layout-piirustus, kuormituskuva ja asennuskuva. 3D-kokoonpano kasataan moduuleista. Moduuli on yksi itsenäinen laite, joka liittyy omalla tavallaan pääkokoonpanoon. Layout-suunnittelussa käytettävät moduulit muokataan mekaniikkamalleista. Moduulien kokoonpanot tulee rakentaa niin, että moduuleista pystytään ottamaan kutakin kuvantoa varten tietyt osat. Samaa moduulia käytetään eri tarkoituksiin, eikä moduulikirjastoon haluta samasta laitteesta kolmea eri mallia.

Layout-piirustuksessa moduulin kaikki osat ovat näkyvissä. Kokoonpanosta luodaan piirustus tekemällä yläkuvanto mitoitusohjelmassa. Jos layout tehdään pienestä yksittäisestä koneesta ilman lisälaitteita, tehdään piirustukseen lisäkuvantoina myös sivukuvanto ja isometrinen kuvanto (**Kuva 2.**). Lisäkuvantojen käytön rajaaminen pieniin lisälaitteettomiin kokoonpanoihin päätettiin suunnittelupalaverissa piirustuksen koon perusteella. Suuresta kokoonpanosta tehdyt lisäkuvannot vievät runsaasti tilaa piirustuksessa.

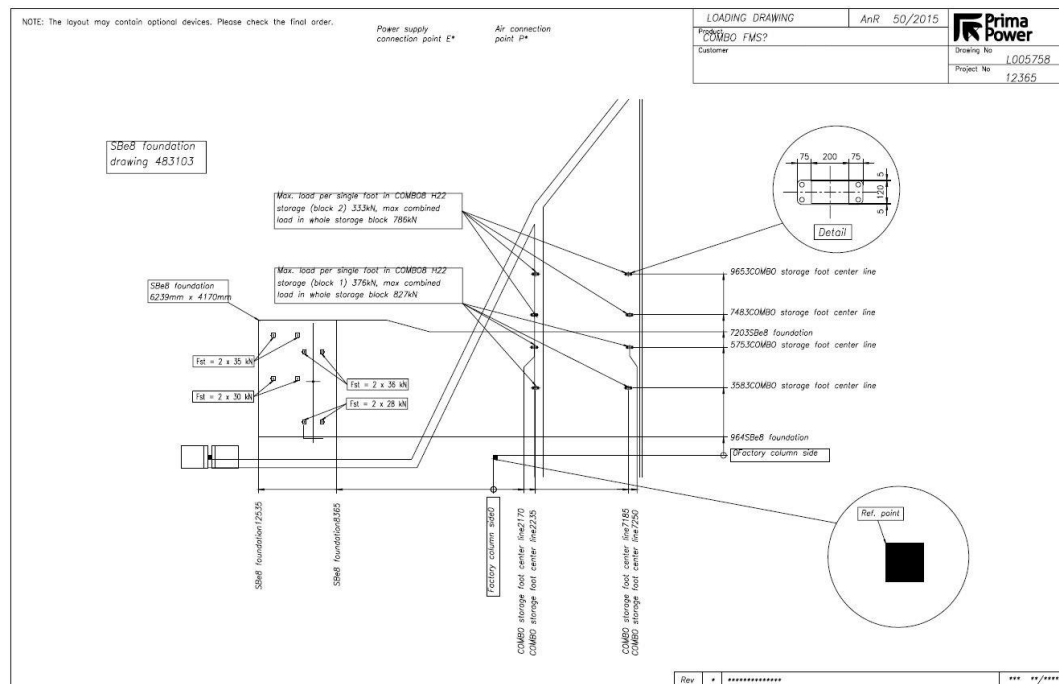


**Kuva 2** – Eri kuvannot tarjouslayoutissa.

Asennuskuvassa moduuleista otetaan näkyville ainoastaan mitoitettavat kohteet (**Kuva 3**). Tällaisia ovat esim. jalkalaput ja runkopalkit. Jokaista laitetta kohtaan on sovittu asennusryhmän kanssa yhteiset säädökset, joiden mukaan asennuskuvat tehdään. Moduulien rakenteen kannalta tämä tarkoittaa sitä, että asennuskuvaan tarvittavien osien täytyy olla irrallisina. Ennen asennuskuvien tekemisen pohtimista yhtenä linjauksena moduuleille oli lyhyt mallipuu. Esimerkiksi jalkalaput kiinnitettiin runkopalkkiin niin, että ne katosivat mallipuusta eivätkä olleet enää omia irrallisia osiaan. Tämä aiheutti ongelmia asennuskuvaa tehdessä, koska jalkalappuja ei saanut enää ilman runkopalkkia asennuskuvaan. Alustavasti yhteiseksi linjaksi sovittiin, että moduulin mallipuussa kaikki asennuskuvaan liittyvät osat nimetään ”\_AS” –alkuisella nimellä. Tällöin suunnittelija voi asennuskuvaa tehdessään hakea helposti ainoastaan tarvittavat osat.







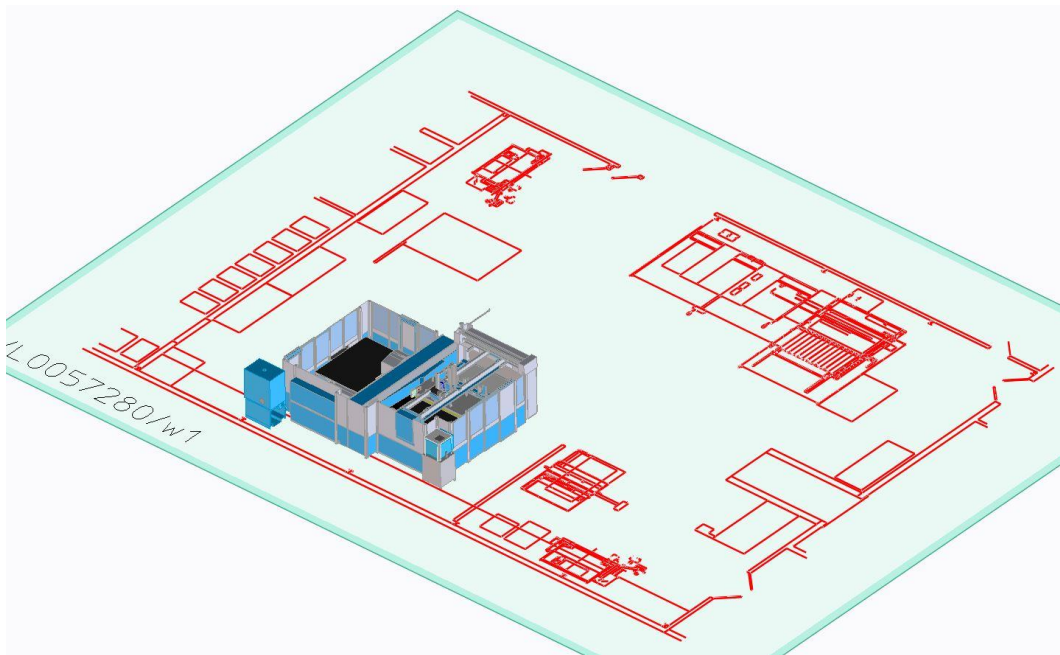
**Kuva 4** – Kuormituskuva.

### 3.4 Tehdasohjat

Pääsääntöisesti tehdasohjat tulevat asiakkaalta 2D-informaatiota sisältävänä tiedostona. Joissain yksittäisissä tapauksissa tehdasohja on voitu piirtää paperille käsin, eikä siitä saada kuin hieman tietoa tehtaan muodosta. Yleisin käytössä oleva 2D-tiedostomuoto on dxf- tai dwg-formaatti. Kyseinen tiedostomuoto toimii moitteettomasti layout-suunnittelun käytössä olevien ohjelmistojen kanssa. Suunnittelija yksinkertaistaa dxf- tai dwg-muodossa olevan tehdasohjan tarvittaessa. Asiakkaan lähettämä täydellinen tehdasohja sisältää useimmissa tapauksissa tarpeetonta informaatiota. Tällöin tehdasohjasta poistetaan kaikki turha, mitä layout-piirustuksessa ei tarvita. Tehdasohja voi olla myös liian suuri. Tilattu kone saattaa kattaa esimerkiksi vain 10% koko tehtaan lattiapinta-alasta. Tällöin tehdasohjasta voidaan poistaa kaikki ylimääräinen, johon tilatun layoutin piirteet eivät ulotu.

2D-layouteissa 2D-muodossa olevat tehdaspohjat toimivat luontevasti layout-moduulien kanssa yhteen. Siirryttäessä 3D-layouteihin, tehdaspohjien käyttö vaatii hieman enemmän toimenpiteitä. Asiakkaalta saadun 2D-tehdaspohjan perusteella voitaisiin luoda 3D-malli tehdaspohjasta. Se on kuitenkin aikaa vievä ja haasteellinen toimenpide sen antamiin hyötyihin nähden. 3D-tehdaspohja antaa 2D-tehdaspohjaan nähden lisää tietoa vain korkeuteen liittyvissä asioissa. Tehtaan korkeuteen liittyvät ongelmat koneen sijainnin suhteen koskevat pääsääntöisesti vain koneita, joissa on varasto mukana. Tästä syystä 3D-tehdaspohjia ei tulla toteuttamaan kuin erikseen pyydettyä. /3/.

Tehdaspohjan 2D-tiedosto tuodaan 3D-kokoonpanoon mukaan lattiatasona. Ratkaisu on nopea ja helppo toteuttaa, siitä nähdään kaikki tarpeellinen, sen avulla voidaan tehdä paikoitukset ja lisäksi se ei kasvata tiedostokokoa liikaa. Suunnittelijoita on helppo ohjeistaa 2D-tehdaspohjan lisäämisestä kokoonpanoon, koska se onnistuu muutamalla napin painalluksella. Asiakkaiden kannalta 2D-tehdaspohja on riittävä informaation suhteen, koska kaikki heille tuntematon esitetään layoutissa kolmiulotteisena.



**Kuva 5** – Koneen 3D-malli 2D-tehdaspohjan päällä.

## 4 MALLIN KEVENTÄMINEN & MODUULIN LUOMINEN

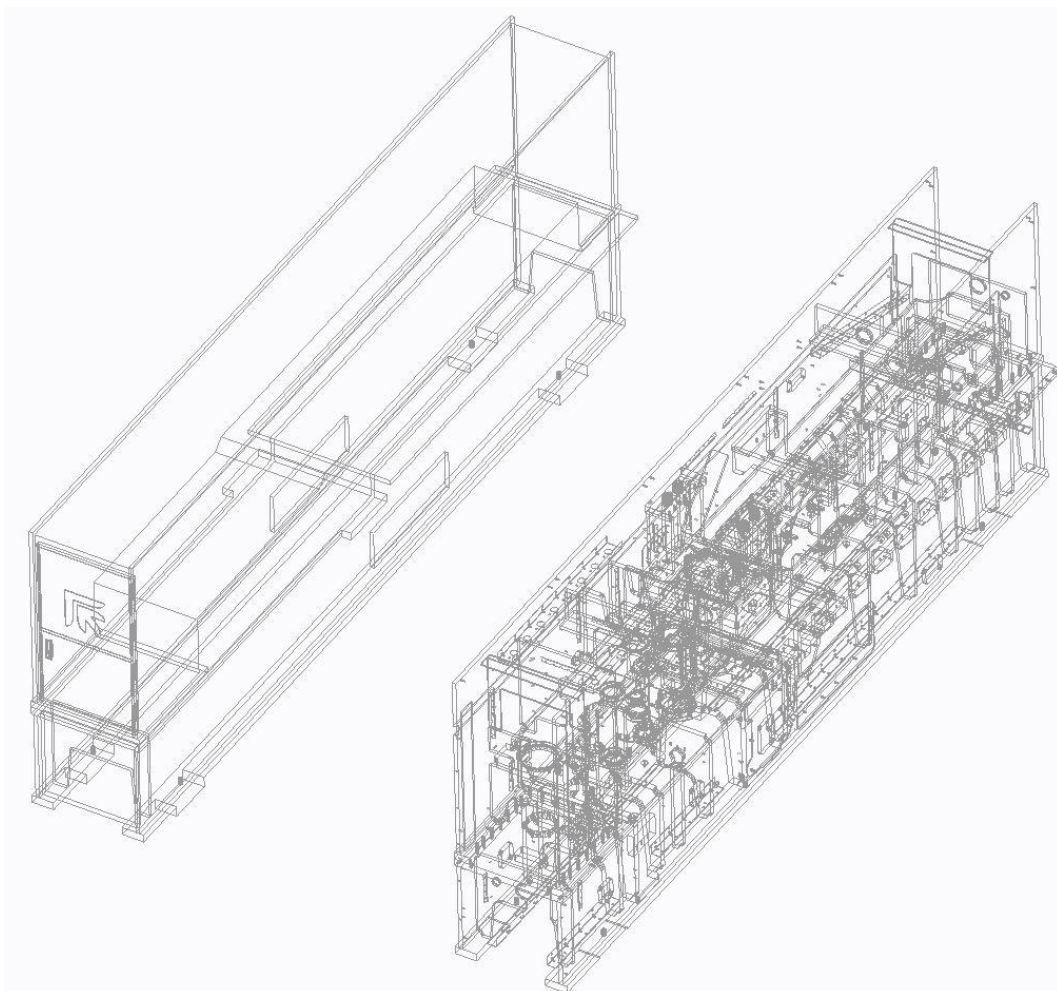
3D-layoutit luodaan käyttämällä kevennettyjä 3D-malleja. Kevennetyt layout-moduulit luodaan mekaniikkamalleista muokkaamalla niistä yksinkertaisempia. Layout-moduuleissa säilytetään tärkeimmät mitat ja mallin täytyy pysyä helposti tunnistettavana. 3D-mallissa on ennen kevennystä useita pyörityksiä, reikiä ja muita piirteitä, jotka ovat epäolennaisia layout-moduulille. Pyöreät piirteet sisältävät useita yksittäisiä pintoja verrattuna suorakulmaiseen piirteeseen. Ylimääräiset pinnat hävittämällä malli saadaan yksinkertaisemmaksi vaikuttamatta suuresti sen ulkonäköön ja tiedostokoko pienenee merkittävästi. Kevennetyt mallit ovat tiedostokooltaan paljon pienempiä, korkeintaan 50 % alkuperäisestä. Keventämättömät mekaniikkamallit vaativat tietokoneelta suorituskykyä, ison kokoonpanon käyttäminen mallinnusohjelmassa on miltei mahdotonta. Kevennetyistä malleista kasattu kokoonpano sisältää tarpeelliset tiedot, se näyttää hyvältä ja lisäksi se toimii vaivattomasti tavallisella tietokoneella. Kevennetyt kokoonpano tulee olla tiedostokooltaan riittävän pieni, jotta 3D-layout pystytään lähettämään myyntiosastolle ja asiakkaalle sähköpostilla.

Kevennetyn mallin luominen aloitetaan hakemalla mekaniikkamalli tuotteiden hallintaohjelmasta Team Centeristä. Mekaniikkasuunnittelulla on käytössä eri mallinnusohjelma kuin layout-suunnittelulla. Saadakseen mallin aukeamaan omalla ohjelmallaan täytyy layout-suunnittelijan tallentaa mekaniikkamalli STEP-tiedostoksi. STEP-tiedostomuodossa tallennettu mekaniikkamalli avataan layout-suunnittelijan omalla mallinnusohjelmalla. STEP-tiedostomuotoon tallennettu mekaniikkamalli saattaa kadottaa joitain tärkeitä ominaisuuksia käynnöksen yhteydessä, joten layout-suunnittelijan on tarkistettava alkuperäistä mekaniikkamallia apuna käyttäen, että malli on pysynyt ehjänä. Opinnäytetyön yhteydessä tehdyssä ohjeessa on määritetty toimintatavat STEP-tiedostoa koskeviin ongelmatilanteisiin, joita on kohdattu usein STEP-tiedostoja tallennettaessa. Suunnittelijoita on ohjeistettu tarkkojen asetusten määrittämisessä STEP-tiedostoa tallennettaessa. Ensimmäisiä STEP-tallennuksia tehdessä huomattiin, että tallennus

ei ole vain napinpainallus. Tallennustestejä tehtiin runsaasti eri asetuksia käyttämällä ja lopputuloksena oikeat kaikkiin malleihin sopivat asetukset löydettiin. /3/.

STEP-tiedoston kääntämisen jälkeen suunnittelija avaa mekaniikkamallin omassa mallinnusohjelmassaan ja tallentaa sen muokkaamattomana mallinnusohjelman omaan tiedostotyyppiin. Suunnittelijoita on ohjeistettu, että alkuperäinen mekaniikkamalli pidetään koskemattomana. Alkuperäisestä mallista suunnittelija voi myöhemmin tarkastaa mittoja tai hakea mallista osia takaisin kevennettyyn malliin. Keventäminen on järkevin aloittaa poistamalla tarpeettomat osat mallista. Tällä tavalla suunnittelija ei vahingossa kevennä tarpeettomia osia turhaan. Tarpeettomien osien poiston jälkeen jäljellä olevat osat kevennetään. Kevennettyjä osia yhdistellään tarpeiden mukaisesti, jolloin mallipuuta saadaan supistettua. Tämän jälkeen kevennetty moduuli on valmis ja se tallennetaan mallikirjastoon sekä informoidaan muita layout-suunnittelijoita mallin käytettävyydestä.

Kevennyksen edistymistä on helppo tutkia rautalankanäkymää apuna käyttäen (**Kuva 6.**). Rautalankanäkymässä mallista voidaan havaita piirteitä, jotka poistamalla malli yksinkertaistuu. Näkymästä voidaan havaita myös mahdolliset mallin sisään jääneet piirteet, jotka lisäävät turhaan tiedostokokoa.



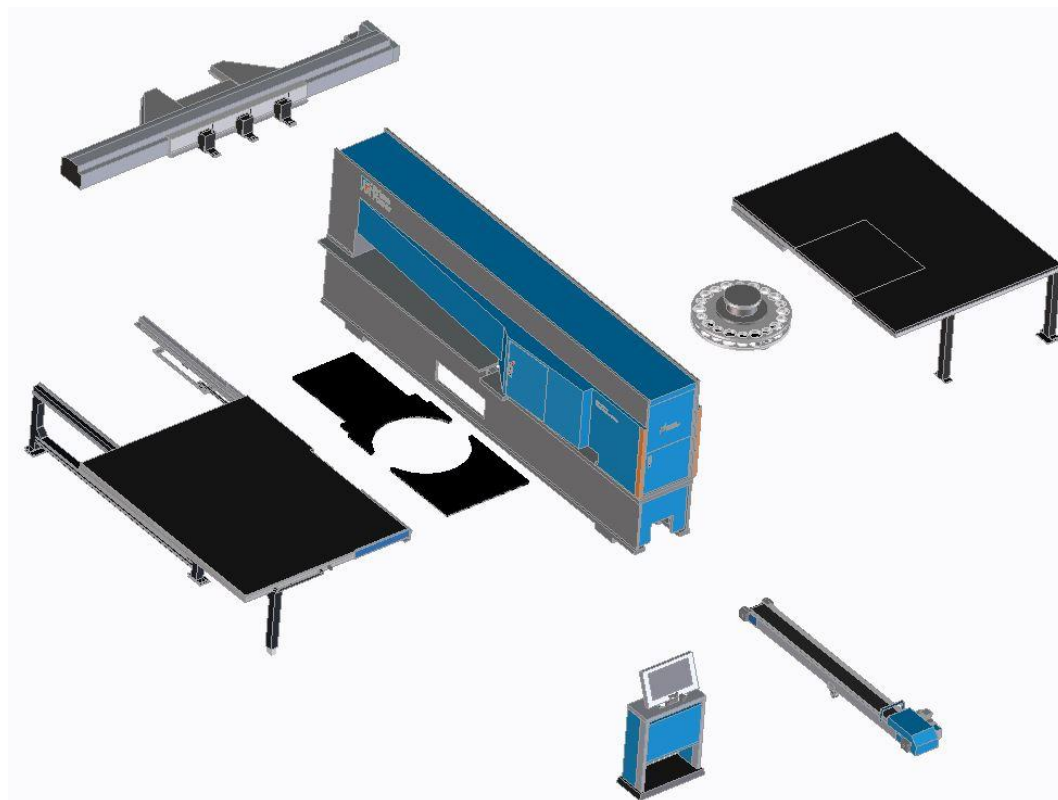
**Kuva 6** – Kevennetty ja keventämätön runko rautalankanäkymässä.

Kevennyksen suurimpana riskinä on mallin olennaisten mittojen muuttuminen ja tärkeiden osien poistaminen. Yleinen toimintatapa kevennettäessä malleja on poistaa ensimmäisenä valtaosa osista, joita ei layout-moduulissa tarvita. Tällaisia osia ovat esim. ruuvit, pultit ja mutterit. Layout-moduulin kannalta tärkeitä osia on useita erilaisia, ja niitä saattaa kadota mallista poistettaessa paljon osia kerrallaan. Ongelmana poistettujen osien kohdalla on aika, joka niiden takaisin tuomiseen kuluu. Suunnittelijan täytyy avata alkuperäinen keventämätön malli, tallentaa vahingossa poistetut osat erilliseksi tiedostoksi ja avata kyseinen tiedosto samaan sessioon, jossa layout-moduulia luodaan. Kevennettäessä suunnittelijalla on oltava

alusta alkaen valmiina mielikuva siitä, miltä valmis kevennetty moduuli tulee näyttämään. Mallia muokatessa on olemassa riski, että suunnittelija muuttaa epähuomiossa jotain osaa niin paljon, että sen mitat eivät enää ole oikein. Suunnittelijan on otettava asia huomioon erityisesti osissa, joihin kiinnitetään mittoja asennuskuvaa tehdessä. /3/.

#### 4.1 3D-layoutmoduulit

3D-layoutmoduuli on yksittäinen irrallinen kolmiulotteinen malli laitteesta, joka liittyy levyntyöstökeskuksen kokoonpanoon (**Kuva 7.**). Moduuleista kasataan erilaisia kokoonpanoja layoutia tehdessä. Kokoonpanoon tulevat moduulit riippuvat asiakkaan ostamasta koneesta.



**Kuva 7** – Levytyökeskukseen liittyviä moduuleita.

Ensimmäiset 3D-layoutit tehtiin samanaikaisesti uuden konemallin julkaisun kanssa. Opinnäytetyön tuotoksena tuleva ohje 3D-layoutien luomiseen kirjoitettiin ensimmäisten 3D-layoutmoduulien luomisen yhteydessä. Ohjeessa on käytetty esimerkkeinä uuden konemallin osia, jolloin ohjeesta on saatu mahdollisimman autenttinen.

3D-layout on uusi käsite yritykselle. Moduuleita on luotu tunnustellen ja kokeillen eri lähestymistapoja, samalla uuden ohjelmiston ominaisuuksia on päästy testaamaan. Toimintatapoja on olemassa useita, niistä käytännöllisimmät valikoitiin ohjeistettavaksi layout-suunnittelijoille. 3D-layoutmoduulin lopputulos on suunnittelijan itsensä päätettävissä. Minkäänlaista tarkkaa linjausta ei ole luotu, kun moduulit vain ovat riittävän käyttökelpoisia. Jos moduuli vaikuttaa liian monimutkaiselta tai sen keventämisen yhteydessä on sattunut jokin virhe, voidaan moduuli päivittää jälkikäteen. Sarjamuutokset konemalleihin vaativat layoutmoduuleihin päivityksiä. Sarjamuutosten vaikutukset layoutmoduuleihin katsotaan tapauskohtaisesti. Jos muutokset ovat merkittäviä, päivitetään moduuli joko pieniä korjauksia vanhaan tekemällä tai kevennetään koko moduuli uudelleen.

#### **4.1.1 Moduulikirjasto**

Aikaisemmin layout-suunnittelijoilla on ollut käytössään moduulikirjasto, jossa on koottuna kaikki mahdolliset konemallit. Kasatessaan kokoonpanoa layoutia varten, suunnittelija hakee moduulikirjastosta tarvittavat koneet samaan istuntoon ja alkaa rakentaa niistä layoutia. 3D-maailmaan siirryttäessä samankaltainen moduulikirjasto on välttämätön. Opinnäytetyötä kirjoitettaessa 3D-moduuleita on vähän, eikä virallista moduulikirjastoa ole vielä luotu.

2D-moduulikirjastossa koneille ja niiden eri sarjoille on luotu omat kansiot. Suunnittelija pystyy etsimään haluamansa moduulin tiedostonimen perusteella, siihen on kirjattu tarpeelliset tiedot, jotka kuvaavat mikä moduuli on kyseessä.



Tiedostonimet ovat joissain tapauksissa pitkiä ja niitä pystyttäisiin hallitsemaan luomalla enemmän alikansioita. On todettu, että liiallinen määrä alikansioita aiheuttaa kuitenkin enemmän vaivaa tiedoston löytämiseksi. Mikäli moduulikirjastoja tarvittaisiin harvemmin, voisi tämä tapa olla parempi.

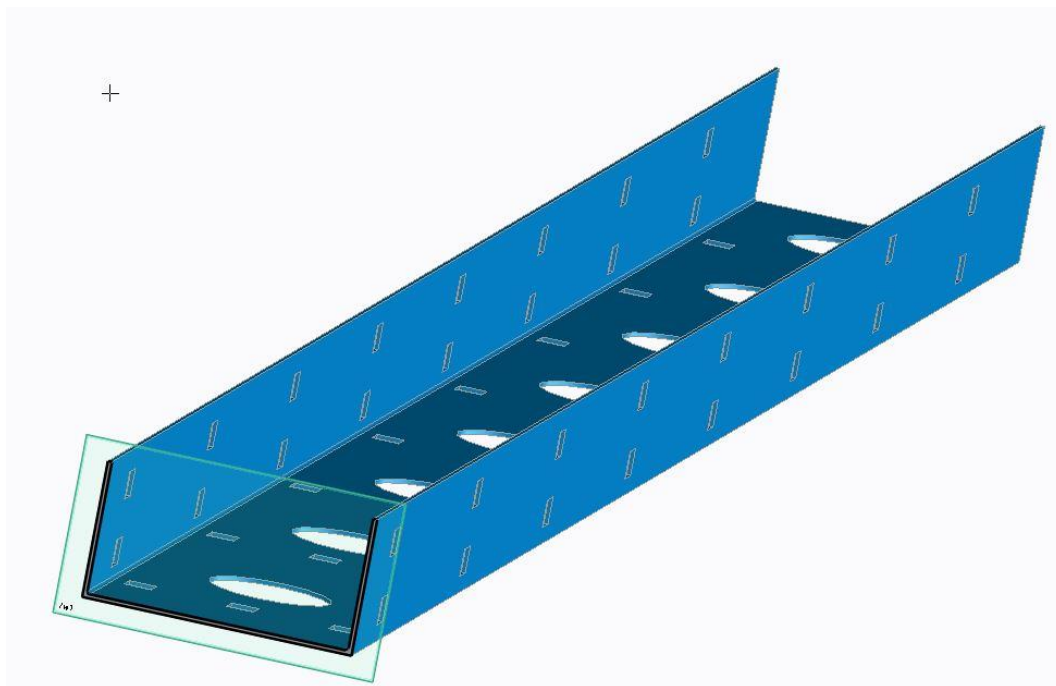
## 4.2 Erilaiset keventämisen keinot

Kevennystä voi tehdä monella eri tavalla. Eri tapojen käyttö riippuu suunnittelijan omasta mielekkästä toimintatavasta ja kevennyksen kohteena olevasta mallista. Suunnittelija voi luoda uuden osan vanhan osan päälle, lisätä tai poistaa materiaalia, poistaa piirteitä osasta yksi kerrallaan tai hävittää esim. kaikki reiät yhdellä komennolla. Kaikilla keinolla päästään samaan lopputulokseen, malli on kevennetty ja näyttää hyvältä. /3/.

Suunnittelijoita on ohjeistettu käyttämään vähiten aikaa ja vaivaa vievää tapaa. Eri keinot antavat suunnittelijalle vapauden tehdä kevennetty moduuli omalla parhaaksi näkemällään tavalla, eikä tarvitse noudattaa yhtä ja ainoaa toimintatapaa.

### 4.2.1 Päällemallinnus

Päällemallinnuksella tarkoitetaan tässä materiaalin lisäämistä osaan, tai vaihtoehtoisesti materiaalin poistamista osasta. Mallista voidaan päällemallintamalla tehdä nopeasti kevennetty versio. Perusajatuksena malliin luonnostellaan sopiva muoto aputason pintaan, jonka avulla materiaalin määrää hallitaan (**Kuva 8.**).



**Kuva 8** – Materiaalin lisääminen malliin aputason ja luonnostelman avulla.

Kevennyksen voi tehdä myös luomalla uusi osa vanhan tilalle. Tämä tarkoittaa sitä, että vanhan osan perusteella tehdään tarvittavat luonnostelut aputasoille ja niiden avulla pursotetaan uusi osa, joka on valmiiksi kevennetty. Esimerkiksi reikäinen levy voidaan päällemallintaa kopioimalla levyn ulkoreunat aputasolle ja niiden avulla pursotetaan uusi levy, jossa ei ole reikiä. Tällä keinolla reikiä ei tarvitse erikseen poistaa.

#### 4.2.2 Piirteiden poisto

Piirteiden poistolla tarkoitetaan tässä muotojen tai ominaisuuksien hävittämistä mallista. Piirteiden poistoa varten ohjelmassa on useita eri työkaluja erilaisia tilanteita varten. Tällä keinolla erillisiä aputasoja ja luonnosteluita ei tarvita, vaan mallia muokataan suoraan. Piirteiden poiston ongelmana on mahdollinen mallin korruptoituminen. Ohjelma laskee mallin geometrian uudelleen piirteiden hävittämisen jälkeen. Erityisesti taivutetut peltiosat ovat herkkiä tuottamaan

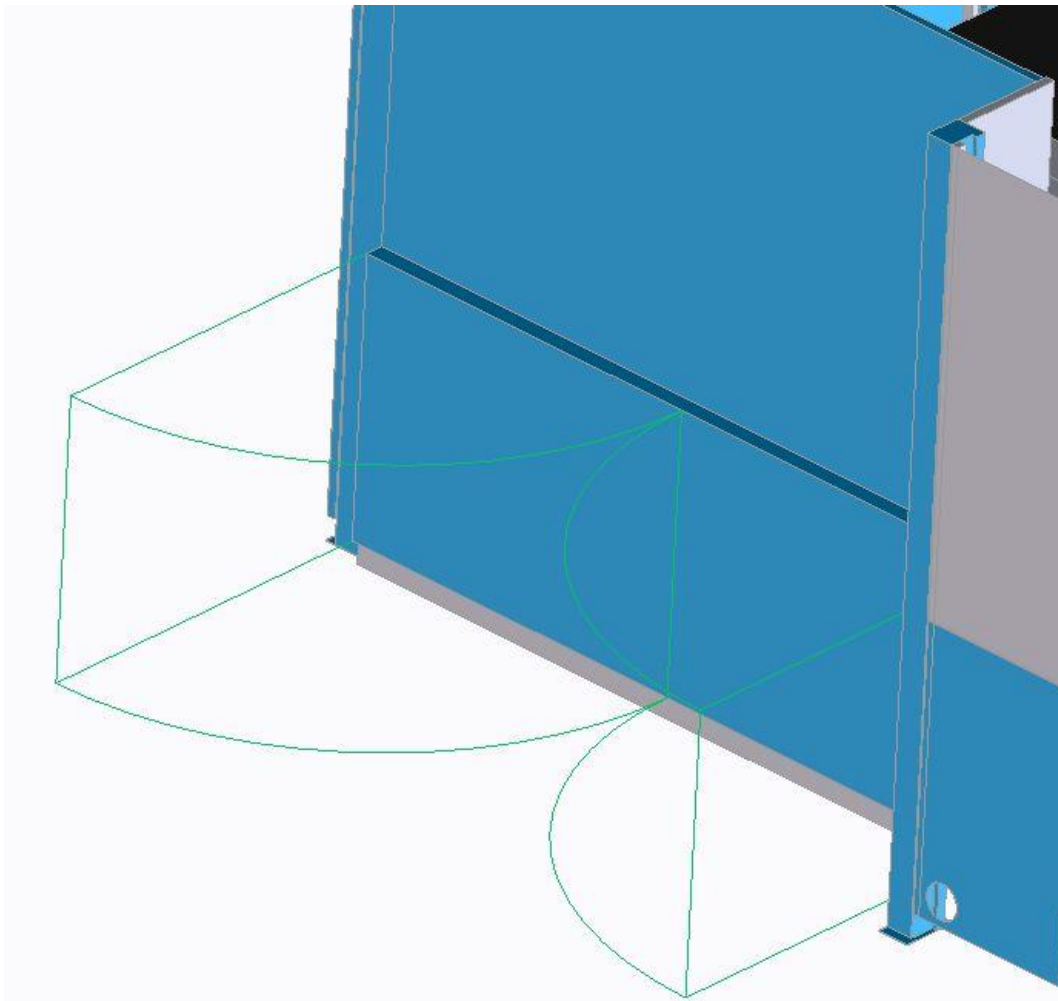
ongelmia piirteiden poiston yhteydessä. Niistä piirteet täytyy poistaa oikeassa järjestyksessä, jotta pintojen välille ei muodostu ristiriitoja. Jotkin moduulin osat eivät ole sinänsä tärkeitä, mutta halutaan jättää ulkonäkösyistä. Tällaisissa tapauksissa osasta tehdään helpoimmalla mahdollisella keinolla ulkonäöllisesti alkuperäistä muistuttava, mutta toimenpiteeseen ei takerruta liian pitkäksi aikaa.

### 4.3 Moduulien muokattavuus

Suoramallinnustekniikkaa käyttävä ohjelma sallii mallin vapaan venyttämisen. Joitain moduuleita täytyy pystyä muokkaamaan helposti venyttämällä, jotkut moduulit eivät koskaan tarvitse muokkausta. Kevennettäessä moduuleita tämä täytyy ottaa huomioon. Kevennettyjen moduulien rakenne tulee tehdä siten, että moduulin venyttäminen on helppoa ja vaivatonta. Tällä tavalla samaa moduulia pystytään käyttämään erilaisena eri tilanteissa ja laaja moduulikirjasto pystytään välttämään. /3/.

### 4.4 Vaihtoehtoiset ratkaisut

3D-layoutin ei välttämättä tarvitse koostua ainoastaan 3D-moduuleista. Kokoonpanoon voidaan yhdistää myös viivoja, joilla voitaisiin esittää esimerkiksi koneen suojaukset tai liikealueet (**Kuva 9.**). Ison järjestelmän suojaamiseen käytetään kymmenittäin erimittaisia suojaverkkoja. Kun kokoonpanoon rakennetaan suojaus valmiista verkkoelementtien moduuleista, kuluu aikaa runsaasti niiden paikoittamiseen järjestelmän ympärille. 3D-moduulien käyttämisen sijaan suojaukset voitaisiin esittää 3D-viivoina. Ohjelma käsittelee 3D-viivojen joukkoa yhtenä osana kokoonpanoa. Viivat pystyisi piirtämään kokoonpanon mukaan huomattavan paljon nopeammin kuin suojauksien kasaaminen moduuleista tapahtuu. Varsinkin kiireellisissä tapauksissa viivojen käyttäminen on varteenotettava vaihtoehto.



**Kuva 9** – Sähkökaapin ovien liikealue 3D-viivoina.

Eteen voi tulla myös tilanteita, joissa valmista kevennettyä 3D-mallia ei vielä ole, mutta 2D-moduuli on olemassa. Periaatetasolla 2D-moduulin voi ottaa mukaan kokoonpanoon, jos kevennystä ei esimerkiksi ehditä tekemään. Tällöin 2D-moduulin koko ja sijainti täytyy tarkistaa erityisen tarkasti. Tätä keinoa voisi käyttää nopeaan havainnoillistamiseen.

Kiireellisissä tapauksissa moduulit voidaan keventää ainoastaan ylimääräiset osat poistamalla. Tällöin jäljelle jääviä osia ei kevennetä piirteitä poistamalla ollenkaan. Tämä tapa säästää aikaa runsaasti, jos moduulia tarvitaan esimerkiksi saman päivän

aikana. Kevennettäessä moduuleja suurin osa ajasta kuluu juuri piirteiden poistamiseen. Ylimääräiset osat pystyy poistamaan muutamassa minuutissa.

#### **4.5 Tallennukset ja niiden nimeämiset**

Kevennetyt layoutmoduulit tallennetaan uuden mallinnusohjelman omassa tiedostomuodossa. Tiedostojen nimeämiset tullaan tekemään samantyyllisesti kuin vanhojen moduulien kohdalla. Suunnittelija pystyy katsomaan tiedostonimestä, mikä moduuli on kyseessä. Tällä keinolla suunnittelijan ei tarvitse avata tiedostoa löytääkseen haluamansa moduulin.

Valmiit layoutit tallennetaan 2D- ja 3D-informaation sisältävässä tiedostomuodossa arkistoon. Arkistossa on tallennettuna kaikkien layoutien kaikki revisiot. Tiedostot nimetään layoutin numerolla ja revisiotunnuksella, tällöin on helppo löytää tehdyt layoutit nopeasti.

Valmiista layoutista tallennetaan 3D-pdf. Se sisältää kokoonpanon ja mahdollisen tehdaspohjan. Tiedosto aukeaa kaikilla tavallisilla pdf-lukijoilla ja 3D-mallia pystyy kääntelemään lukijassa.

## 5 YHTEENVETO & TULOKSET

3D-layoutit ovat saaneet paljon positiivista palautetta yrityksen työntekijöiltä. Yleisimpiä hämmästelyn aiheita ovat olleet mallien nopea muokattavuus ja tiedostojen keveys. Layoutin tekemiseen kolmiulotteisena kuluu vielä hieman enemmän aikaa kuin aikaisempien layoutien kanssa. Suunnittelu saadaan tulevaisuudessa tehtyä nopeammaksi, kun tiettyihin asioihin saadaan rutiinia ja yleisesti lisää kokemuksia. Tähänastisien kokemusten perusteella 3D-layouteja ei ehditä tehdä yhtä nopeasti kuin 2D-layouteja.

Vuoden 2015 loppuun mennessä 3D-layouteja on tehty vain muutamia. 3D-layoutien tekemistä on rajoittanut mekaniikkasuunnittelusta saatavien mallien vähäinen määrä. Ongelmien ratkomiseen on toki sen ansiosta pystytty käyttämään enemmän aikaa. Kolmiulotteisiin moduuleihin siirryttäessä on kohdattu erilaisia ongelmia, joita ei ole tullut vastaan 2D-layouteja tehtäessä. Pääosin ne ovat liittyneet mallin keventämiseen, tehdaspohjien käyttöön ja ohjelmiston ominaisuuksiin.

Valmiiden 3D-layouttien yhteydessä olevat 3D-PDF:t ja 2D-mitotuskuvat vaativat vielä hienosäätöä. Tällä hetkellä ne ollaan saatu toimiviksi, mutta asetusmuutoksilla niiden tekemistä pystytään helpottamaan. 3D-PDF:t eivät toimi vielä täysin odotetulla tavalla ja korjauspyyntö niiden ongelmiin liittyen on lähetetty ohjelmiston valmistajalle. 2D-mitotuskuvien piirtämiseen tarkoitettujen ohjelman asetukset eivät ole vielä täysin oikeat, oikeiden asetusten löytämiseksi tarvitaan lisää kokemusta ja aikaa.

Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt ohje 3D-layoutien luomiseen tullaan käymään kokonaan läpi myöhemmin järjestettävässä koulutuksessa. Koulutuksen jälkeen ohje päivitetään käyttäjien palautteen perusteella ja jatkossa ohjetta päivitetään vuosittain. Ohje on kirjoitettu myöhäisempää päivitystä silmällä pitäen, lisäyksiä ja muutoksia on helppo ja nopea tehdä.

## 5.1 Projektin tulevaisuus

Seuraava jatkotoimenpide projektissa on käyttökoulutus työntekijöille. Koulutuksessa käydään läpi ohjeen versio 1.0. Tätä varten on varattu 2 työpäivää, joiden aikana ohje käydään läpi alusta loppuun perinpohjaisesti. Uuden konemallin seuraava sarja on mekaniikkasuunnittelussa työn alla, ja siitä saadaan malleja mukaan koulutukseen. Koulutukseen osallistuvat työntekijät tulevat opettelemaan ohjelman käyttöä omilla työkoneillaan, jolloin kaikki mahdolliset asetusmuutokset voidaan tallentaa suoraan jokaisen työasemalle. Koulutuksesta halutaan mahdollisimman kattava ja totuudenmukainen. Layoutsuunnittelu on ajoittain hektistä ja pienien ongelmien kanssa painitaan jatkuvasti. Ongelmien ratkaisuun käytettävien keinojen läpikäynti tulee saamaan painoarvoa koulutuksessa peruskäytön opettelu rinnalla.

Koulutuksen jälkeen ohjeesta tehdään versio 1.1 ja siitä leikellään pikaohje. Pikaohjeen ajatuksena on, että suunnittelija osaa tulkita pikaohjeeseen kirjattuja kohtia käyttökoulutuksen jälkeen. Pikaohjeen ansiosta suunnittelijan ei tarvitse etsiä varsinaisesta ohjeesta tietoa, vaan tärkeimmät asiat on ilmaistu muutamalla sivulla. Pikaohjeessa ei tulla esittämään ohjelmiston käyttöä kuin tarvittavilta osin, pääpaino tulee olemaan toimintaperiaatteiden kannalla. Ohje itsessään tulee saamaan lisää sisältöä käyttäjien kokemusten mukaisesti. Ohjeen revisioinnista päätetään yhteisesti koulutuksen lopussa. Rakenne ohjeeseen on tehty niin, että siihen pystyy lisäämään helposti tekstiä ja kuvia. Kuvien lisäämisen jälkeen ohjeessa olevat kuvatekstit ja viittauksen kuviin päivittyvät. Ohjetta tullaan revisioimaan aluksi tarvittavan usein, kokemusten määrän mukaisesti. Myöhemmin ohjeeseen tehdyt muutokset käydään läpi kerran vuodessa ja hyväksynnät muutoksille tehdään yhteisellä päätöksellä.

## 5.2 Jatkokehitys

Seuraavassa on esitetty mahdollisia päättöyön teon aikana huomattuja jatkokehityksen kohteita sekä niiden hyötyjä ja haittoja. 3D-layoutsuunnittelu ei ole

täysin ongelmatonta ja joitain osioita voitaisiin pyrkiä suoraviivaistamaan. Tällä hetkellä joissain toimenpiteissä on käytössä toimivaksi huomattavat toimintatavat, mutta ne eivät välttämättä ole vielä mahdollisimman käytännöllisiä. Kokemuksien lisääntymisen myötä toimenpiteitä päästään varmasti yksinkertaistamaan.

Ohjelmiston valmistaja on antanut yritykselle mahdollisuuden pyytää räätälöityjä työkaluja ohjelmistoon. Keskeisiä toimenpiteitä varten tällaisia työkaluja voisi olla muutaman nykyisen lisäksi enemmänkin. Esimerkiksi mitoitusohjelmassa mittojen laittaminen kuvantoon on hieman kankeaa, joten siihen voisi pyytää valmistajalta jonkinlaista päivitystä. Valmistajan IT-tukihenkilön mukaan tällaiset lisätyökalut eivät ole vaikeita toteuttaa, ja ohjelmistoa pystytään muokkaamaan hyvinkin pitkälle vastaamaan käyttäjän tarpeita. /3/.

Mallien keventäminen vie paljon layout-suunnittelijan työaika. Mekaniikkasuunnittelun käytössä olevassa mallinnusohjelmassa on olemassa mahdollisuus tehdä mekaniikkamallista yksinkertaistettu malli automaattisella työkalulla. Mikäli automaattinen yksinkertaistus toimii nopeasti ja riittävän hyvin, voitaisiin mallin käsin keventämisestä säästää aikaa. Jos automaattisella kevennyksellä säästetään kevennystyöstä ajallisesti järkevä määrä, on asian tutkimiseen syytä käyttää resursseja.

3D-Pdf on aiheuttanut joissain tapauksissa ongelmia. Kun tiedosto avataan lukijalla, pyytää lukija käyttäjää hyväksymään dokumentin näyttämisen ja tämän lisäksi käyttäjän täytyy joka kerta säätää valaistusasetukset malliin manuaalisesti. 3D-Pdf:n perusajatus on, että asiakas näkee helposti ja nopeasti ostamansa tuotteen 3D-mallin. Ongelmasta on päästävä eroon, ettei asiakkaita tarvitse erikseen ohjeistaa käyttämään 3D-Pdf:ää. Toimimaton tiedosto luo helposti mielikuvan ammattitaidottomuudesta. 3D-Pdf:n tilalle voisi etsiä korvaavan tiedostotyyppin, joka täyttää samat kriteerit. Haasteena tässä on löytää yhtä universaali tiedostomuoto kuin Pdf. Ennen kuin eri tiedostomuotoja aletaan etsimään, tutkitaan pdf:n asetusten tallennusmahdollisuudet. Ongelmasta päästään eroon, jos layout-suunnittelija voi tallentaessaan pdf:ää tallentaa myös sen asetukset oikeanlaisiksi.



Tällä hetkellä layout-suunnittelijat huolehtivat täysin layout-moduulien luomisesta. Suunnittelijoiden täytyy erikseen selvittää, milloin mekaniikkasuunnittelu on saanut malleja valmiiksi. Kun tieto valmiista mallista on saatu, layoutsuunnittelijat kääntävät mekaniikkamallin STEP-tiedostoon käyttämällä mekaniikkasuunnittelun mallinnusohjelmaa. Jatkossa mekaniikkasuunnittelijat voisivat tehdä STEP-käännöksen ja lähettää sen layout-suunnittelijoille. Tällä keinolla mallit jalostuisivat nopeammin layout-moduuleiksi, eikä mekaniikkasuunnittelijoiden ohjelmiston lisenssejä kuluisi layoutsuunnittelijoiden käyttöön. STEP-tiedoston yhteydessä on olemassa riski, että mallin kanssa tulee ongelmia. Tällä toimintatavalla riskejä on vaikeampi havaita, kun layout-suunnittelija ei ole välttämättä nähnyt alkuperäistä mekaniikkamallia, eikä näinollen osaa verrata STEP-tiedostomuodossa olevaa mallia alkuperäiseen.

3D-layoutin yhteydessä on mahdollista esittää koneen kaapelireitit 3D-viivoina. Kaapeleiden pituudet koneeseen määritetään tilauskohtaisesti. Toimintatapa vaatisi layout-suunnittelijoilta hieman opettelua kaapeleiden mallintamisesta ja kaapelireitit tulisi hallita täydellisesti. 3D-layoutmoduuliin mallinnettujen kaapelien pituudet saa millin tarkkuudella helposti selville, ja 3D-mallista pystyttäisiin varmistamaan kaapeleiden oikea reititys. Nykyään kaapelireitit piirretään 2D-kuvan päälle, joten korkeuseroja kuvasta ei saa selvitettyä.

Kevennetyistä layoutmoduuleista pystytään helposti jalostaa malleja muihinkin tarkoituksiin, esimerkiksi simulointiin ja koulutukseen. Suoramallinnustekniikka mahdollistaa nopean mallien muokkauksen ja siten sallii mallien muuttamisen simulaatioihin sopivaksi. Mallien värityksiä voidaan muokata mallinnusohjelmalla tai kuvankäsittelyohjelmalla, jolloin niistä saadaan materiaalia mainoskuvia varten. Layoutmoduulit on mahdollista myös ottaa käyttöön huollon tarpeisiin, varaosaluetteloihin ja mekaniikkasuunnittelun apuvälineiksi. Kevennetyjen mallien tiedostokoot ovat pieniä, joten mallien lähettäminen onnistuu tavallisella sähköpostilla.

## LÄHTEET

/1/ <http://www.primapower.com/fi/about-us/>. Viitattu 11.12.2015.

/2/ <http://www.concurrent-engineering.co.uk/Blog/bid/93709/What-CAD-users-need-to-know-about-direct-modeling>. Viitattu 8.12.2015.

/3/ Johnstad-Moller, J. 2015. Konsultti. Econocap. Haastattelu 22.4.2015.