

Saila Janhunen

TEHTAAN MATERIAALIHALLINNAN YHDISTÄMINEN MALLINNUS- OHJELMAAN

Opinnäytetyö
Rakennustuotanto

Marraskuu 2015



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä	Tutkinto	Aika
Saila Janhunen	Rakennusinsinööri	Marraskuu 2015
Opinnäytetyön nimi Tehtaan materiaalihallinnan yhdistäminen mallinnusohjelmaan		39 sivua 1 liitesivu
Toimeksiantaja Parma Oy		
Ohjaaja Lehtori Sirpa Laakso Lehtori Jani Pitkänen RI Antti Paatero		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa Parma Oy Kotkan tehtaan materiaalihallinnan tämänhetkiset ongelmakohdat ja selvittää, minkälaisia jatko-ongelmia niistä aiheutuu. Kartoituksen pohjalta tulee tehdä päätelmiä ja johtopäätöksiä, joiden kautta on tarkoitus kehittää ratkaisuvaihtoehtoja ilmeneviin haasteisiin. Tavoitteena on myös kehittää tulevaisuuden visioita, joiden avulla mallia pystyttäisiin hyödyntämään elementtituotannossa paremmin.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin kvalitatiivista eli laadullista tutkimusmenetelmää. Teoreettinen viitekehys koostui lähdekirjallisuudesta. Kartoituksen aineisto on peräisin suullisista tiedonannoista, joita kerättiin Parma Oy:n suunnittelijoilta, esimiehiltä ja konsultilta. Haastateltuja työntekijöitä oli yhteensä kuusi. Haastattelujen jälkeen tiedot muutettiin kirjalliseen muotoon ja analysoitiin. Tulosten kuvailu tapahtui sanallisesti ja havainnollistavien kuvien avulla. Työn lopussa tutkittiin päätelmiin pohjautuvia ratkaisumalleja sekä mallintamisen mahdollisuuksia ja laaja-alaisempaa hyödyntämistä elementtituotannossa tulevaisuudessa.</p> <p>Materiaalihallinnan suurin ongelma on materiaalitietojen siirtäminen mallinnusohjelmasta, Teklasta, Parma Oy:n toiminnanohjausjärjestelmään, iNettoon. Ongelmallinen tiedonsiirto on seurausta laajentuneesta materiaalikirjastosta, sillä tehtailla ei ole yhtenevää materiaalihallintaa, ja vastaavilla materiaaleilla on useita eri toimittajia. Materiaalihallinnasta aiheutuvia ongelmia ovat epätodelliset varastosaldot ja vääristynyt lopputuotteen hinta. Haastatteluissa ilmenneistä ongelmakohdista voidaan päätellä, että kaikkien tehtaiden materiaalihallinta tulee yhtenäistää. Teklan ja iNeton materiaalien linkitykset tulee myös poistaa ja luoda uudelleen. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että suunnittelun ohjaukseen, materiaalitietojen siirtämiseen ja materiaalihallinnan ylläpitoon tulee jatkossa varata enemmän resursseja. Materiaalien fyysiset varastopaikat ja materiaalien vastaanottotarkastukset puolestaan edistävät varastosaldojen paikkansapitävyyttä.</p> <p>Opinnäytetyössä saavutettiin alussa asetetut tavoitteet. Toimeksiantajalle työ toimii nykytilan kartoituksena, toimintasuunnitelmana ja ohjeena. Haastateltava joukko oli työtehtäviltään laaja, joten kartoituksessa nousivat esiin kaikki materiaalihallintaan ongelmia aiheuttavat näkökulmat. Kartoitustulokset ovat luotettavia, sillä henkilöiden näkemykset tukevat ja täydentävät toisiaan. Työn lopussa kuvatut toimenpiteet ovat toteutuskelpoisia, ja yritys suunnittelee ottavansa niitä asteittain käytäntöön lähitulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat Materiaalihallinta, mallintaminen, tiedonsiirto, kartoitus		



KYAMK

University of Applied Sciences

Author Saila Janhunen	Degree Bachelor of Construction Engineering	Time November 2015
Thesis Title Incorporation of Factory Material Management into a Modelling Program	39 pages 1 page of appendices	
Commissioned by Parma Oy		
Supervisor Sirpa Laakso, Senior Lecturer Jani Pitkänen, Senior Lecturer Antti Paatero, CE		
<p>Abstract</p> <p>The purpose of the thesis was to map the current problematics of material management in the Parma Oy Kotka factory and to find out what kind of challenges they bring. Based on the survey, conclusions were to be made in order to develop solution alternatives for the problems. The aim was also to generate future visions, so that modelling could be utilized better in the production of prefabricated units.</p> <p>A qualitative research method was used in the thesis. The theoretical framework comes from source literature and spoken statements that were collected from designers, supervisors and a consultant of the Parma Oy. There were altogether six interviewees. After the interviews, the information was transferred into written form and analyzed. Description of the results is executed verbally and through illustrative pictures. At the end of the thesis, conclusion-based solution alternatives were studied. Moreover, future possibilities and a more wide-ranging invocation of modelling in production of prefabricated units are examined.</p> <p>The major complication of the material management turned out to be the transfer of material information from the modelling program Tekla to iNetto, the Parma Oy ERP-program. The problematic data transmission is a consequence of an over-expanded material library, as the factories do not possess consistent material management, and corresponding materials have multiple different suppliers. Issues caused by the inoperative material management are a false storage balance and distorted prices of the final products. It can be deduced from the problematics transpired in the interviews that the material management of all the Parma factories should be standardized. The material linking between Tekla and iNetto should also be removed and recreated. As a conclusion statement, more resources should be reserved in the direction of planning, transfer of the material information and upkeep of material management in future. On the other hand, the physical storage places and acceptance inspections further the accuracy of the storage balance.</p> <p>The thesis reached the initial goals. For the client, the thesis charts the current situation and works as a strategy and guideline. The interviewees had a wide range of work assignments and therefore all the different viewpoints on the problems of the material management arose in the survey. The results are reliable since the conceptions of the interviewees supported and supplemented each other. The measures described at the end of the thesis are realizable, and the company plans to introduce them into practice gradually in the near future.</p>		
Keywords Material management, modelling, data transfer, survey		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Kartoituksen taustatiedot	8
1.2	Kartoituksen toimeksiantaja	8
1.3	Työn sisältö	9
1.4	Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	9
2	3D-MALLINTAMINEN JA MATERIAALITIE TOJEN SIIRTÄMINEN.....	10
2.1	3D-mallintaminen.....	10
2.1.1	Mallintamisen hyödyt.....	11
2.1.2	IFC-formaatti ja natiivimuoto	12
2.2	Tietomallintamisen yleiset vaatimukset.....	12
2.2.1	Osa 1 Yleinen osuus	13
2.2.2	Osa 6 Laadunvarmistus	13
2.2.3	Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa	13
2.3	Käytettävät ohjelmat	14
2.3.1	Tekla Structures	14
2.3.2	Tekla BIMsight	16
2.3.3	dMan	17
2.3.4	iNetto.....	18
2.4	Materiaalihallinta.....	19
2.4.1	Materiaalihallinnan kasvava merkitys.....	19
2.5	Mitta-, määrä-, muoto-, aika- ja materiaalitietojen siirtäminen iNettoon	20
3	MATERIAALIHALLINNAN ONGELMAKOHTIEN KARTOITUS.....	21
3.1	Ohjelmien välinen tiedonsiirto	21
3.2	Tehtaiden välinen tiedonsiirto	23
3.3	Materiaalikirjasto.....	24
3.4	Materiaalien varastosaldot.....	25
3.5	Materiaalien tilaus työlle	25
3.6	Keräilylista	25
3.7	Eri toimittajien keskenään vastaavat materiaalit	26

4	KARTOITUKSESTA TOIMENPITEISIIN	27
4.1	Korjaavat toimenpiteet	27
4.2	Ylläpitävät toimenpiteet.....	27
4.2.1	Suunnittelun ohjaus.....	28
4.2.2	Materiaalitietojen siirtäminen.....	29
4.2.3	Materiaalikirjaston ylläpito	29
4.2.4	Varastopaikat	29
4.2.5	Tilaus- ja toimituserät	30
5	VISIOITA TULEVAISUUTEEN	30
5.1	Valmisraudoitusten käyttö.....	31
5.2	Sewatek-läpivientien tilaaminen.....	32
5.3	Mallin hyödyntäminen tuotannossa.....	32
5.3.1	DRUMBEAT-hanke	32
5.3.2	Hyödyntämismahdollisuuksia	33
5.4	Betonireseptit ja niiden materiaalihallinta.....	35
6	YHTEENVETO	35

LIITTEET

LIITE 1 Kuvankaappaus: Materiaalien mappääminen dManissa.

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

2D-suunnittelu	2D-suunnittelu on 3D-mallintamisen tieltä väistyvä dokumenttipohjainen suunnittelu, jossa tiedot ovat irrallaan monissa eri piirustuksissa ja raporteissa. 2D-suunnittelun tuotoksena saadaan tasokuva kohteesta.
3D-mallintaminen	3D-mallintaminen on kolmiulotteista tietomallinnusta, jonka tuotoksena saadaan yksi malli, joka sisältää kaikki kohteen tiedot. Mallista on tulostettavissa eri tarpeisiin räätälöityjä, automaattisesti päivittyviä piirustuksia ja raportteja.
BIM	Building Information Modeling on digitaalista tietojen käsittelyä, jonka tuloksena saadaan 3D-tietomalli.
dMan	dMan on Consolis-konsernin oma tulkkiohjelma Teklan ja iNeton välillä.
DRUMBEAT	DRUMBEAT on Tekesin hanke, johon osallistuu Parma Oy:n lisäksi kuusi muuta yritystä. Tarkoituksena on kehittää uusia ratkaisuja tietomallien jakamiseen ja käyttöön internetissä.
ERP	Enterprise Resource Planning, suomeksi toiminnanohjausjärjestelmä, on toisiinsa integroitujen toimintojen kokonaisuus. Sen avulla voidaan hallita yrityksen toimintoja laaja-alaisesti.
IFC-formaatti	IFC-formaatti on Teklan käyttämä tiedostomuoto, joka mahdollistaa tiedonsiirron eri mallinnus- ja lujuuslaskentaohjelmien välillä.
iNetto	iNetto tulee sanoista International Nykyaikaisen Elementti Toimittajan Toiminnan Ohjaus. iNetto on Consolis-konsernin käyttämä ja hallitsema toiminnanohjausjärjestelmä.

Keräilylista	Keräilylista on tuotannon työntekijän, keräilijän, lista seuraavan päivän elementteihin menevistä tarvikkeista. Keräilijä toimittaa listan mukaiset tarvikkeet kullekin elementintekijälle päivittäin.
Mäppäys	Mäppäys on englanniksi mapping. Materiaalin mäppäminen tarkoittaa vastaavuuden määrittelyä eli Teklan materiaalin A kerrotaan vastaavan iNeton, tehtaan, materiaalia B.
Materiaalihallinta	Materiaalihallinnalla tarkoitetaan materiaalivirtauksen suunnittelua ja hallintaa aina ostotilauksesta tuotannon kautta kuluttajalle asti.
Materiaalikirjasto	Materiaalikirjasto on iNetossa oleva luettelo kaikista tehtaiden käyttämistä materiaaleista.
Natiivimuoto	Natiivimuoto on mallinnusohjelman oma tiedostomuoto, joka on avattavissa vain saman ohjelmistovalmistajan tuotteilla.
Tekla BIMsight	Tekla BIMsight on rakennusalan projektityökalu, jonka avulla kaikki rakennusprojektin osapuolet voivat yhdistää mallinsa törmäystarkasteluja, tiedon jakamista ja kommunikointia varten.
Tekla Structures	Tekla Structures on tietomallinnusohjelmisto, joka mahdollistaa tarkat ja toteutuskelpoiset mallit. Mallit voivat olla monimutkaisiakin rakenteita riippumatta materiaaleista.
YTV 2012	Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on 14-osainen julkaisusarja. Tarkoituksena on asettaa vaatimuksia kasvavalle tietomallintamiselle.

1 JOHDANTO

Johdannossa esitellään opinnäytetyön toimeksiantaja ja kartoituksen taustatiedot. Lisäksi kappaleessa on kuvattu työn tavoitteet ja käytetyt tutkimusmenetelmät. Työn sisältö on esitelty kunkin kappaleen pääaiheet kuvaillen.

1.1 Kartoituksen taustatiedot

Rakennusprojekti pohjautuu suunnitelmiin, jotka tarkentuvat koko projektin ajan. Suunnitelmien tulee muodostaa keskenään toimivia kokonaisuuksia. Viime vuosina on siirrytty 2D-suunnitelmista 3D-malleihin, joiden ansiosta rakenteiden yhteensovittamista ja rakenteen toimivuutta voidaan arvioida entistä paremmin jo suunnitteluvaiheessa. Mallintaminen auttaa löytämään mahdolliset virheet jo suunnitteluvaiheessa, mikä puolestaan säästää valmistuskustannuksia, kun vältetään työmaalla tehtäviltä hintavilta korjauksilta, kuten elementtien loveamiselta. Lisäksi mallia voidaan hyödyntää monella tapaa tuotannossa, kuten esimerkiksi elementin mittojen tarkistamisessa ja raudoitustarkistuksissa. Edellytys mallin monipuoliselle hyödyntämiselle on mallinnusohjelman ja tuotannon järjestelmien yhteensopivuus. Mitta-, määrä-, muoto-, aika- ja materiaalitietojen tulisi siirtyä luotettavasti ohjelmasta toiseen, jotta mallista saatava hyöty olisi maksimaalinen. Puutteellisen tai virheellisen tiedonsiirron seurauksena järjestelmän luotettavuus ja hyödynnettävyys kärsivät, jolloin esimerkiksi materiaalien varastosaldot eivät ole paikkansapitäviä. (Tuohola & Viitanen 2008, 13.)

1.2 Kartoituksen toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Parma Oy, joka on Suomen suurimpia betonielementtien valmistajia. Työ on ensisijaisesti tehty palvelemaan Kotkan tehtaan tarpeita, mutta sitä voidaan hyödyntää myös muilla Parma Oy:n tehtailla. Parma Oy kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin. Konserni toimii 30 maassa ja on Euroopan suurin betonitekniikkaratkaisujen tuottaja.

1.3 Työn sisältö

Opinnäytetyön toinen luku on teoriaosa, jossa käydään läpi 3D-mallintamisen perusajatus ja esitellään ohjelmat, joita Parma Oy käyttää mallintamiseen ja tiedonsiirtoon. Malli luodaan Tekla Structures -ohjelmalla, josta elementtitiedot siirretään dMan-ohjelman kautta tuotannonohjausjärjestelmään, iNettoon. Luvussa käydään läpi tiedonsiirto eri ohjelmien välillä havainnollistavien kuvien avulla. Tämän kappaleen tarkoituksena on antaa lukijalle perustiedot kartoitusosaa varten, jotta lukija ymmärtää ohjelmien toimintaperiaatteet ja keskinäisen yhteyden.

Kolmas luku on kartoitusosa, jonka tarkoituksena on tutkia elementin valmistuksessa tarvittavien materiaalien tiedonsiirtoon liittyvät ongelmakohdat ja siitä aiheutuvat jatko-ongelmat. Materiaalikirjaston hallitsematon laajeneminen on osasy syy ongelmalliselle tiedonsiirrolle ja varastosaldojen paikkansapitämättömyydelle. Materiaalihallinnan ongelmakohtia ovat myös materiaalien tilaaminen työlle ja keräilylistan luominen.

Neljännessä luvussa on esitetty ratkaisuvaihtoehtoja luvussa kolme esitettyihin ongelmiin. Suunnittelun ohjauksen ja organisoidun materiaalitietojen siirtämisen avulla saadaan korjattua tutkimuksessa ilmenneitä ongelmia. Viidennessä luvussa pohditaan, miten mallia pystyttäisiin hyödyntämään tulevaisuudessa enemmän tuotteen valmistuksessa, tarkistuksessa ja dokumentoinnissa.

Opinnäytetyö rajattiin materiaalihallinnan ongelmien kartoitukseen ja siinä ilmenevien haasteiden ratkaisumahdollisuuksien esittämiseen. Työn rajaus tehtiin tulevaisuutta silmällä pitäen, jotta sopivalla hetkellä työnteko voidaan aloittaa suoraan toimenpiteillä eikä kartoitustyötä enää tarvitse tehdä. Laajemmalla rajauksella tai ratkaisuvaihtoehtojen koekäytöllä opinnäytetyön sisällöstä olisi tullut pintapuolisempi ja työmäärältään kohtuuton tuotos, joka olisi vaatinut laajempaa ohjelmointiin ja liiketoimintaan perehtymistä.

1.4 Opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa materiaalitietojen siirtämisen ongelmakohdat ja pohtia ratkaisuja, joilla tiedonsiirto saataisiin luotettavaksi ja vai-

vattomaksi. Kartoituksen tutkimusmenetelmäksi valittiin yrityksessä työskentelevien asiantuntijoiden haastattelu. Asiantuntijat edustavat hyvin laajaa käytännön näkökulmaa tiedonsiirto-ongelmiin. Haastateltavat henkilöt kuvailevat epäkohdat, joihin he ovat törmänneet materiaalitietoja siirrettäessä. Kartoitusvaiheessa tarkastellaan siis kaikkia työvaiheita, jotka aiheuttavat haasteita materiaalihallintaan. Tarkoitus on myös selvittää, mihin tiedonsiirron ongelmat vaikuttavat ja mitä niistä seuraa. Opinnäytetyön kartoitusosassa selvitetään toimeksiantajalle nykytilan ongelmakohdat.

Kartoituksen jälkeen tavoite on kehitellä toimenpiteitä, joilla tiedonsiirron ongelmia pystyttäisiin tulevaisuudessa minimoimaan ja järjestelmä saataisiin toimimaan saumattomammin. Ennen näitä uusia toimintamalleja materiaalikirjasto ja tiedonsiirtoprosessi tulee kuitenkin saattaa raiteilleen, minkä vuoksi työn tarkoituksena on myös löytää työkaluja nykyisen tilanteen korjaamiseen. Toimenpidevaihtoehdot ovat työvälineitä toimeksiantajalle nykytilan korjaamiseen ja tulevaisuudessa mallin monipuolisempaan hyödyntämiseen. Lisäksi ongelmanratkaisun kautta on tavoitteena pohtia muutamia mallintamiseen pohjautuvia tulevaisuuden mahdollisuuksia.

2 3D-MALLINTAMINEN JA MATERIAALITIE TOJEN SIIRTÄMINEN

Parma Oy:n suunnitelmat mallinnetaan kolmiulotteisiksi (3D) malleiksi Teklalla, josta tiedonsiirto toiminnanohjausjärjestelmään, iNettoon, tapahtuu dManin avulla. Materiaalitietojen siirtäminen on tällä hetkellä suunnittelijoiden tehtävä.

2.1 3D-mallintaminen

Rakennuksen tietomallinnus, BIM (Building Information Modeling), on digitaalista tietojen käsittelyä, jonka avulla saadaan rakennuksen kolmiulotteinen malli. Mallintamalla kohteesta luodaan 3D-malli, johon on tarkoituksena koota kaikki kohteen tiedot, mikä helpottaa tiedon käsittelyä ja hyödyntämistä. (Mitä on BIM? Tekla.; Tietomallinnus. RIL.)

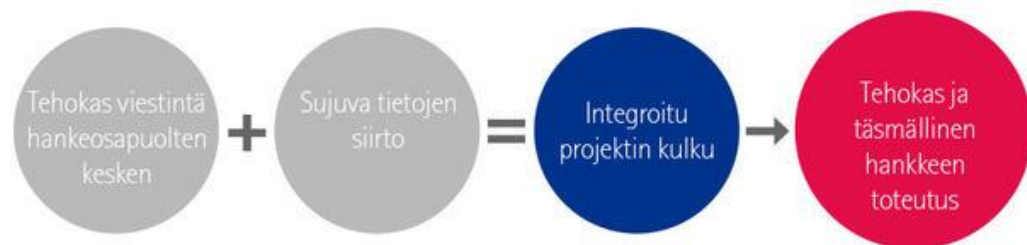
2.1.1 Mallintamisen hyödyt

Mallintamisen hyödyt voidaan jakaa kahteen ryhmään, suoriin ja epäsuoriin hyötyihin. Suorien hyötyjen tuoma taloudellinen hyöty on helppo laskea, kun taas epäsuorien hyötyjen tuomien säästöjen laskeminen on hankalampaa. Epäsuora hyöty on esimerkiksi yrityksen kyky reagoida kilpailutilanteeseen. (Laakko, Sukuvaara, Borgman, Simolin, Björkstrand, Konkola, Tuomi & Kainonen 1998, 32.)

Mallintamisen olennaisin ero perinteiseen dokumenttipohjaiseen (2D) suunnitteluun on tiedon keskittäminen yhteen malliin. Tällöin kohteen tiedot eivät ole irrallaan monissa eri piirustuksissa ja raporteissa. 3D-mallista voidaan tulostaa tarvittavia dokumentteja räätälöimällä niiden tietosisältö vastaamaan käyttäjän muuttuvia tarpeita. Malli sisältää paljon erilaista tietoa, kuten mitta-, määrämuoto-, aika- ja materiaalitiedot. Näitä tietoja pystytään hyödyntämään niin tuotteiden valmistuksessa, rakentamisessa kuin hankintatoimessa. Tehokas viestintä eri osapuolten välillä yhdistettynä sujuvaan tiedonsiirtoon saa aikaan integroidun projektin kulun, jolloin hankkeen toteutus on tehokasta ja täsmällistä (kuva 1). Mallinnuksen hyötyjä ovat:

- aikataulutuksen helpottuminen
- arvioiden ja riskianalyysien kehittyminen
- yhteistyön lisääntyminen
- rakennusten koko elinkaaren aikaisen hallinnan helpottuminen
- vaihtoehtoisten ratkaisujen kokeilu suunnitteluvaiheessa
- suunnitelmien vertailun nopeutuminen
- muutosten hallinta
- parempi visuaalisuus
- virheiden löytäminen suunnitteluvaiheessa

(Mitä on BIM? Tekla.; Tietomallinnus. RIL.; Laakko ym. 1998, 32.)



Kuva 1. Mallintaminen mahdollistaa tehokkaan ja täsmällisen hankkeen läpiviennin.

2.1.2 IFC-formaatti ja natiivimuoto

Mallin luovutus tapahtuu pääosin joko natiivimuodossa tai IFC-formaatissa (IFC eli Industry Foundation Classes). Natiivimuoto on mallinnusohjelman oma tiedostomuoto, joka on avattavissa useimmiten ainoastaan saman ohjelmistovalmistajan tuotteella. IFC-formaatti on puolestaan mallinnusohjelmien väliseen tiedonsiirtoon luotu niin sanottu avoin tiedostomuoto. IFC-formaatti mahdollistaa mallin siirtämisen lujuuslaskentaohjelmaan, jossa voidaan tehdä rakenteiden lujuustarkasteluja. (Mallintava suunnittelu. Elementtisuunnittelu; Standardit. buildingSMART.)

2.2 Tietomallintamisen yleiset vaatimukset

Yleiset tietomallivaatimukset 2012 on 14-osainen julkaisusarja, jonka tarkoituksena on asettaa vaatimuksia nopeasti kasvavalle tietomallintamiselle. Tarve YTV 2012 -hankkeelle syntyi, kun koettiin tarpeelliseksi määrittellä täsmällisiä ohjeita ja määräyksiä sille, mitä ja miten mallinnetaan. Julkaisut 1 ja 6 koskevat kaikkia mallinnushankkeita, minkä lisäksi kaikkia hankkeita ohjailee kyseisen alan julkaisu. (YTV 2012. COBIM. 2012.) Sarja sisältää seuraavat 14 osaa:

- Osa 1 Yleinen osuus
- Osa 2 Lähtötilanteen mallinnus
- Osa 3 Arkkitehtisuunnittelu
- Osa 4 Talotekninen suunnittelu
- Osa 5 Rakennesuunnittelu
- Osa 6 Laadunvarmistus
- Osa 7 Määrälaskenta
- Osa 8 Havainnollistaminen
- Osa 9 Mallien käyttö talotekniikan analyyseissä
- Osa 10 Energia-analyysit
- Osa 11 Tietomallipohjaisen projektin johtaminen
- Osa 12 Tietomallien hyödyntäminen rakennuksen käytön ja ylläpidon aikana
- Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa
- Osa 14 Tietomallien hyödyntäminen rakennusvalvonnassa

(Yleiset tietomallivaatimukset 2012. COBIM. 2012.)

2.2.1 Osa 1 Yleinen osuus

Osa 1 käsittelee tietomallinnuksen yleisiä vaatimuksia, kuten yleisiä mallitekniisiä vaatimuksia (ohjelmistot, koordinaatistot, rakennukset, kerrokset, lohkot...), ja mallin hyödyntämistä hankkeen eri vaiheissa (hankkeen käynnistys, ehdotus-, yleis- ja toteutussuunnittelu, hankintoja palveleva suunnittelu, toteutus ja vastaanotto). Käytännössä tämä osa säätelee kaikkia tietomallinnushankkeita asettaen mallinnukselle niin sanotut perusvaatimukset. (Osa 1 Yleiset vaatimukset. COBIM. 2012, 3–5.)

Opinnäytetyössä malleille määritellyt yleiset vaatimukset nousevat esille kappaleessa 4.2.1, jossa käsitellään yhtenevää mallinnustapaa. Työssä on pohdittu, miten eri suunnittelutoimistojen mallit saataisiin yhä yhteneväisemmiksi. Kun mallinnusvaatimukset määrittelevät mallin ulkoasun, syntyy yhteneviä suunnitelmia, mikä helpottaa niiden tulkitsemista tuotannossa.

2.2.2 Osa 6 Laadunvarmistus

Osassa 6 määritellään laadunvarmistusta koskevat vaatimukset, jotka säätelevät osan 1 lisäksi kaikkia tietomallinnushankkeita. Laadunvarmistusprosessi kuvataan kaikista eri näkökulmista. Vaatimuksia asetetaan kaikille tarkastettaville malleille (lähtötieto-, tila-, rakennusosa- ja järjestelmämallit ja yhdistetyt mallit), ja julkaisun lopussa määritellään vastuualueet. (Osa 6 Laadunvarmistus. COBIM. 2012, Sisällysluettelo, 1–2.)

Mallien laadunvarmistusta on käsitelty opinnäytetyössä kappaleessa 4.2.1. Kyseisessä kappaleessa on pohdittu, miten malleista saataisiin yhä laadukkaampia ja yhteneväisempiä, jotta niiden hyödyntäminen olisi mahdollisimman tehokasta.

2.2.3 Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa

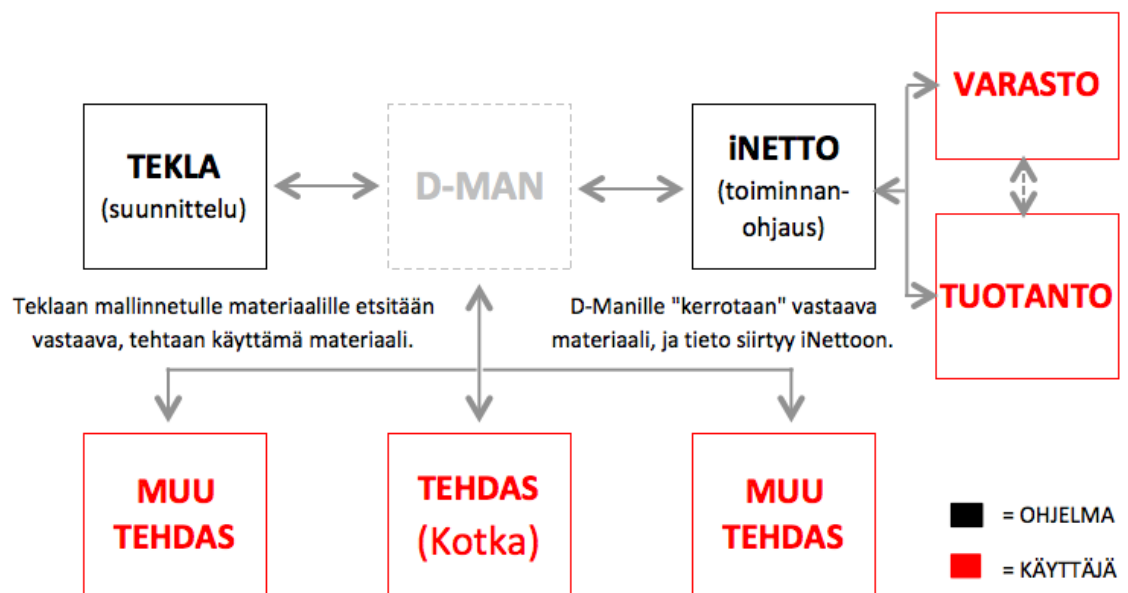
Osien 1 ja 6 lisäksi tietomallihankkeen osapuolien on tutustuttava oman alansa vaatimukseen. Opinnäytetyötä ajattelen kolmas kokonaisuus on osa 13. *Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa* -julkaisussa määritellään urakoitsijoiden vaatimuksia tietomalleille. Tuotantoon luovutettaville tietomalleille on

asetettu omat vaatimuksensa. Julkaisussa käsitellään myös tietomallin hyödyntämismahdollisuuksia rakentamisessa ja tuotantotietojen toimitusta toteutamalleihin. (Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. CO-BIM. 2012, 5.)

Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa -julkaisua on hyödynnetty opinnäytetyön pohdintaosiossa. Julkaisu antaa erilaisia vaihtoehtoja siitä, kuinka mallia voitaisiin hyödyntää paremmin tuotannossa. Opinnäytetyön kannalta keskeisiksi näkökulmiksi nousivat havainnollistaminen, työnohjaus, aikataulutus ja työturvallisuus. Mallin hyödyntämistä on käsitelty kappaleessa 5.3.

2.3 Käytettävät ohjelmat

Parma Oy:n suunnitelmat mallinnetaan Tekla Structuresilla, joka on kaikenlaiseen suunnitteluun kehitetty tietomallinnusohjelmisto. Mallin sisältämä tieto siirretään dMan-ohjelman avulla tuotannonohjausjärjestelmään, iNettoon (kuva 1). Tulevaisuudessa mallin hyödyntäminen tuotannossa tapahtuisi Tekla BIMsightilla, joka on rakennusalan tarpeisiin luotu projektityökalu.

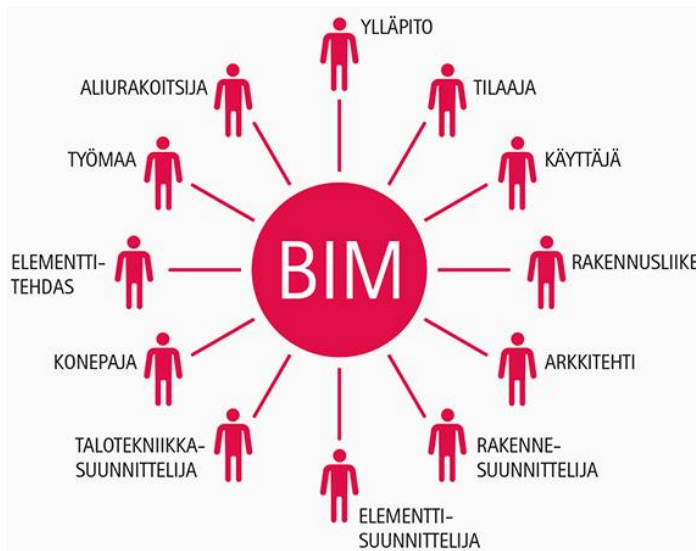


Kuva 2. Tiedonkulkukaavio.

2.3.1 Tekla Structures

Tekla Structures on tietomallinnusohjelmisto, joka mahdollistaa tarkat ja toteutuskelpoiset mallit. Ohjelmalla voidaan mallintaa monimutkaisiakin rakenteita

riippumatta materiaaleista. Rakennusprojektin aikana tarkentuvat mallit säästävät aikaa ja rahaa, kun mahdolliset virheet huomataan jo suunnitteluvaiheessa. Tekla Structuresin avulla tiedonkulku suunnittelusta työmaalle asti helpottuu ja nopeutuu merkittävästi. Tietomallista hyötyvät kaikki hankkeen osapuolet, esimerkiksi suunnittelija, rakentaja ja käyttäjä (kuva 3). (Building & Construction.)

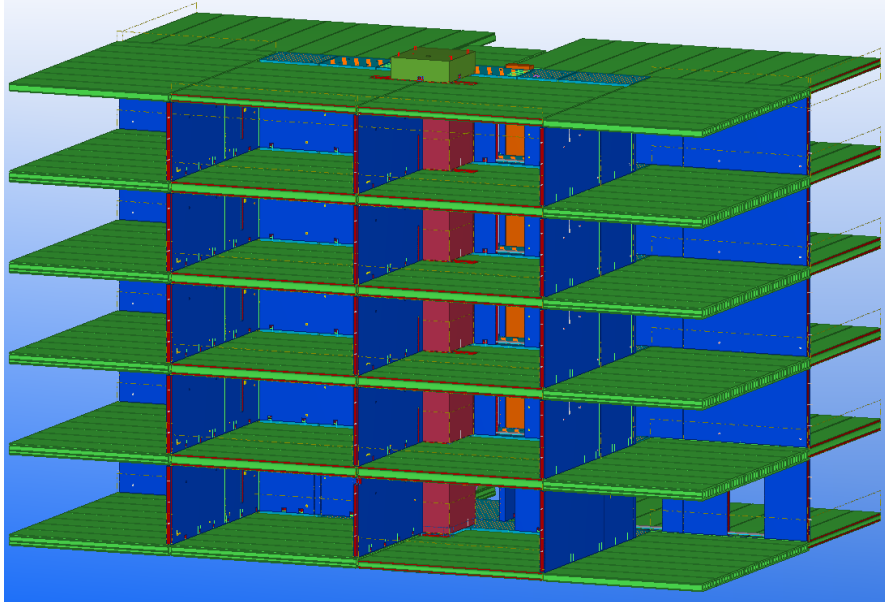


Kuva 3. Teklan ohjelmistot yhdistävät kaikki rakennusprojektin osapuolet.

Tekla Structures -ohjelmaa voidaan hyödyntää monella eri tavalla. Mallinnus-toiminnallisuuksien avulla on mahdollista tarkastella ja luoda malleja, lisätä kuormia, mallintaa raudoituksia ja luoda liitoksia (kuva 4). Workflow-työkaluilla pystytään aikatauluttamaan malli, hallitsemaan rakennusosan statustietoa ja törmäyksiä ja määrittelemään asennusjärjestyksiä. (Tekla Structures Engineering -yleissuunnittelun toiminnallisuudet.)

Mallista saatavat piirustukset ja raportit ovat tärkeä työkalu tuotannolle. Mallista voidaan ottaa muun muassa piirustuksia paikallavaluraudoitteista taivutusluetteloineen, luoda yleispiirustuksia ja raportteja. Piirustukset ovat automaattisia tai puoliautomaattisia. Se tarkoittaa, että kuva päivittyy mallia muokattaessa automaattisesti, eikä täten ole ristiriidassa muiden dokumenttien kanssa (esim. plaani- ja leikkauskuva). Piirustus ei kuitenkaan usein ole täysin automaattinen, koska sitä joudutaan käsin muotoilemaan lähinnä visuaalisuuden vuoksi, jotta kuvan lukeminen tuotannossa olisi mahdollisimman helppoa. (Tekla Structures Engineering -yleissuunnittelun toiminnallisuudet.)

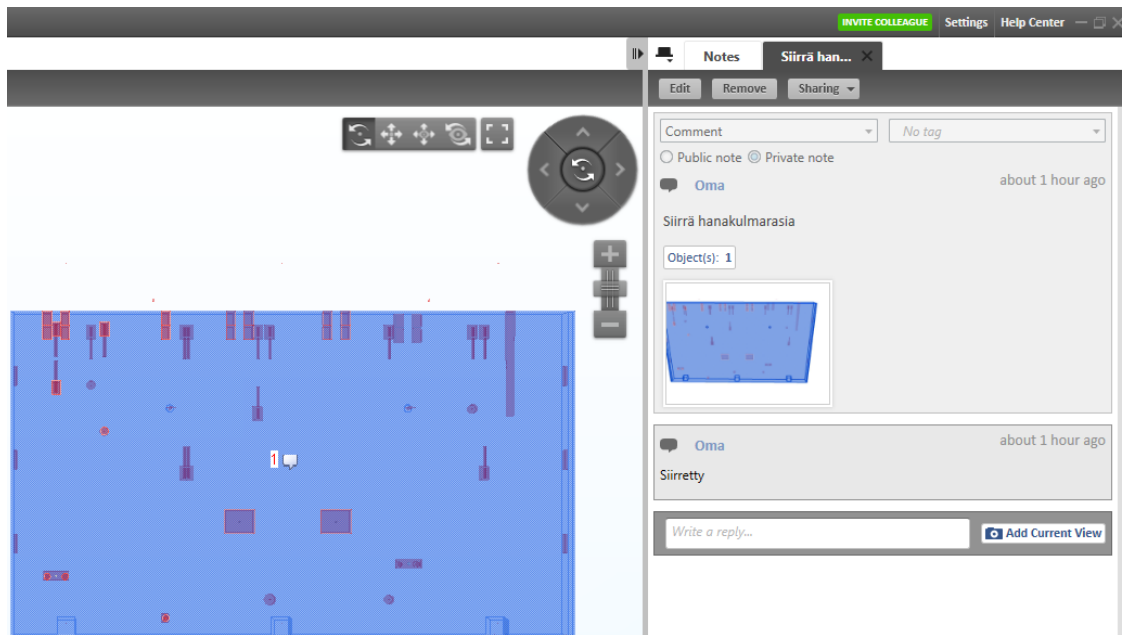
Yhteistoiminnallisuusominaisuuksien avulla on mahdollista, että samaa mallia työstää useampi käyttäjä samanaikaisesti, jolloin säästytään turhalta tiedon siirrolta. Yhteistoiminnallisuusominaisuudet mahdollistavat myös mallin tietojen siirtämisen tuotannonohjausjärjestelmään. (Tekla Structures Engineering - yleissuunnittelun toiminnallisuudet.)



Kuva 4. Asuinkerrostalon 3D-mallissa väliseinät, laatat ja hissikuilut.

2.3.2 Tekla BIMsight

Tekla BIMsight on rakennusalan projektityökalu, jonka tarkoituksena on, että kaikki rakennusprojektin osapuolet voivat yhdistää mallinsa törmäystarkasteluja, tietojen jakamista ja kommunikointia varten (kuva 5). Betonirakentamisessa ohjelmaa voidaan hyödyntää suunnittelussa, valmistuksessa ja rakentamisessa monin eri tavoin. Tekla BIMsight helpottaa esimerkiksi raudoituksen valintaa, elementin mittaamista ja rauditusmallien törmäystarkasteluja. (Tekla BIMsight 1.9 rakentamisen työnkulkua sujuvoittamaan. 2013)



Kuva 5. Tekla BIMsight kommenttitoiminto.

2.3.3 dMan

dMan on Consolixen oma tulkki-ohjelma Teklan ja iNeton välillä. Ohjelma toimii sekä Teklasta iNettoon päin että iNetosta Teklaan päin. Teklasta iNettoon päin siirretään elementtiedot, ja iNetosta Teklaan päin on mahdollista siirtää muun muassa elementin status tiedot. Status tieto kertoo elementin tilan. Tiloja ovat esimerkiksi valuohjelmalla oleva, valettu ja toimitettu elementti (taulukko 1). dMan on kehitetty materiaalien määppäämistä varten. Määppäminen tarkoittaa, että dManille kerrotaan, mikä Teklan materiaali A vastaa iNeton materiaalia B. Määppäystä voi tehdä joko istuntokohtaisesti tai tehdaskohtaisesti. Istuntokohtaisesti määpätty materiaali ei jää ohjelman muistiin, eli kun samaa materiaalia yritetään siirtää seuraavan kerran, määppäys joudutaan tekemään uudelleen. Tämä vaihtoehto toimii vain kaikkien tehtaiden yhteisille materiaaleille. Toinen vaihtoehto on tehdä tehdaskohtainen määppäys, joka jää ohjelman muistiin. Jos määppäys tehdään oikein, se menee aina ensimmäisestä määppäyksestä asti oikein, mutta väärin määpätty tuote jatkaa väärin siirtymistä käytännössä loputtomiin. (Asiantuntijahaastattelut. 2015.)

Taulukko 1. Elementtien statukset. (Excel. Saila Janhunen. 4.10.2015)

Status	Statuksen selite
00	Elementtitiedot siirtämättä iNettoon
10	Elementtitiedot siirretty iNettoon, elementti valmis valettavaksi
30	Elementti valuohjelmalla
40	Elementti valettu
50	Elementin vaadittavat jälkityöt tehty, elementti valmis toimitettavaksi
70	Elementti toimitettu työmaalle

2.3.4 iNetto

iNetto on Consolis -konsernin käyttämä ja hallitsema toiminnanohjausjärjestelmä (ERP eli Enterprise Resource Planning). iNetto-lyhenne tulee sanoista International Nykyaikaisen Elementti Toimittajan Toiminnan Ohjaus. Consolikesen Suomen tytäryhtiön Parma Oy:n käytössä on ollut vuodesta 1998 asti Netto-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka nimi muutettiin iNetoksi ulkomaille laajentuneen käytön vuoksi vuonna 2002. Järjestelmän kansainvälistämisellä pyrittiin yhtenäistämään tytäryhtiöiden toimintaa ja tietojen varastointia. (iNetto. Consolis.)

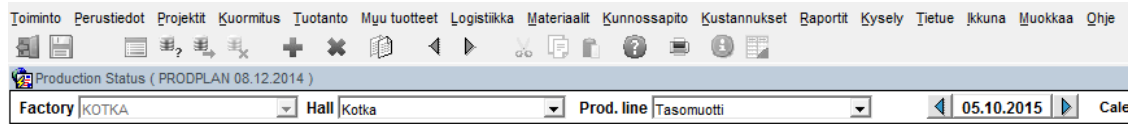
Toiminnanohjausjärjestelmä on toisiinsa integroitujen toimintojen kokonaisuus, jonka avulla voidaan hallita yrityksen toimintoja laaja-alaisesti. Näitä toisiinsa integroituja toimintoja iNetossa kutsutaan moduuleiksi. Tytäryhtiö hyödyntää moduuleja tarpeidensa mukaan, mikä tarkoittaa, että käyttö voi olla kohdistettu tiettyihin moduuleihin tai koko järjestelmän hyödyntämiseen. Moduuleja on yhteensä yhdeksän:

1. Asiakkuudenhallinta
2. Hankinnat ja materiaalit
3. Kunnossapito
4. Laskutus
5. Logistiikka
6. Projektin hallinta
7. Tarjouslaskenta
8. Tuotannonohjaus
9. Tuotannosuunnittelu

(iNetto. Consolis.)

Vaikka iNetto on konsernin sisäinen järjestelmä, se ei kuitenkaan ole käytössä kaikissa Consolikesen tytäryhtiöissä eri maissa. Suurin käyttäjäryhmä löytyy

Pohjoismaista. Järjestelmän perustoiminnot ovat toistensa kaltaisia tytäryhtiöiden kesken, mutta sen muokkaaminen maittain on kuitenkin mahdollista. Kotkan tehtaalla käytettävissä olevia toimintoja löytyy iNeton työkaluriviltä (kuva 6). (iNetto. Consolis.)



Kuva 6. iNeton työkalurivin toiminnot.

2.4 Materiaalihallinta

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan nykyisin koko materiaalivirtauksen vastuun keskittämistä yhdelle tuotantoyksikön osastolle, joka hallinnoi koko toiminnanohjausjärjestelmää. Virtauksella tarkoitetaan materiaalikulkua ostotilauksesta aina toimittajalle ja tuotannon kautta kuluttajalle asti. Materiaalihallinnan keskittäminen on suhteellisen uusi käsite, ja siksi tällainen toimintatapa on vielä melko vähäisessä käytössä. Tuotannon tehostaminen edellyttää tehokkuutta yksittäisiltä toimilta ja yhteistoiminnalta. Materiaalihallinnasta vastaava osasto voi parantaa tätä toimintaa ottamalla kokonaisvastuun materiaalivirtojen suunnittelusta ja hallinnasta. (Arnold, Chapman & Clive 2010, 9.)

2.4.1 Materiaalihallinnan kasvava merkitys

Materiaalihallinnan merkitys osana tuotantoprosessia on tällä hetkellä kasvussa. Se on pääteltävissä tuotteissa ja tuotantolaitoksissa tapahtuvista muutoksista. Yksi muutoksista viestivä asia on tuotekehityksen pitkälle jalostamat erikoistuotteet. Tuotteisiin kuluvien materiaali- ja tarvikemäärien kasvaessa yritysten on pakko ostaa erilaisia komponentteja yhä enemmän alihankkijoilta. Tämä tarkoittaa, että tuotteeseen kuluvat materiaalit muodostavat yhä suuremman osan lopputuotteen hinnasta, jolloin materiaaleihin kohdistuvaa valvontaa tulee lisätä. Toinen merkittävä muutos on tuotantolaitosten automatisoituminen. Katkeamaton materiaalivirta on edellytys automatisoidun tehtaan toiminnalle. Väärä tai laadultaan huono materiaali tai yhdenkin materiaalin loppuminen voi katkaista koko tuotannon. Kolmas vaikuttava asia on materiaalien nopeasti nousevat hinnat. Kasvavalla väestöllä on tyydyttämätön tarve

hankkia tavaroita ja palveluita, mistä on seurannut tarjonnan vaje. Siitä on puolestaan aiheutunut hintojen nousu. Materiaalien saatavuus tuntuu olevan haaste yhdessä nousevien hintojen kanssa. (Tersine 1994, 28.)

2.5 Mitta-, määrä-, muoto-, aika- ja materiaalitietojen siirtäminen iNettoon

Suunnitelmien valmistuttua aloitetaan tiedonsiirto Teklasta dManin kautta iNettoon, joka on tuotannon ja varaston tärkeä työväline. dMan on ikään kuin ”haamuohjelma”, joka suorittaa tiedonsiirron ohjelmien välillä.

Mallista siirtyy iNettoon tällä hetkellä kaikki tuotannon kannalta olennainen tieto; mitta-, määrä-, muoto- ja materiaalitieto. Jatkossa voidaan siirtää myös esimerkiksi aika-, valualusta- ja hintatiedot. Materiaalitietojen siirtyminen edellyttää, että Teklassa malliin lisätty tarvike on mäppätty oikein iNeton materiaaliin. Käytännössä mäppäys tarkoittaa, että dManille kerrotaan Teklan materiaalin A vastaavan iNeton, eli tehtaan, materiaalia X, jonka jälkeen dMan tekee kyseisen vastaavuusmäärittelyn automaattisesti. dManin tehtävä on siis etsiä, mikä materiaali iNetossa vastaa Teklan materiaalia.

Materiaalitietojen siirto alkaa valitsemalla Teklasta Assemblies -taso aktiiviseksi, jonka jälkeen piirustuslistasta valitaan halutut elementit. Tämän jälkeen siirrytään dManiin, jossa siirtäminen alkaa valitsemalla Import Tekla. Kun siirrettävät tuotetyypit, elementit ja valmistustehdas on valittu, suoritetaan siirto. Kun siirto on suoritettu, listasta nähdään 00-tilaiset elementit, jotka eivät siirtyneet iNettoon (kuva 7). Siirtymättömistä elementeistä tarkistetaan nollamääräiset materiaalit. Nollamääräistä materiaalia on reseptillä 0 yksikköä, esim. gramma tai metri, joka viittaa siihen, että mallissa on jokin ongelma tai poikkeama suhteessa iNeton tietoihin. Tässä kohtaa malli ja iNeton tiedot on syytä tarkistaa. Kun siirrettävän materiaalin yksikkö on muutettu, siirtyvät materiaalitiedot iNettoon. Seuraavaksi tarkistetaan mäppäämättömät materiaalit. Teklan materiaalille valitaan iNetosta vastaava materiaali, jonka jälkeen materiaalien linkitys tallennetaan ja päivitetään (liite 1). Kun puuttunut mäppäys on lisätty, muuttuu materiaali punaisesta vihreäksi ja se on valmis siirrettäväksi.

	Label	ID	Block	Floor	DDB item	iNetto-item	Prod type	Category	Des status	Prod status
▶	1 HA-11	11	A1	1	27		5311	WALL	Preliminary	00
▶	1 L-1003	1003	A1	1	9		4310	SLAB	Preliminary	00
▶	1 L-2001	2001	A1	1	50		4310	SLAB	Preliminary	00
▶	1 SK-1001	1001	A1	1	2		4305	WALL	Preliminary	00
▶	1 SK-1002	1002	A1	1	1		4305	WALL	Preliminary	00

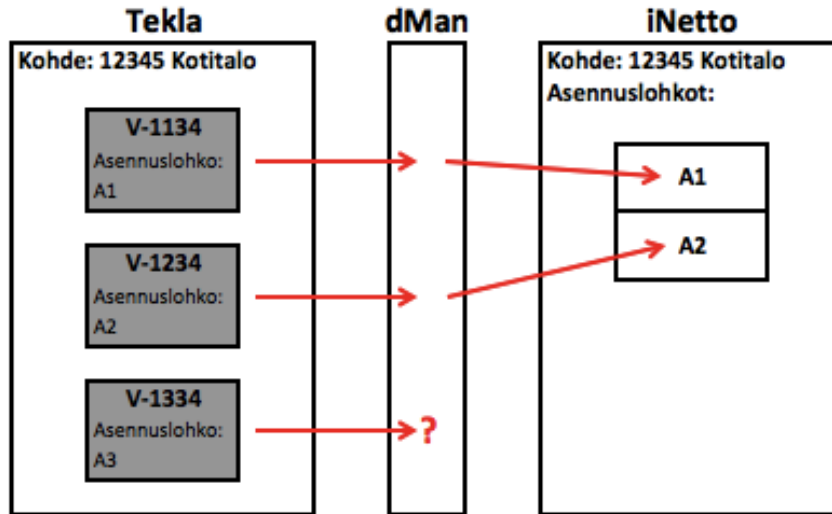
Kuva 7. Status 00 ja punainen väri ensimmäisessä sarakkeessa kertoo, että kyseiset elementit eivät ole siirtyneet iNettoon.

3 MATERIAALIHALLINNAN ONGELMAKOHTIEN KARTOITUS

Kartoitusosaa varten haastateltiin yhteensä kuutta työntekijää. Haastattelut toteutettiin 10.8.–6.10.2015 Kotkassa. Haastateltava ryhmä edustaa hyvin laajaa käytännön näkökulmaa, sillä haastateltavaan ryhmään kuuluu monen eri työtehtävän edustajia. Joukossa on muun muassa suunnittelijoita, esimiehiä ja konsultti. Ongelmia ilmeni monella eri osa-alueella, kuten ohjelmien ja tehtaiden välisessä tiedonsiirrossa, materiaalikirjastossa, materiaalien tilaamisessa työlle, varastosaldoissa, eri toimittajien keskenään vastaavien materiaalien kanssa ja keräilylistoissa. Tässä kappaleessa on kuvattu ilmenneet ongelma-kohtat.

3.1 Ohjelmien välinen tiedonsiirto

Kaikkien elementtitietojen tulisi siirtyä automaattisesti Teklasta iNettoon. Haastatteluaineistosta käy ilmi, että syitä elementtitietojen siirtymättömyydelle ovat elementin oikean myyntirivin tai lohkorivin puuttuminen. Tällöin dMan ei pysty tekemään lainkaan koko elementin siirtoa, sillä elementille ei ikään kuin ole luokittelua (kuva 8). Edellä mainitut puutteet tai virheet eivät varsinaisesti ole ongelmia, sillä ne korjataan aina tässä vaiheessa eikä väärä tieto pääse siirtymään. Varsinainen ongelma on, ettei elementti siirry tai siirry väärin Teklasta iNettoon materiaalien takia.



Kuva 8. Elementit, joille ei löydy oikeaa asennuslohkoa, jäävät siirtymättä.

Eräs haastateltava mainitsee, että pahin mahdollinen materiaalien tiedonsiirrossa tapahtuva virhe on, etteivät materiaalitiedot siirry lainkaan iNettoon. Se on käytännössä mahdollista, jos materiaaleja ei ole mäpätty lainkaan tai mäppäysvaihe ohitetaan kokonaan poistamalla dManista Take materials -valinta (kuva 9). Tämä tapahtuu, jos materiaalitietojen siirtäjä jättää mäppäyksen tekemättä esimerkiksi kiireen tai tietämättömyyden vuoksi. Tällöin materiaalitiedot ja -menekit puuttuvat kyseisestä elementistä kokonaan iNetossa. Materiaalitietojen puuttuminen aiheuttaa sen, etteivät materiaalimenekit poistu varastosaldoista, kun elementti kuitataan valetuksi. Tämä ongelma aiheuttaa varastosaldoihin vääristymiä.



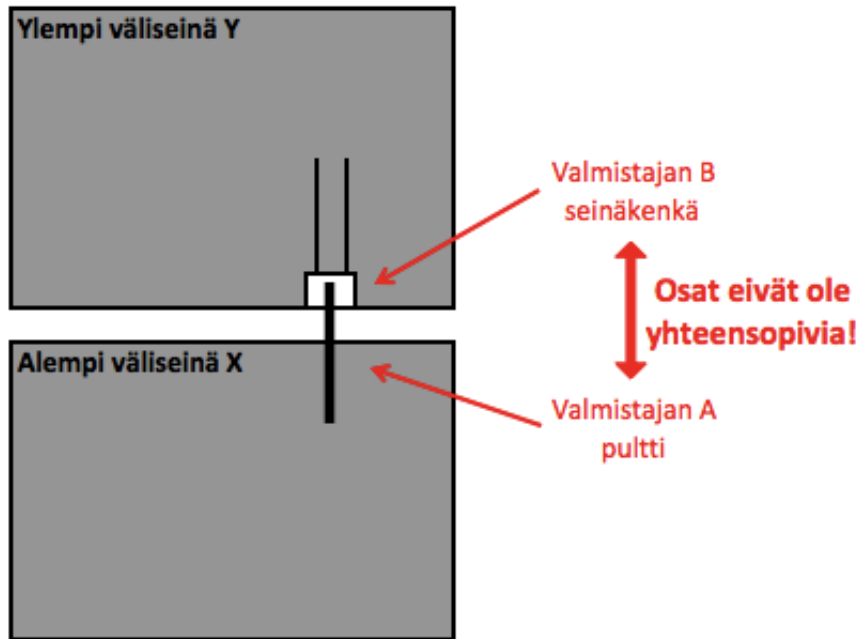
Kuva 9. Take materials -valinnan poistaminen jättää elementin materiaalit siirtämättä iNettoon.

Toinen haastatteluissa ilmennyt ongelmia aiheuttava toimenpide on väärin mäppääminen. Jos tuote on dManissa mäpätty vastaamaan vääränlaista tuotetta, se aiheuttaa vääristymiä varastosaldoihin. Kun materiaali on mäpätty väärälle tuotteelle, se poistaa elementin kuittausvaiheessa varastosta väärää tuotetta menekin verran. Suunnittelu on tietämätön materiaaleista, joita tuotannossa hyödynnetään, jolloin virheellisiä mäppäyksiä tapahtuu.

Haastatteluissa nousi myös esille, että Teklassa on samaa materiaalia usealla eri nimellä johtuen esimerkiksi eri toimittajista. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että valmistajan A tuote voidaan mäpätä virheellisesti vastaamaan valmistajan B tuotetta. Teoriassa materiaalien tulisi olla ominaisuuksiltaan samanlaisia, mutta pieniä eroja on etenkin eri toimittajien välisten osien yhteensopivuudessa. Esimerkiksi seinien välisissä seinäkenkä-pultti-liitoksissa eri valmistajien tuotteet eivät välttämättä ole yhteensopivia (kuva 10). Tämä ongelma toteutuu käytännössä silloin, kun ylempi ja alempi seinä tehdään eri tehtailla, jolloin toisen tehtaan käyttämästä materiaalivalmistajasta ei ole tietoa. Siitä aiheutuva käytännön haitta on jälleen kerran varastosaldojen vääristyminen ja osien yhteensopimattomuus. Lisäksi se tarkoittaa sitä, että materiaalilla on useita varastosaldoja. Se aiheuttaa ongelmia materiaalien tilaajalle, sillä varastossa olevien materiaalien määriä on vaikea seurata.

3.2 Tehtaiden välinen tiedonsiirto

Elementti voidaan siirtää valmistukseen toiselle tehtaalle. Eräs haastateltava mainitsi, että tässä tiedonsiirrossa on ongelma, sillä kaikki materiaalit eivät ole tehtaiden yhteisiä. Kaikki materiaalit eivät myöskään ole yhteensopivia keskenään, kuten eri valmistajien seinäkengät ja pultit. Kuvassa 10 esitetään tilanne, jossa alempi seinä tehdään tehtaalla X laittamalla siihen valmistajan A seinäkenkä-pultti-liitoksen pultti elementin yläreunaan. Seuraavan kerroksen elementti siirretään valmistukseen tehtaalle Y, jossa käytetään valmistajan B seinäkenkää. Tästä voi aiheutua tilanne, jossa elementit eivät ole yhteensopivia osien eri valmistajien vuoksi.



Kuva 10. Eri valmistajien osat eivät välttämättä ole keskenään yhteensopivia.

3.3 Materiaalikirjasto

Haastatteluissa ilmeni, että iNeton materiaalikirjasto on laajentunut hallitsemattomaksi tehdaskohtaisten materiaalinumeroiden vuoksi. Sama materiaali saattaa olla lisätty eri tuotenumeroilla monia kertoja useiden tehtaiden ja toimittajien takia. Luettelossa on valtava määrä materiaaleja myös siksi, että käytöstä poistuneita materiaaleja ei ole poistettu (kuva 11). Materiaalikirjasto ei kuvaa tehtailla käytettäviä materiaaleja selkeästi sen laajuuden vuoksi, jonka seurauksena materiaalin aikaan sidotun menekin seuraaminen hankaloituu.

110	1100030	(ÄLÄ KÄYTÄ, POISTUU 1.6) VALKOBETONI K30	9500	M3
110	1100035	(ÄLÄ KÄYTÄ, POISTUU 1.6) VALKOBETONI K35	9500	M3
110	1100040	(ÄLÄ KÄYTÄ, POISTUU 1.6) VALKOBETONI K40	9500	M3
110	1100045	(ÄLÄ KÄYTÄ, POISTUU 1.6) VALKOBETONI K45	9500	M3
110	1101050	VALKOBETONI BETEMI C40/50 12	9500	M3
110	1102000	VALKOBETONI SE C25/30 12	9500	M3
110	1102005	VALKOBETONI SE C30/37 12	9500	M3
110	1102006	VALKOBETONI SE C30/37 12	9500	M3
110	1102010	VALKOBETONI SE C35/45 12	9500	M3
110	1102011	VALKOBETONI SE C35/45 12	9500	M3
110	1102015	VALKOBETONI SE C40/50 12	9500	M3

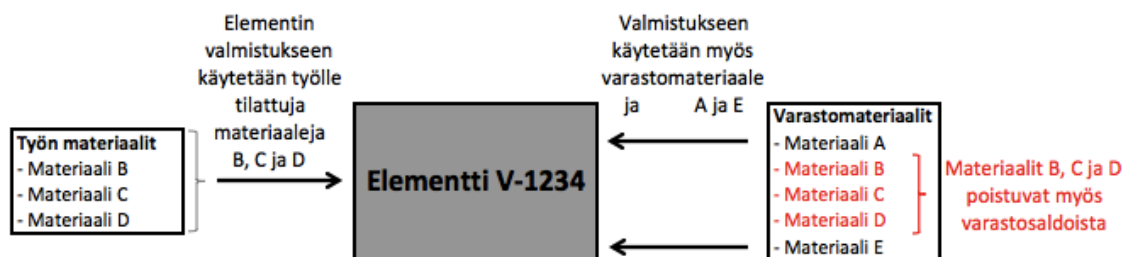
Kuva 11. Materiaalikirjastossa on paljon käytöstä poistuneita materiaaleja.

3.4 Materiaalien varastosaldot

Haastatteluissa ilmeni, että epäonnistuneen tiedonsiirron ja materiaalikirjaston hallitsemattoman laajentumisen seurauksena varastosaldot eivät ole enää paikkansapitäviä. Virheelliset ja puutteelliset mäppäykset aiheuttavat sen, ettei oikeaa materiaalia poistu varastosta oikeaa määrää, kun elementti kuitataan valetuksi. Puuttuvat ja virheelliset materiaalit vääristävät loppulaskentaa ja kohteen hintaa. Vääristymiä varastosaldoihin aiheuttaa myös soveltaminen tuotannossa. Käytännössä tämä tarkoittaa materiaalin korvaamista jollain muulla tuotteella. Hallitsemattomasta soveltamisesta seuraa laatuvariaatioita ja vaihteluja lopputuotteen hinnoitteluun.

3.5 Materiaalien tilaus työlle

Eräs haastateltava totesi, että materiaalien tilaaminen työlle, eli tietylle kohteelle, aiheuttaa vääristymiä varastosaldoihin. Esimerkiksi kuvan 12 elementtiin V-1234 käytetään yhteensä viittä materiaalia; A, B, C, D ja E. Materiaalit B, C ja D tilataan kyseiselle työlle ja materiaalit A ja E käytetään varastomateriaaleista. Kun elementti kuitataan valetuksi, varastosaldoista poistuvat materiaalit B, C ja D, vaikka niitä ei ole käytetty lainkaan varastomateriaaleista. Tämä aiheutuu siitä, että iNetto ei tiedä töille tilatuista materiaaleista. Työlle tilattavia materiaaleja ovat esimerkiksi valmisverkot ja -raudoitteet.



Kuva 12. Elementtiin käytettävät varasto- ja työkohtaiset materiaalit.

3.6 Keräilylista

Keräilylista tehdään tehtaalla työskentelevää keräilyjää varten, joka kerää seuraavan päivän tarvikkeita kullekin työpisteelle. iNetosta tulostettavaan listaan tulee kaikki elementin reseptin mukaiset materiaalit aina sementistä jakorasi-oihin. Haastatteluaineistosta ilmeni, että väärät ja puutteelliset mäppäykset

näkyvät keräilylistassa, joka ei ole sellaisenaan lainkaan luotettava eikä käytökelpoinen väärin materiaalitietojen ja -määrien vuoksi. Lista ei myöskään ole järkevä, sillä keräilijä ei luonnollisesti keräile kaikkia siihen tulevia materiaaleja kuten sementtiä tai lisäaineita. Keräilylista on siis tehtävä aina mekaanisesti katsomalla kuvista kaikki tarvittavat materiaalit (kuva 13).

Ke 29.7.2015

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	YHT.
Kiinnityslevy KL 200x200		4	7				11
Kiinnityslevy KL 100x300				1			1
Kiinnityslevy JPL 150x150		2				2	4
Kiinnityslevy SBKL 100x150						1	1
Juotosputki D60-H260				3			3
Pultti HPM 20P + AL20				1			1
Seinäkenkä PSK20				1			1
Teräsosa HEA100 L=1260						1	1
Kartioputki Combisafe		1	1		1	1	4
NOSTOLENKKI PBK 10				3			3
NOSTOLENKKI PBK 12				2	3		5
NOSTOLENKKI PBK 14						4	4
NOSTOLENKKI PBK 16	2				2		4
NOSTOLENKKI PBK 20		2	2				4
NOSTOLENKKI SA16					1		1
SEWATEK	1			5		2	8
KAIDEHOLKIT KH2 50*50*3*700				2		2	4

Sewatekit

T1 Malagankatu 7 **Ns 40.40-K160-75y**

T4 Kissankita **Ns 15.15-K160-310y**

Ametisti **Cu 12.22.22-K160-90y** **S 25+6*16-K160-90y**

Malagankatu 7 **Cu 12.22-K160-80y** **Cu 18.18.12-K120-80y**

T6 Kissankita **Ns 10.10-K160-370y** **Cu 35.42.42-K160-370y**

Kuva 13. Materiaalien keräilylistasta ilmenevät kullekin vaakavalupöydälle (T1–T6) vietävät seuraavan päivän materiaalit.

3.7 Eri toimittajien keskenään vastaavat materiaalit

Haastattelujen perusteella ongelmia syntyy myös eri valmistajien toisiaan vastaavien materiaalien kanssa. Materiaalit ovat periaatteessa samanlaisia, mutta ominaisuuksissa ja materiaalien yhteensopivuuksissa saattaa olla eroja. Siitä huolimatta eri valmistajien materiaaleja on määpätty vastaamaan toisiaan. Tästä voi aiheutua kohtalokkaitakin seurauksia, jos materiaalit (kuten seinäkenkä ja pultti) eivät olekaan yhteensopivia. Lisäksi valmistajan A materiaalin lujuus voi olla eri kuin valmistajan B vastaavan materiaalin. Jos rakenne on mitoitettu kovin tarkasti ja materiaali korvataan heikommalla tuotteella, se ei välttämättä tule kestäväseen. Ongelmia voi ilmetä myös materiaalien kokojen kanssa, jos

valmistajien keskenään vastaavat tuotteet eivät olekaan keskenään yhdenmuotoisia, jolloin materiaali ei välttämättä mahdu suunnitellulla tavalla elementtiin.

4 KARTOITUKSESTA TOIMENPITEISIIN

Tilanteen korjaamiseen sekä ylläpitämiseen tarvitaan toimenpiteitä. Kartoitus-kappaleen ongelmiin on pohdittu päätelmien ja johtopäätösten kautta ratkaisuvaihtoehtoja seuraavassa kappaleessa. Korjaavat toimenpiteet ovat määp-päysten uusiminen ja tehtaiden materiaalikoodien yhdistäminen. Ylläpitäviä toimenpiteitä on esitetty kappaleessa 4.2.

4.1 Korjaavat toimenpiteet

iNeton materiaalikirjasto tulee aluksi saada hallintaan, missä lienee suurin työ. dManin määp-päykset täytyy tyhjentää kokonaan. Tämän jälkeen tehdään materiaalien määp-päykset uudelleen kaikille materiaaleille. dManin tyhjennyksen jäl-keen tulee materiaalihallinnan vastuu siirtää yhdelle tai enintään muutamalle henkilölle. Kun käyttö on rajattu pienemmälle ryhmälle, tiedonsiirto pysyy pa-remmin hallinnassa.

Tehtaiden materiaalien ja materiaalikoodien yhdistämisellä materiaalikirjasto supistuu merkittävästi. Yhtenevät koodit helpottavat tuotteiden siirtämistä muil-le tehtaille valmistukseen. Kun käytäntö kaikkien tehtaiden kesken on sama, myös materiaalitoimittajien kilpailuttaminen on järkevää. Tilausten keskittämi-nen samoille toimittajille suurentaa tilattavaa materiaalimäärää, jolloin toimitta-jilta saatavat tarjoukset ovat parempia.

4.2 Ylläpitävät toimenpiteet

Tilanteen haltuunoton jälkeen alkaa ylläpitävä vaihe, jottei samaa materiaali-kirjaston hallitsematonta laajentumista tapahdu uudelleen. Seuraavaksi käsi-teltyjä ylläpitäviä keinoja ovat suunnittelun ohjauksen kehittäminen ja materi-aalitietojen siirtämisen keskittäminen pienemmälle ihmisryhmälle. Lisäksi va-

rastopaikkajärjestelmä ja tilaus- ja toimituserien kontrollointi auttavat inventaation tekijää, jotta varastosaldot pysyvät ajantasaisina.

4.2.1 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ja tuotannon välistä kuilua tulee saada pienennetyksi, jotta tiedonkulku puolin ja toisin on sujuvampaa. Kun suunnittelu on tietoinen tuotannon käyttämistä menetelmistä ja materiaaleista, ovat suunnitelmatkin toteutuskelpoisempia ja materiaalitietoisuus parempaa.

Suunnittelun ja tuotannon välistä kanssakäymistä voidaan lisätä säännöllisillä palavereilla. Palavereissa voi käsitellä ajankohtaisia asioita puolin ja toisin. Suunnittelijat välittävät tiedon suunnitelmien olennaisista ja tarkkuutta vaativista yksityiskohdista, päivittävät uudistuneita tietoja esimerkiksi tuotteiden korvattavuudesta ja vastaavat tuotannon heille esittämiin kysymyksiin. Tuotannon edustus puolestaan päivittää suunnittelijoille tehtaalla käytettävät materiaalit ja välittää tietoa käytännön haasteista, jotta suunnitelmat saadaan toteutuskelpoisemmiksi.

Tekla BIMsight -kommenttitoiminnolla saadaan lisättyä tuotannon ja suunnittelun välistä vuorovaikutusta. Kun työntekijä havaitsee virheen tai puutteen suunnitelmissa, hän lisää kommentin kyseiseen suunnitelmaan. Ilmoitus välittyy suoraan suunnittelijalle, joka korjaa suunnitelmassa ilmenneet virheet ja puutteet.

Malleista ja mallinnustavoista tulee saada mahdollisimman yhteneviä. Parma Oy:n omien suunnittelijoiden mallinnustavat ovat keskenään melko samankaltaisia, mutta ulkopuolisten suunnittelijoiden tuotokset ovat aivan erilaisia. Tätä varten on julkaistu YTV 2012, mutta sen rinnalle tarvitaan muita toimenpiteitä. Monimuotoisen mallinnustyön ohjailemiseksi tarvitaan kansainvälisiä standardeja tai valmiita pohjia eri käyttötarkoituksiin, kuten raporteille ja piirustuksille, jotta esimerkiksi visuaalinen yhdenmukaisuus toteutuu.

4.2.2 Materiaalitietojen siirtäminen

Materiaalihallinta tulee siirtää kokonaisuudessaan enintään muutamalle työntekijälle, jotka ymmärtävät sekä suunnittelua että tuotantoa. Suunnittelun ja tuotannon ymmärtäminen on edellytys materiaalitietojen mappäämiselle, sillä tietojen siirtäjän tulee tietää, minkä Teklan materiaalin voi määrittää vastaamaan mitään iNeton materiaalia. Materiaaliominaisuuksien tunteminen on siis välttämätöntä. Kun materiaalitietojen siirtäminen on yhden tai maksimissaan muutamien henkilöiden vastuulla, vähentää se jo itsessään siirrossa tapahtuvia virheitä. Ohjelman tulee myös ilmoittaa syy, miksi mappaus ei onnistu. Jos ohjelma ei ilmoita virheen syytä eikä siirtäjä saa syytä selville, virheen mahdollisuus kasvaa. Tällä hetkellä tiedonsiirtoa tekevät useat henkilöt, jotka eivät välttämättä ole tietoisia, kuinka prosessi tulee tehdä. Se aiheuttaa suuren määrän virheitä. Kun mappaus tehdään oikein ja suunnittelija tietää, miten kannattaa mallintaa, ei mappauksiä tarvitse tehdä kuin uusille materiaaleille. Käytännön mukaiset mappaukset ovat edellytys toimivalle ja todellisuudennmukaiselle materiaalikirjastolle. Materiaalikirjaston ajantasaisuudesta on monenlaisia hyötyä, kuten ajantasainen tieto materiaaleista ja niiden menekeistä, tarkemmat kohteen loppulaskelmat ja varastosaldojen seuraamisen helpottuminen.

4.2.3 Materiaalikirjaston ylläpito

Toimivan materiaalikirjaston ylläpitoon tulee varata resursseja, jotta mahdolliset virheet saadaan korjattua ajoissa. Materiaalikirjaston ylläpitäjä sulkee esimerkiksi käytöstä poistuvat materiaalit, jolloin niille mappaus estyy ja materiaalikirjasto pysyy ajantasaisena. Kun tietoja ylläpidetään koko ajan, säästetään aikaa ja resursseja vieviltä suuremmilta korjaustoimenpiteiltä.

4.2.4 Varastopaikat

Varastosaldojen seuraamista ja inventaariota nopeuttavat myös kiinteät varastopaikat. Sillä saralla on menty paljon eteenpäin, mutta yhä edelleen samaa materiaalia saattaa löytyä tehtaan pihalta useista eri paikoista, mihin osasyinä ovat tilan puute ja tilauserien koot. Materiaalien epäjärjestyksestä ja varas-

tosaldojen virheellisyydestä johtuen materiaali saattaa päästä loppumaan yllättäen tai vastaavasti sitä saattaa olla varastossa liikaa. Materiaalin loppuminen aiheuttaa haasteita ja tyytymättömyyttä tuotannossa. Ylimääräisessä materiaalissa sen sijaan on tarpeettoman paljon pääomaa sidottuna. Varasto tulee järkeistä niin, että kutakin materiaalia varastoidaan vain sille osoitetussa paikassa.

Kunkin materiaalin toimituserien suuruudet on selvitettävä, jonka jälkeen mietitään, missä kyseistä materiaalia voidaan varastoida. Tämän jälkeen materiaalille rajataan ja merkitään sen kokoinen alue, johon se mahtuu, kun sitä on varastossa suurin mahdollinen määrä. Kun alue on riittävän suuri, materiaali mahtuu sille varatulle paikalle, eikä sitä tarvitse sijoittaa useisiin paikkoihin. Kun kaikille artikkeleille on merkattu omat paikkansa, siirretään tavarat omille paikoilleen. Merkatun paikan ollessa tyhjä kuka tahansa tietää, mikä materiaali on mahdollisesti päässyt loppumaan.

4.2.5 Tilaus- ja toimituserät

Tilaus- ja toimituserät eivät aina ole yhteneviä. Ongelma saadaan poistettua etukäteisellä kuormakirjan tarkastamisella. Käytännössä toimittaja lähettää ennen toimitusta tilaajalle kuormakirjan toimitettavista materiaaleista, jolloin toimituseriin voidaan vielä tehdä muutoksia tilaajan havaitessa virheitä. Tästä toimenpiteestä huolimatta tilaus- ja toimituserien vastaavuus on ehdottoman tärkeää tarkistaa kunkin tavaran vastaanoton yhteydessä. Tiedonkulku kuorman purkajalta materiaalien tilaajalle tulee saada toimimaan, jotta tilanne saadaan välittömästi haltuun. Usein tämä tilaus- ja toimituserien eroavaisuus ilmenee vasta seuraavan inventaarion yhteydessä. Tästä aiheutuu materiaalien loppumista ja toisen materiaalin ylimäärää varastossa. Tiedon välittyminen voidaan varmistaa kuormakirjaan tai erilliselle lomakkeelle merkittävien toimituserien sisällöstä.

5 VISIOITA TULEVAISUUTEEN

Tässä kappaleessa esitellään päätelmien, johtopäätösten ja pohdinnan pohjalta syntyneitä tulevaisuuden visioita, joilla saadaan käytettävistä ohjelmista

enemmän irti. Visioiden toivottiin keskittyvän mallin hyödyntämiseen tuotannossa, joten mahdollisuuksia on mietitty siltä kannalta. Seuraavaksi esiteltyjä visioita ovat muun muassa valmisraudoitteiden päivittäinen käyttö ja mallin hyödyntäminen elementin teossa, tarkistuksessa sekä dokumentoinnissa.

5.1 Valmisraudoitteiden käyttö

Valmisraudoitteita käytetään tehtaalla tällä hetkellä ajoittain, mutta niiden päivittäinen käyttö on täysin mahdollista. Teklasta saadaan tulostettua taivutusluettelo, jonka avulla raudoitteet on mahdollista tilata kullekin työlle. Valmisraudoitteiden ja -verkkojen käytöllä saadaan merkittäviä materiaalisäästöjä, sillä hukkaa ei tule käytännössä lainkaan, kun teräkset ovat määrämittäisiä ja verkoissa on huomioitu kaikki elementissä olevat varaukset. Uudistuvat ja entisestään kiristyvät standardit lisäävät verkkoseinien määrää, sillä tulevaisuudessa suunnittelussa keskitytään yhä enemmän jatkuvan sortuman estämiseen. Verkkoseinien lisääntyessä raudoituksen tekoon kuluvan työajan lyhentäminen on huomion arvoinen seikka. Lisäksi tehtaalla varastoitavien raudoitusosien määrää saadaan pienennettyä, mikä tuo merkittävästi lisätilaa ja vähentää varastoon kiinnitetyn pääoman määrää. Materiaalien tilaaminen työlle helpottaa kustannusseurantaa ja vähentää varastosaldoihin liittyviä ongelmia.

Valmisraudoitteiden käyttö saattaa aiheuttaa tilanteen, jossa elementin materiaaleja kuluu varastosta kahteen kertaan. Tämä tapahtuu, jos järjestelmä ei ole tietoinen valmisraudoitteen käytöstä, vaan poistaa elementin reseptin mukaisesti materiaaleja varastosta. Toinen mahdollinen ongelma on virhe valmisraudoitteessa, minkä seurauksena raudoitusta joudutaan täydentämään tai korjaamaan. Kummastakin ongelmasta aiheutuva haitta kohdistuu jälleen keran varastosaldoihin. Materiaalien kulumisen kahteen kertaan vaikuttaa lisäksi tuotteen hintaan.

iNetossa tulee olla vaihtoehto, jossa elementin raudoituksen pystyy vaihtamaan valmisraudoitukseen. Tällä valinnalla järjestelmä jättää automaattisesti valmisraudoitteesta löytyvät teräkset vähentämättä varastosaldoista. Toinen vaihtoehto sulkee pois valmisverkot, jolloin raudoitusverkko ei poistu työlle tilatun materiaalin lisäksi varastomateriaalisaldoista.

5.2 Sewatek-läpivientien tilaaminen

Tällä hetkellä läpiviennit tilataan kullekin työlle, kun kohteen valmistus alkaa. Käytännössä tehtaalla se tarkoittaa, että tehtaalla on suuri määrä läpivientejä varastoituna, mikä vie paljon ylimääräistä varastotilaa ja sitoo tarpeetonta pääomaa. Lisäksi ongelmia aiheutuu siinä vaiheessa, kun osa kohteen elementeistä siirretään valmistukseen toiselle tehtaalle. Tällöin läpivientejä kuljetetaan tehtaalta toiselle tarpeettomasti.

Sewatek-läpivientien tilauskäytäntö tulee vaihtaa. Jatkossa läpiviennit tulee tilata vasta valuohjelmalle laitetuille elementeille. Käytännössä se tarkoittaa, että varastossa on enintään kahden seuraavan viikon läpiviennit, riippuen tuotteen toimitusajasta. Tällä toimenpiteellä saadaan varastoaluetta ja varastoon sidotun pääoman määrää pienemmäksi. Kun käytäntö on yhteinen kaikilla tehtailla, helpottuu myös elementtien siirtäminen tehtaalta toiselle, sillä valmistava tehdas tilaa valuohjelmalla oleviin elementteihin tarvitsemansa läpiviennit. Uusi käytäntö poistaa tällöin myös läpivientien turhan kuljettelun tehtaalta toiselle.

Läpivientien valuohjelmalta tilaamista varten tulee kehittää iNettoon uusi toiminto. Kun halutut elementit on valittu valuohjelmalta, tekee iNetto listauksen kyseisiin elementteihin halutuista materiaaleista, kuten Sewatek-läpivienneistä. Läpiviennit voidaan tilata toimittajalta tämän listauksen avulla.

5.3 Mallin hyödyntäminen tuotannossa

Mallia voidaan hyödyntää tuotannossa niin elementin teossa, tarkastuksessa, dokumentoinnissa kuin tuotantotilanteen seuraamisessa. Tekla BIMsight on nimenomaan tuotannon työkalu mallin hyödyntämiseen. Sen avulla myös suunnittelijan ja tuotannon välinen kommunikointi on mahdollista.

5.3.1 DRUMBEAT-hanke

Parma Oy ja kuusi muuta yritystä (Tekla Oy, Solibri Oy, Granlund Oy, Skanska Oy, Aalto yliopisto ja VTT Oy) ovat mukana Tekesin DRUMBEAT-hankkeessa, jonka tarkoituksena on kehittää uusia ratkaisuja tietomallien ja

kamiseen ja käyttöön internetissä. Hanke käynnistyi vuoden 2014 lopulla ja päättyi keväällä 2017. Tavoitteena on verkkopalveluympäristö, johon eri toimijat voivat luoda mobiiliapplikaatioita ja muita sovelluksia. Palveluiden avulla tiedon välittäminen on ajantasaista kaikille projektin osapuolille, jolloin virheet vähenevät ja laatu paranee. Tablettien ja BIM-mallien hyödyntämistä tuotevalmistuksessa tulee myös lisätä. (News & events. DRUMBEAT.; Introduction. DRUMBEAT.)

5.3.2 Hyödyntämismahdollisuuksia

Puuttuvien mittojen tarkistaminen

Tablettien käyttö Kotkan tehtaalla mahdollistaa piirustuksista puuttuvien mittatietojen tarkistamisen. Toisinaan suunnitelmista puuttuu tuotannon kannalta joitain olennaisia mittoja. Tällä hetkellä puuttuvien mittojen tarkistaminen on melko työlästä. Tuotanto joutuu odottamaan, että tieto tarkastetaan tietokoneelta, jos piirustus ei ole tulostettu mittakaavassa. Jos piirustus on tulostettu mittakaavassa, tekijä saa itse tarkistettua mitan suhdeviivaimella. Tablettien avulla tekijä voi aina itse nopeasti tarkistaa puuttuvan mitan ja jatkaa tuotteen tekemistä. Tekijän havaitessa puuttuvan mitan tai muun virheen kuvassa tulee tieto ilmoittaa suunnittelijalle. Tekla BIMsightin avulla virhe tai puutos voidaan merkata malliin ja lisätä tarkentava kommentti. Tämän kommenttitoiminnon avulla tuotannon ilmoitus välittyy suunnittelijalle, joka tekee tarvittavat korjaukset suunnitelmiin. Tällä toimenpiteellä saadaan lisättyä tuotannon ja suunnittelun suoraa vuorovaikutusta.

Työnohjaus

Mallia voidaan käyttää työnohjaukseen, kun nähdään havainnollisemmin ja tarkemmin, kuinka jokin kohta on suunniteltu toteutettavaksi. Tiedon suodattaminen, mallin pyörittely ja zoomaaminen helpottavat yksityiskohtien tarkastelua. Esimerkiksi pelkän raudoituksen tarkastelu on mahdollista Tekla BIMsightin avulla. Malliin on mahdollista lisätä myös asennusjärjestys helpottamaan elementin tekoa.

Elementin tarkistaminen ja tarkistusdokumentointi

Elementin tarkistaminen ja tarkistusdokumentointi helpottuu mallin tehokkaammalla hyödyntämisellä. Raudoitustarkastus onnistuu kätevästi havainnollisen mallin avulla, kun kuvaa voidaan pyöritellä ja zoomata tarvittaessa. Tekla BIMsightilla myös raudoituksen törmäystarkastelut ovat mahdollisia. Malliin pystytään liittämään kunkin elementin tarkistuslappu ja valokuva tuotteesta. Papereiden dokumentointi helpottuu merkittävästi ja digitaalisen dokumentin lähettäminen työmaalle on myös vaivattomampaa. Laadunvalvojan työkaluna toimii paperisten piirustusten sijasta Tekla BIMsight, jota hän voi käyttää tabletilla. Ohjelma syöttää tarkistuspäivän ja tarkastajan nimen automaattisesti tarkistuslappuun. Laadunvalvojan vastuulle jää tällöin korjausten ja todellisten mittojen lisääminen ohjelmaan.

Työturvallisuus

Mallin voidaan hyödyntää myös työturvallisuuden parantamisessa. Mallista on 2D-kuvaa helpommin havaittavissa työturvallisuusriskit elementin teossa, kuten aukot ja painavat elementit. Malliin tulee lisätä huomautus kahden nosturin yhteisnostosta, kun elementin paino ylittää kymmenen tonnin painorajan. Samoin huomautusteksti tulee lisätä, jos aukkoihin on jätettävä tuennat kuljetusta varten. Mallia voidaan käyttää myös työmaan turvallisuusratkaisujen tarkistamiseen, kuten turvakaiteiden sijainnin varmistamiseen.

Tarkistuspisteet

Tekla BIMsightilla elementtiin on mahdollista lisätä tarkistuspisteitä. Tarkistuspisteisiin tulee tieto esimerkiksi betonin suunnitellusta lujuusluokasta. Pisteeseen on myös mahdollista lisätä uutta tietoa, jota voi olla esimerkiksi elinkaaren aikana tehdyt mittaukset. Toteuma 1 voi olla tehtaalla tietyssä aikana mitattu betonin lujuusarvo ja toteuma 2 elinkaaren aikana mitattu lujuusarvo. Näiden tietojen avulla rakennuksen elinkaaren aikainen tarkastelu helpottuu, kun tiedot kasataan yhteen paikkaan.

Aikataulu- ja tuotantotilannetiedot

Elementtien värjääminen mallista statuksen mukaan helpottaa tuotannon tilanteen seuraamista. Käytännössä tämä tarkoittaa aikataulun sitomista malliin. Valuohjelmalla olevat elementit värjättyvät malliin omalla värillään samoin

kuin valetut, varastoidut ja toimitetut elementit. Elementin tekijä voi katsoa mallista, onko kaikki samanlaiset seinät jokaiseen kerrokseen varmasti jo tehty vai onko niitä vielä tekemättä. Tuotannosuunnittelija pystyy nopeasti tarkastamaan mallista, onko kerroksen kaikki elementit jo valettu ja toimitettu. Samoin suunnittelijan tehdessä muutoksia elementteihin hän voi tarkistaa, onko kyseinen elementti jo valmistettu vai ehditäänkö muutos vielä tehdä ennen elementin valmistusta.

5.4 Betonireseptit ja niiden materiaalihallinta

Tarkastelua voi tulevaisuudessa laajentaa betoniresepteihin ja niiden materiaalihallintaan. Se on yhdistelmä, jonka toimiminen on selvittämättä. Elementtiin käytetystä betonista on olemassa tieto, samoin kuin betonin muista vaadituista ominaisuuksista kuten ympäristö- ja rasisluokista. Näiden tietojen yhdistäminen on kuitenkin osittain tuntematon alue.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa tehtaan materiaalihallinnan nykytila ja kehittää ratkaisuvaihtoehtoja mahdollisiin ongelmakohtiin. Lisäksi tavoitteena oli pohtia, kuinka 3D-mallia voitaisiin hyödyntää tuotannon puolella. Työhön kerättiin aiheeseen liittyvää pohjatietoa, jotta lukija saa riittävät lähtötiedot kartoitusosan ymmärtämiseksi.

Opinnäytetyöprosessissa saavutettiin toimeksiantajan asettamat tavoitteet. Työhön on koottu materiaalitiedonsiirron ongelmakohdat ja niistä aiheutuvat jatko-ongelmat. Kartoitusosan jälkeen on esitetty toimenpiteet ongelmien korjaamiseen ja materiaalihallinnan ylläpitoon. Lisäksi työhön on koottu tulevaisuuden visioita mallin hyödyntämiseen tuotannossa. Lopussa on esitelty tämän työn pohjalta tehtävä jatkotutkimustarve koskien betonireseptejä.

Kartoituksessa ilmenneet ongelmakohdat ovat todellisia, ja saatu haastattelu-tieto on luotettavaa, sillä useilta haastateltavilta saatiin toisiaan tukevia kannanottoja koskien materiaalihallintaa. Haastattelujen jälkeen ongelmallisia työvaiheita kokeiltiin käytännössä, jolloin haastatteluissa ilmenneet tiedonsiirron haasteet konkretisoituivat. Toimenpiteet ovat myös realistisia ja niiden toteuttaminen käytännössä aloitetaan yrityksessä asteittain jo tämän vuoden puolel-

la. Korjaavien toimenpiteiden jälkeen on tärkeää ottaa välittömästi käyttöön kaikki ylläpitävät toimet, jotta materiaalihallinnan ylläpitoon ei jää niin sanottuja heikkoja lenkkejä, joiden kautta aiheutuisi nykyisen kaltaisia ongelmatilanteita.

Vaikeinta työssä oli ymmärtää ohjelmien toimintaperiaate ja kuinka tieto siirryy, tai on siirtymättä, ohjelmien välillä. Tavoitteena oli kasata työn alkuun tietopaketti, jonka jälkeen lukija ymmärtää perusteet mallintamisesta ja tiedonsiirrosta. Kartoitus- ja toimenpideohjeet on pyritty kirjoittamaan ymmärrettävällä tavalla. Tekstin joukkoon on lisätty myös useita havainnollistavia kuvia ja kaavioita. Kun työssä päästiin alkuun, oli hankala pysyä rajatun aiheen sisäpuolella. Tavoitteena oli kartoittaa nimenomaan muun kuin betonimateriaalihallinnan nykytila.

Tämä opinnäytetyö on yritetty rakentaa niin, että se kuvaisi mahdollisimman laajasti materiaalihallinnan ongelmakohdat toimenpidevaiheessa aiheeseen paneutuvalle työryhmälle. Työhön kerättyjen toimenpidevaihtoehtojen avulla ongelmien korjaamiseen on esitetty näkökulmia, minkä vuoksi korjaavan työn tekeminen nopeutuu. Työssä on esitelty myös jatkotutkimusaihe toimeksiantajalle koskien betonireseptejä. Työ toimii hyvänä ohjeena materiaalitietojen siirtäjälle. Asiasta tietämättömälle opinnäytetyö toimii tietoa antavana teoksena.

Tämän opinnäytetyön pohjalta on mahdollista laajentaa Parma Oy:n materiaalihallinnan tutkimista betoniresepteille. Se on tällä hetkellä vielä melko lailla selvittämätön kokonaisuus, jonka tilannekartoitus on varmasti ajankohtainen tulevaisuudessa. Yhdessä nämä kaksi aihetta käsittelisivät koko materiaalihallinnan, jonka toimiminen edellyttää kaikkien osa-alueiden mutkatonta toimimista.

LÄHTEET

Arnold, J. R. T., Chapman, S. N. & Clive, L. M. 2011. Introduction to Materials Management. 7. painos. Boston: Pearson.

Asiantuntijahaastattelut. 2015. Haastattelut 10.8.–6.10.2015. Kotka: Parma Oy, Kotsura Oy.

Building & Construction. Tekla. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/building-construction> [viitattu 18.9.2015].

DRUMBEAT collaborative development project is starting. DRUMBEAT. Saatavissa: <http://www.drumbeat.fi/index.htm> [viitattu 21.9.2015].

iNetto. (Yrityksen WWW-dokumentti.) Consolis. [viitattu 18.9.2015].

Kulusjärvi, H. 2012. Osa 6 Laadunvarmistus. COBIM. 27.3.2012. Saatavissa: https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_6_laadunvarmistus.pdf [viitattu 22.9.2015].

Laakko, T., Sukuvaara, A., Borgman, J., Simolin, T., Björkstrand, R., Konkola, M., Tuomi, J. & Kaikonen, H. 1998. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. 1. painos. Porvoo: WSOY - Kirjapainoyksikkö

News & events. DRUMBEAT. Saatavissa: <http://www.drumbeat.fi/news.htm> [viitattu 21.9.2015]

Mallintava suunnittelu. Elementtisuunnittelu. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/suunnitteluprosessi/mallintava-suunnittelu> [viitattu 21.9.2015].

Mitä on BIM? Tekla. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/building-construction/mita-bim> [viitattu 18.9.2015].

Henttinen, T. 2012. Osa 1 Yleiset vaatimukset. COBIM. 27.3.2012. Saatavissa: https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf [viitattu 22.9.2015].

Karppinen, A., Törrönen, A., Lennox, M., Peltomäki, M., Lehto, M., Maalahti, J., Sillfors-Utriainen, S., Kiviniemi, M. & Sulankivi, K. 2012. Osa 13 Tietomallien hyödyntäminen rakentamisessa. COBIM. 27.3.2012. Saatavissa: https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/YTV2012/ytv2012_osa_13_rakentaminen.pdf [viitattu 22.9.2015].

Standardit. buildingSMART. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/5> [viitattu 21.9.2015].

Tietomallinnus. RIL. Saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html> [viitattu 22.9.2015].

Tuhola, E. & Viitanen, K. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. 1. painos. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy

Tekla BIMsight 1.9 rakentamisen työnkulkua sujuvoittamaan. 2013. Tekla. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tietoa-teklasta/uutiset/tekla-bimsight-19-rakentamisen-ty%C3%B6nkulkua-sujuvoittamaan> [viitattu 18.9.2015].

Tekla Structures Engineering -yleissuunnittelun toiminnallisuudet. Tekla. Saatavissa: <http://www.tekla.com/fi/tekla-structures-engineering-%E2%80%93-yleissuunnittelun-toiminnallisuudet> [viitattu 18.9.2015].

Tersine, R. J. 1994. Principles of inventory and materials management. 4. painos. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Yleiset tietomallivaatimukset 2012. COBIM. 2012. Saatavissa: <http://www.buildingsmart.fi/8> [viitattu 22.9.2015].

KUVALUETTELO

- Kuva 1. Mallintaminen mahdollistaa tehokkaan ja täsmällisen hankkeen läpiviennin. Tekla. Saatavissa:
http://tekla.cachefly.net/cdn/farfuture/8bvdg0IxZ5LmRcLoy_2hitIHQhPO-ro1OHYZ0wHUsh1k/mtime:1399885008/sites/default/files/Finland/2013-12-bim-workflow.jpg [viitattu 22.9.2015].
- Kuva 2. Excel. Saila Janhunen. [viitattu 4.10.2015].
- Kuva 3. Teklan ohjelmistot yhdistävät kaikki rakennusprojektin osapuolet. Tekla. Saatavissa:
<http://tekla.cachefly.net/cdn/farfuture/r6tPZdyuZvNyLXL2GYHCA9ONywYHXdgEaoxFIQyFJxc/mtime:1386759779/sites/default/files/Finland/2013-12-openbim-illustration-12parties-fin.jpg> [viitattu 18.9.2015].
- Kuva 4. Tekla. Parma Oy. [viitattu 5.10.2015].
- Kuva 5. Kuvakaappaus. Tekla BIMsight. [viitattu 8.10.2015].
- Kuva 6. Kuvakaappaus. iNetto. [viitattu 29.9.2015].
- Kuva 7. Kuvakaappaus. dMan. [viitattu 29.9.2015].
- Kuva 8. Excel. Saila Janhunen. [viitattu 4.10.2015].
- Kuva 9. Kuvakaappaus. dMan. [viitattu 29.9.2015].
- Kuva 10. Excel. Saila Janhunen. [viitattu 4.10.2015].
- Kuva 11. Kuvakaappaus. iNetto. [viitattu 29.9.2015].
- Kuva 12. Excel. Saila Janhunen. [viitattu 2.10.2015].
- Kuva 13. Excel. Saila Janhunen. [viitattu 2.10.2015].

Kuvakaappaus: Materiaalien määrittäminen dManissa. (Kuvakaappaus. dMan. 29.9.2015)

DDB item	Label	Producing factory	Factory name	Code	Name	Unit
1	SK-1002			T:FBC833D5	MISCELLANEOUS D5 / Sähkö	m
1	SK-1002			T:0A15510C	Concrete-4305 C25/30	m3
1	SK-1002			T:3F039533	EB_NL Ø10 Undef	
2	SK-1001			T:0A15510C	Concrete-4305 C25	
2	SK-1001			T:FBC833D5	MISCELLANEOUS	
2	SK-1001			T:DBA1C253	EB_NL Ø12 Undef	
9	L-1003			T:AA5718A1	MISCELLANEOUS	
9	L-1003			T:871F2C57	REBAR Ø30 Undef	
9	L-1003			T:38282E40	UPN65-300 UPN6	
17	V-3012			T:432B25F6	Kulmalitin 32-R3/4	
18	V-3011			T:426B0DE4	HPM16P-300y D16	
24	V-2011			T:426B0DE4	HPM16P-300y D16	
27	HA-11			T:A8D2FE51	RST-kaukalo, H=1	
35	V-1002			T:C98929A1	RHS80*3-140 RHS	
35	V-1002			T:0A224DED	RHS70*4-220 RHS	

Material's details

Item: **1** Element label: **SK-1002** Producing factory:

Material: **Concrete-4305 C25/30**

Material code: **T:0A15510C**

Unit: **m3**

Define Material

Factory:

Id	Name
0	Factory is not set

Material group:

ID	Group name
270	Alihankitut palkki- ja TT-verkot (vakio)
290	Alihankitut tehdaskohtaiset valmiit raud
431	Aluslevyt ja mutterit
410	Ansaat
720	Asennustarvikkeet, polttoaineet, rahdit

Material:

Factory is not set. Common materials are used

Code	Name	Recipe unit	Stock unit
1007500	HARMAA BETONI SE C25/30 16 IT VAAKAVAL...	M3	M3
1007600	HARMAA BETONI SE C25/30 16 PATERI	M3	M3
1007550	HARMAA BETONI SE C25/30 16 VAAKAVALUT	M3	M3
1007650	HARMAA BETONI SE C25/30 16 VÄLISEINÄT	M3	M3
1202100	HARMAA VÄRIBETONI SE C25/30 HARMAA	M3	M3
1202102	HARMAA VÄRIBETONI SE C25/30 HARMAA T...	M3	M3
1202101	HARMAA VÄRIBETONI SE C25/30 HARMAA V...	M3	M3
1202050	HARMAA VÄRIBETONI SE C25/30 MUSTA	M3	M3
1202052	HARMAA VÄRIBETONI SE C25/30 MUSTA TU...	M3	M3

Search from materials: