

Reino Riikonen

**TEKLA STRUCTURESIN
PEREHDYTYSMALLI**
Betonirakenteet

Opinnäytetyö

Tekniikan ammattikorkeakoulututkinto

Rakennustekniikan koulutus

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Reino Riikonen
Työn nimi	Teckla Structuresin perehdytysmalli, betonirakenteet
Toimeksiantaja	Sweco Finland Oy
Vuosi	2024
Sivut	29 sivua, liitteitä 5 sivua
Työn ohjaaja(t)	Viivi Etholén, Jani Pitkänen

TIIVISTELMÄ

Tämän työn toimeksiantajalla oli tarve parantaa työntekijöiden perehdyttämistä Tekla Structures -mallinnusohjelman käyttöön. Toimeksianto koski harjoittelualustan kehittämistä, josta löytyy itsenäiseen harjoitteluun sopivia tyypillisiä betonirakenteiden mallinnustöitä. Tehtävät pohjautuvat toimeksiantajan havaintoihin tyypillisistä ongelmista mallintamistyössä. Lisäksi perehdytettävän tulee osata käyttää toimeksiantajan kehittämiä työkaluja ja numerointiohjeita työn laadun takaamiseksi.

Tavoitteena on luoda selkeä malli, jonka tehtävät ovat uuden työntekijän itsenäisesti tehtävissä. Perehdytettävän tulee tehtävien avulla löytää myös muita työnantajan ohjeita työnantajan ohjepankista. Oppimisprosessin syventämiseksi tehtävissä esimerkein tuotu ilmi, miksi työn vaatimukset ovat paikoitellen kovia. Tehtäviä laadittaessa huomioitiin yleisiä pedagogisia ja perehdyttämiseen liittyviä ohjeita.

Tietomallintaminen on varsin suuri kehitysaskel rakennesuunnittelussa. Kun rakennuksista tehdään 3D-tietomalli, voidaan parantaa suunnittelun laatua ja tehokkuutta. Eri suunnittelijoiden työn yhteensovittaminen helpottuu ja mahdollisten virheiden huomaaminen aikaistuu. Lisäksi tietomallista saa pohjatiedot määrälaskennalle ja erilaisille ympäristö- ja turvallisuussimuloinneille. Tietomallin laadukas toteutus ja hyödyntäminen vaatii yhtenäisiä työtapoja koko suunnitteluorganisaatiolta.

Tekla Structures on laajalti käytetty tietomallintamisohjelma. Se on rakenteeltaan modulaarinen, eli eri suunnittelutoimistot ja tuotevalmistajat voivat kehittää siihen omia työkalujaan työn helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Eri työkalujen keskinäinen tiedonvaihto voi automatisoida ja nopeuttaa monia suunnittelun työvaiheita. Ohjelmiston täysi hyödyntäminen edellyttää oikeiden työkalujen oikeanlaista käyttöä. Teklalla voi luoda myös perinteisiä rakennuspiirustuksia, mutta niitä ei piirretä kuten ennen, vaan tiedot haetaan tietomallista. Siksi tietomallin tulee olla laadukas ja yhtenäinen rakennuksen kanssa.

Perehdytysmalli on koottu seitsemästä erillisestä tehtävästä, joiden itsenäiseen läpikäyntiin ja tarkastamiseen perehtyjällä on hyvät mahdollisuudet. Tekla ohjelmalla ja tietomallintaminen työkaluna ovat jatkuvassa kehityksessä. Tästä syystä perehdytysmallia tulee päivittää jossain määrin jo lähivuosina.

Asiasanat: tietomallintaminen, Tekla Structures, perehdyttäminen

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Reino Riikonen
Thesis title	Orientation model for Tekla Structures, concrete structures
Commissioned by	Sweco Finland Oy
Time	2024
Pages	29 pages, 5 pages of appendices
Supervisor	Viivi Etholén, Jani Pitkänen

ABSTRACT

The commissioner of this thesis needed to improve the orientation of new employees to the use of the Tekla Structures modeling program. The assignment involved developing a training model that would contain typical modeling tasks. Tasks in the model are based on the commissioners' observations of common issues and tasks in modeling. In addition, a trainee must learn how to use the tools and other instructions provided by the commissioner.

The goal was to create a simple model with tasks that a new employee could perform independently. The tasks also inform the user, how to find guides in the commissioners modelling instructions bank. Tasks improve learning by showing examples of the consequences of failing to fulfill the tight requirements of modelling work. In the task creation, general pedagogical and orientation guidelines were considered.

Building information modeling is a significant leap in structural design. Modeling buildings in 3D enhances the quality and efficiency of design. Coordinating the work of different designers becomes easier, and the detection of potential errors is expedited. Additionally, the model provides the basis for quantity estimation and various environmental and safety simulations. The high-quality implementation and utilization of the model require standardized workflows throughout the entire design organization.

Tekla Structures is widely used as a modeling software. It is modular in nature, which means that different design offices and product manufacturers can develop their own tools to facilitate and expedite work. The exchange of information between different tools can automate and accelerate many stages of the design process. The full utilization of the software requires the correct use of the appropriate tools. With Tekla, traditional building drawings can also be created, but not as previously. Instead, the information is extracted from the data model. Therefore, the data model must be of high quality and consistent with the building.

The orientation model consists of seven separate tasks, which provide ample opportunities for independent review and verification by the trainee. Tekla software and data modeling as a tool are continuously evolving. For this reason, the orientation model should be updated to some extent in the coming years.

Keywords: BIM, orientation, Tekla Structures

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TIETOMALLINTAMINEN JA BIM.....	6
2.1	Tietomalliprojektin aloitus	8
2.2	Tietomallintamisen tavoitteet ja edut	8
2.3	Vaatimukset tietomallintamisessa.....	9
2.4	Laadunvarmistus	10
3	RAKENNUSPIIRUSTUSTEN LAATUVAATIMUKSET	11
3.1	Piirustustyypit.....	12
3.2	Betonirakenteiden rakennuspiirustusten sisältö	12
3.3	Mitta- ja raudoituspiirustusten merkinnät	13
4	TEKLA STRUCTURES	14
4.1	Mallintaminen.....	15
4.2	Piirustusten luonti	18
5	PEREHDYTTÄMINEN JA KOULUTUSMATERIAALI	21
5.1	Perehdyttämisen merkitys	22
5.2	Koulutusmateriaalin luonnissa huomioitava seikat.....	24
6	TYÖN VAIHEET.....	24
6.1	Tehtävänanto	25
6.2	Mallin rakenne	26
6.3	Mallipiirustukset	26
6.4	Laadunvarmistus	27
7	TULOKSET JA JATKOKEHITYS.....	27
	LÄHTEET	29

LIITTEET

Liite 1. Betoniterästankojen taivutusmerkintöjä

Liite 2. Esimerkkitehtävä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Sweco Finland, monikansallinen rakennetun ympäristön ja teollisuuden asiantuntijaorganisaatio. Sweco Finlandin palveluksessa toimii 22 000 asiantuntijaa.

Rakennesuunnittelun ytimenä toimii nykyään kolmiulotteinen tietomallinnus, jota Suomessa tehdään suurelta osin Tekla Structures -ohjelmistolla. Mallinnusohjelmien tehokas käyttö edellyttää syvää ymmärrystä ohjelmiston toiminnoista sekä yhtenäisiä työtapoja kaikilta suunnittelutyön osapuolilta. Toimeksiantajalla on tarve parantaa näiden työtapojen ja työn vaatimusten perehdyttämistä uusille työntekijöille.

Toimeksianto koski perehdytysmallin luomista Tekla Structures -ohjelmistoon, joka yhtenäistää työntekijöiden perehdyttämistä sekä auttaa perehdytettävää pääsemään kiinni Swecon sisäisiin työtapoihin ja Tekla Structures -ohjelmiston ominaisuuksiin. Toiseksi toimeksiantaja haluaa vähentää perehdyttäjien työtaakkaa luomalla itsenäiseen harjoitteluun soveltuvan ohjatun ympäristön. Kolmantena osana toimeksiantaja haluaa perehdyttää työntekijöitä itsekehittämiinsä työkaluihin ja rakennuspiirustusten luontiin Teklan ohjelmalla. Työn pohjana toimii toimeksiantajan toimesta teetetty kokemusperäinen lista asioista, jotka ovat tavallisimpia työtehtäviä tai ongelmakohtia mallintamistyössä. Työ koskee vain betonirakenteita.

Tavoitteeni on kehittää toimeksiantajan toimittamasta mallipohjasta ehyt ja laadukas malli, joka toimii monipuolisena opetusmateriaalina perehdytettäville. Perehdytettävän tulee ymmärtää eri ohjeiden merkitys ja mallintamistyön yleiset laatuvaatimukset sekä se, millaisia ongelmia näistä vaatimuksista lipsuminen voi aiheuttaa. Lisäksi perehdytysaineiston tulee ohjata perehdytettävä sekä Teklan omiin että Swecon sisäisiin ohjeisiin, jolloin perehdytettävä oppii etsimään itsenäisesti tietoa oikeista lähteistä. Työn lähtökohdiana on oletus, että perehdytettävällä on jo Tekla Structures -ohjelmiston peruskäyttö hallussa. Tutkimuskysymyksiksi muotoutuivat seuraavat:

Millaisia asioita tulee huomioida perehdytysmateriaalia luotaessa?

Miksi yhtenäiset ja oikeat työtavat ovat tärkeitä mallinnustyössä?

Työn tuloksena syntyy tietomalli, jossa on erilaisia tavanomaisia mallintamistyöhön liittyviä tehtäviä, mallipiirustuksia ja tarkastusmenetelmiä, joiden avulla perehdyttävä itse sekä ohjaava esimies voivat helposti tarkastaa perehdyttämisen tuloksia.

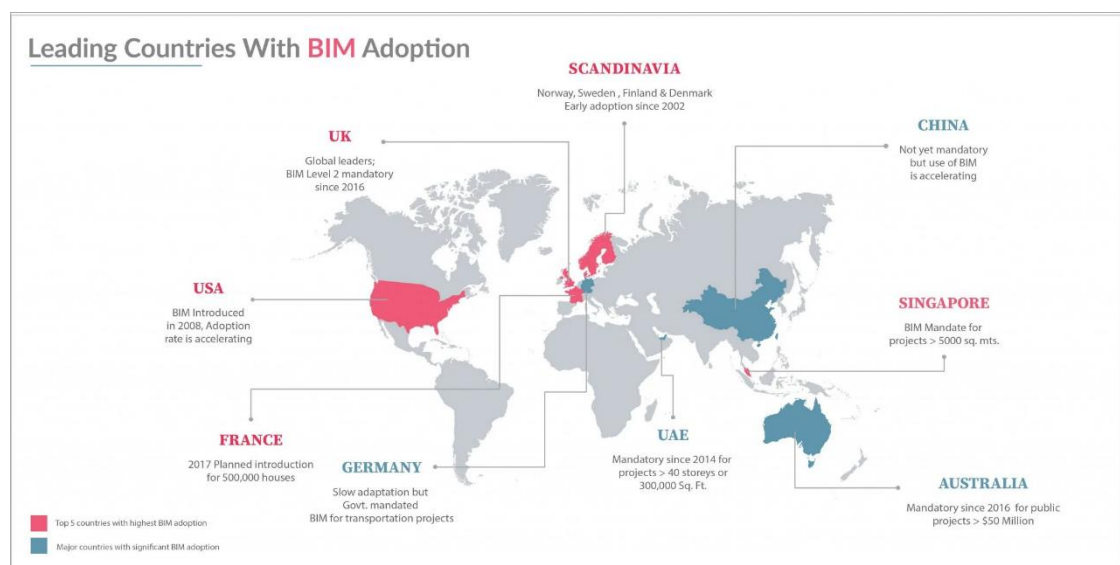
2 TIETOMALLINTAMINEN JA BIM

Rakennuksista on tehty havainnollistavia pienoismalleja jo kauan. Nykyiset digitaaliset tietomallit sisältävät pelkän havainnollistavan mallin lisäksi paljon tietoa rakennuksen eri rakenneosista ja niiden sijainnista sekä keskinäisistä yhteyksistä. Kolmiulotteisesta tietomallista saadaan tulostettua perinteisiä rakennuspiirustuksia, rakennustarvikkeiden määriä ja muuta tietoa.

Digitaalinen tietomalli voi olla kaikkien osapuolien hyödynnettävissä myös sellaisenaan, jolloin työmaan eri osien ja suunnitelmien havainnollistaminen helpottuu. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 8–14.) Suomessa tietomallintaminen on käytössä varsin laajasti, erityisesti suuremmissa rakennus- ja infrahankkeissa.

Maailmanlaajuisesti tietomallintamisen johtomaita ovat Suomen lisäksi Iso-Britannia, Tanska ja Norja (ks. kuva 1). (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 32.)

Tavallisimmat Suomessa käytössä olevat rakennesuunnittelun tietomallipohjaiset ohjelmat ovat Tekla Structures (ks. luku 4) sekä Revit Structure (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 39).



Kuva 1. maailman kärkimaat tietomallintamisen käyttöönotossa (Novatr 2023)

Eduistaan huolimatta tietomallintamisen maailmanvalloitus on vielä pahasti kesken. Tietomallintamista hyödynnetään laajalti ensisijaisesti julkisten toimijoiden ajamana. Esimerkiksi Singaporessa rakennusluvan voi hakea tietomallilla. Kiinassa tietomallien käyttöönottoa on hidastanut julkisen sektorin asettamien standardien luonti, joita on työstetty jo vuosituhannen alusta. Yksi kiinnostavimpia kasvumarkkinoita tietomallintamisen käyttöönotolle on Intia, jossa rakennussektori on suuressa kasvussa. (Novatr 2023.)

BIM:n käyttöönottoa hidastaa henkilöstön suuri koulutustarve kokonaan uudentalaisille työkaluille. Toisaalta kilpailun ja kehityksen luoma paine sekä tietomallintamisesta saatavat edut kannustavat eri toimijoita omaksumaan tietomallintamisen osaksi omaa toimintaansa. (Novatr 2023.)

BIM, eli building information model tai building information management, on yleistynyt lyhenne tietomallintamiselle tai tiedonhallinnalle. Tietomallin sisältävää hanketta suunniteltaessa tulee sopia erilaisista pelisäännöistä. Tilaajan tehtävänä on asettaa projektille tietomallikoordinaattori, jonka vastuulla on ohjata tietomallintamisen käytäntöjä, mallinnusprosessia ja eri suunnittelijoiden mallien yhdistämistä. Tietomallikoordinaattori on usein pääsuunnittelija, mutta tehtävään voidaan palkata myös erillinen konsultti. Tietomallikoordinaattorin työhön voi kuulua myös mallinnustyön valvonta niin laadukkuuden kuin aikataulujen näkökulmista. Lisäksi hän toimii tilaajan edustajana, yhteensovittaa eri suunnittelijoiden mallit ja raportoi puutteet eri asiantuntijoille. Tietomallikoordinaattori on myös koko mallintamistyön tukihenkilö ja vastaa mallintamiskokousten pitämisestä. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 15–17.)

Mallien yhteensovittaminen tapahtuu tavallisimmin käyttämällä IFC- eli Industry Foundation Classes -tiedostomuotoa. IFC on tietomallinnusohjelmistojen standardimalli, jonka avulla eri valmistajien ohjelmilla tehtyjä malleja voidaan siirtää ohjelmasta toiseen. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 23.)

2.1 Tietomalliprojektin aloitus

Tilaaaja organisoii mallintamisen aloituskokouksen ennen suunnittelutyön aloitusta. Aloituskokouksessa valitaan tietomallikoordinaattori ja muut mallintamisesta vastaavat vastuuhenkilöt. Lisäksi kokouksessa sovitaan, millaisia malleja missäkin suunnitteluvaiheessa tuotetaan ja millä ohjelmilla, sekä mallin koordinaatisto ja mittatarkkuus. Aloituskokouksessa käydään läpi vielä laadunvarmistuksen käytännöt sekä projektin aikataulut. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 17.)

Projektikohtaisten vaatimusten ja tavoitteiden asettamisesta vastaavat tilaaja sekä tietomallikoordinaattori. Erilaisissa hankkeissa ja niiden eri vaiheissa tarvitaan erilaisia malleja. Esimerkiksi uudiskohteessa tarvitaan vaatimusmalli, tonttimalli, tila- tai tilaryhmämalli, rakennusosamalli ja toteumamalli. Tilaaaja laatii vaatimusmallin, joka voi olla vain taulukko, jonka pohjalta arkkitehti laatii tilaobjekteista muodostuvan tilamallin. Tonttimalli on kolmiulotteinen mittaustietoihin perustuva malli tontin muodoista. Rakennusosamallissa on jo arkkitehdin ja eri rakennesuunnittelijoiden mallien lisäksi talotekniikkasuunnittelijoiden järjestelmämallit. Toteutusmalli on rakenneosamalli, johon on tehty rakennustyön aikaiset muutokset. Muita mallityyppejä voidaan käyttää erilaisissa tilanteissa, kuten saneerauskohteessa. Eri suunnittelijoiden mallien pohjalta muodostetaan IFC-tiedostomuodossa oleva yhdistelmämalli tietomallikoordinaattorin ohjauksessa. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 22–26.)

2.2 Tietomallintamisen tavoitteet ja edut

Tietomallin täysi hyödyntäminen vaatii yhtenäisiä työtapoja ja yhteistyötä eri suunnittelijoiden kesken. Suunnittelutyön edetessä päivittyvä malli vähentää moninkertaista työtä: kun yksi suunnittelija valmistaa jonkin osan, ei muiden tarvitse tehdä samaa kohtaa uudestaan. Näin voidaan parantaa koko rakennushankkeen tuottavuutta ja laatua. Tietomallista on saatavilla määrälaskennan aineistot, sillä hahmotetaan tilankäyttöä, arvioidaan eri alojen suunnitelmien yhteensopivuutta sekä työn aikataulutusta ja sillä voidaan parantaa esimerkiksi työmaan putoamisturvallisuutta. Tietomallin täysi hyödyntäminen vaatii osaamista ja yhtenäisiä työohjeita kaikilta hankkeen osapuolilta. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 16–17.) Kun sama malli on käytössä

kaikilla osapuolilla, tiedonkulku helpottuu ja eri asiantuntijoiden työ pohjautuu samassa suunnittelu- ja muutosvaiheessa olevaan kohteeseen. Tämä on todella merkittävä parannus paperisuunnitelma-aikaan, jolloin paperiset piirustukset piti joka muutoksen jälkeen toimittaa kaikille niitä tarvitseville projektin osapuolille. Myös suunnittelutyön laadunvarmistaminen helpottuu. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 30–31.)

Tietomalli mahdollistaa erilaisia analyysejä ja simulaatioita. Erilaisten tilojen käytettävyyden arviointi helpottuu ja erilaisten vaihtoehtojen vertailu nopeutuu. Tietomallia voidaan hyödyntää energiataloussimulaatioissa ja lvi-tekniikan ominaisuuksia suunniteltaessa. Erilaiset elinkaari- ja hiilijalanjälkilaskennat ovat yleistyneet, tietomalli tarjoaa kattavan tietopaketin näiden laskelmien pohjaksi. Tietomallia voidaan hyödyntää myös palotilanteiden simulointiin ja palomääräysten toteutumisen tarkastamiseen. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 29–31.)

2.3 Vaatimukset tietomallintamisessa

Yleiset vaatimukset tietomallintamisessa esitetään YTV2012-julkaisussa, jossa annetaan lähtökohdat ja tarkkuusvaatimukset erilaisten tietomalliprojektien läpiviemiseksi. Nimensä mukaisesti nämä ohjeet ovat vuodelta 2012. Nettihaun perusteella useissa artikkeleissa näitä ohjeita pidetään jo hyvin vanhentuneina ja niiden päivittämistä toivotaan. Päivitystyö on aloitettu nimellä YTV2020, mutta projekti on ilmeisesti jäissä puuttuvan rahoituksen takia.

Yleisissä tietomallivaatimuksissa on jaoteltu eri osapuolille omat vastuualueet ja vaatimukset, joiden avustuksella tietomallipohjainen projekti voidaan saattaa alusta loppuun. Tietomallin ytimessä olevat rakenneosamallit mallinnetaan kuten rakennetaan, sillä eri rakennepiirustukset tulostetaan mallin pohjalta. Siksi mitään ristiriitaa ei saa mallin ja piirustusten välillä olla. (Jäväjä & Lehtoviita 2016, 34–37.)

Rakennemalliin mallinnetaan aina kaikki kantavat rakenteet sekä ei-kantavat betonirakenteet. Rakenteiden mallintamisessa objekteihin lisätään kaikki oleellinen tieto, kuten materiaali, sijainti ja koko. Kaikki kappaleet nimetään ja jokainen mallinnetaan oikealla työkalulla; seinä luodaan seinätyökaluilla ja

laatta laattatyökälulla. Rakenteiden kaikkia kerroksia ei aina mallinneta, esimerkiksi vedeneristeitä ei tyypillisesti tehdä malliin, mutta paloturvallisuuteen liittyvät rakenteet mallinnetaan. Mallinnohjelmat antavat kaikille kappaleille yksilöllisen tunnuksen, lisäksi jokainen suunnittelija nimeää ja numeroi luomansa rakenteet yhtenäisen ohjeistuksen mukaisesti. Tämä numerointiohje tulee olla koko projektiryhmän käytössä. Rakennemallin laatijoiden tulee esittää työnsä valmiusaste sovitulla tavalla, jotta muiden alojen suunnittelijat voivat arvioida esimerkiksi korkojen paikkaansa pitävyyttä oman työnsä kannalta. (RT 10-11070: 2012, 2–3.) Rakenneosamalli tehdään mahdollisimman tarkkana, esimerkiksi ikkunoiden ja ovien asennusvara huomioidaan. Koko malli mallinnetaan tilaajan haluamaan koordinaatistoon, joka voi olla esimerkiksi todellinen tehdaskoordinaatisto. (RT 10-11066: 2012, 3.)

2.4 Laadunvarmistus

Mallin laadunvarmistuksen tavoitteena on jokaisen suunnittelijan työn laadun parantaminen, laadun ylläpito ja eri osapuolien välisen tiedonkulun parantaminen. Laadun parantamisella pyritään nostamaan suunnitelmien tasoa, parantamaan kulujen ja aikataulun ennustettavuutta sekä vähentämään työmaanaikaisten muutostarpeiden ja lisätyön määrää. Kun mallin laatua saadaan nostettua, paranee myös siitä saatavien tietojen ja tulosteiden, kuten rakennuspiirustusten, laatu. Laadunvarmistaminen on aina ollut osa rakennusten suunnittelutyötä, mutta tietomallipohjainen suunnittelu helpottaa tarkastustyötä huomattavasti. Kun ongelma huomataan riittävän ajoissa, se voidaan korjata ennen kuin se aiheuttaa kalliita lisätoita työmaalla. (RT 10-11071: 2012, 2–3.)

Mallin tarkastamisessa on kolme keskeistä lähtökohtaa: tekninen tietomallisisältö, tietomallin tietosisältö sekä suunnitelman sisällön ja laadun arviointi. Teknisellä tietomallisisällöllä tarkoitetaan sitä, onko malli muodostettu oikein annettujen ohjeiden mukaisesti. Tietomallin tietosisältöä tarkastettaessa tutkitaan, onko suunnittelualakohtaisiin vaiheisiin liittyvät tiedot esitetty sillä tarkkuudella, jonka tilaaja ja tietomallikoordinaattori ovat päättäneet projektin alussa. Suunnitelman sisällön ja laadun arvioinnissa voidaan tehdä

esimerkiksi törmäystarkastelua, jossa ohjelmisto tarkastaa, ettei mallissa ole päällekkäisiä objekteja. (RT 10-11071: 2012, 3.)

Käytännössä jokainen suunnittelija on vastuussa oman työnsä jatkuvasta työnaikaisesta tarkastamisesta, sillä vasta mallintamistyön loppupuolella tehtävät laajat tarkastukset on todettu huonoksi työn laadun takeeksi. Laajemmat suunnittelijoiden ja suunnitteluryhmien laaduntarkastukset hoidetaan ennalta sovituisissa tarkastuspisteissä. Tavanomainen tarkastusprosessi etenee niin, että suunnittelija suorittaa oman tarkastuksensa suunnitteluohjelman omilla työvälineillä. Sitten alkuperäisestä mallista koostetaan IFC-malli, joka tarkastetaan mieluiten toisen suunnittelijan tai laadun varmistamiseen erikoistuneen henkilön toimesta. Mikäli ongelmia havaitaan, tehdään muutokset alkuperäismalliin. IFC-mallin tarkastuksesta laaditaan raportti ja tietomalliselostus, jotka toimitetaan projektin yhteiseen tietopankkiin. Eri alojen IFC-mallien yhteen vertaaminen ja puutteiden raportointi on pääsuunnittelijan vastuulla. Myös tilaajan voi olla aiheellista suorittaa tarkastus, sillä tilaaja päätyy useimmiten maksajaksi virheiden ja puutteiden sattuessa. (RT 10-11071: 2012, 4–6.)

3 RAKENNUSPIIRUSTUSTEN LAATUVAATIMUKSET

Tuotetusta perehdytysmallista löytyy useita erilaisia mallipiirustuksia, joiden avulla perehdytettävä voi tutustua Teklan ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin erilaisten rakennuspiirustusten tekemisessä. Toimeksiantoon kuuluu seuloa olemassa olevista piirustuksista pois mahdollisesti virheelliset tai muuten heikkolaatuiset piirustukset. Tässä luvussa käsitellään keskeisiä betonirakenteiden piirustusvaatimuksia.

Rakennesuunnittelijoiden keskeinen tehtävä on valmistaa muiden suunnittelijoiden, kuten arkkitehtien ja talotekniikkasuunnittelijoiden, kanssa rakennesuunnitelmat ja muu tarvittava tieto, jotta rakennushanke voidaan toteuttaa ja rakennus ylläpitää. Rakennesuunnittelun tuottamien rakennuspiirustusten tulee täyttää toiminnalliset, tekniset, taloudelliset ja esteettiset laatuvaatimukset muodostaakseen eheän ja keskenään yhtenäisen kokonaisuuden. (RIL 229-1-2020, 12–14.) Keskeisimmät rakentamista koskevat viranomaismääräykset ovat maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999),

eurokoodit kansallisine liitteineen sekä ympäristöministeriön ja valtioneuvoston antamat asetukset. (RIL 229-1-2020, 27.) Eurokoodien pohjalta betonirakenteita suunniteltaessa noudatetaan standardeja SFS-EN 13670, SFS 5975, SFS-EN 206-1 ja SFS 7022. Lisäksi rakennustuotteille tulee useissa tapauksissa hankkia CE-merkintä. (RIL 229-1-2020, 41.)

3.1 Piirustustyypit

Tasopiirustus on rakennuksen vaakaleikkaus, jossa esitetään erityisesti kantavat rakenteet, sekä niiden mitat, korot, materiaalit, kuormat, tunnuksat ja muut tarvittavat tiedot. Tasopiirustuksissa kuvaussuunta on tavallisesti ylhäältä alaspäin, poikkeuksena asuinrakennusten kerrosten mittapiirustukset, joissa kuvaussuunta on alhaalta ylöspäin. Tasopiirustuksia ovat esimerkiksi perustuspiirustukset, tasojen mittapiirustukset, raudoituspiirustukset ja vesikattopiirustukset. (RIL 229-1-2020, 137–138.)

Rakenneosapiirustukset esittävät erilaisia rakenteita, kuten seiniä, laattoja, pilareita tai ristikoita. Rakennusosapiirustus on kunkin osan valmistusohje, joten sen tulee sisältää kaikki tarpeellinen tieto osan valmistamiseksi, myös tarpeelliset detalji- ja leikkauskuvat. (RIL 229-1-2020, 138.)

Osapiirustus kuvaa rakenneosan kokoamiseen tarvittavia osia tai niiden valmistamista varten tarpeellisia mitta- ja laatutietoja (RIL 229-1-2020, 138). Osapiirustus voi kuvata esimerkiksi valuun asetettavaa pilarikenkää.

Detaljipiirustuksen avulla täydennetään muita piirustuksia tekemällä suurennos jostain rakenteen yksityiskohdasta. Tavallisia detaljipiirustuksia ovat liitos- ja raudoitusdetaljit. (RIL 229-1-2020, 138.)

Havainnepiirustus sopii monimutkaisten rakenteiden kuvaamiseen eri perspektiiveistä. Havainnepiirustuksia käytetään myös asennussuunnitelmien laatimisessa. (RIL 229-1-2020, 138.)

3.2 Betonirakenteiden rakennuspiirustusten sisältö

Betonirakenteita koskevissa piirustuksissa esitetään seuraavia tietoja (RIL 229-1-2020, 51):

- rakenteen seuraamusluokka
- rasitusluokka ja suunniteltu käyttöikä
- palonkestävyys tarvittaessa, mm. kantavat rakenteet
- toteutusluokka
- toleranssiluokka
- rakenteen mitta- ja sijaintitiedot sekä muoto
- betonin lujuusluokka
- betonipeitteen nimellisarvo ja sallittu poikkeama
- betonissa käytettävän kiviaineksen suurin sallittu raekoko
- raudoitusten tiedot
- valutarvikkeiden, kuten tartuntalevyjen tai kierretankojen tiedot
- mahdolliset työsaumat

Lisäksi betonielementtipiirustuksia koskevat sisältövaatimukset (RIL 229-1-2020, 51):

- valmisosien, kuten nostolenkkien, tiedot
- elementin paino ja painopiste
- vähimmäistukipinnat
- käsittely-, tuenta- ja nosto-ohjeistus tarpeen mukaan

Piirustuksia laadittaessa käytetään RIL 229-1-2020 luvussa 5 esitettyjä piirustusmerkintöjä, kirjaintunnuksia ja muita ohjeita.

3.3 Mitta- ja raudoituspaiirustusten merkinnät

Mittapiirustuksissa esitetään kantavat rakenteet, moduulilinjat, päämitat, muut tärkeät mitat rakennusosien paikantamiseksi, leikkaus- ja detaljimerkinnät, mahdolliset liikunta- ja työsaumat, valu- ja asennussuunnat, jos määritelty, ei-kantavat betonirakenteet ja jäykistävät rakenteet. Kaikki mitat sidotaan moduulilinjoihin. Rakenteisiin merkitään niiden osatunnukset, kuormat ja tarkepisteet. Laattoihin ja palkkeihin merkitään korkotiedot, reiät ja tiedot kiinnikkeistä, varauksista ja tartunnoista. Laattoihin merkitään lisäksi niiden paksuudet. Katkaistut rakenteet rasteroidaan. (RIL 229-1-2020, 153–154.)

Raudoituspaiirustukset tehdään mittapiirustuksen pohjalle. Raudoitusten jatkokset ja jatkopituudet tulee esittää selvästi. (RIL 229-1-2020, 154–155.) Betonirakenteiden raudoitteita merkittäessä käytetään uusia eurooppalaisia merkintöjä. Esimerkiksi tavanomainen hitsattava kuumavalssattu harjaterästanko merkitään lisätiedoissa merkinnällä B500B, jossa

ensimmäinen B tarkoittaa betoniterästä, 500 teräksen myötölujuutta megapascalina ja viimeinen B sitkeysluokkaa. Piirustuksissa raudoitteet merkitään muodossa: tankojen lukumäärä + taivutustyyppi (ks. Liite 1) + tangon tunnus – teräslaji +halkaisija – L + katkaisupituus – k + keskiöväli. Tangon tunnus on mallinnusohjelmista saatava terästangon sarjanumero, jolla voidaan erottaa kaksi eri mittaista saman taivutustyyppin terästä toisistaan. Eli 2 metriä pitkä suora 8 mm halkaisijaltaan oleva harjateräs, jota raudoitteeseen laitetaan 10 kappaletta 100 mm jaolla ja jonka teräslaji on B500B, merkitään seuraavasti: 10A1-T8-L2000-k100. (RIL 229-1-2020, 110–111.)
Betoniterästen piirustusmerkinnät esitetään RIL 229-1-2020 luvussa 5.2.3. Lisää esimerkkejä merkinnöistä esitetään luvussa 4.

Laatan raudoituspiirustuksessa yläpinnan teräkset esitetään ehjällä viivalla ja alapinnan katkoviivalla (RIL 229-1-2020, 154). Palkin ja pilarin pääteräkset esitetään paksulla ehyellä viivalla ja haat ohuella tai katkoviivalla. Seinien teräkset esitetään ehyillä viivoilla. (RIL 229-1-2020, 158–159.)

4 TEKLA STRUCTURES

Tässä luvussa esiteltävät Tekla Structuresin ominaisuudet ja kuvankaappaukset koskevat ohjelman versiota 2023. Tekla Structures on ohjelmistona varsin modulaarinen, ohjelmisto itsessään on hyvä alusta, johon eri tavarantoimittajat ja suunnittelutoimistot itse teettävät työkaluja omien tarpeidensa mukaan.

Erilaiset ja eri kehittäjien työkalut asettavat myös omia vaatimuksiaan työn tekemiselle, kaikki työkalut eivät aina välitä tietoa keskenään, vaikka näennäisesti niillä tehdään samoja asioita. Tästä esimerkkinä voi olla seinän tekeminen laattatyökälulla. Vaikka pystyyn käännetystä seinästä saa ulkoisesti saman näköisen kappaleen kuin seinätyökälulla tehtynä, ovat kappaleiden tiedot erilaisia. H-mitta laatassa tarkoittaa laatan paksuutta, seinässä seinän korkeutta. Laattatyökälulla mallinnetun seinän H-mitta antaa siksi seinän paksuuden. Siksi erilaiset työkalut eivät osaa lukea objektin tietoja oikein ja tietomallintamisen hyötyjä menetetään. Samoin kaikki objektit on nimettävä ja numeroitava yhtenäisen ohjeistuksen mukaisesti, jotta valmiit asetukset

esimerkiksi piirustusten luontia tai erilaisten automaatio-ohjelmien hyödyt saadaan hyödynnettyä.

Toinen esimerkki väärän työkalun käytön vaikutuksista on, että vaikka objektit olisi nimetty oikein, eri työkalut eivät lue objektin nimeä, vaan työkaluja, jolla ne on tehty. Tämän perusteella niistä tulostetaan eri tietoja eri automaatioiden toimesta, jolloin piirustusten merkintöjen korjaaminen on hidasta käsityötä. Tällaisilla seikoilla on suuri merkitys työn tuottavuuden ja mallin laadun kannalta. Siksi mallintajalta vaaditaan suurta tarkkuutta, varsinkin kun nimeämis- ja numerointiohjeet voivat vaihdella eri projektien välillä.

4.1 Mallintaminen

Yksinkertaisena esityksenä mallinnustyön eri vaiheista ja siinä huomioitavista seikoista toimii tavanomaisen betonilattian mallintaminen. Ensimmäiseksi tarvitaan numerointiohje, joka on esitetty taulukossa 1. Numerointiohjeen tulee sisältää kaikki mallinnettavasta kohteesta löytyvät rakenneosat.

Taulukko 1. Esimerkki numerointiohjeesta

Selite	Nimi	Numero	Prefix
Antura	Antura	110	A
Perusmuuri	Perusmuuri	111	PM
Maanvarainen laatta	Laatta	112	ML
Yläpinnan teräs	yp	150	
Alapinnan teräs	ap	151	
Haka	haka	152	
Pieliteräs	pieliteräs	153	

Jokainen objekti nimetään ja numeroidaan ohjeen mukaisesti isot ja pienet kirjaimet huomioiden, kuten kuvassa 2. Nimi tulee objektin nimi -kenttään, numero toimii myös värikoodina. Prefix merkitään objektin cast unit numbering -kenttään. Prefix on elementtitunnus, jossa käytetään vakiintuneiden elementtitunnusten lisäksi eri rakennuksia ja kerroksia erottelevia lisätunnuksia, joiden käyttö tulee selvittää numerointiohjeessa. Jos samassa mallissa on esimerkiksi kolme rakennusta, A, B ja C, ja jokaisessa rakennuksessa kolme kerrosta, voitaisiin rakennuksen B toisen kerroksen seinäelementit merkitä esimerkiksi prefix-tunnuksella B2-S. Tässä esimerkissä ei käytetä pour phase -jaottelua. Betonirakenteiden raudoituksille ei anneta omia prefix-tunnuksia, vaan ne liitetään rakenteen oman tunnuksen taakse.

Concrete slab (1 selected)

General

Name: Laatta

Thickness: 200

Material: C25/30

Finish:

Class: 112

Position

At depth: Behind 0.00 mm

Cast unit

Cast unit numbering: ML 1

Cast unit: Cast in place

Pour phase: 0

Kuva 2. Mallinnetun laatan ominaisuudet

Rebar group (1 selected)

General

Name: ap

Grade: B500B

Size: 8

Bending radius: [96.00]

Class: 151

Numbering: 1

Special

Rebar group type: Normal

Number of cross sections: 1

Hooks

Hooks at start

Hook type: No hook

Angle: 0.00

Radius: 0.00 mm

Length: 0.00 mm

Hooks at end

Hook type: No hook

Angle: 0.00

Radius: 0.00 mm

Length: 0.00 mm

Cover thickness

On plane: 35.00

From plane: 35.00

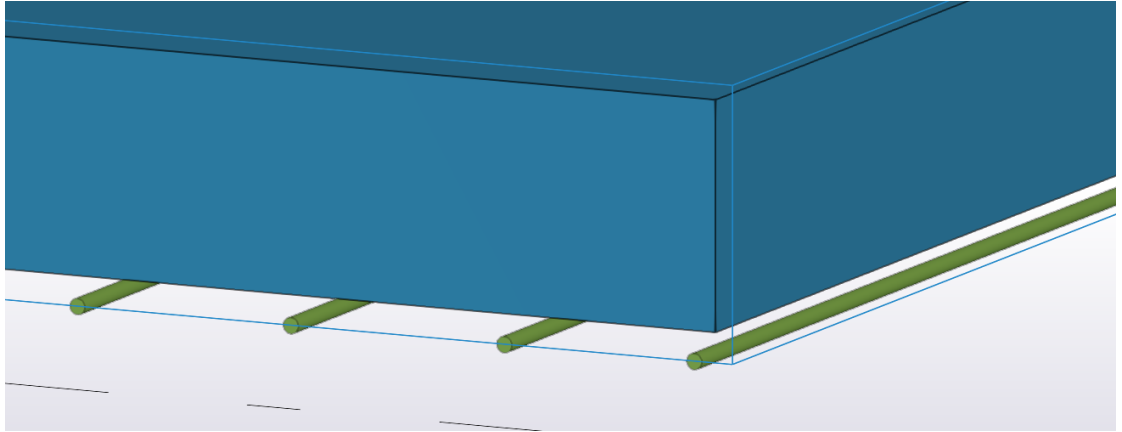
Start: 35.00 mm Cover thickness

End: 35.00 mm Cover thickness

Kuva 3. Rauditusverkot

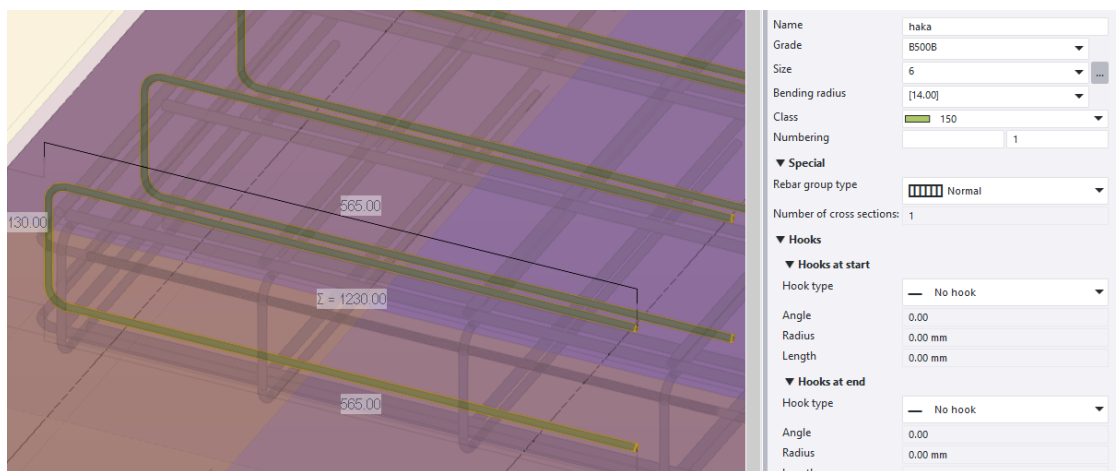
Laatta raudoitetaan ohjelmiston omalla rebar group -työkalulla valitsemalla ensin raudoitettava objekti, sitten rauditus muotoillaan halutunlaiseksi haaksi,

suoraksi tangoksi tai muun muotoiseksi. Lopuksi objektista valitaan se alue, jolle rauditus tehdään. Kuvassa 3 on esitetty alapinnan terästen asetuksia, joissa on huomioitu mm betonipeitteen suojaus.



Kuva 4 Väärä mallinnussuunta

Kuvassa 4 näytetään, mitä käy, jos teräksiä mallintaessa antaa sijainnin pisteet väärässä järjestyksessä: ohjelma asettaa raudat väärälle puolelle haluttua tasoa. Tämä virhe korjaantuu vain tekemällä uudestaan, raudoitusten siirto laatan sisään aiheuttaa hankaluuksia raudoitteiden asetusten käyttämisessä.



Kuva 5. Reunahaka

Kuvassa 5 esitetään reunahaan asemointi ylä- ja alapinnan rauditusverkkojen suhteen. Hakoja mallintaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota hakojen mittoihin, mitat esitetään rauditusluettelossa ja haat voidaan esivalmistaa ennen työmaalle tuomista. Jos hakojen mitat eivät täsmää todellista tarvetta, koko esivalmistustyö joudutaan tekemään

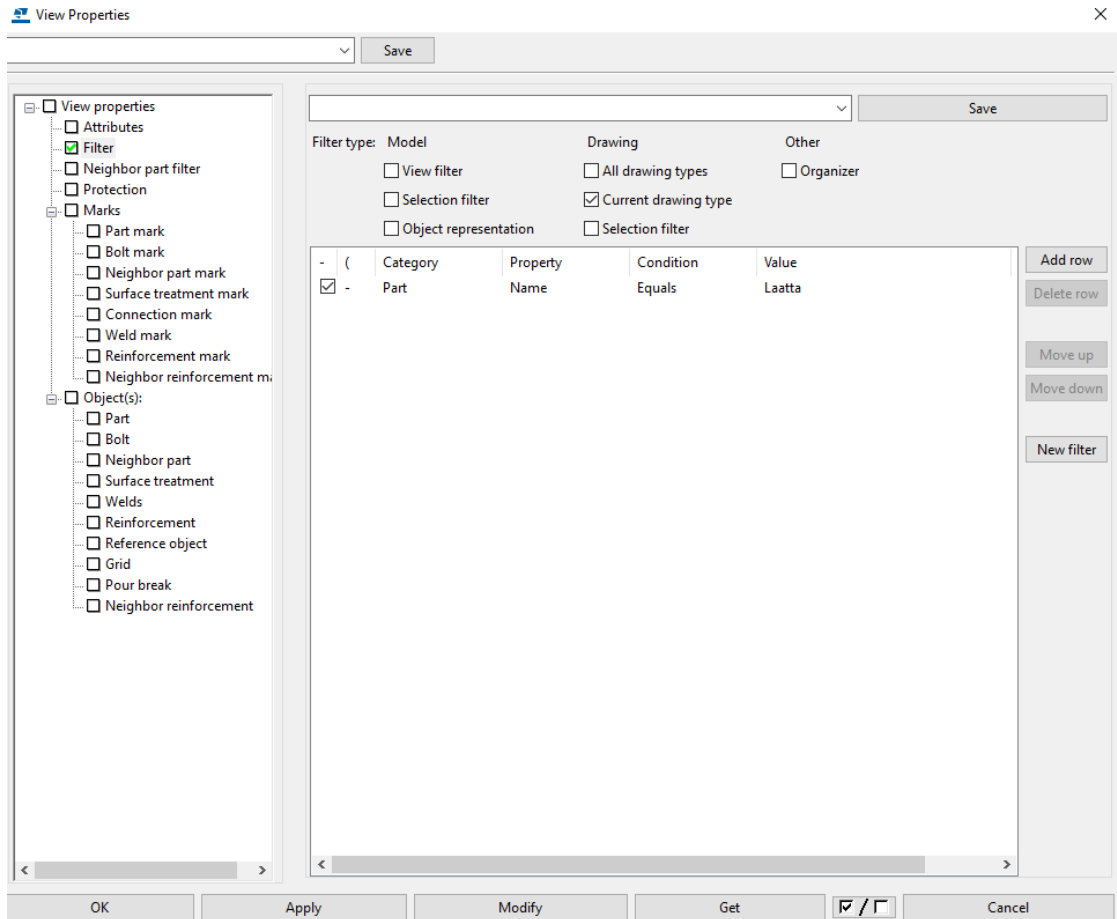
uudestaan. Hakojen mittoihin vaikuttaa myös teräksen paksuus ja sen kautta taivutussäde. Tehokkuuden parantamiseksi kannattaa välttää hakojen, joiden mitat poikkeavat toisistaan vain vähän, käyttöä, joten laatan yhdelle sivulle tehdyt haat kannattaa kopioida muille sivuille. Kopioidessa hakoja täytyy tarkastaa, että kopioidut teräkset asemoituvat halutun objektin alle. Helpoimmillaan tämän tarkastuksen voi tehdä valitsemalla tarkasteltava objekti assembly-valinnalla ja piilottamalla se. Jos jokin raudoitus jää näkyviin, pitää se liittää erikseen objektiin attach-komennolla. Lisätään reunahakoihin vielä pieliteräkset kiertämään laatan ulkoreuna ja raudoitus on valmis.

Oikein mallinnettu ja liitetty raudoitus voidaan nyt kopioida mihin tahansa laattaan, jonka kaikki mitat voivat poiketa alkuperäisestä. Kopiointi suoritetaan copy special – to other object -komennolla, joka huomioi toisen laatan poikkeavat mitat ja osaa skaalata raudoitteen niiden mukaan.

4.2 Piirustusten luonti

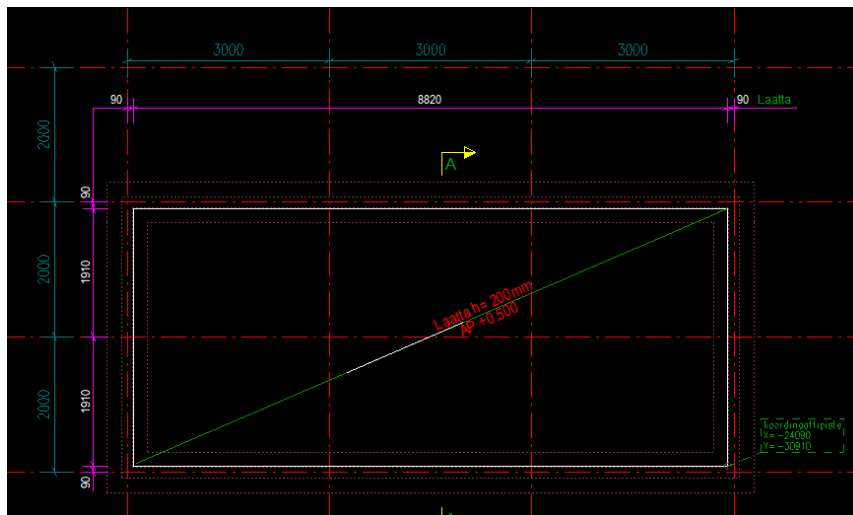
Tekla Structuresilla voidaan tehdä myös perinteisiä rakennepiirustuksia. Piirustusten luonti tietomallista poikkeaa perinteisestä CAD-piirustuksista siinä, ettei tietomallin piirustuksiin lähtökohtaisesti piirretä mitään, vaan kaikki mahdollinen tieto nostetaan esiin mallinnetuista objekteista. Tässä on se etu, että muutoksia tehtäessä, esimerkiksi laatan paksuutta kasvatettaessa, muutokset näkyvät automaattisesti kaikissa piirustuksissa, joissa muutos näkyy. Näin vältetään ristikkäisiltä tiedoilta, muutospiirustusten teko helpottuu sekä laatu paranee.

Teklalla piirustusten luonti aloitetaan näkymän asettamisella kohtisuoraan haluttua objektia kohden. Sitten luodaan GA drawing, eli general arrangement drawing, halutusta näkymästä. Piirustuksessa avautuu haluttu piirustusarkki sekä äsken luotu näkymä. Erilaisia leikkaus- ja detaljinäkymiä voidaan luoda piirustuksen sisällä, samoin kaikkien näkymien näkymäalueet ovat vapaasti säädettävissä.

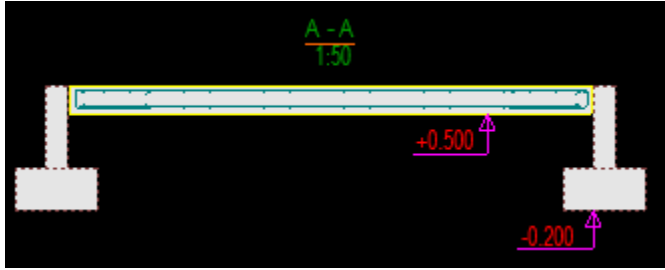


Kuva 6. Piirustusnäkyvän asetukset

Kuvassa 6 rajataan piirustus koskemaan pelkkää laattaa, jolloin Tekla tulostaa rauditusluettelot ja muut valutiedot vain halutusta objektista. Asetusten määrä on suuri, mutta huolellisella mallintamisella ja yhtenäistä nimeämishojetta käyttämällä asetukset voidaan suunnitella hyvin ja tallentaa. Valmiita asetuksia hyödyntämällä piirustukset syntyvät vaivattomasti.



Kuva 7. Piirustusnäkyvä



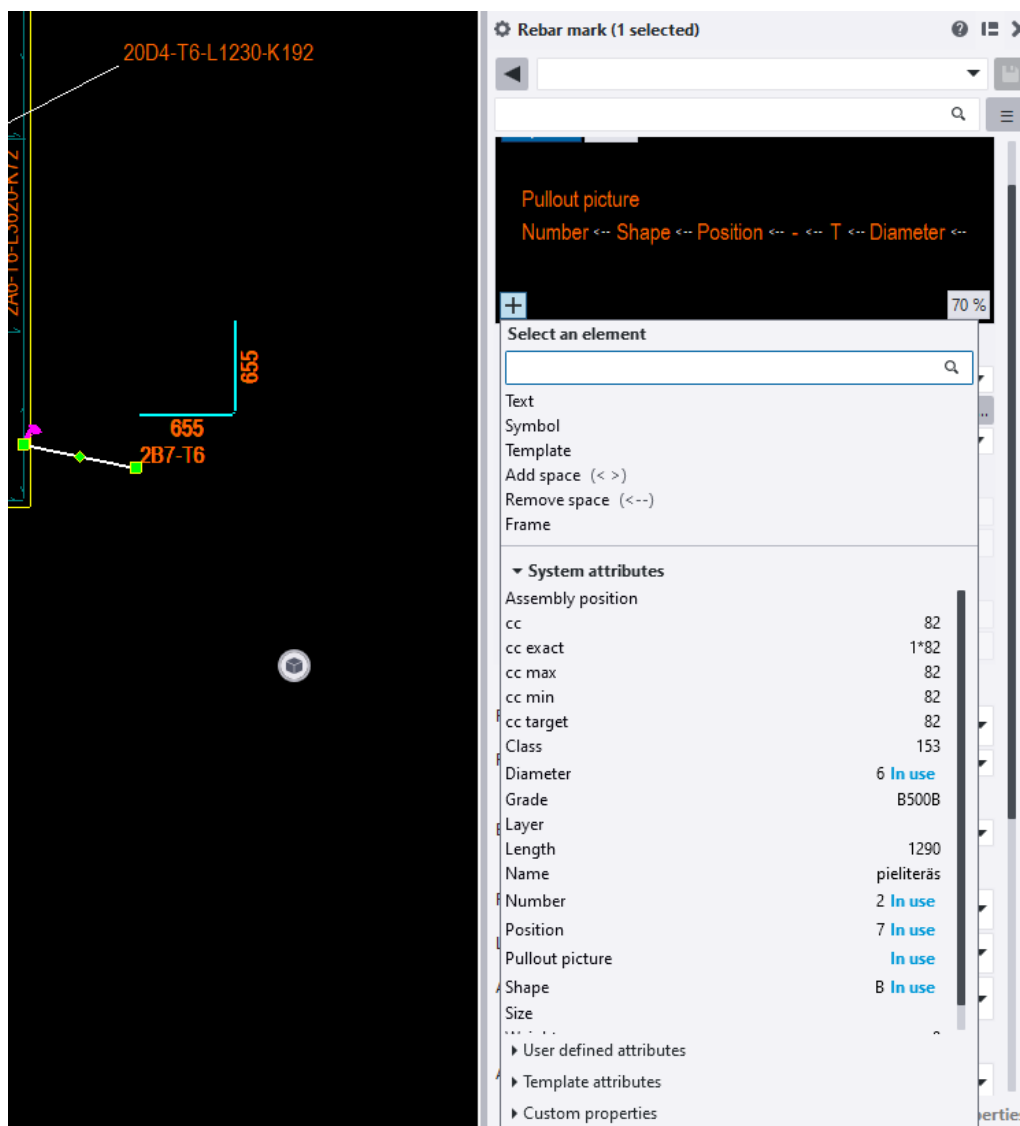
Kuva 8. Leikkauskuva

Kuvan 6 mukaisien asetusten mukainen piirustusnäkyä esitetään kuvassa 7 ja siitä tehty leikkaus kuvassa 8. Kuvassa 7 näkyy himmeästi myös anturan ja perusmuurin ääriviivat. Koordinaattipiste on luotu erillisellä objektilla, joka piilotetaan kuvasta, mutta jonka sijaintitietoja voidaan näin käyttää hyväksi.

VALUTARVIKELUETTELO																		
VALUYKSIKÖN PAINO ON LASKETTU KÄYTTÄEN BETONINTILAVUUSPAINOJA 2500 kg/m ³ + painoon vaikuttavat tarvikkeet, esim eristeet.																		
VALUYKSIKÖN TUNNUS			LKM															
ML/1			1															
BETONI				NIMI				MÄÄRÄ					YHT					
C25/30				Laatta				6.74					m ³					
											VALUYKSIKÖN PAINO:		16.85	t				
MAARA	YKS	TARVIKKEET																
48.6	kg	B500B ø6																
267.5	kg	B500B ø8																
RAUDOITTEIDEN TAIVUTUSMUODOT:																		
A			B			D			Taivutusmitat noudattavat terästen ulkopintaa.									
a			a b			a b c												
RAUDOITTELUETTELO																		
											VALUYKSIKÖN TUNNUS:	ML/1	LKM:	1				
RAUDOITTEET	TYY	NRO	LKM	LAATU	D [mm]	L [mm]	dL [mm]	PAINO YHT [kg]	TAIVUTUSMITAT [mm]				KOMMENTTI					
									a	b	c	d	e	u	v	x	TD	
A		2	40	B500B	8	8670		137.0	8670									
A		3	90	B500B	8	3670		130.5	3670									
D		4	130	B500B	6	1230		35.5	565	130	565							28
A		5	4	B500B	6	8620		7.7	8620									
A		6	4	B500B	6	3620		3.2	3620									
B		7	8	B500B	6	1290		2.3	655	655								28
																RAUDOITTEIDEN KOKONAISPAINO YHTEENSA [kg]:		316.1

Kuva 9. Valutarvikeluettelo

Kuvassa 9 on Teklan luoma valutarvikeluettelo. Tämä luettelo muodostuu kaikista kuvanäkymissä näkyvistä ja kuvan 6 filterissä määritellyistä objekteista, tässä tapauksessa pelkästä laatasta. Raudoiteille ja betonilaatalle asetetut tiedot ja määrät tulostuvat automaattisesti. Esimerkiksi taivutettavat teräkset voidaan esivalmistaa tämän luettelon mukaisesti.



Kuva 10. Raudoitusmerkintä

Kuvassa 10 esitetään yksi tapa esittää raudoitusmerkintä. Kun kuvan mukaisesti tiedot haetaan objektista itsestään, myös muutokset päivittyvät merkintöihin automaattisesti. Näin voidaan lisätä työn laatua ja vähentää virheiden mahdollisuuksia. Terästen sarjanumerointi, tässä tapauksessa seitsemän, saadaan numeroimalla mallinnettu laatta numbering-toiminnolla.

5 PEREHDYTTÄMINEN JA KOULUTUSMATERIAALI

Tässä opinnäytetyössä tehdään oppimistehtäviä, joiden avulla voidaan osoittaa esimerkein perehdyttävälle syyt, miksi mallinustyön vaatimuksia ja ohjeita on noudatettava. Tehtäviä suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota ohjeistuksen laadukkuuteen, jotta se palvelee perehdyttävän oppimista parhaalla tavalla. Tehtävänantojen tulee olla selkeitä, yksiselitteisiä sekä tarkoituksenmukaisia. Perehdyttävältä vaaditaan perehtymistä yleisiin

sekä Swecon sisäisiin mallinnusohjeisiin tehtävien ratkomiseksi. Lisäksi ohjeistuksen tulee ohjata perehdytettävä myös jatkossa oikean tiedon äärelle. Haasteena on luoda riittävän selkeästi muotoiltu ja tarpeeksi informaatiota sisältävä ohjeistus, joka ei kuitenkaan hukuta perehtyjää informaatiotulvaan.

5.1 Perehdyttämisen merkitys

Työturvallisuuslaki (738/2002) velvoittaa työnantajan perehdyttämään työntekijät työhön ja työpaikan työmenetelmiin sekä työympäristöön. Perehdyttäminen on huolellisesti suunniteltuna hyvää henkilöstöjohtamista, jossa korostuu pitkäjänteisen kilpailuedun tavoittelu. Sen perimmäinen tavoite on toivottaa uusi työntekijä tervetulleeksi taloon. Tavallisesti perehdytyksestä vastaa uuden työntekijän lähiesimies. (Ketola 2010, 50–52.)

Asiantuntijatehtävissä perehdytys voidaan nähdä myös oppimisprosessina, perehdytettävä hyödyntää aikaisempaa osaamistaan omaksuessaan työyhteisön toimintatavat (Ketola 2010, 60–61).

Hyvällä perehdytyksellä voidaan nopeuttaa työntekijän työpanoksen kehittymistä yritykselle tuottavaksi. Perehdytyksen tärkeimpiä tehtäviä on vahvistaa työntekijän ymmärrystä työnantajan strategiasta ja tuotteista. Perehdyttäminen tapahtuu tavallisesti työnohessa erilaisia viestintäkeinoja, kuten videoita, intranettiä tai sähköpostia hyödyntäen. Asiantuntijatyössä perehdyttäminen henkilöityy usein yhdelle ihmiselle tai tiimille, jolloin se saa myös mentoroinnin piirteitä. Vastuu työhön oppimisesta silti jää suurelta osin uuden työntekijän omalle vastuulle. Hänen tulee uskaltaa kysyä, varmistaa ja kerrata annettuja ohjeita, mikäli yhtään kokee epävarmuutta asioista. (Ketola 2010, 70.)

Työhön perehdyttäminen koostuu neljästä keskeisestä osa-alueesta: työtehtäviin ja työhön perehtymisestä, työnantajan arvoihin ja kulttuuriin tutustumisesta, verkoston tuntemuksesta ja työnantajan laajemmasta tuntemuksesta. Työhön perehtyminen on kaiken ydin, silloin selvitetään perehdytettävän työtehtävät ja vastualueet. Lisäksi perehdytettävän on hyvä oppia tuntemaan työnantajansa kulttuuria, arvoja ja muita toimintoja. Perehdytettävän tulee oppia tuntemaan niitä ihmisiä, joiden kanssa hän tekee

töitä. Asiantuntijatyössä korostuu perehdytettävän oma aktiivisuus. (Ketola 2010, 71–72.)

Yleistä ohjeistusta perehdyttämisestä on niukalti. Laki ja eri alojen toimijoiden ohjeistukset painottavat työturvallisuutta sekä alojen erityispiirteitä, ja näillä seikoilla on asiantuntijatyössä vähemmän painoarvoa. Yrityksillä on pääsääntöisesti omat perehdytysohjelmansa, siitä huolimatta työhönopastuksen sisältö ja laatu voivat vaihdella yrityksen sisällä. Hyvä perehdyttäminen edellyttää huolellista valmistautumista myös perehdyttäjän osalta. Perehdytyksen sisältöön vaikuttaa perehdytettävän aikaisempi työkokemus. Jokaisen perehdytettävän kanssa tulee alkuun käydä läpi keskeiset työsopimusasiat sekä työympäristö ja läheiset työkaverit. Lisäksi käydään läpi perehdytettävän keskeiset työtehtävät, työvälineet, mahdolliset salassapitoasiat, eri viestintäkanavat ja tietoverkot. Asiantuntijatyötehtävien läpikäynnissä korostuvat omaan työhön liittyvät laatuvaatimukset, eri ohjelmistojen ja koneiden käyttö ja opastus, eri työmenetelmät ja erilaisten tietojen saatavuus ja säilöntä. Asiantuntijatyössä tarvittavaa tietoa on paljon ja tieto kehittyy ajansaatossa, siksi perehdytyksen tulee ensisijaisesti antaa valmiudet löytää tietoa itsenäisesti, esimerkiksi työnantajan tarjoama ohjemateriaali. (Ketola 2010, 72–75.)

Perehdytys on hyvä viedä maaliin jälkikeskustelulla perehdytettävän kanssa. Jälkikeskustelu on hyvä aloittaa tuttavallisella jutustelulla ja kuulumisten kyselyllä. Sen tavoite on selvittää, miten perehdytys on onnistunut perehdytettävän näkökulmasta, onko hän päässyt osaksi työyhteisöä, mitkä asiat perehdytyksessä ovat onnistuneet ja missä voisi olla lisätarpeita. Perehdytyksen jälkikeskustelussa voidaan selvittää työyhteisön sisäisen dynamiikan toimintaa, kuten keltä kollegalta on ollut helppo saada apua, keltä ei. Saatua palautetta voidaan käyttää myös perehdyttämisprosessien kehittämiseen. Onnistunut perehdyttäminen on omiaan sitouttamaan työntekijä yritykseen ja parantamaan hänen työmotivaatiotaan. (Joki 2018, 121–122.)

5.2 Koulutusmateriaalin luonnissa huomioitava seikat

Oppimislähtöisessä opettamisessa keskeinen ajatus on edistää jokaisen oppijan oppimista eri keinoin. Opetuksen suunnittelu lähtee koko oppimisprosessin suunnittelusta, joka kattaa koko oppimisprosessin eri vaiheiden ja tehtävien kautta päämäärän saavuttamiseen. Oppimisprosessi vaatii oppijalta aktiivista otetta, ja oppijan on itse kyettävä ratkaisemaan annetut tehtävät ohjeistuksen mukaisesti. Koko oppimisprosessi on syytä esittää oppijalle kokonaisuutena mahdollisimman läpinäkyvästi. Myös tavoitteet on hyvä esittää suoraan ja selkein lausein, sillä selkeä päämäärä auttaa oppijaa kohdistamaan huomionsa oleellisiin asioihin. (Koli 2016, 12–20.)

Oppimistehtävät ovat keskeinen pedagoginen keino aktivoida oppija työskentelemään kohti haluttua päämäärää. Oppimistehtäviä suunniteltaessa on mietittävä, millaisiin asioihin oppijan huomio halutaan kiinnittää ja millaista osaamista halutaan saavuttaa. Hyvät oppimistehtävät herättävät kiinnostusta ja aktivoivat oppijaa kohti asetettuja tavoitteita. Oppimistehtävillä halutaan ohjata taitojen ja työskentelytapojen kehittymistä kohti ongelmanratkaisukykyä. Siksi tehtävänantoa laatiessa on hyvä kiinnittää huomiota tehtävänannon selkeyteen, lyhyteen ja sanamuotoihin, erityisesti verbien valintaan. Suuremmat tehtävät on hyvä jakaa osaprosesseihin. (Koli 2016, 21–27.)

Oppimistehtävä koostuu otsikosta, tavoitteesta, kuvauksesta, ohjeesta ja arvioinnista. Hyvä otsikko kertoo oleellisen sisällöstä ja haastaa oppijaa. Tavoite kertoo lyhyesti tehtävän tavoitteen ja tarkoituksen. Tehtävän kuvaus on selkeimmillään määrävissä muodossa, esimerkiksi ”raudoita mallissa oleva laatta käyttäen työkalua x”. Ohje-kohdassa voidaan antaa tarkempia ohjeita tehtävän tekemiseen tai ohjata etsimään tietoa halutusta lähteestä. Tehtävän arviointi on hyvä huomioida tehtävää laadittaessa, eli kuinka muotoilen tehtävän niin, että se on helposti arvioitavissa. (Koli 2016, 28–30.)

6 TYÖN VAIHEET

Perehdytysmallin pohjana toimi toimeksiantajan laatima 19 kohdan lista, joka koostui tavallisista mallintamistyössä ongelmia aiheuttavasta työvaiheesta ja

tavallisesta mallintamistehtävästä. Näiden pohjalta laadittiin seitsemän erillistä oman kokonaisuutensa muodostavaa monivaiheista tehtävää. Tehtävien seassa on lisähuomioita ja linkkejä muuhun perehdytysmateriaaliin, joiden avulla pyritään lisäämään perehdytettävän ymmärrystä työn eri vaiheissa huomioitavista asioista. Liitteessä 2 on esimerkkitehtävä, jonka avulla hahmotetaan tässä luvussa esiin tulevia periaatteita tehtävien laatimisessa ja muotoilussa.

6.1 Tehtävänanto

Tehtävänannon alustaksi oli kolme vaihtoehtoa: Teklan kommenttityökalu, oma tiedosto ja liite numerointiohjeeseen. Kommenttityökalulla voi liittää kommentit suoraan haluttuihin objekteihin kuvankaappauksen kera. Kommentit eivät tallennu malliin, vaan erilliseen tiedostoon, jolloin niiden käyttäminen vaatisi erillisen tiedoston hakemista verkkoasemalta ja työkalun asetusten säätämistä. Lisäksi kommenttityökalu soveltuu huonosti pidemmille tehtävänannoille ja lisähuomioille, joten se hylättiin. Osittain samoista syistä erillinen tehtävänantotiedosto hylättiin. Numerointiohje kulkee aina mallin mukana ja Excel-tiedostona se soveltuu monenlaisen informaation alustaksi.

Johdanto-välilehdeltä löytyy linkit mallintamisohjeisiin sekä Teklan omalle tukisivustolle. Lisäksi johdannosta löytyy yleisiä ohjeita perehdytysmallin tehtävien suorittamiseksi ja sisällysluettelo. Jokainen tehtävä on omalla välilehdellään, näin niitä on helppo muokata ja lisätä tarpeen vaatiessa. Lisäksi kokonaisuus pysyy selkeänä. Tehtävissä on annettu selkeyden vuoksi kuvankaappauksia, joista selviää esimerkiksi eri komponenteille annettavat asetukset tai mallinnussuunta, kuten luvussa 4.

Jokainen tehtävä noudattaa yhtenäistä muotoilua, alleviivauksia ja tekstin lihavoitinta on hyödynnetty korostamaan tiettyjä asioita, kuten käytettäviä komentoja. Tehtäväkokonaisuuksia suunniteltaessa on huomioitu myös toiston karsiminen ja tehtävänannon sanallinen selkeys ja tiiviys. Tehtävät ovat rakenteeltaan sellaisia, ettei yhden tehtävän väliin jättäminen tai siirtäminen tuonnemmaksi estä muiden tehtävien tekemistä.

Jokainen kirjattu lause tai huomio liittyy suoraan tehtävänantoon, jotta tehtävät pysyvät selkeinä. Liian laajat selitykset jäävät pituutensa takia helpommin kokonaan lukematta. Tehtäviin liittyvät syventävät ohjeet ovat merkitty linkkien avulla tehtävien alkuun, sisälle tai loppuun. Näiden linkkien avulla on vältetty toisaalta pitkälliset ohjeet monimutkaisille prosesseille, toisaalta väistetty kahdenkertaisen ohjeen luomista. Lisäksi linkit opettavat hakemaan ohjeita myös jatkossa sekä työnantajan omista ohjeistuksista sekä Teklan käyttäjätuen sivuilta.

6.2 Mallin rakenne

Perehdytysmallissa tehtävät on jaoteltu valmiille moduuliverkoille. Tämä on työelämän mukaista toimintaa, jolla mahdollistetaan mallinnustehtävien tarkastaminen. Tehtäväalueesta tehdyn valmiin piirustusohjan valutarvike- ja rauditusluetteloita vertaamalla vastauksiin saa helposti käsityksen tehtävän oikeellisuudesta.

Koko mallin alueesta on johdantoon lisätty kuvankaappaus.

Kuvankaappaukseen on merkitty eri lohkot ja tehtävänumerot sen mukaan, millä kohdin mallia ne sijaitsevat. Perehtyjän tulee osata huomioida lohkotunnuksen käyttö joissain tehtävissä. Tehtäväalueet on merkitty myös malliin text contour plate -työkalulla. Näin mallin pohjalle on kirjoitettu tehtävän numero, nimi ja sisältö parilla lauseella selkeyttämään perehdytystä. Työohjeita ei ole kirjoitettu malliin.

6.3 Mallipiirustukset

Malli sisältää laajan kirjon erilaisia rakennepiirustuksia, jotka ovat osa toteutettua projektia. Perehdytysmalliin on valikoitu esimerkkejä rakennepiirustuksista, joiden laatu on tarkastettu huolellisesti yleisten ja Swecon sisäisten ohjeistusten noudattamiseksi.

Yksi olennainen apu mallipiirustuksissa on mahdollisuus tutkia eri piirustusten ja niiden komponenttien asetuksia. Tietomallipohjaisen suunnittelun etuna eri objekteista on saatavilla paljon erilaista tietoa, mutta viitemerkkien oikeiden asetusten löytäminen voi olla haastavaa. Toisaalta näiden tietojen

kirjoittaminen voi tuntua helpolta, jos ne ovat tiedossa, mutta tällöin menetetään tietomallin etu: koodilla haettu tieto päivittyy piirustuksiin automaattisesti mallin muuttuessa. Näin piirustukset ja malli ovat yhdenmukaiset myös muutostilanteissa. Tavallisimmat asetukset käydään läpi perehdytyksessä.

6.4 Laadunvarmistus

Perehdytysmallin laatua ja tavoitteiden mukaista tarkoituksellisuutta valvottiin työryhmän kesken läpi projektin. Jokainen työtapaehdotus hyväksyttiin, ja tehtävien toteutuksen oikeellisuus hyväksyttiin aina vaiheen valmistuessa. Opinnäytetyöntekijä esitti ehdotuksensa tehtävien toteutuksesta ja sisällöstä. Muu työryhmä antoi omat kehitysehdotuksensa noin kolmesti kuukaudessa järjestettävissä palavereissa. Näin projekti eteni tehokkaasti ja kehitystyö pysyi jatkuvana ja laadukkaana.

Perehdytystehtävien valmistuessa koko malli annettiin testikäyttöön kokeneelle insinöörille, jolla on vähemmän mallinnuskokemusta. Tästä testiajosta saatu palaute oli arvokasta nostaessaan esiin joitain tarkennusta tai selkeyttä vaativia kohtia.

7 TULOKSET JA JATKOKEHITYS

Laadittu perehdytysmalli antaa nyt laajan kirjon Teklaan liittyvää työnläheistä perehdytysmateriaalia työntekijälle, jolla on jo Teklan käyttöön liittyvää pohjaosaamista. Malli on helposti muokattavissa tai laajennettavissa jatkotarpeita varten, ja siitä löytyy paljon erilaisia rakennekuvia, jotta perehdyttävällä on tukea omaa työskentelyään varten.

Työ toteutettiin nelihenkisen työryhmän ohjauksessa, joka antoi tukea ja hyväksynnän tai kehitysehdotukset kehitetyille tehtävämalleille. Tällä tapaa myös toimeksiantaja on sitoutunut tämän työn toteuttamiseen ja sitä kautta sen käyttöönottoon. Tämä toimintatapa lisäsi perehdytysmallin sitomista toimeksiantajan omiin tapoihin, jolloin tehtävien laatua oli helpompi parantaa kehityksen jokaisessa vaiheessa.

Tekla-ohjelmisto ja sen eri kehittäjien valmistamat työkalut ovat jatkuvassa kehityksessä, tästä syystä malli voi olla jonkinlaisessa päivitystarpeessa jo parissa vuodessa. Nyt perehdytysmalli keskittyy vain betonirakenteisiin, vaikka työnantaja oli esittänyt toiveita myös puu- ja teräsrakenteiden perehdytysmateriaalista. Käyttökokemukset mallista voivat antaa suuntaviivoja tai nostaa esiin kehitystarpeita, joita en osannut huomioida tehtäväpaketin tai mallia tehdessäni. Aineisto tarvinnee kääntää aikanaan myös ainakin englannin kielelle, joka on yhä useammalle ammattilaiselle pääasiallinen työskentelykieli.

Kaikkiaan tehty malli saavutti sille annetut laatuavoitteet ja testikäyttäjältä saatu palaute auttoi tarkentamaan joitain kohtia eri tehtävänannoissa. Mallin läpikäytyä perehdytysten työskentelytavat yhtenäistyvät toimeksiantajan ja yleisten ohjeiden mukaiseksi parantaen perehdytyksen sekä työskentelyn laatua ja tuloksellisuutta.

LÄHTEET

Joki, M. 2018. Henkilöstöasiantuntijan käsikirja. Helsinki: Kauppakamari. E-Kirja. Saatavissa:

<https://kaakkuri.finna.fi/Record/kaakkuri.224353?sid=2919512986> [viitattu 9.2.2024].

Jäväjä, P. & Lehtoviita, T. 2016. Tietomallintaminen talonrakennustyömaalla. Pieksämäki: Pieksäprint.

Ketola, H. 2010. Tulokkaasta tuottavaksi asiantuntijaksi. Jyväskylän yliopisto. Taloustieteiden tiedekunta. Väitöskirja. Jyväskylä Studies in Business and Economics 92. PDF-dokumentti. Saatavissa:

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/24954/9789513940157.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [viitattu 8.2.2024].

Koli, H. 2016. Innoita oppimaan. House of Leading & Learning Oy.

Novatr. 2023. Global BIM adoption around the world. WWW-dokumentti.

Päivitetty 27.7.2023. Saatavissa: <https://www.novatr.com/blog/bim-adoption-around-the-world-global-overview> [viitattu 14.2.2024].


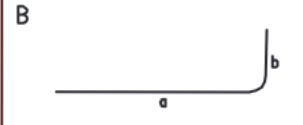
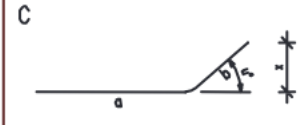
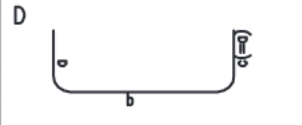
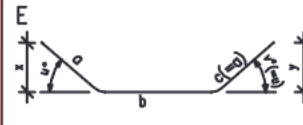
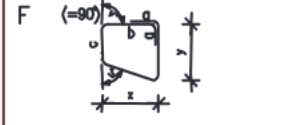
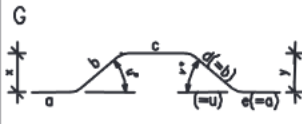
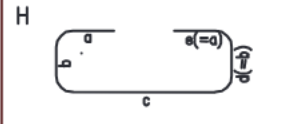

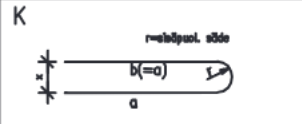

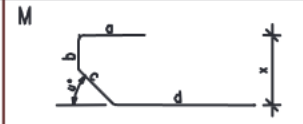
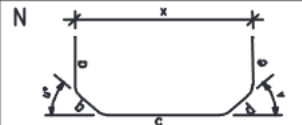

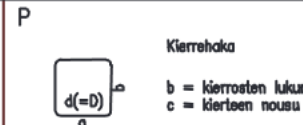
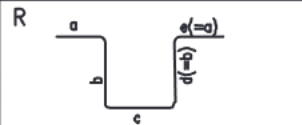

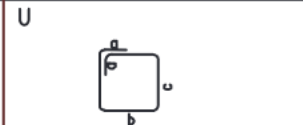
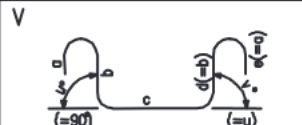
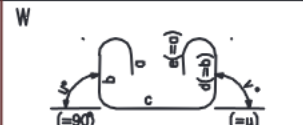
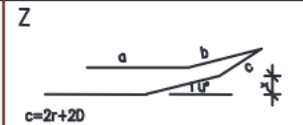
RIL 229-1-2020. 2020. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Rakennesuunnittelun asiakirjaohje: Tekstiosa.

RT 10-11066. 2012. Rakennustieto. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 1. Yleinen osuus.

RT 10-11070. 2012. Rakennustieto. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 5. Rakennesuunnittelu.

RT 10-11071. 2012. Rakennustieto. Yleiset tietomallivaatimukset 2012: Osa 6. Laadunvarmistus.

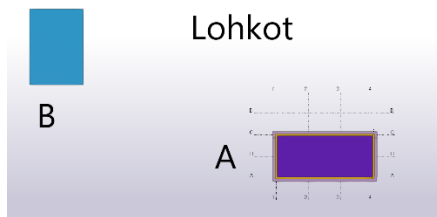
BETONITERÄSTANKOJEN TAIVUTUSMERKINTÖJÄ

A 	B 	C 
D 	E 	F 
G 	H 	J 
K 	Q 	M 
N 	O 	P 
R 	S 	U 
V 	W 	Z 

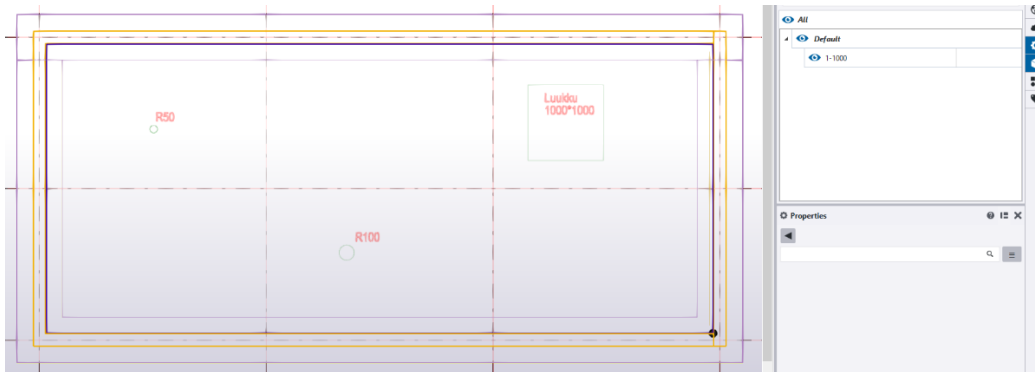
Tavanomaisia betoniterästankojen taivutusmerkintöjä (RIL 229-1-2020, s. 116).

ESIMERKKITEHTÄVÄ

Merkitse lohkossa A oleva lattialaatta numerointiohjeen mukaisesti, mallinna referenssikuvan mukaiset reiät ja raudoita se. Kopioi raudoitus lohkon B laattaan. Laadi laatasta mitta- ja raudoituspiirustus.



Avaa referenssi- ja raudoituspiirustus ruudun oikeasta laidasta ja kohdistu näkymä **ctrl + P** -komennolla. Aseta näkymän renderöintiasetukset **shift/ctrl + #** -komennolla niin, että näet referenssikuvan laatan läpi. Mallinna reiät haluamallasi tavalla.



Referenssikuvat saa näkyviin ruudun oikeasta laidasta

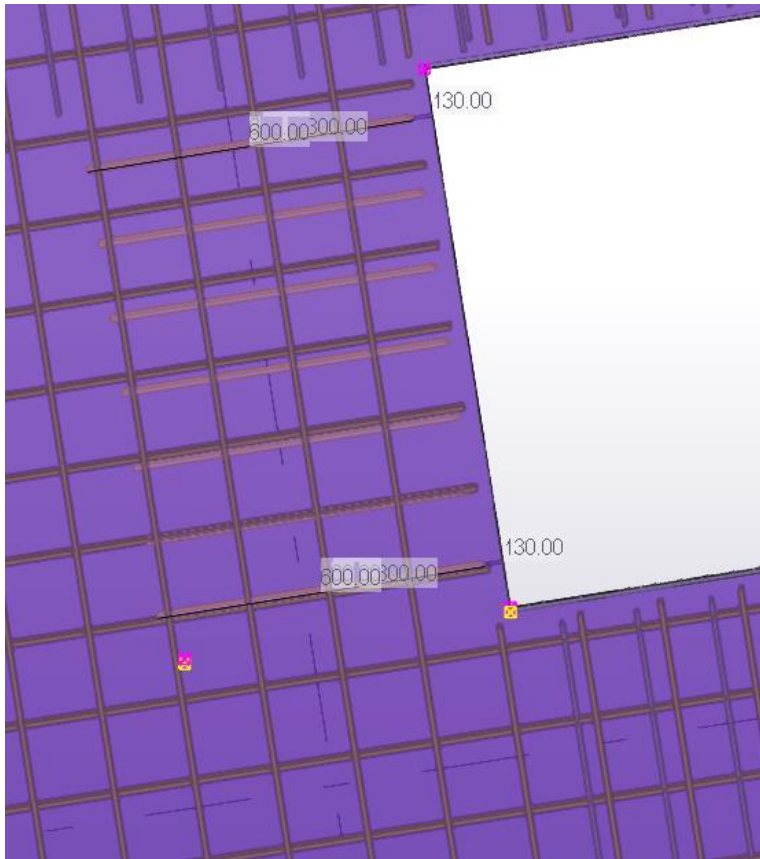
Käytä työkaluja:

Hole Generation (32)

Part cut

Create hole around part (92)

Huom! Lisää reunahaat ja pieliteräkset myös luukun reiän ympäri



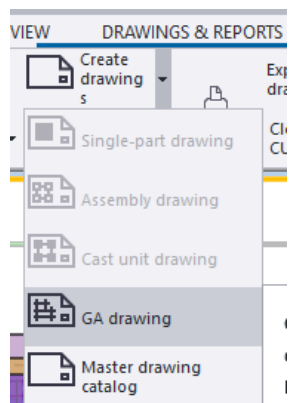
Suurten aukkojen reunat tulee myös vahvistaa

Kopioi valmis raudoite laattaan lohossa B **copy special** -> **to another object** -komennolla. Varmista raudoitteen kopioituminen.

Huom! Laattojen eri mitoista huolimatta oikein mallinnettu raudoite skaalautuu uuden laatan mukaisesti. Mikäli jokin osa kopioituu väärin, tarkasta raudoitteiden asetukset ja liitä uudelleen mallintamaasi laattaan. Kopioi uudelleen.

Numeroi lohkon A laatta valitsemalla se **assembly** -valinnalla ja käyttämällä **numbering** -komentoa. Avautuvassa ikkunassa saa olla listattuna vain lohkon A laatta ja sen raudoitukset, muussa tapauksessa peru numerointi ja tarkasta merkinnät.

Kohdista näkymä ja luo laatasta **GA drawing** yläpalkin drawings valikosta. Avaa luotu piirustus document managerista.



Tasokuvan luonti halutusta näkymästä

Tarkempi ohje:

[Create GA drawing](#)

Kokeile erilaisia paikallavalun piirustusnäkyvien valmisasetuksia. Piirustusten muokkaus käsitellään seuraavassa tehtävässä.

Arviointi

Avaa piirustus 1000-PEREHDYTYS. Piirustuksesta löytyy valmiit näkymät ja rauditusluettelo, vertaa omaa luetteloasi viereiseen vastausluetteloon. Pohdi syitä mahdollisille eroavaisuuksille.

Huom! Mikäli luettelo ei näy, varmista laatan oikea merkintä numerointiohjeen mukaan ja laatan materiaali.

Huom! Jokainen eroavaisuus ei välttämättä ole virhe. Voit pyytää apua tarkastamiseen perehdyttäjältäsi.