



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ilkka Kaunismäki

---

## **Tekla Structures -suunnitteluohjeen laatiminen**

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Ilkka Kaunismäki

Työn nimi: Tekla Structures -suunnitteluohjeen laatiminen

Ohjaaja: Jussi Yli-Hukkala

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä:1

---

Tämä opinnäytetyö on toimeksianto Pesimal Oy:ltä. Pesimal Oy on varastoautomaation erikoistunut yritys, joka on yli 40 vuoden aikana toimittanut yli 400 järjestelmää ympäri maailman. Opinnäytetyö käsittelee Tekla Structures -suunnitteluohjeen laatimista Pesimal Oy:n sisäiseen käyttöön. Suunnitteluohje laadittiin, koska teräsrakenteiden suunnittelu ja uusien teräsrakenteiden suunnittelijoiden määrä on yrityksessä kasvanut.

Opinnäytetyössä käsitellään myös ohjeiden kirjoittamiseen liittyvät hyvät käytännöt ja vaatimukset, sekä mitä ovat tietomallit, mihin niitä voidaan käyttää ja miten tietomallit hyödyntävät rakennusprojekteja.

<sup>1</sup> Asiasanat: Tekla Structures, korkeavarastojen teräsrakenteet, ohjeistaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Author: Ilkka Kaunismäki

Title of thesis: Designing guide for Tekla Structures

Supervisor: Jussi Yli-Hukkala

Year: 2021

Number of pages: 34

Number of appendices: 1

---

The thesis was commissioned by Pesimal Oy. Pesimal Oy is a company that specializes in warehouse automation and in 40 years has delivered over 400 warehouse projects around the globe. The objective of the thesis was to compose a design guide for Tekla Structures building information modeling software. The guide was composed because of the increasing number of structural steel designers in the company.

The thesis also discussed topics about writing guides, what good guides are like, and what building information models are, how they are used and how they benefit construction projects.

<sup>1</sup> Keywords: Tekla Structures, high bay storage steel structure, guide

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvioluettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoite .....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely .....	9
2 OHJEISTAVAT TEKSTIT .....	10
2.1 Ohjeet ja käyttöohjeet.....	10
2.2 Ohjeen laatiminen .....	11
2.3 Ohjeen rakenne.....	12
2.4 Kohdeyleisö .....	14
2.5 Ohjeen testaus .....	15
3 TIETOMALLINNUS .....	17
3.1 Rakennuksen tietomalli .....	17
3.2 Tietomallin käyttö .....	18
3.3 Tietomallintamisen tulevaisuuden näkymät .....	22
3.4 Tekla Structures .....	23
4 TYÖN TOTEUTUS .....	24
4.1 Työn aloitus ja ohjeistuksen laajuuden suunnittelu .....	24
4.2 Aineiston koostaminen .....	24
4.3 Ohjeistuksen testaaminen .....	25
4.4 Ohjeistuksen viimeistely .....	25

5 TYÖN TULOKSET .....	27
6 POHDINTA.....	32
LÄHTEET .....	34
LIITTEET .....	35

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. Pintakäsittelytietojen ja toleranssiluokan esitys valmistuspiirustuksessa .....	19
Kuvio 2. Projektin ensimmäinen kuljetuserä korostettuna mallissa .....	20
Kuvio 3. Yhdistelmämalli .....	20
Kuvio 4. Korkeavaraston teräsrakenne, hyllystöhissi ja sähkölinjat .....	21

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Tietomalli</b>	Tietomallipohjaisella suunnitteluohjelmalla luotu 3D-malli, jonka osat sisältävät muutakin tietoa, kuin fyysiset mitat.
<b>BIM</b>	Tietomalli tai tietomallinnus, englanniksi Building information model/modeling.
<b>NC-tiedosto</b>	NC-tiedostojen avulla voidaan siirtää tietoa digitaalisessa muodossa työstökoneille valmistusta varten.
<b>IFC</b>	Tietomalliohjelmistojen yhteinen mallien kuvaustapa, joka mahdollistaa mallien siirron ohjelmistosta toiseen.
<b>Navisworks</b>	Autodesk Navisworks ohjelmistolla voidaan yhdistää useita eri malleja yhdistelmämalleiksi.
<b>Attribuutti</b>	Attribuutti on Tekla Structures -ohjelmistossa rakenteen osalle asetettava informaatio, esimerkiksi pintakäsittelytieto.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Pesmel Oy:ssä käytetään korkeavarastojen teräsrakenteiden suunnitteluun Tekla Structures -ohjelmistoa. Teräsrakenteiden suunnittelu on yrityksessä aiemmin ostettu alihankintana erikoistuneilta suunnittelutoimistoilta, mutta vuoden 2020 aikana alettu tekemään myös omana työnä. Tekla Structures -ohjelmiston käyttö on yrityksessä kasvanut, joten havaittiin tarve ohjeelle, jossa määritellään yrityksen sisäisiä käytäntöjä ohjelmistolla työskentelyyn ja johon kerätään tietoa teräsrakenteiden suunnittelussa käytettävistä standardeista.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia Pesmel Oy:lle ohjeistus Tekla Structures -ohjelmiston käyttöön. Ohjeen tarkoituksena on tukea ja helpottaa teräsrakenteiden suunnitteluprosessia ja siten yhtenäistää mallinnuskäytäntöjä ja selkeyttää esimerkiksi piirustusten numerointia. Koottu ohje toimii myös koulutusmateriaalina uusille teräsrakenteiden suunnittelijoille sellaisten standardeissa määrättyjen asioiden osalta, mitkä täytyy ottaa huomioon mallinnustyön aikana.

## 1.3 Työn rakenne

Luvussa 2 kerrotaan ohjeistamisen teoriasta. Luku 3 sisältää teoriaa tietomallintamisesta ja sen käytöstä yrityksessä, sekä tietoa Tekla Structures -suunnitteluohjelmasta, sen ominaisuuksista ja käytettävyydestä. Luvussa 4 kerrotaan ohjeistuksen laajuudesta, sen laatimisesta ja testaamisesta. Luvussa 5 kerrotaan työn tulokset, siinä käydään myös suunnitteluohjeen sisältöä läpi. Luku 6 sisältää pohdintaa suunnitteluohjeen laatimisesta, sen laajuudesta ja hyödyistä, sekä päivittäisessä työssä että koko suunnitteluprojektin aikana.



## 1.4 Yritysesittely

Työn toimeksiantaja on Pesmel Oy, jonka päätoimipaikka on Kauhajoella. Vuonna 2019 yrityksen liikevaihto oli 53,8 milj.€ ja se työllisti 144 henkilöä. (Kauppalehti 2021.) Pesmel Oy on perustettu vuonna 1978 ja se on korkeasti automatisoituihin räätälöityihin materiaalinhallintaratkaisuihin erikoistunut yritys. Reilun 40 vuoden aikana Pesmel on toimittanut yli 400 materiaalinkäsittelyjärjestelmää paperi-, sellu-, metalli- ja rengasteollisuuden tarpeisiin viidelle eri mantereelle. Yrityksen toimittamat järjestelmät pitävät sisällään varaston sisäisen logistiikan, pakkaamisen ja AS/RS-varastoinnin. Pesmel Oy:n toimipisteet Suomessa ovat Kauhajoella, Seinäjoella ja Helsingissä. Näiden lisäksi toimipisteitä on Pohjois-Amerikassa ja Aasiassa. (Pesmel in brief, [viitattu 22.2.2021].)

## 2 OHJEISTAVAT TEKSTIT

Ohjeistavilla teksteillä on tarkoitus ohjata toisten toimintaa. Ohjeet takaavat tuotteiden ja palveluiden asianmukaisen käytön, ja spesifikaatiot ja lausunnot sallivat tuotteiden ja toimintatapojen jalostamisen. Kyseisille teksteille on yhtenäistä ehdoton selkeys ja täsmällisyys. (Kauppinen, Nummi & Savola 2012, 134.)

Ohjeistaminen voi olla monessa tilanteessa välttämätöntä. Varsinkin, kun ohjeistettavat ovat tekemisissä aivan uuden asian parissa, voidaan ohjeistamisella lisätä työn tehokkuutta runsaasti. Uudet ja tuntemattomat työtehtävät saavat tekijänsä mahdollisesti epäilemään työsuorituksen oikeellisuutta ja aikaa kuluu ylimääräiseen miettimiseen. Selkeän ja yksiselitteisen ohjeistamisen avulla työn tekemisestä jää pois ylimääräinen epävarmuus, jolloin työnteko käy joutuisasti, vaikka työntekijä olisi suorittamassa tehtävää ensimmäistä kertaa.

### 2.1 Ohjeet ja käyttöohjeet

Ohjeita ja oppaita tarvitaan, kun kehitetään uusia toimintatapoja ja tuotantomenetelmiä tai käyttäjä perehtyy uuden ohjelman käyttöön. Yleensä teknisiä ohjeita kirjoittavat asiaan perehtyneet asiantuntijat, mutta jokainen saattaa joutua tilanteeseen, jossa ohje täytyy kirjoittaa, oli kyseessä sitten kesälomasijaisen toimintaohjeet tai uuden työntekijän opastaminen. Ohjeen kirjoittajan tulee kuitenkin tuntea ohjeistamansa alue. Ohjeiden käyttäjät ovat kirjoittajalle vaikein mahdollinen ajateltava lukijakunta. Ohjeen kirjoittajan on tärkeä pitää mielessä seuraavat lähtökohdat:

- lukijan mielenkiinto täytyy pitää yllä, vaikka kyseessä olisi kärsimätön lukija
- asia on esitettävä niin yksinkertaisesti kuin mahdollista
- kaikki asiat täytyy selittää täsmällisesti, että lukija voi siirtyä vaiheesta toiseen
- lukija täytyy opastaa nopeasti ja vaivatta halutun asian äärelle. (Kauppinen ym. 2012, 134.)

Suurin ongelma ohjeiden kirjoittamisessa on se, että ihmiset jättävät ohjeet lukematta. Tästä syystä on tärkeää kertoa heti ohjeiden ensimmäisillä sivuilla oleelliset ja tärkeimmät asiat. Toinen iso ongelma, joka ohjeita kirjoittaessa täytyy huomioida, on se, että jos jokin asia on mahdollista ymmärtää väärin, se ymmärretään väärin. Nämä molemmat ongelmat ovat kirjoittajasta riippumattomia asioita, mutta ne täytyy ottaa huomioon ja tehdä niiden kanssa parhaansa. (Korpela 1996.)

Käyttöohjeilla tarkoitetaan tekstiä, kuvia, kaavioita ja tunnuksia, mitkä kertovat käyttäjälle tietoa oikeista ja turvallisista käyttötavoista. Ohjeen laatimisessa tärkeimpiä seikkoja ovat lukijan motivointi, runsas kuvitus, lukijalähtöinen kieli ja testaus. Lukija täytyy taivutella ohjeen lukemiseen, eikä pelkkä toiminnallisuuden kuvaaminen riitä. Runsa, hyvin laadittu kuvitus tai piirroksiset välittävät tietoa paremmin kuin teksti, koska pelkällä tekstillä on haastava kuvata monimutkaisia työvaiheita. Ohje on laadittava lukijaystävällisesti, ottaen huomioon erilaiset luku- ja käyttötavat. Lukijan on löydettävä ohjeesta helposti haluamansa sisältö, siinäkin tapauksessa, että hänen on tarkistettava ohjeesta vain jokin yksityiskohta. Ohjeen tavallisin virhe on olettaa lukijan tietävän jotain, mitä tämä ei tiedä. Ohjeen testaus paljastaa kyseiset virheet. (Kauppinen ym. 2012, 134–135.)

## 2.2 Ohjeen laatiminen

Ohjeet on laadittava käyttäjän näkökulmasta. Ohjeen tulee olla rakenteeltaan selkeä ja loogisesti etenevä, sekä helppotajuinen ja yksiselitteinen. Tämä vaatii paljon esitystavalta sekä jäsentelyltä. Selkeiden otsikoiden ja sisällysluettelon lisäksi on tärkeää liittää ohjeeseen perusteellinen asiahakemisto. Käyttöohje voi sisältää kaikki tuotetta koskevat tekniset ja toiminnalliset tiedot, mutta joissain tapauksissa on perusteltua laatia erillisiä kokonaisuuksia koskevat ohjeet. Yksi käyttöohje voi palvella käyttäjää, myyjää, ylläpitäjää ja korjaajaa sellaisissa tapauksissa, kun tarvittavat tiedot ovat samat ja ohjeen kuvaama kokonaisuus suppea. Kirjoittamisen lähtökohtana tulisi kuitenkin aina olla käyttäjän tarpeet ja esitiedot. Ohjeen kielen tulee olla selkeää ja yksiselitteistä, outoja termejä ja vierasperäisiä sanoja tulee välttää, tai ne tulee selittää huolellisesti yleiskieltä käyttäen. Hyvä käyttöohje voi myös auttaa käyttäjää ymmärtämään tuotteen toimintaperiaatteen, jolloin hän voi itse päätellä, mitä tehdä tilanteissa, joita käyttöohjeessa ei kuvailla. (Nykänen 2002, 50–51.)

Ohjeissa tulee käyttää käskymuotoa, jotta lukija hahmottaa, mitä hänen täytyy tehdä, mitä jonkun muun täytyy tehdä tai mikä tapahtuu automaattisesti. Ohjeen mukaisen toiminnan ollessa selkeästi oman edun mukaista, ei käskymuoto anna tyyliä tai määräilevää vaikutelmaa. Jos ohje poikkeaa entisestä tai on erikoinen ja poikkeuksellinen, kannattaa lukijalle perustella sen syyt, jotta asia on varmasti ymmärretty. (Kotimaisten kielten keskus, [viitattu 21.4.2021].)

Runsas kuvitus on olennainen ja tärkeä osa käyttöohjetta. Asiat, joita olisi hankala selittää ymmärrettävästi pelkällä tekstillä, pystytään havainnollistamaan jopa pelkkien kuvasarjojen avulla. Kuvituksen etuna on myös riippumattomuus ohjeen lukijan kielitaidosta. Sama kuvitus on usein käyttökelpoinen sellaisenaan kaiken kielisillä markkina-alueilla. Ehdottomana vaatimuksena kuvitetulle ohjeelle on, että kuvat ja teksti yhdessä muodostavat ehjän ja ristiiriidattoman kokonaisuuden. (Nykänen 2002, 51.)

Ennen ohjeen kirjoittamista laatijan tulee selvittää laitteen rakenne ja toiminta, sekä miettiä kenelle ja mihin tarkoitukseen ohje laaditaan. Mielessä on hyvä pitää myös tyypillinen käyttötilanne. Ohjetta jäsentäessä selostetaan aina ensin normaalikäyttö, käytön rajoitukset ja rajoituksille lyhyet perustelut. Sen jälkeen ennakoitaan mahdolliset ongelmatilanteet ja selostetaan toiminta kyseisissä tilanteissa. Ohje rakennetaan johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi noudattaen käyttäjän toimintojen aikajärjestystä. Ohje kirjoitetaan mahdollisimman selkeällä ja helpolla kielellä käyttäen toistoa tarpeen vaatiessa. On tärkeää käyttää aina samaa nimitystä samoista asioista. (Kauppinen ym. 2012, 136.)

### **2.3 Ohjeen rakenne**

Yksinkertaisimmat ohjeet koostuvat pelkästään vaiheittaisesta opastuksesta, kun taas mutkikkaat ja laajat ohjeet kaikkiaan viidestä osasta. Käyttöohjeen runko sisältää johdannon, laitteiston kuvauksen, luettelon työkaluista ja materiaaleista, vaiheittaisen opastuksen ja ongelmien etsinnän. (Kauppinen ym. 2012, 136.)

Johdanto on ohjeen kulmakivi, jonka tarkoituksena on antaa lukijalle yleiskäsitys siitä, mitä ohje koskee ja miksi se on tärkeä lukea. Johdannon tärkein tehtävä on saada käyttäjä ylipäättään lukemaan ohje. Lukijan motivointi ja ohjeen lukemisen tärkeyden korostaminen

ovat avainasemassa. Ohjeen johdantoon kirjoitetaan usein sen seuraamisesta koituneita hyötyjä, jolloin lukija saa itsevarmuutta tehtävän suorittamiseen. Johdantoon tulee myös kirjoittaa, millaisia taustatietoja ja taitoja ohjeen lukijalta odotetaan ymmärtääkseen sen ja kyetäkseen noudattamaan annettua ohjeistusta. Lukijalle täytyy myös kertoa, millaisissa tilanteissa ohjetta tulee käyttää ja millaisissa ei. (Beilfus, Bettles & Peterson, 2020, 243–245.)

Turvallisuuskysymykset ovat ohjeissa erityisessä asemassa. Ohjeen laatijan velvollisuus on yrittää estää lukijaa tekemästä asioita, jotka voivat aiheuttaa vahinkoa. Ohjeeseen on asetettava yksinkertaisia ja ymmärrettäviä varoituksia. Varoitukset on hyvä visualisoida typografisilla korostuskeinoilla, kuten lihavoinnilla tai tekemällä niille erillinen laatikko. Varoitusmerkkeinä on suositeltavaa käyttää vakiintuneita vaarasta ilmaisevia symboleita. Varoitusmerkit tulee sijoittaa oikeaan paikkaan ohjeessa, niin että lukijaa varoitetaan vaarasta ennen kuin virhe on tehty tai on toimittu väärin. Lukijalle tulee myös ilmoittaa virheen tai varoituksen laiminlyönnin seuraukset. Vasta tämän jälkeen lukijalle opastetaan oikeanlainen menettelytapa. (Kauppinen ym. 2012, 137–138.)

Vaiheittain etenevä opastus on ohjeen ydin, joka kertoo lukijalle, miten tulee toimia. Vaiheet ja niihin liittyvät opastukset tulee kirjoittaa siten, että ne ovat ymmärrettävissä yhdellä lukemalla ja toteutettavissa välittömästi. Tietoa tulee tarjota riittävästi lukijan saattamiseksi seuraavaan vaiheeseen. Liiallista informaatiota tulee kuitenkin välttää, ettei lukija sekoita yksityiskohtia keskenään. Vaiheiden esittelyssä kannattaa käyttää luetteloita, joista lukijan on helppo havaita täsmällisesti, mitä hänen täytyy tehdä ennen seuraavaa vaihetta. Eri vaiheet on helppo erottaa toisistaan numeroinnin ja ylimääräisten rivivälien avulla. Ohjeen laatijan tulee antaa yksi ohje kerrallaan sekä asemoida vaihenumerot ja niitä seuraava teksti omiksi sarakkeikseen. Toiminnot on esitettävä ennen niiden vaikutuksia tai seurauksia ja erotettava ne muusta tekstistä esimerkiksi lihavoinnilla. Vaiheet, jotka liittyvät toisiinsa on muodostettava kokonaisuuksiksi yhden kokonaisuuden toimintaa ohjaavan otsikon alle. Piirrosten, valokuvien ja periaatekuvausten käyttäminen auttaa kertomaan lukijalle, missä osat tai asiat sijaitsevat, miten niiden pitäisi toimia ja mitä pitäisi tapahtua. Kun asiat eivät tapahdu odotetusti, auttaa ongelmien etsinnän osio lukijaa paikallistamaan ongelman. Tavallisimmat vikatilanteet pystytään esittelemään taulukossa, jossa on lyhyesti myös kerrottu toimintaohjeet vian korjaamiseksi. (Kauppinen ym. 2012, 138–139.)

## 2.4 Kohdeyleisö

Kohdeyleisön huomioonottaminen on välttämätöntä kaikessa kirjoittamisessa. On tärkeää miettiä ja analysoida etukäteen, millaiset esitiedot kohdeyleisöllä on käsiteltävästä aiheesta ja pohdittava, millainen esitystapa, tyyli ja kieliasu sopivat oletetuille lukijoille. Monet työalan tekstit, kuten käyttöohjeet, kirjoitetaan lukijoille, joilla ei ole vastaavia esitietoja asiasta kuin laatijalla. Tämä on kirjoituksen rakennetta, sisältöä, esitystarkkuutta ja tyyliä suunnitellessa tärkeä huomioida. Kohdeyleisölle tuntemattomia termejä ja vaikeaselkoisia ilmaisuja tulee välttää ja uudet tai vaikeat käsitteet tulee määritellä mahdollisimman havainnollisesti. Kohdeyleisön huomioimisen helpottamiseksi voi kirjoitustyössä luoda jo kirjoituksen alkuvaiheessa mielikuvan mahdollisesta kohderyhmän jäsenestä. Mielikuvan avulla kirjoittaja voi analysoida oman tekstinsä ymmärrettävyyttä ja vaikutusta lukijan näkökulmasta koko ajan sitä laatiessaan. (Nykänen 2002, 19.)

Kohdeyleisön määrittämisessä standardin SFS-EN IEC/IEEE 82079-1 (2020) mukaan olisi otettava huomioon seuraavat ominaisuudet:

- a) tausta, taidot, kokemus ja koulutus suhteessa asianmukaisiin sektoreihin, esimerkiksi mekaniikka, sähkö, elektroniikka, hydraulikka, ohjelmistot, ohjelmointi
  
- b) kohdeyleisön osaama kieli
  
- c) tehtävät
  
- d) työympäristö, esimerkiksi ilmasto-olosuhteet, valaistus, työskentely ryhmässä tai yksin
  
- e) käytettävissä olevat työkalut
  
- f) käytettävissä olevat keinot, joilla päästään käsiksi informaatioon, esimerkiksi internet-yhteys, audiopalvelut, puhelin- tai videoetäpalvelut tuen saamiseksi, lupa informaatioon käsiksi pääsyyn, riittävät laitteet sähköisen informaation näyttämiseen. (SFS-EN IEC/IEEE 82079-1 2020.)

Kohdeyleisöjen kuvauksessa on syytä ottaa huomioon, että kohdeyleisöt pitävät usein sisällään monenlaisia kykykirjoja.

Kuvattaessa kyseisten kohdeyleisöjen tehtäviä olisi otettava huomioon seuraavat näkökohdat:

- 1) miksi tehtävä suoritetaan käyttöön.
- 2) kuinka usein tehtävä suoritetaan ja kuinka todennäköistä on, että käyttäjät muistavat, miten se tehdään
- 3) kuinka kauan tehtävän odotetaan kestävän, esimerkiksi minuutteja, tunteja vai päiviä
- 4) suorittaako tehtävän yksi henkilö vai suorittaako sen prosessina useampi henkilö, joilla on yksi tai useampia erilaisia työrooleja
- 5) mitkä ovat tehtävän spesifiset ympäristöolosuhteet, esimerkiksi stressi ja henkinen paine, ilmasto-olosuhteet
- 6) kuinka vikasietoinen tehtävä on ja kuinka tärkeää on, että käyttäjä suorittaa tehtävän virheettömästi
- 7) mitä harkintavaltaa käyttäjällä on siinä, miten tai milloin tehtävä suoritetaan
- 8) mitkä ovat tehtävän edellytykset ja
- 9) kuinka yleinen tehtävä on. (SFS-EN IEC/IEEE 82079-1 2020.)

## 2.5 Ohjeen testaus

Tavallisin ohjeen laatijalle tapahtuva virhe on jättää jotain olennaista tietoa kertomatta, oletettuaan sen itsestään selväksi. Tiedon puuttuminen jättää lukijan epätietoiseksi. Ohje on testattava ennen sen käyttöönottoa ja testauksessa tulee olla mukana ohjeen lopullisia käyttäjiä tai heihin rinnastettavia henkilöitä. Tuotteen suunnittelijan tai ohjeen kirjoittajan tekemä testaus ei kelpaa aiheen ollessa tälle niin tuttu, että mahdolliset epäkohdat jäävät kirjoittajalta helposti täysin huomioimatta. (Kauppinen ym. 2012, 135.)

Testaamisen apuna voi käyttää seuraavaa tarkistuslistaa:

- Antaako ohje käyttäjälle riittävät tiedot?
- Pitävätkö kaikki ohjeen tiedot paikkansa?
- Kattaako ohje kaikki vaiheet?
- Eteneekö ohje loogisesti?
- Onko jäsenitys tehty käyttäjän näkökulmasta?
- Ovatko detaljit käyttäjän löydettävissä nopeasti ja helposti?
- Onko kieli ymmärrettävää ja helppotajuista?
- Onko kuvitus havainnollistavaa, riittävää, tekstin mukaisesti etenevää ilman ristiriitoja?
- Erottavatko kuvien tarpeelliset yksityiskohdat? (Nykänen 2002, 51.)



## 3 TIETOMALLINNUS

### 3.1 Rakennuksen tietomalli

Rakennuksen tietomalli kuvaa rakennuksen fyysisiä piirteitä, toimintaa ja toteutustapaa siten, että kaikki rakennusprojektin osapuolet, suunnittelijat, rakentajat, käyttäjät ja ylläpitäjät saavat siitä tarvitsemansa tiedot. Tietomalli koostuu rakennusosien muodostamasta kolmiulotteisesta mallista, johon on lisätty rakennusosille geometriatiedon lisäksi tietoa niiden ominaisuuksista ja yhteyksistä toisiinsa. Tätä mallin sisältämää tietoa voidaan tarvittaessa hyödyntää erilaisiin käyttötarkoituksiin. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 13.)

Tietomallin ydin muodostuu suunnittelijoiden laatimasta suunnittelumallista. Suunnittelijan näkökulmasta mallintaminen on tietomallipohjaista suunnittelua sellaisella ohjelmalla, joka luo tietomallia koko ajan. Suunnittelukohteen tietomalli muodostuu suunnittelijan toimesta, käyttäjien tarpeet ja tilaajan vaatimukset lähtökohtanaan. Muodostuneesta mallista voidaan tuottaa digitaalista informaatiota erilaisissa muodoissa eri osapuolille. Yleisimmin tietomallista jaetaan muille osapuolille piirustuksia ja dokumentteja, mutta mallista voidaan myös siirtää esimerkiksi määrätietoja kustannuslaskentaohjelmaan ilman piirustuksia. Tietomallista siirtää tietoa myös digitaalisessa muodossa valmistukseen, esimerkiksi työstökoneille. Rakennesuunnittelussa tietomallia voidaan hyödyntää käyttämällä sitä esimerkiksi rakenteiden lujuuden tarkistamiseen. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 14.)

Tietomallintamisen päätavoitteina ovat suunnittelun ja rakentamisen tehokkuuden, laadun, turvallisuuden ja kestäväen kehityksen mukaisen hanke- ja elinkaari prosessin tukeminen. Tietomallin hyödyntäminen jatkuu koko rakennuksen elinkaaren ajan, alkaen suunnittelusta ja jatkuen rakennusprojektin loputtuakin, aina käyttöön ja ylläpitoon saakka. Tietomalli toimii tukena investointipäätöksille, koska sen avulla voidaan vertailla erilaisten ratkaisujen toimivuutta, kustannuksia ja laajuutta. Se mahdollistaa myös energia-, ympäristö-, ja elinkaarianalyysit, joita voidaan käyttää suunnittelussa ja ylläpidon tavoiteseurannassa. Tietomallin avulla voidaan havainnollistaa suunnitelmat, analysoida kohteen rakennettavuus sekä varmistaa laatu, parantaa tiedonsiirtoa ja tehostaa suunnittelua. (Yleiset tietomallivaatimukset YTV2012 2012.)

### 3.2 Tietomallin käyttö

Tietomallia voidaan käyttää erilaisiin tarkoituksiin esimerkiksi IFC-tiedostomuodon avulla. IFC tulee sanoista Industry Foundation Classes ja se on tietomalliohjelmistojen yhteinen kuvaustapa malleille. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 16.)

Mallia voidaan käyttää esimerkiksi energiatehokkuuden simulointiin, kääntämällä malli IFC-muotoon, jonka energiasuunnittelija saa auki omalla erikoisohjelmallaan. Urakoitsija voi käyttää tietomallia työsuunnittelun tehtävissä ja antaa palautetta ja kommentteja suunnittelijalle, esimerkiksi rakennettavuuteen liittyvistä seikoista, lohkojaosta ja paikallavalettavien rakennusosien vaiheistamisesta. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 16.)

Yhtenä tietomallin merkittävimpänä hyötynä pidetään sen visuaalisuutta, joka lisää suunnitelmien havainnollisuutta ja helpottaa niiden tulkintaa. Tietomallin avulla voidaan lisätä rakennustyömaan tehokkuutta esimerkiksi käyttämällä sitä työvaiheiden suunnitteluun, niin että tavaran liikutteluun ja odotteluun kuluva aika saadaan vähennettyä. Osapuolet saavat tietomallin avulla rakennustyömaan toiminnasta yhteisen tilannekuvan. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 57.)

Määrä- ja kustannuslaskennassa tietomalli nopeuttaa työtä huomattavasti verrattuna perinteiseen tapaan laskea määrät piirustuksista. Perinteisessä määrälaskennassa, laskennan tulokset ovat myös suuresti riippuvaisia laskijan tarkkuudesta. Määrien laskenta tietomallista vaatii kuitenkin tietomallilta virheettömyyttä ja puutteettomuutta. Suurissa kohteissa määrälaskijan työtä helpottaa myös suunnitteluaineiston visuaalisuus, joka tekee laskettavaan kohteeseen tutustumisen helpoksi ja mahdollistaa riskivarausta tarvitsevien rakennusosien havaitsemisen. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 61–62.)

Tietomallit parantavat tuotannonsuunnittelussa ja -ohjauksessa logistiikan suunnittelua, töiden yhteensovittamista ja muutostenhallintaa. Tietomallin käyttö vapauttaa myös projektihenkilöstöä rutiininomaisista tehtävistä tuottavampaan toimintaan, edellyttäen että toimintatavat ja tiedonjakelukanavat ovat suunniteltu huolellisesti. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 64.)

Tuotannonsuunnittelussa tietomalleja voidaan käyttää esimerkiksi seuraaviin tehtäviin:

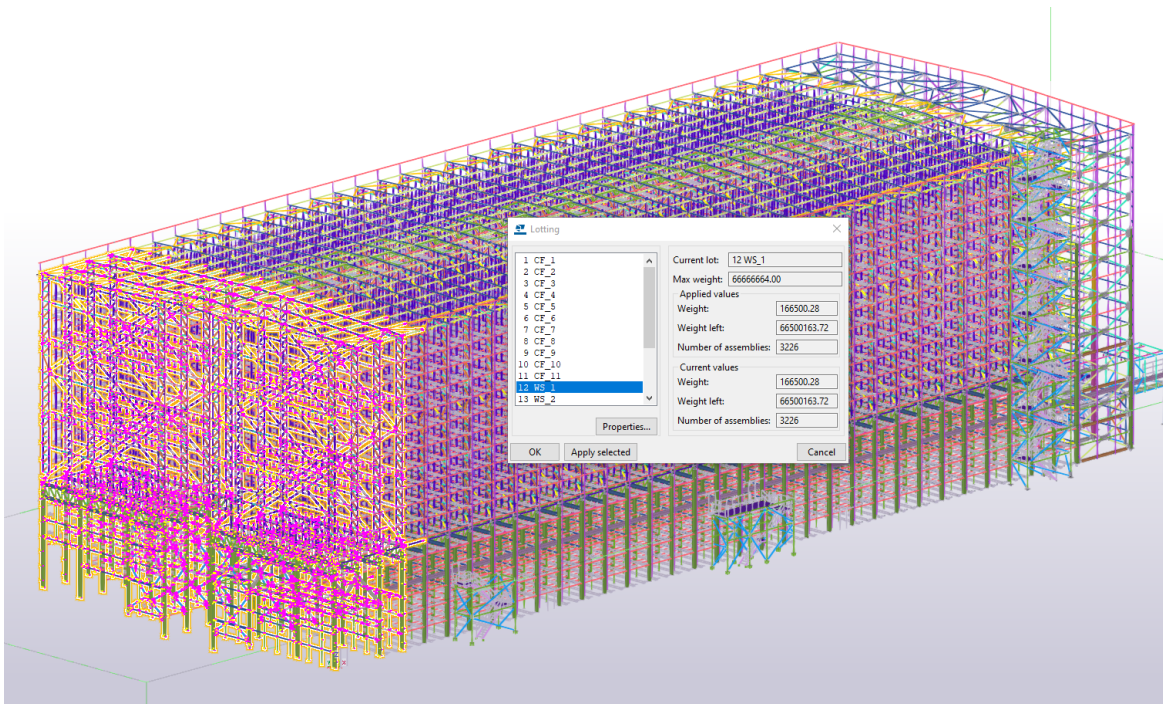
- projektiin tutustuminen
- aikataulun suunnittelu
- hankinnan lähtötiedot
- tehtävien laadinta
- työvaiheiden yhteensovitus
- logistiikka
- työmaan taloudenhallinta
- työnohjaus
- työmaapalaverien tiedonkulun parantaminen
- viestintä
- perehdyttäminen
- työmaan toteuman seuranta (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 64.)

Tietomallia on Pesmel Oy:n käytössä hyödynnetty esimerkiksi valmistuspiirustusten sekä raporttien luomisessa ja sitä on käytetty tuotannonsuunnittelun tarpeisiin. Malliin on lisätty osille attribuuttitietona pintakäsittelytiedot ja toleranssiluokka, jotka piirustus pohja lukee suoraan mallista kokoonpanopiirustukseen, silloin näitä tietoja ei tarvitse syöttää piirustukseen käsin. Kuviossa 1 on esitetty pintakäsittelytiedot ja toleranssiluokka kokoonpanopiirustuksessa.

Tekla Structures	Execution standard <b>SFS-EN 1090-2, EXC2</b>	Surface preparation <b>EN ISO 1461 0</b>
	Tolerance class <b>SFS-EN 1090-2, TOLERANCE CLASS 2</b>	Color tone <b>Hot dip galvanized</b>
	Weld class <b>C, SFS-EN ISO 5817</b>	Preparation grade <b>P2, EN ISO 8501</b>
	Critical temperature	Welds if not specified otherwise

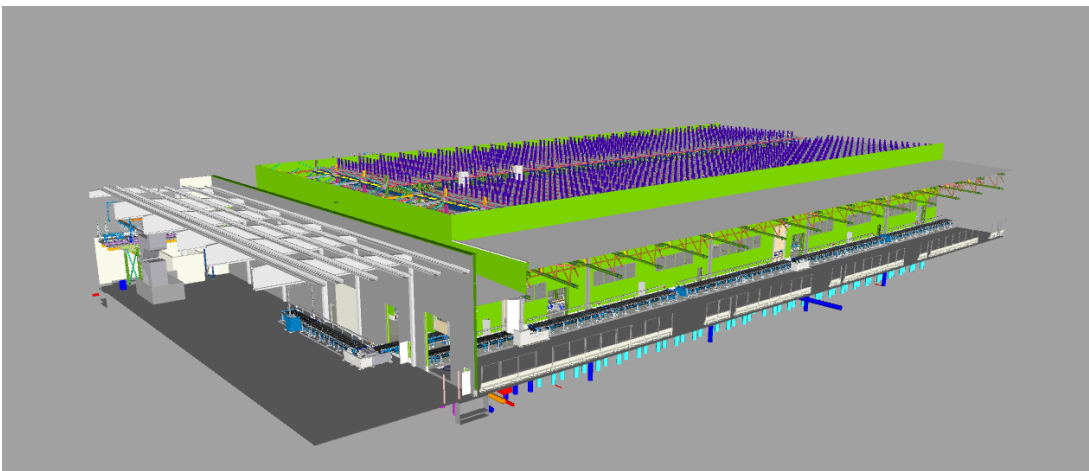
Kuvio 1. Pintakäsittelytietojen ja toleranssiluokan esitys valmistuspiirustuksessa

Osille on asetettu malliin myös tieto niiden kuljetuserästä. Kuljetuserän tieto on sitten koostettu raportiksi Teklan raporttityökalulla ja täten on logistiikan suunnittelua varten saatu lista kokoonpanoista ja niiden kuljetuserästä. Kuljetuserän tiedon perustella voidaan myös korostaa mallista haluttu kuljetuserä, kuten esitetty kuviossa 2.



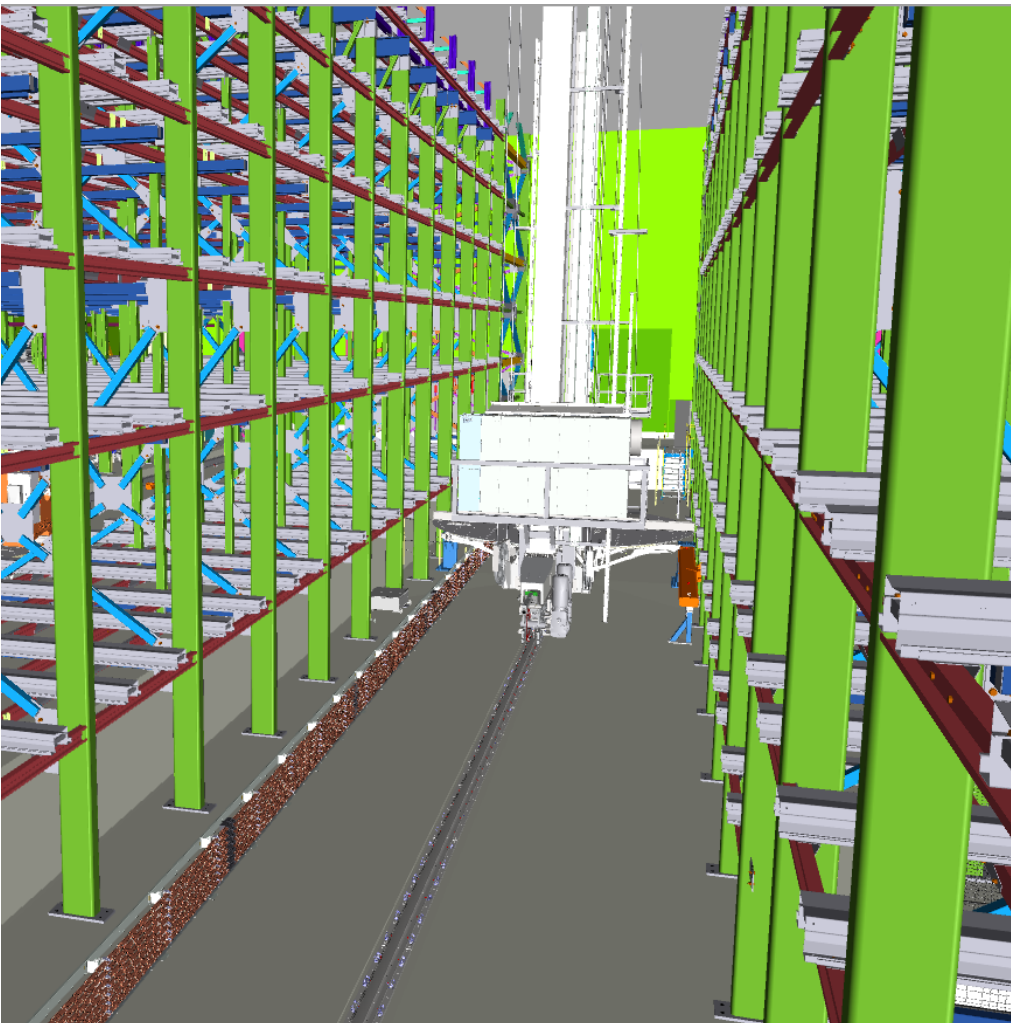
Kuvio 2. Projektin ensimmäinen kuljetuserä korostettuna mallissa

Tekla-mallista on tehty myös IFC- käännostiedostoja, joista on koostettu niin sanottu yhdistelmämalli NavisWorks ohjelmalle. Yhdistelmämalli eräästä projektista kuviossa 3.



Kuvio 3. Yhdistelmämalli

Yhdistelmämalli on koostettu korkeavaraston teräsraakenteen lisäksi projektikohtaisista laitteista, kuten hisseistä, kääntöpöydistä ja lamellikuljettimista, sähkösuunnittelulta tulleista sähkösuunnitelmista, sekä asiakkaan toimittamista malleista. Yhdistelmämallia ylläpidetään koko projektin elinkaaren ajan ja sitä käytetään varmistamaan kaikkien projektin eri osa-alueiden yhteensopivuus. Kuviossa 4. nähtävissä hyllystöhissi, joka on NavisWorks-ohjelmalla sijoitettu yhdistelmämalliin. Hissi on mallinnettu Autodesk Inventorilla.



Kuvio 4. Korkeavaraston teräsraakenne, hyllystöhissi ja sähkölinjat

### 3.3 Tietomallintamisen tulevaisuuden näkymät

Tietomallintaminen on oleellinen kehityksen osa digitalisaation hyödyntämisessä rakentamisessa ja rakennustuotannossa. Ilman tietomalleja kehitysaskelien saavuttaminen digitalisaation hyödyntämisessä on vaikeaa. Muihin teollisuuden aloihin verrattuna rakennusala on tuottavuuden näkökulmasta kehittynyt hitaasti. Rakennusten tehokkuus ja käytettävyys vaikuttavat myös muiden teollisuuden aloihin ja koko yhteiskunnan tehokkuuteen ja tuottavuuteen. Tuottavuus ja rakennusten käytettävyys parantuvat entistä laajemmalla tietomallien käytöllä. Monet asiat voidaan suorittaa järkevämmiin, tehokkaampiin ja laadukkaampiin tietomallien avulla, kun tietomallintamista hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan tarveselvityksestä ylläpitoon saakka. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 102.)

Projektien työmaavaiheissa tietomallien käyttö on osoittautunut kiistattomasti hyödylliseksi. Tietomallien käytön myötä rakentamisen laatu paranee ja rakennusalan tuottavuus kasvaa. Tietomallit päätyvät entistä enemmän urakoitsijoiden työmaakäyttöön muun muassa aikataulujen ja hankintojen suunnittelun osalta. Samoin mobiililaitteiden käyttö tietomallien katselussa ja analysoinnissa työmaalla kasvaa. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 102.)

Tietomallien hyödyntämistä rakennustuotannossa edistävät seuraavat kehitystrendit:

- Tietomallipohjaisten kehitysohjelmien nopea kehitys entistä paremmiksi ja monipuolisimmiksi johtanut suunnittelumallien tietosisällön palvelemaan aiempaa paremmin rakennustuotantoa.
- Tietomallintamisen epävirallisen standardin YTV2012 kehitystyön jatkuvuus.
- Suunnitteluohjelmistojen komponenttikirjastot ovat aiempaa paremmin saatavilla myös tuotantomallien tarpeisiin.
- Mallien ja muiden projektikohtaisten aineistojen jakamisen mahdollistavat pilvipalvelut ja niihin liittyvä laiteteknologia kehittyy jatkuvasti myös tuotantovaihetta tukevaksi.
- Tietomalliosaaminen paranee kaikkien rakennushankkeiden osapuolten keskuudessa lisääntyvän käytön ja koulutuksen ansiosta.
- Tietomallinnuksen kytkentä georakentamiseen ja infrarakentamiseen paranee talonrakentamisessa.

- Käytön perustaso tietomallintamisessa saattaa arkipäiväistyä nopeasti, mutta samanaikaisesti löydetään jatkuvasti uusia käyttömahdollisuuksia, joiden omaksuminen vaatii lisää panostusta. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 102–103.)

Tietomallin käyttö tarjoaa lukuisia kehitysmahdollisuuksia rakennustyömailla. Tietomallin avulla voidaan parantaa informaation kulkua rakennustyömaan ja suunnittelutoimiston välillä. Vaikka rakennustyömaan ja suunnittelutoimiston välissä voi olla tuhansia kilometrien matka, voidaan alati kehittyvän tietotekniikan avulla informaatiota jakaa reaaliajassa. Mobiililaitteilla pystytään lähettämään valokuvia suunnittelutoimistolle ongelmatilanteista ja vastaavasti suunnittelutoimistolta voidaan lähettää ratkaisut rakennustyömaalle välittömästi niiden selvittämisen jälkeen.

### **3.4 Tekla Structures**

Tekla Structures on erityisesti rakennusten ja rakenteiden suunnitteluun, mallintamiseen ja piirustusten luontiin tarkoitettu tietomalliohjelmisto. Teklalla voidaan luoda hyvin yksityiskohtaisia 3D-malleja, jotka sisältävät kaiken tiedon rakenteiden ominaisuuksista ja geometriasta. Tekla Structures sisältää lisäksi erilaisia toimintoja, joilla voidaan tulostaa tietomallista muun muassa raportteja, luetteloita, käänösmalleja sekä NC-tiedostoja hankintaa ja valmistusta varten. (Edistyksellinen BIM-ohjelmisto rakennesuunnittelun työnkulkuun, [viitattu 16.4.2021].)

Tekla Structures voidaan yhdistää tuotannon- ja resurssinsuunnittelujärjestelmiin sekä koneiden ohjausjärjestelmiin, joita teräsrakenteiden, betonielementtien ja raudoitusten valmistajat käyttävät. Tekla-mallista voidaan näin siirtää tuotantotiedot automaattisesti kyseisiin järjestelmiin, jolloin manuaalinen työ ja virheiden mahdollisuus vähenevät. Piirustukset voidaan myös hakea mallista ja ne päivittyvät mallin mukana. Mallia pystyy käyttämään myös määrälaskentaan. Tekla Structures voidaan yhdistää projektinhallintasovelluksiin, jolloin aikataulut, materiaalitilaukset ja maksupyynnöt pystytään visualisoimaan. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 39–40.)

## 4 TYÖN TOTEUTUS

### 4.1 Työn aloitus ja ohjeistuksen laajuuden suunnittelu

Ensimmäisenä vaiheena työtä suunnitellessa täytyi päättää, millaisia asioita ohjeeseen oli tarpeellista kerätä ja millä tasolla yksityiskohtaista mallinnustyötä tuli ohjeistaa. Ohjeen laajuudesta keskusteltiin teräsrakenteiden pääsuunnittelijan kanssa.

Lähtökohtana pidettiin sitä, että tulevat teräsrakenteiden suunnittelijat suorittaisivat yrityksen ulkopuolisen tahon järjestämän peruskurssin, jossa opetetaan työskentely ohjelmistolla. Näin ollen varsinaista mallinnustyötä ei tarvitsisi ohjeistaa, vaan ohjeessa opastettaisiin enimmäkseen yleisiä käytäntöjä suunnitteluohjelmalla työskentelyyn. Esimerkiksi osien ja piirustusten nimeämiskäytäntöjä, valmiiden piirustus- ja raporttipohjien käyttöä, piirustusmerkintöjen asetuksia. Tärkeäksi koettiin myös kirjata ohjeeseen sellaiset standardien määräämät vaatimukset, joita tarvitaan päivittäisessä suunnittelutyössä, kuten reikien minimireunaetäisyyksiä liitettävillä levyosilla. Lisäksi ohjeeseen päätettiin kerätä tietoa Teklan asetuksista, jotka vaikuttavat oleellisesti ohjelmistolla työskentelyyn, kuten numeroinnin asetukset. Yrityksen käytössä on myös useita ohjelmistolle tarkoitettuja lisäosia, jotka esimerkiksi auttavat suunnittelijaa etsimään virheitä mallista tai parantavat projektinhallintaa. Tästä syystä myös lisäosien käyttö päätettiin ohjeistaa.

Koska yrityksen käytössä Tekla Structures palvelee teräsrakennesuunnittelua, eikä betonielementtejä tai valettavia rakenteita suunnitella, sai niitä koskevat asiat ohjelmistossa rajata ohjeen ulkopuolelle. Ohjeen ulkopuolelle päätettiin rajata myös tehtävät, jotka liittyvät varaston suunnitteluprojektiin, mutta eivät tapahdu suoranaisesti Teklalla. Esimerkiksi mallista tulostettavien piirustusten lopullista tallennuspaikkaa ei ohjeeseen määritely.

### 4.2 Aineiston koostaminen

Aineisto ohjetta varten koostettiin työn ohessa talven 2020–2021 aikana, tekemällä muistiinpanoja Teklalla työskentelyn aikana esiintyneistä monimutkaisista ja useita vaiheita sisältäneistä työtehtävistä, sekä tapauksista, jotka vaativat tiedonhankintaa standardeista. Muistiin kirjattiin myös sellaiset vastaan tulleet asiat, jotka täytyisi määritellä erilaisten



mallinnus- ja nimeämiskäytäntöjen yhtenäistämiseksi. Myös toisten teräsrakenteiden suunnittelijoiden työn ohessa esittämät kysymykset tarjosivat hyvää lisämateriaalia ohjeeseen, kun kysymykset koskivat asioita, joita ei olisi ohjeeseen havaittu muuten ohjeistaa. Koska teräsrakenteiden suunnittelussa standardit määräävät suuren määrän erilaisia asioita, oli näiden kerääminen ohjeeseen erittäin tärkeää päivittäisen työn helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Kun tarvittavat tiedot standardeissa määräytyistä asioista löytyvät yhdestä dokumentista, ei suunnittelijan tarvitse yrittää muistaa näitä asioita ulkoa tai käyttää työaikaansa pitkien standardien selaamiseen.

Koska mallinnustyössä voi tulla vastaan sellaisia tehtäviä, joita ei usein tehdä, saattaa näiden tekeminen muistin varassa olla hankalaa. Esimerkiksi pulttistandardeja ei lisätä Teklan pulttikirjastoon päivittäin, joten ohjeeseen tehtiin osio niiden lisäämisestä. Ohjeeseen päätettiin kerätä myös aineistoa siirtotiedostojen muodostamiseen Teklasta. Esimerkiksi NC-tiedostoja, joiden avulla voidaan valmistaa levyosia levytyöstökeskuksessa tai putkiosia putkilaserilla, ei viedä mallista ulos projektin aikana kuin korkeintaan muutaman kerran, joten niiden siirto ja sen asetukset katsottiin tarpeelliseksi ohjeistaa.

### **4.3 Ohjeistuksen testaaminen**

Ohjeistusta testattiin useaan otteeseen suunnittelijoilla ohjeen laatimisen aikana. Testaukset suoritettiin esittelemällä ohjetta ja keräämällä muistiinpanoja ilmi tulleista kehitysehdotuksista ja tarkennuspyynnöistä. Testauksissa ilmeni monia epäselvyyksiä sekä ohjeeseen liitettäviä aiheita kertyi runsaasti lisää. Joitain ohjeistuksen kohtia täytyi tarkentaa testauksen jälkeen, kun ohjeistus oli jäänyt riittämättömäksi työvaiheen suorittamista ajatellen.

### **4.4 Ohjeistuksen viimeistely**

Kun ohjeistukseen oli kerätty riittävästi tietoa ja materiaalia, alkoi ohjeen viimeistely sekä järjestely loogiseen järjestykseen. Tiedonkeruuvaiheessa ohjeeseen kerättiin satunnaisessa järjestyksessä kaikki mahdollinen vastaan tullut raakadata. Ohjeessa päätettiin noudattaa samaa järjestystä kuin missä korkeavaraston mallinnusprojekti etenee. Ohjeen ensimmäiseksi osaksi tuli projektin luominen, jonka jälkeen kerrotaan järjestyksessä

erilaisista käytettävistä mallinnus- ja nimeämiskäytännöistä, numeroinnin asetuksista, mallin tarkistuskäytännöistä, piirustuksien luomisesta ja nimeämisestä, sekä käytettävistä lisäosista. Ohjeen loppuun lisättiin vielä revisiotaulukko tulevaisuudessa siihen tehtävien muutosten seurantaan varten.

## 5 TYÖN TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena laadittiin Pesmel Oy:n käyttöön suunnitteluohje Tekla Structures ohjelmistolle, palvelemaan korkeavarastojen teräsrakenteiden suunnittelutyötä. Suunnitteluohjeesta tuli tarkoituksenmukainen dokumentti, joka tulee nopeuttamaan teräsrakenteiden suunnittelutyötä ja kasvattamaan suunnittelun laatua. Mallinnuskäytäntöjen yhtenäistäminen vähentää tuplatyön määrää, kun asiat tehdään kerralla oikein ja vältetään korjaustoimenpiteiltä, joita malliin jouduttaisiin mahdollisesti muuten tekemään. Suunnitteluohje tuli yrityksessä tarpeeseen, koska teräsrakenteiden suunnittelun määrä on yrityksessä kasvanut viimeisen vuoden aikana suuresti. Ohjeeseen kertyi materiaalia yhteensä 39 sivua. Suunnitteluohje esitelty tarkemmin liitteessä 1.

Selkeiden otsikoiden ansiosta suunnitteluohjeesta on nopeasti löydettävissä haluttu tieto. Otsikot pyrittiin laatimaan niin, että jo sisällysluettelon perusteella suunnittelija löytää ohjeesta haluamansa tiedot. Suunnitteluohjeesta tuli sisällöltään selkeä ja ymmärrettävä kokonaisuus, jonka saavuttamista auttoi ohjeen testaus sen tulevilla käyttäjäkunnalla.

Suunnitteluohjeen ensimmäiseksi osioksi tuli uuden projektin luominen. Osiossa opastetaan suunnittelija luomaan uusi projekti, johon on kolme erilaista tapaa. Projekti voidaan luoda joko Teklan kautta, kopioimalla niin sanottu BaseModel eli perusmalli tai käyttämällä olemassa olevaa mallitiedostoa, joka on tullut rakennesuunnittelijalta. Suositeltu tapa projektin luomiseen on perusmallin kopiointi. Perusmalli on kansio, joka pitää sisällään kaikki yrityksen käyttämät valmiit raportti- ja piirustusohjelmat, pultti-, materiaali- ja profiilikirjastot sekä asetustiedostot. Kun projekti luodaan kopioimalla perusmalli, ei edellä mainittuja tiedostoja tarvitse erikseen kopioida uuden projektin kansioon vaan ne ovat kaikki heti käytettävissä. Perusmallia ylläpidetään mallinnustyön aikana, mikäli esimerkiksi pulttikirjastoon lisätään pulttistandardeja, päivitetään kyseisen tiedon sisältävä tiedosto perusmalliin.

Suunnitteluohjeen toinen osio käsitteli mallinnettavien osien nimeämistä sekä niille lisättäviä attribuuttitietoja. Mallinnettavien osien nimeämiseen liittyen koostettiin taulukko, jossa määriteltiin erilaisia palkkeja, pilareita ja levyosia koskevat nimeämiskäytännöt sekä osille asetettavat osa- ja kokoonpanotunnusten etuliitteet. Taulukossa määriteltiin myös osien väri

helpottamaan erilaisten rakenteiden erottamista mallista visuaalisesti. Taulukon jälkeen ohjeeseen kirjattiin, mistä erillisestä dokumentista osien materiaalitiedot voi tarkistaa ja mitkä taulukossa mainituista ominaisuuksista vaikuttavat osien numerointiin. Seuraavaksi kerrottiin attribuuttitietojen lisäämisestä osille ja määriteltiin, mitä attribuutteja käytetään mallinnusnäkyvän suodattamiseen ja mihin attribuutteihin pintakäsittelytiedot lisätään. Mallinnusnäkyvän suodattamiseen käytettäväksi attribuutiksi päätettiin Product description, joka tarkoittaa tuotekuvausta. Korkeavaraston suunnitteluprojekteissa malli jaetaan usein erilaisiin osa-alueisiin. Kun jako lisätään attribuuttitietona osille, voidaan mallista suodattaa näkyvään vain haluttu osa-alue. Pintakäsittelytiedot päätettiin lisätä attribuutteihin standardi, esikäsittelyaste ja värisävy 1.

Kolmas osio suunnitteluohjeessa käsitteli pulttiliitoksia. Osion alkuun opastettiin, miten lisätään pulttistandardi pulttikirjastoon ja pulttikokoonpano pulttikokoonpanokirjastoon, sekä mitä tietoja niille asetetaan. Näiden yhteyteen kirjattiin myös tieto siitä, millä tiedostonimellä pultti- ja pulttikokoonpanokirjasto tallentuvat mallikansioon, jotta kirjastot voidaan kopioida tarvittaessa perusmalliin. Seuraavaksi osioon kirjattiin standardissa SFS-EN 1993-1-8:2005 määrätyt pulttinreikien nimellisvälykset sekä saman standardin määräämät minimireunaetäisyydet pulteille. Sen jälkeen osiossa kerrottiin liitettävistä levyosista ja standardin SFS-EN 1090-2:2008 asettamista määräyksistä täytelevyille.

Suunnitteluohjeen neljäs osio käsitteli kuumasinkitystä. Osioon määriteltiin, millaiset valutus- ja ilmanpoistoaukot sinkittäviin putkiosiin on suunniteltava. Sinkitysaukkojen muodoksi määriteltiin mallintamaan puoliympyrän muotoinen leikkaus. Ohjeeseen kuitenkin kirjattiin, että mikäli valmistavalla pajalla ei ole käytössään putkilaseria, ja he pyytävät lupaa leikata sinkitysaukot teräväkulmaiseksi, voidaan se hyväksyä.

Viides osio käsitteli Teklan liitosmakroja eli niin sanottuja Custom Komponentteja. Osiossa opastettiin vaihe vaiheelta liitosmakron luominen, sen oikeaoppinen nimeäminen ja toiminto, jolla liitosmakron luomat osat sidotaan liitettäviin osiin, siten että liitos toimii mahdollisimman monessa erilaisessa tilanteessa. Liitosmakrojen luomisesta on olemassa koulutusvideoita Tekla Structures:in omilla nettisivuilla sekä yrityksen sisäisessä käytössä, joten liitosmakrojen luomista ei koettu tarpeelliseksi ohjeistaa kirjallisessa muodossa kovin

tarkasti. Ohjeeseen kirjattiin, mistä yrityksen sisäinen koulutusvideo liitosmakroista on katsottavissa.

Seuraavassa osiossa määriteltiin yhteiset numerointiasetukset Teklalle. Koska teräsrakenteiden mallinnustyössä useampi työntekijä työskentelee samaan aikaan saman mallin parissa, on numerointiasetusten yhtenäisyys tärkeässä roolissa. Jos käyttäjien numerointiasetukset eroavat toisistaan, saattaa tallennusvaiheessa tulla ristiriitoja eri käyttäjien tallentaman datan välille. Työn aikana luotiin numeroinnin asetuksille oma tiedosto, jonka kautta oikea numeroinnin asetukset ovat helposti otettavissa käyttöön. Osiossa opastettiin myös oikeaoppiseen numerointiin, jolla vältetään konfliktit muiden suunnittelijoiden tekemien muutosten suhteen.

Suunnitteluohjeen seitsemännessä osiossa opastettiin koordinaatiston nollapisteen eli niin sanotun BasePointin lisääminen malliin. Koordinaatiston nollapisteitä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi IFC-tiedostojen viennissä Navisworks ohjelmaan. Kun nollapiste lisätään samaan paikkaan, kuin asiakkaan layoutin nollapiste, saadaan IFC-malli lisättyä yhdistelmämalliin vaivattomasti.

Kahdeksas osio käsitteli erilaisia mallille tehtäviä tarkistuskäytäntöjä. Tarkistuskäytäntöjä tehdään mallille mahdollisten virheiden löytämiseksi, sekä varmistamaan että kaikki tarvittava työ on tehty. Osiossa opastettiin ensimmäisenä pulttistandardien ja materiaalitietojen tarkastamiseen. Molempien tarkistus tehdään raporttityökalulla, jolloin Teklasta saadaan Excel-tiedosto, jossa on listattuna kaikki mallissa käytetyt pulttistandardit tai materiaalit. Listaa verrataan sovittuihin pulttistandardeihin ja materiaaleihin, jonka jälkeen tehdään mahdolliset korjaukset. Kyseiset tarkistukset määriteltiin tehtäväksi, kun projekti on siinä vaiheessa, että kuvien teko voidaan aloittaa. Seuraavaksi osiossa ohjeistettiin osien ja kokoonpanojen tarkistuskäytäntöjä sellaisissa tilanteissa, joissa kaksi osaa tai kokoonpanoa, joiden pitäisi olla samanlaisia, ovatkin eri piirustusnumeron alla. Kokoonpanojen osalta ohjeistettiin käyttämään Teklan Compare-toimintoa, jolla voidaan vertailla eroavaisuuksia. Kyseiset tarkistukset määriteltiin tehtäväksi piirustusten teon yhteydessä. Osion loppuun ohjeistettiin, miten tarkistetaan, että kaikista mallin osista on tehty piirustus siinä vaiheessa, kun piirustuksia julkaistaan.

Osiossa yhdeksän, kymmenen, yksitoista ja kaksitoista ohjeistettiin piirustuksiin liittyviä asioita. Osio yhdeksän käsitteli piirustusten luomista. Osion alkuun opastettiin, mistä valmiit piirustus pohjat ja layout-tiedostot löytyvät ja miten projektille lisätään piirustusnumero ja miten se määräytyy. Seuraavaksi osiossa ohjeistettiin osa-, kokoonpano- ja työmaakuvien luominen, niissä käytettävät piirustus pohjat sekä kussakin käytetyt paperikoot. Osion loppuun ohjeistettiin, miten piirustukset tulostetaan Teklasta pdf-tiedostomuotoon ja minne tulostettavat piirustukset tallentuvat. Kymmenennessä osiossa määriteltiin ja ohjeistettiin piirustuksien nimeäminen ja muiden ominaisuustietojen lisääminen piirustuksiin. Yhdestoista osio käsitteli erilaisten piirustuksissa mitoitettavia asioita ja merkintöjä, kuten kulmien mitoittamista, hitsaus- ja revisiomerkkejä. Esimerkiksi putkien päihin hitsattaviin tukkolappujen hitsausmerkintöihin määriteltiin kirjoitettavaksi tekstiviite ”sealing weld,” että vältetään ongelmat pintakäsittelyvaiheessa. Kahdestoista osio käsitteli hitsausseamojen mitoittamista. Kriittisimpien liitosten hitsien mitoitus tulevat rakennesuunnittelijalta, mutta ei niin kriittiset liitokset voidaan mitoittaa itse. Osiossa ohjeistettiin nyökkisäännöt hitsausliitosten mitoittamiseen.

Kolmastoista osio ohjeisti Teklassa tehtävien asetustiedostojen käyttöön, niiden luomiseen, nimeämiseen ja tallennukseen. Osiossa opastettiin myös, minne asetustiedostot tallentuvat, mikäli niitä tarvitaan myöhemmin jossain toisessa projektissa. Osiossa neljätoista ohjeistettiin raporttipohjien käyttöä, mistä raporttipohjien tiedostot löytyvät ja määriteltiin mitä raportteja Teklasta- mallista otetaan projektin aikana. Osioon listattiin, mitä raporttipohjaa käytetään mihinkin tarkoitukseen.

Osio viisitoista käsitteli IFC-mallien kääntämistä ja NC-tiedostojen tulostamista Teklasta. Osion alkuun ohjeistettiin IFC-mallin kääntäminen Teklasta ja määritettiin siihen käytettävät valmiit asetukset. Seuraavaksi ohjeistettiin NC-tiedostojen tulostaminen Teklasta ja määritettiin siihen käytettävät asetukset. Asetustiedosto NC-tiedostojen tulostamiseen tehtiin työn aikana. Osiossa myös kerrottiin, mistä ja millä tiedostonimellä valmiit asetustiedostot IFC- ja NC-asetuksille löytyvät.

Kuudestoista osio ohjeessa käsitteli erilaisia Teklan kanssa käytettäviä lisäosia. Osion alkuun kirjattiin, missä lisäosat tai niiden asennustiedostot sijaitsevat. Sen jälkeen ohjeistettiin käyttämään Sketch Solver lisäosaa. Sketch Solver lisäosalla voidaan lisätä

Teklan profiilikirjastoon uusia profiileja piirtämällä niiden poikkileikkaukset. Seuraavaksi mainittiin ohjeessa Licence Borrow Tool, joka on lisäosa lisenssin lainaamiseen etätyötä varten. Lisäksi kirjattiin, mistä erilliset ohjeet lisenssin lainaamiseen löytyvät. Seuraava osiossa ohjeistettu lisäosa oli Assembly Comparator, joka on lisäosa kokoonpanojen vertailua varten. Lisäosalla voidaan nopeasti etsiä, mitkä osat tekevät kahdesta kokoonpanosta erilaiset, täten nopeuttaen ongelman paikallistamista. Lopuksi osiossa ohjeistettiin Trimble Connect lisäosan käyttö. Trimble Connect on työkalu tiedon jakamiseksi projektin aikana.

Seitsemästoista osio ohjeessa käsitteli Teklan Model Sharing ominaisuutta, joka mahdollistaa useamman suunnittelijan työskentelyn saman mallin parissa. Ohjeeseen kirjattiin tallentamisen periaatteet ja varoitus liittyen työnjakoon. Kun useampi suunnittelija työskentelee saman mallin parissa, on tärkeää tehdä työnjako siten, etteivät suunnittelijat tee muokkauksia samoihin rakenteisiin. Syy tähän on se, että todennäköisesti osa muokkauksista katoaa tällaisessa tilanteessa tallennuksen yhteydessä ja työtä valuu hukkaan.

Viimeisenä ohjeeseen lisättiin revisiotaulukko, koska tulevaisuudessa ohjeeseen tullaan mahdollisesti tekemään muokkauksia tai lisäämään materiaalia. Revisiotaulukkoon laitettiin sarakkeet, joihin revision tekijä kertoo lyhyen selityksen revisiolle, omat nimikirjaimet ja päivämäärän. Suunnitteluohje jää ylläpidettäväksi dokumentiksi ja sitä tullaan päivittämään suunnittelutyön aikana, kun vastaan tulee asioita, jotka koetaan tarpeellisiksi lisätä ohjeeseen.

## 6 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli laatia suunnitteluohje Pesmel Oy:n sisäiseen käyttöön Tekla Structures -tietomallinnusohjelmistolle. Suunnitteluohjeesta tuli tässä vaiheessa laajuudeltaan sopiva, vaikka siihen tulevaisuudessa varmasti lisätään vielä paljon asioita. Suunnitteluohjeeseen kuitenkin kirjattiin ja ohjeistettiin tähän mennessä sellaiset perustiedot ja työvaiheet, joilla selvittää lähes poikkeuksetta projektin aikana eteen tulevista työtehtävistä ja ongelmatilanteista.

Kauppinen ym. (2012, 134–139) sanoo toisten ohjeistamisen olevan lähes välttämätön tehtävä työelämässä. Ohjeistamisessa tärkeintä on ohjeistettavien vaiheiden kuvaileminen niin, että ohjeistettavan työn suorittaja pystyy siirtymään työtehtävästä toiseen. Ohjeen selkeys ja yksiselitteisyys ovat tärkeässä roolissa, ettei työtehtävää tehdä väärin ja mahdollisesti aiheuteta suurta haittaa tai vaaraa. Suurta haittaa aiheuttavien virheiden välttämiseksi, on ohjeistuksessa varoitettava tekijää väärän menettelytavan haittavaikutuksista ennen kuin mahdollisuus siihen on edes tullut. Tähän pyrittiin myös suunnitteluohjeessa, asettamalla siihen lihavoidulla tekstillä asetettuja varoituksia vääriksi todetuista menettelytavoista. Varsinainen haaste suunnitteluohjeessa on saada teräsrakenteiden suunnittelijat lukemaan ohje kokonaisuudessaan vähintään kerran, jotta heidän on helpompi etsiä siitä tarvittaessa tietoa ja näin säästää aikaa suunnitteluprosessissa.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoinen ja haastava prosessi. Materiaalin kerääminen ohjetta varten oli työn ohessa varsin helppoa, kun lähes päivittäin tuli vastaan tilanteita, joissa ohjetta olisi tarvinnut. Tällaisissa tilanteissa ohjeistuksen kirjoitus vaihe vaiheelta oli helppoa, kun asian oli juuri opetellut ja asia oli tuoreessa muistissa. Haastavampaa oli kirjata ohjeeseen sellaisia asioita, jotka olivat jo muodostuneet rutiinin omaisiksi tehtäviksi. Haastavaa oli myös standardeista etsittävän tiedon kirjaaminen. Opinnäytetyön aiheen valinta tuntui luonnolliselta, koska Tekla Structures -ohjelmistolla työskentelyyn oli kertynyt noin yhdeksän kuukauden työkokemus ja ohjeen laatiminen ennestään syvensi osaamista ohjelmistolla työskentelyyn.



Suunnitteluohje jo nykyisellään parantaa korkeavarastojen teräsrakenteiden suunnitteluprosessia, sekä laadullisesti että ajankäytöllisesti, kun tarvittava tieto on saatavilla yhdessä dokumentissa. Kun suunnittelijan tiedonhankintaan käyttämä työaika vähenee, jää aikaa enemmän varsinaiselle työlle. Ohjetta seuraamalla myös virheiden riskit pienenevät kasvattaen työn laatua ja vähentäen tuplatyön tarvetta, kun asiat tehdään kerralla oikein.

## LÄHTEET

Beilfuss, M., Bettes, S. & Peterson, K. 1.1. 2020. Technical and Professional Writing Genres. [Verkkojulkaisu]. Oklahoma: State University. [Viitattu 23.4.2021]. Saatavana: <https://open.library.okstate.edu/technicalandprofessionalwriting/>

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen rakennustyömaalla. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kauppalehti. 2021. Yritys haku Pesmel Oy. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.4.2021]. Saatavana: <https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/pesmel+oy/21203130>

Kauppinen, A., Nummi, J. & Savola, T. 2012. Tekniikan viestintä: Kirjoittamisen ja puhumisen käsikirja. 10.–11. painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Korpela, J. 30.11.2020. Arkisen asiakirjoittamisen opas. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 25.4.2021]. Saatavana: <https://jkorpela.fi/kirj/7.7.html>

Kotimaisten kielten keskus. Ei päiväystä. Vinkkejä ohjetekstin tekijöille. [Verkkosivu]. [Viitattu 21.4.2021]. Saatavana: [https://www.kotus.fi/ohjeet/hyvan\\_virkakielen\\_ohjeita/ohjeita\\_ohjeiden\\_tekijoille#Kytkskymuotoa](https://www.kotus.fi/ohjeet/hyvan_virkakielen_ohjeita/ohjeita_ohjeiden_tekijoille#Kytkskymuotoa)

Nykänen, O. 2002. Toimivaa tekstiä: Opas tekniikasta kirjoittaville. Helsinki: Tekniikan Akateemisten Liitto TEK.

Pesmel. 2021. Pesmel in brief. [Verkkosivusto]. Pesmel Oy.[Viitattu 18.2.2021]. Saatavana: <https://pesmel.com/about-us/>

SFS-EN IEC/IEEE 82079-1. 2020. Tuotteiden käyttöohjeiden laatiminen. Osa 1: Periaatteet ja yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Yleiset tietomallivaatimukset. 2012. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 21.4.2021]. Saatavana: [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf)

## LIITTEET

Liite 1. Tekla Structures -suunnitteluohje