



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

## **Raudoitushankkeen hallintasovelluksen asiakaslähtöinen kehittäminen**

Mikael Diakhate

Opinnäytetyö  
2017  
Tekniikan YAMK  
Teknologiaosaamisen johtaminen



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto, Teknologiaosaamisen johtaminen

MIKAEL DIAKHATE:

Raudoitushankkeen hallintasovelluksen asiakaslähtöinen kehittäminen

Opinnäytetyö 124 sivua, joista liitteitä 28 sivua

Joulukuu 2017

---

Celsa Steel Service Oy toimii osana Celsa Groupia, joka on Euroopan suurin betoniterästen valmistaja ja toimittaja. Asiakkaina ovat rakennusteollisuuden eri osapuolet.

Raudoitettu betoni on rakennusten yleisin runkomateriaali. Perinteisesti betoniterästen tilaaminen ja hankkeen aikainen yhteydenpito on hoidettu sähköpostin tai puhelimen välityksellä. Hankehallintamenetelmien ongelmat ilmenevät yleisemmin tiedon hallinnassa, tilausten seurannassa ja hankkeen jälkilaskennassa. Tämä opinnäytetyö pyrkii näiden hankkeen aikaisten haasteiden ratkaisemiseen. Työ muodostuu kolmesta osatavoitteesta, ja niihin kuuluva tutkimus- ja kehitystyö toteutettiin Celsa Nordic ja Celsa Group tasolla.

Ensimmäinen osatavoite oli selvittää tuottaako digitalisaatio lisäarvoa asiakkaalle raudoitushankkeen läpiviennissä. Asiakashaastattelujen ja sisäisten työpajojen kautta selvitettiin raudoitushankkeen hallinnan eri ongelmakohdat. Kehittämistä vaativat osatavoitteet järjestettiin asiakassegmentteihin ja pisteytettiin asiakkaiden näkemysten perusteella. Lopputulosta hyödyntäen tutkittiin voidaanko perinteisillä projektihallintatyökaluilla kattaa asiakkaiden vaatimukset.

Toinen osatavoite oli tutkia millä digitoitutyökaluilla voidaan vastata asiakkaiden tarpeisiin. Tarkastelun lähtökohdaksi otettiin Celsan sisäiseen käyttöön kehitetty projektihallintasovellus QR ja tutkittiin soveltuuko ohjelmisto asiakkaiden käyttöön. Ohjelmiston teknologiaratkaisuja ja kehitysmahdollisuuksia tarkasteltiin sekä verrattiin niitä työn aikana määriteltyjen uusien ominaisuuksien teknologiavaatimuksiin.

Todettiin, että raudoitushankkeen hallintasovelluksen asiakaslähtöinen kehittäminen vaatii uusien teknologiaratkaisujen käyttöönottoa, jotta halutut toiminnallisuudet voidaan rakentaa kestäväälle pohjalle. Markkinoilta ei löytynyt valmiita ohjelmistoratkaisuja, joten todettiin tarve kehittää tarpeita palveleva ohjelmisto.

Työn viimeisessä osassa tavoitteena oli luoda edellytykset uuden ohjelmiston teknisen kehitystyön käynnistämiseksi. Rakennettiin ohjelmiston rautalankamalli, joka sisälsi halutut toiminnallisuudet ja teknologiamääritykset. Painopisteenä olivat ohjelmiston asiakaslähtöisyys, käyttäjäkokemus sekä brändäyskelpoisuus. Työvaiheen lopussa tehtiin investointipäätös, valittiin teknisestä toteutuksesta vastaava ohjelmistotalo ja määriteltiin ohjelmistokehitystyön projektihallintaryhmä ja -menetelmät.

Kehityshankkeelle asetetut tavoitteet voidaan kirjata toteutuneiksi. Raudoitushankkeen hallintasovelluksen tekninen kehitystyö on työn kirjoittamisen hetkellä käynnissä.

---

Asiasanat: raudoitushanke, betoniteräs, betoniraudoite, projektihallintasovellus, digitalisaatio, tuotetiedonhallinta, BIM, tuotekehitys

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Strategic Leadership of Technology-based Business

MIKAEL DIAKHATE:

Development of a customer oriented project management software for the steel reinforcement industry

Master's thesis 124 pages, appendices 28 pages

December 2017

---

Celsa Steel Service Oy is part of the Celsa Group, which is Europe's biggest manufacturer and supplier of reinforcement steel for the construction industry. Reinforced concrete is the most commonly used framework material for buildings.

Traditionally the placing of orders and communication during a reinforcement project has been conducted by phone or by e-mails. Common challenges with existing project management practices have been related to information processing, statuses of the pending orders and invoicing of deliveries.

The purpose of this Master's Thesis was to develop a digital solution to facilitate the management of reinforcement projects. The work is comprised of three phases with different objectives and the research and development results have been achieved in cooperation with Celsa Nordic and Celsa Group.

The first objective was to investigate if digitalization can bring some added value to the reinforcement process. The challenges related to projects were mapped during studies and workshops and suggestions for improvements were evaluated. Results were further used to see if improvements could be satisfied by traditional project management tools.

The second objective was to investigate which digital tools could cover the needs of customers in reinforcement projects. Celsa's existing reinforcement management Software QR and its adaptability for customer use was also evaluated. The technological structure and development potential of QR was taken into scrutiny and compared to the requirements brought up by customers. It was concluded, that a customer oriented project management Software required the use of technological solutions that were not possible to implement in QR. As the market did not offer software solutions covering the targeted use, the project team saw the need for a new project management software. The software should be built on a technology enabling the development of the mapped functionalities, as well as enabling the implementation of future requirements.

In the last phase of the project the team built the wireframe for the software with the desired functionalities and technology specifications. An emphasis was also put on branding and the proposed business model. After the investment decision, the software company responsible for the development work was chosen and the core management team and practices were assigned.

The objectives for this thesis were all completed and the technical development work of the customer oriented project management software is ongoing at the time of writing.

---

Key words: reinforcement, rebar, project management software, digitalization, BIM, product data management, new product development

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Taustatietoa kohdeyrityksestä.....	7
1.1.1	Celsa Steel Service Oy.....	7
1.1.2	Suomen toiminta-alueet ja yksiköt.....	8
1.1.3	Tuotteet ja laatu.....	8
1.1.4	Palvelut.....	12
1.1.5	Asiakkaat.....	14
1.1.6	Markkinaosuus ja liikevaihto.....	14
1.1.7	Kilpailijat.....	15
1.1.8	Yhteenvedo.....	16
1.2	Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet.....	17
1.2.1	Työn rakenne.....	20
1.2.2	Työn rajaukset.....	21
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	22
2	LIKETOIMINTAYMPÄRISTÖ.....	25
2.1	Betoniterästeollisuus.....	25
2.1.1	Teräsbetonin historia.....	25
2.1.2	Betoniteräksen valmistusprosessi ja ominaisuudet.....	27
2.1.3	Teräsbetonin toimintaperiaate.....	29
2.1.4	Betoniteräksen kilpailijat.....	30
2.1.5	Betoniterästeollisuuden tulevaisuus.....	32
2.2	Rakennushanke.....	36
2.2.1	Hankkeen vaiheet.....	36
2.2.2	Rakennushankkeen osapuolet ja niiden tehtävät.....	38
2.2.3	Tiedonhallinta ja digitalisointi.....	41
2.3	Raudoitushanke.....	45
2.3.1	Hankkeiden koko ja erikoispiirteet Suomessa.....	45
2.3.2	Osapuolet ja urakkamuodot.....	47
2.3.3	Hankkeen läpiviennin eri vaiheet.....	48
2.3.4	Tiedonkulku ja sen muoto.....	50
2.3.5	Lisäarvoa tuottavien palveluiden merkitys.....	51
3	KEHITYSTYÖN TEOREETTISET RAAMIT.....	53
3.1	Tuotetiedon hallinta.....	53
3.1.1	Tiedonhallinnan osa-alueet.....	55
3.1.2	Prosessihallinnan eri osa-alueet.....	58
3.1.3	Tietomallintaminen ja tuotetiedonhallinta.....	62

3.2	Digitaalisten tuotteiden ja palveluiden suunnittelu.....	63
3.2.1	Tutkimusvaiheen sisältö.....	64
3.2.2	Liiketoiminnan ymmärtäminen.....	64
3.2.3	Käyttäjätutkimuksen suunnittelu.....	65
3.2.4	Potentiaalisten asiakkaiden ja käyttäjien ymmärtäminen .....	66
3.2.5	Kerätyn aineiston analysointi.....	67
3.2.6	Kehitettävien tuotteiden vaatimusten määrittely.....	68
3.2.7	Käyttäjä- ja toimialueanalyysi.....	69
3.2.8	Ohjelmiston rungon ja ratkaisujen kehittäminen .....	70
3.2.9	Ohjelmiston tarkennettu suunnittelu .....	71
3.2.10	Ohjelmointityön tukeminen .....	73
4	NYKYTILA: RAUDOITUSHANKKEEN HALLINTASOVELLUS QR.....	74
4.1	Tausta.....	74
4.1.1	Käyttötarkoitus.....	75
4.1.2	Ohjelmistotalo.....	75
4.1.3	Toiminnallisuudet .....	76
4.2	Alusta ja rakenne .....	79
4.3	Käyttäjät.....	80
4.3.1	Celsan Sisäiset käyttäjät.....	80
4.3.2	Ulkopuoliset käyttäjät .....	81
4.4	Ohjelmiston vahvuudet .....	82
4.5	Ohjelmiston haasteet.....	82
4.6	Tulevaisuuden näkymät .....	83
5	HALLINTASOVELLUKSEN ASIAKASLÄHTÖINEN KEHITTÄMINEN .....	84
5.1	Tavoitteet ja tarveselvitys .....	84
5.2	Hankeosapuolet ja roolit .....	85
5.3	Asiakastarpeet digitaalisella sektorilla.....	87
5.3.1	Asiakkaiden valmiudet.....	90
5.4	Ohjelmiston suunnittelu.....	91
5.4.1	Asiakashaastattelut ja konseptin validointi .....	91
5.4.2	Käyttöliittymän ja Työkalujen suunnittelu.....	96
5.4.3	Ohjelmiston nimi ja Brändäys.....	98
5.4.4	Teknologiaratkaisut.....	100
5.5	Investointipäätös .....	103
5.5.1	Ohjelmistotalojen kilpailutus .....	106
5.6	Ohjelmistokehitys .....	107
5.6.1	Hankkeen osapuolet ja aikalaulu.....	107
5.6.2	Projektihallinnan menetelmät .....	107
5.6.3	Teknisen kehitystyön käynnistäminen .....	109

6	POHDINTA.....	110
6.1	Tulokset .....	110
6.2	Onnistumiset .....	117
6.3	Epäonnistumiset.....	118
6.4	Valitun työ- ja tutkimusmenetelmän analysointi .....	118
6.5	Päätelmät.....	119
6.6	Jatkotutkimukset .....	121
	LÄHTEET.....	123
	KUVAT.....	124
	LIITTEET .....	127
	Liite 1. Betoniraudoitteiden taivutustyyppit.....	127
	Liite 2. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Uuden hankkeen luominen.....	128
	Liite 3. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Valmistustietojen määrittäminen.....	130
	Liite 4. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Tilaukset ja laskutus .....	132
	Liite 5. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Hankeaikataulu.....	132
	Liite 6. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Alkunäkymä .....	133
	Liite 7. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Projektinäkymä.....	134
	Liite 8. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Hankkeen osat .....	135
	Liite 9. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Tilauksen luominen .....	136
	Liite 10. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Tiedostojen lisääminen.....	139
	Liite 11. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ Yhteydenpito .....	140
	Liite 12. Ogun_Ohjelmiston rautalankamalli_ hakutoiminto.....	141
	Liite 13. Ogun_Business Model Canvas. (poistettu).....	143
	Liite 14. Ogun. Value Proposition Canvas_Tilaaaja. (poistettu) .....	143
	Liite 15. Value Proposition Canvas_ Rakennesuunnittelija. (poistettu) .....	143
	Liite 16. Value Proposition Canvas_ Keskushankinta. (poistettu).....	143
	Liite 17. Value Proposition Canvas_ Hallinto. (poistettu) .....	143
	Liite 18. Value Proposition Canvas_ Vastaava työnjohtaja. (poistettu).....	143
	Liite 19. Value Proposition Canvas_ Laatuvaistaava. (poistettu) .....	143
	Liite 20. Value Proposition Canvas_ Raudoitelistaaja. (poistettu) .....	143
	Liite 21. Value Proposition Canvas_ Työmaan hankinta. (poistettu) .....	143
	Liite 22. Value Proposition Canvas_ Asennusyritys. (poistettu) .....	143
	Liite 23. Value Proposition Canvas_ Raudoitetoimittaja. (poistettu) .....	143
	Liite 24. Customer Empathy Map_ Rakennesuunnittelija. (poistettu).....	143
	Liite 25. Customer Empathy Map_ Keskushankinta. (poistettu) .....	143
	Liite 26. Customer Empathy Map_ Vastaava työnjohtaja. (poistettu).....	143
	Liite 27. Customer Empathy Map_ Laatuvaistaava. (poistettu).....	143
	Liite 28. Customer Empathy Map_ Raudoitelistaus. (poistettu) .....	143
	Liite 29. Customer Empathy Map_ Työmaan hankinta. (poistettu).....	143

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustatietoa kohdeyrityksestä

### 1.1.1 Celsa Steel Service Oy

Celsa Steel Service Oy on osa Celsa Groupia, joka on Euroopan johtava betoniterästen valmistaja ja jatkojalostaja. Celsa Group koostuu kahdeksasta liiketoimintayksiköstä, jonka palveluksessa on yli kahdeksan tuhatta työntekijää. Pääkonttori sijaitsee Barcelonassa.

Suomen osasto on osa Celsa Nordic liiketoimintayksikköä, johon Suomen lisäksi kuuluvat Ruotsi, Norja ja Tanska. Celsa Steel Service Oy:n juuret ulottuvat 1800-luvulle, ja viimeisin omistajavaihdos tapahtui vuonna 2006, kun Celsa Group osti Fundian betoniteräслиiketoiminnan Rautaruukilta. Seuraavana vuonna nimi vaihtui Celsa Steel Service Oy:ksi.



Kuva 1. Celsa Groupin toiminta-alueet

### 1.1.2 Suomen toiminta-alueet ja yksiköt

Celsa Steel Service Oy:llä on Suomessa 142 työntekijää kolmella paikkakunnalla [6] ja yritys toimittaa betoniteräksiä ja niistä jalostettuja tuotteita koko Suomen alueelle. Toimipisteet sijaitsevat Åmineforsissa, Espoossa ja Pälkäneellä.

Åmineforsissa sijaitsee yrityksen pääkonttori ja satama. Tehtaalla on myös betoniterästen myyntiä ja jatkojalostusta. Celsan Norjan valssamolta meriteitse toimitettu betoniteräs saapuu noin 4000 tonnin erissä Åmineforssiin, josta osa ajetaan Espoon ja Pälkäneen tehtaille.

Espoossa Celsan tehdas sijaitsee Juvanmalmilla kehä kolmosen varrella. Espoon tehdas toimittaa suoria betoniterästankoja, määrämittaan leikattuja ja taivutettuja teräksiä sekä hitsattuja teräselementtejä.

Pälkäneen verkkotehdas on Celsan viimeisin hankinta Suomessa. Hankinta tapahtui vuonna 2013, kun Tammet Oy myi raudoitusverkkoliiketoiminnan sekä tehdaskiinteistön Celsa Steel Servicelle [1].

### 1.1.3 Tuotteet ja laatu

Celsa Nordic mainostaa tuotetun betoniteräksensä olevan Euroopan ympäristöystävällisintä. Teräs tuotetaan Norjan valssamolla vesivoimalla ja ISO 14025 standardin mukaisessa ympäristöselosteessa kirjataan hiilidioksidipäästöjen olevan Suomeen toimitettuna 405 kg CO<sub>2</sub> ekv. terästonnia kohden [2].

Ao Celsa Oy:n terästuotteitten laadun varmentajana toimii Suomessa Inspecta Sertifiointi Oy [2]:

- SFS 1268 (B500B)
- SFS 1216 (A700HW)
- SFS 1267 (Raudoitteet)
- SFS 1269 (B500C1)
- SFS 1257 (B500K)
- SFS 1259 (B600KX)



Celsa Steel Service Oy:n tuotevalikoimaan kuuluu betonirakentamisessa käytetyt raudoitteet sekä oheistuotteet. Tämän kehitystyön kannalta tärkeimmät tuoteryhmät ovat:

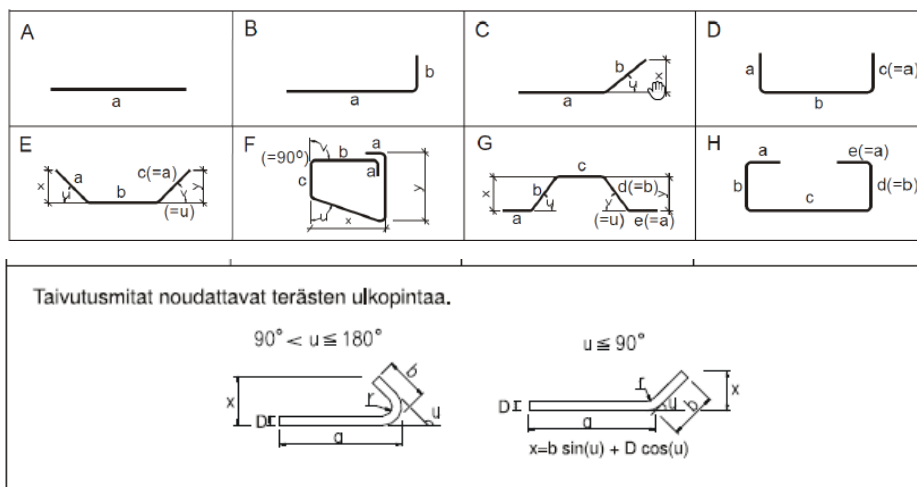
**Betoniterästangot.** Nämä B500B SFS 1268 laadultaan olevat betoniterästangot toimitetaan varastopituuksina tai määrämittaan leikattuina. Tuoteperheen muita tankoja ovat A700HW harjatangot ja S235J2+N SFS-EN 10025 pyöröteräkset. Alapuolelle on kuvattu harjatankojen B500B varastopituudet ja taakkapainot [3].

Halkaisija	6 m	6 m	12 m	16 m	18 m
	kpl	kg	kg	kg	kg
6	75 x 10	10 x 100	1000		
8	42 x 10	10 x 100	3 x 1000		
10	27 x 10	10 x 100	3 x 1000		
12	19 x 10	10 x 100	3 x 1000		
16		n. 1000	3 x 1000	2500	2500
20		n. 1000	3 x 1000	2500	2500
25			2000	2500	2500
32			2000	2500	2500

Kuva2. Harjatankojen B500B varastopituudet ja taakkapainot

**Raudoitteet.** Nämä ovat määrämittoihin leikattuja ja taivutettuja betoniteräksiä, joita käyttämällä vähennetään teräshukkaa ja tehostetaan työmaalla tapahtuvaa raudoitustyötä. Raudoitteet ovat SFS 1267 standardin mukaiset.

### Raudoitteiden taivutustyytit (vrt. SFS 1267 Liite A)



Liite 1. Osa Celsa Steel Service Oy:n käyttämistä betoniraudoitteiden taivutustyypeistä

**Raudoitusverkot.** Raudoitusverkkovalikoima kattaa markkinoilla olevat varastotyypit B500K SFS1257, B600KX SFS1259 sekä sideverkot B500S SFS1258 teräksestä.

**Erikoisverkot.** Verkkoja voidaan taivutettuina käyttää muun muassa laattojen reunoilla, eri rakenteiden liitoskohdissa ja palkkien raudoituksessa.



Kuva 3. Taivutettu erikoisverkko. Laatan reunahakakori nopeuttaa asennustyötä

**Bamtec- mattoraudoite.** Matto koostuu yhdensuuntaisista teräksistä, jotka on hitsattu sinkkipantoihin ja pakattu rullaan. Mattorulla avataan työmaalla oikealla paikalla rakenteessa, jolloin betoniterästen asentamisnopeutta voidaan moninkertaistaa perinteisiin menetelmiin nähden. Käsinsitomalla asennusteho on noin 150 kg/Rm/tth ja Bamtec:lla kohteesta riippuen 400 - 1000 kg/Rm/tth [4].



Kuva 4. Bamtec mattoraudoitteen asennustyö

**Raudoitekomponentit.** Käsinshitatut raudoitekomponentit kuuluvat myös Celsan tuotevalikoimaan. Näiden tarkoituksena on parantaa työturvallisuutta sekä helpottaa ja nopeuttaa työmaalla tapahtuvaa asennustyötä. Esimerkkejä ovat esivalmistetut palkki-, pilari- ja paaluanturaraudoitteet.

**Lentton-muhvijatkos.** Perinteisesti betoniteräksiä jatketaan limityksillä. Limittyvällä osalla, eli jatkospituudella, varmistetaan teräksen vetolujuuden siirtymisen betoniteräkseltä toiselle betonin kautta. Lentton-muhvijatkos on betoniteräksen päähän esiasennettava liitoskappale, johon seuraava teräs liitetään kiertämällä. Lenttoneita käytetään paikoissa, joissa vaadittua jatkospituutta ei saavuteta perinteisellä limityksellä ja vaativissa kohteissa, joissa limijatkoksia halutaan välttää työtekniikan takia. Lenttonmuhveilla saavutetaan sadan prosentin liitoslujuus jatkettaessa 12-32 mm B500B betoniteräksiä [5].



Kuva 5. Lentton-muhvijatkos

**UFO-lävistysvahvike.** Pilarilaattarakenteissa laatan rasiitetuin kohta on jatkuvalla rakenteella pilarin vieressä, jossa taivutusmomentti ja leikkausvoima ovat maksimissaan. UFO-vahvike valetaan laatan sisälle pilarin yläpuolelle, ja sillä saavutetaan hoikilla rakenteilla suurempi lävistyskestävyys kuin lävistysraudoitteilla. Tämä mahdollistaa hoikempien rakenteiden käytön.

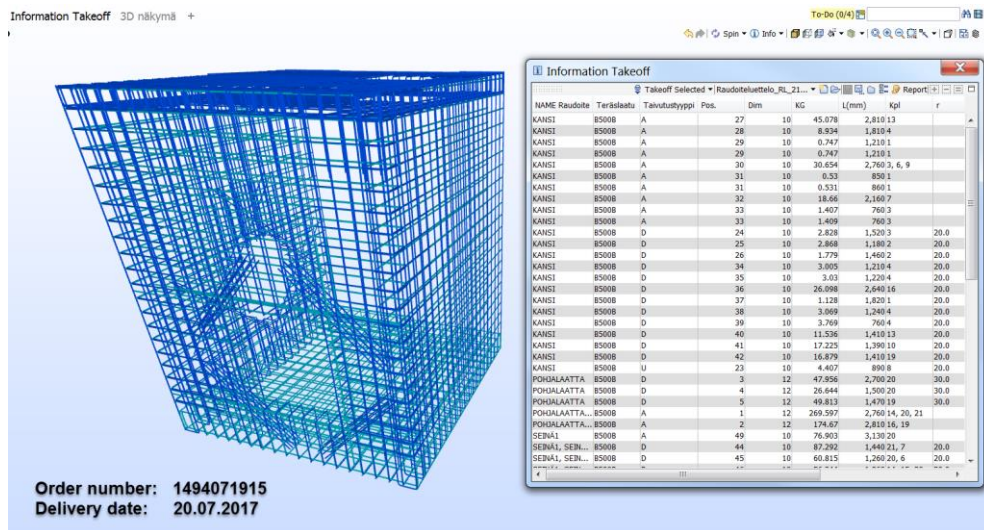


Kuva 6. UFO-lävistysvahvike

**Raudoitustyön oheistuotteet.** Tuotelinjaan kuuluvat teräsbetonirakentamisessa käytetyt tarvikkeet kuten tukipukit, sidelangat, työsaumaraudoitteet ja muovivälikkeet.



ja vähentää mahdollisia tulkintavirheitä. Rakennustyömaat tilaavat teräkset suoraan tietomallista ja hyödyntävät mallia tuotannosuunnittelussa.

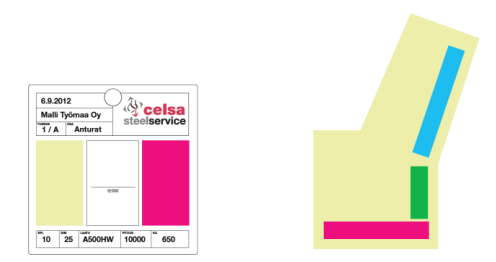


Kuva 8. Betoniterästen valmistustiedot siirtyvät mallista tuotantoon.

**Betoniterästen muuntosuunnittelu.** Tämä palvelu koskee ensisijaisesti asuinkerrostalokohteita eli ns. märkäholveja. Paikalla valettujen laattojen irtoteräkset on mahdollista suunnitella Celsan raudoitekomponenteilla, mikä selkeyttää ja nopeuttaa asentamista ja parantaa työturvallisuutta. Muuntosuunnittelua hyödyntäen perinteisen kerrostalon runkovaiheen kerrosnopeutta on pystytty lyhentämään 1-3 työpäivällä.

Muuntosuunnittelussa käytettävät tuotteet ovat laattojen alapintaan tulevat Bamtec-mattoraidoitteet, laattojen reunoihin tulevat hakakorit sekä laattojen yläpintaan ja seinien kohdalle asennettavat kaistaraidoitteet tai Bamtec mattoraidoitteet.

**Teräsnippujen värikoodaus.** Teräsnipuissa oleviin tunnistelappuihin voidaan lisätä värejä helpottamaan terästen sijainnin osoittamista rakennuksessa. Palvelulla vähennetään terästen etsimiseen ja siirtämiseen kuluva tuottamatonta työtä. Nippulapun vasemmalla puolella oleva väri voi esimerkiksi viitata rakennuksen kerrokseen ja oikealla puolella oleva väri voi sisältää kerroksen aluetiedot.



Kuva 9. Värikoodauksen hyödyntäminen betoniteräsnippujen tunnistelappuissa

### **1.1.5 Asiakkaat**

Celsa Steel Servicen asiakkaat jakautuvat neljään segmenttiin. Rakennusliikkeet kuuluvat yhteen segmenttiin. Celsan tuotantokapasiteetti mahdollistaa isojen rakennusliikkeiden palvelemisen. Rakennuskohteina näillä yrityksillä on talo-, toimisto-, liiketila- sekä infrakohteet. Ominaista näille on betoniterästen lyhyt toimitusaika ja toimitusvirheiden kertaantuvat kustannusvaikutukset.

Yksi asiakassegmentti on elementtitehtaat. Elementtitehtaat esivalmistavat teräsbetonirakenteita rakennusteollisuudelle ja hankkivat teräskomponentit Celsalta. Menekin kannalta verkot ovat suurin tuoteryhmä. Ominaista elementtitehtaiden toiminnalle on samanlaisina toistuvat, pitkälle aikavälille jaotellut suuret tilaukset.

Jälleenmyyjät muodostavat oman segmenttinsä. Vähittäistavarakauppiat ostavat Celsan tuotteita jälleenmyyntitarkoituksessa. Jälleenmyyjien asiakkaita ovat pienemmät rakennusliikkeet sekä kertaluontoiset rakentajat. Ominaista vähittäistavarakauppiaiden kanssa toimimiseen ovat monimuotoiset sopimus-, toimitus-, ja maksuehdot.

Neljäs asiakassegmentti on betoniterästen asennusyrietykset. Yrietykset tarjoavat rakennusliikkeille asennuspalvelua yksikköhintaurakkana, joka sisältää materiaalin ja asennuksen. Asennusyrietykset hankkivat raudoitteet Celsalta, ja ominaista näille hankkeille ovat tavanomaisesta poikkeavat aikataulupaineet.

### **1.1.6 Markkinaosuus ja liikevaihto**

Suomessa käytettiin vuonna 2016 noin 160.000 tn betoniterästankoja ja tästä määrästä Celsa Steel Service Oy toimitti noin 110.000 tn. Celsa Steel Service Oy:n liikevaihto oli tällöin 73.900.000 euroa ja liiketoiminnan tulos 2.666.000 euroa [6], joka vastasi 3,6 prosentin liikevoittoa.

Liikevoittoprosentin perusteella on pääteltävissä, että Celsa Steel Service Oy:n tulos on riippuvainen myydystä betoniteräsvolyymistä ja sisäisen toiminnan tehokkuudesta. Tästä syystä yrityksen strategiaan kuuluu riittävän markkinaosuuden ylläpitäminen ja betoniteräksen tehokas tuotantoprosessi.

### 1.1.7 Kilpailijat

Celsa Steel Service Oy:n kilpailijat Suomessa ovat HTM yhtiöt Oy, Oy Flinkenberg Ab sekä Neliraudoitus.

HTM yhtiöt Oy on vuonna 1981 perustettu perheyhtiö, jonka kolme toimialaa ovat HTM Paalut, HTM raudotteet ja HTM Metals [7]. Näistä toimialoista HTM raudotteet kilpailevat Celsa Steel Service Oy:n tuoteperehden kanssa. Lisäarvoa tuottavien palveluiden osalta HTM tarjoaa betoniterästen listausta piirustuksista [7]. HTM yhtiöiden kokonaisliikevaihto vuonna 2016 oli 49.005.000 euroa, josta liikevoittoa oli 2.685.000 euroa (5,4%) [8].

Oy Flinkenberg Ab on vuonna 1921 perustettu yritys, joka toimii teollisuuden, kaupan ja julkishallinnon puolella. Flinkenbergillä on neljä toimialaa, jotka ovat Flinkenberg Steel, Energy, Chemicals ja Components [9]. Näistä toimialueista Flinkenberg Steelin betoniteräsyksikkö on Celsa Steel Service Oy:n kilpailija. Palveluiden osalta Flinkenberg tarjoaa betoniterästen listauspalvelua. Oy Flinkenberg Ab:n kokonaisliikevaihto vuonna 2016 oli 37.694.000 euroa ja liikevoitto 649.000 euroa (1,7%) [10].

Celsa Steel Service Oy:n kolmantena Suomeen rekisteröityneenä kilpailijana voidaan mainita Neliraudoitus Oy. Muista kilpailijoista poiketen Neliraudoitus Oy:llä on myös oma asennuspalvelu, ja yritys tarjoaa materiaalin, listaustyön ja asennuksen yhtenä ratkaisuna. Yhtiö on perustettu vuonna 1991 [11] ja sen liikevaihto vuonna 2016 oli 3.651.000 Euroa. Liikevoittoa oli 13,7 prosenttia liikevaihdosta (499.000 Euroa) [12].

Suomeen rekisteröityneiden yritysten lisäksi kilpailutilanteeseen vaikuttavat ulkomaiset toimijat, jotka tuovat betoniteräksiä kotimaisille markkinoille. Isoimmat kilpailijat ovat viimeiset vuodet olleet Venäjältä käsin toimiva Severstal ja Virossa pääkonttoria pitävän BLRT Groupin tytäryhtiö Elme Metall [13]. Ominaista ulkomailta tulevalle betoniteräkselle on matala jalostusaste ja alhainen hinta. Tämän johdosta ulkomaiset yritykset ovat olleet kilpailukykyisiä varsinkin varastoteräksen tuoteryhmässä.

### 1.1.8 Yhteenveto

Edellisten lukujen tarkoitus on ollut rakentaa kuva Celsan asemasta betoniteräksen markkinoilla. Opinnäytetyön kannalta keskeisimmät johtopäätökset on esitetty alapuolella.

- Celsa Steel Service Oy on osa isompaa Celsa Groupia, joka on Euroopan johtava betoniterästen valmistaja ja jatkojalostaja.
- Celsalla on Suomessa vahva markkinajohtajan asema. Suomessa toimivien, yksittäisten kilpailijayritysten kokonaisliikevaihto on parhaimmillaan noin puolet Celsa Steel Service Oy:n liikevaihdosta.
- Ulkomailta tuotu betonirauchoite on halvempaa kuin Suomessa tuotettu. Jalostusaste on kuitenkin niillä matala ja lisäarvoa tuottavat palvelut eivät ole lyöneet läpi suomalaisilla markkinoilla.
- Celsa Steel Servicellä on kotimaisten markkinoiden laajin tuote- ja palveluvalikoima.
- Liiketoiminnan tulos on vahvasti riippuvainen betoniteräksen myyntivolyymista. Pieni volyyymi ei olisi kannattava tuloksen jäädessä alhaiseksi. Riittävä osuus betoniteräsmarkkinoista on tästä syystä varmistettava ja liikevoittoprosentin kasvattaminen antaisi puskuria markkinatilanteiden vaihteluille.
- Pitääkseen betoniteräksen myyntivolyymin korkealla tasolla, Celsa Steel Servicen tulee tuotteillaan tarjota asiakkailleen lisäarvoa, joka ylittää kilpailijoiden vahvuudet. Lisäarvon voi määritellä olevan yhtä kuin palvelun hyöty asiakkaalle.



## 1.2 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

Digitalisoituvassa maailmassa asiakkaat ovat tottuneet vaatimaan yhä enemmän palveluntarjoajilta. Myynnissä olevien tuotteiden ympärille rakennetaan lisäarvoa tuottavia palveluita, joiden tarkoitus on edesauttaa tilaajan tavoitteiden toteutumista.

Celsa on asiakkaidensa tarpeisiin vastaten kehittänyt tuotteita ja palveluita, joiden tarkoitus on ollut luoda lisäarvoa rakennusteollisuuden toimijoiden hankehallinnassa. Projektihallinnan pääosa-alueet ovat aikataulu, kustannukset ja laatu. Celsan tarjoamia tuotteita ja palveluita kyseisillä osa-alueilla on lueteltu alapuolelle:

### Kustannukset ja aikataulu

Betoniraudoitteen hinta Suomessa on työvoima- ja raaka-ainekustannusten vuoksi korkeampi kuin ulkomailta tulevan teräksen. Celsa pystyy kilpailemaan edullisemmän ulkomaisen raudoitteen kanssa tarjoamalla tuotteita ja palveluita, joilla asiakas voi alentaa työvoimakustannuksia omassa toiminnassaan.

- raudoitustyön asennuskustannuksia alentavat hitsatut betoniteräselementit, muotoonsa leikatut ja taivutetut teräkset sekä Bamtec-mattoraidoitteet. Pidemmälle jalostettujen tuotteiden käytöllä on myös suora positiivinen vaikutus rakennushankkeen kokonaisaikatauluun.
- Palveluiden osalta työvoimakustannuksia aikasäästöjen kautta alentavat raudoitelistaus, raudoitteiden muuntosuunnittelu ja raudoitenippujen värikoodauspalvelut.

### Laatu

Betoniraidoitteet jäävät betonirakenteiden sisälle ja laatuvaatimukset koskevat lähinnä teräksen materiaaliominaisuuksia ja raudoitteiden mittapoikkeamia. Celsa Steel Servicellä on käytössä ISO 9001 standardi, ja yritys noudattaa Suomen Standardisoimisliiton SFS 1267 betoniraidoitteita koskevaa standardia. Esimerkiksi mittapoikkeamien suhteen Celsa noudattaa SFS 1267 standardin erikoisluokka E arvoja, jotka ovat normaalivaatimuksia tiukempia. Edellä mainittujen standardien lisäksi Celsalla on myös betoniterästen tuotekohtaiset sertifikaatit.

Laadun ja laadunvarmistuksen osalta lisäarvoa on haettu myös tietomallipohjaisen suunnittelusta, joka vähentää betoniterästen suunnittelu- ja tuotantovirheitä. Rakentamisvaiheessa asiakas voi myös hyödyntää tietomalleja määrälaskennassa ja työnsuunnittelussa.

Kaikkien yllä esitettyjen tuotteiden ja palveluiden hallinnassa hyödynnetään QR nimistä ohjelmistoa. Tämä ohjelmisto on kehitetty Celsan sisäiseen käyttöön ja on raudoitushankkeita hoitavien insinöörien tärkein työkalu.

Yritystoiminnan jatkuvan parantamisen nimissä on myös käyty keskustelua uusien, lisäarvoa tuottavien palveluiden kehittämisestä. Keskustelua on viety eteenpäin muun muassa tutkimalla perinteisen raudoitushankkeen keskeisimpiä haasteita, joista painoarvoltaan selvästi suurimmaksi on tunnistettu Celsan ja asiakkaan välinen, hankkeen aikana tapahtuva tiedonhallinta ja jakaminen. Nämä puutteet ovat myös toimineet tämän kehitystyön käynnistäjinä.

Hankkeen aikainen kommunikointi on Celsan ja asiakkaiden välillä perinteisesti tapahtunut sähköpostin, puhelimen tai faxin välityksellä, mikä on tuottanut haasteita tiedon hallinnan ja jakamisen osalta. Käytännön esimerkkejä kommunikointiin liittyvistä haasteista ovat olleet:

- Asiakas soittaa Celsan projekti-insinöörille ja pyytää tiedot seuraavan raudoitetoimituksen ajankohdasta ja sisällöstä. Tämä on yleisin syy projektinaikaiselle yhteydenotolle. Selvittely vie sekä asiakkaan että Celsan työaikaa ja tieto jää puhelun tai sähköpostin varaan. Tietojen selvittäminen ja jakaminen kestää yleensä 5-20 minuuttia.
- Asiakas soittaa ja haluaa muuttaa toimituksen sisältöä tai päivämäärää. Tämä pyyntö vaatii tilauksessa olevien terästen tuotantostatusten selvittämistä ja tehtaan kapasiteetin varmistamista. Pyyntö selvittäminen ja tiedon jakaminen voi kestää 10 minuuttia tai tunnin.
- Asiakas soittaa tai lähettää sähköpostia ja haluaa tilata betoniteräksiä. Tilauksen käsittely vaatii terästen laatu- ja valmistustietojen varmistamista. Teräkset valmistetaan noudattaen SFS 1267 standardin taivutustyyppiluetteloa, joka ottaa

muun muassa kantaa terästen osamittojen, taivutuskulmien ja säteiden laskentatapaan. Tilauksen käsittely viivästyy jos asiakkaan raudoiteluettelo ei ole yhdenmukainen standardin kanssa tai jos valmistustiedot sisältävän luettelon tallennusmuoto ei ole yhteensopiva Celsan järjestelmien kanssa. Esimerkiksi PDF-formaatissa oleva raudoiteluettelo vaatii manuaalisen syötön hankehallintaohjelmistoon. Luettelossa voi olla tuhansia syötettäviä arvoja, joiden kirjaaminen järjestelmään voi viedä useita tunteja.

- Asiakas on lähettänyt raudoituspiirustuksia sähköpostitse Celsalle. Viestissä on ainoastaan lähettäjän ja yrityksen nimi, jolloin piirustuksia ei voi kohdistaa oikealle projektille. Celsa Steel Servicellä on vuositasolla noin 500 hanketta, ja tässä tapauksessa tilauksen käsittely tulee viivästymään sen ajan, että projektitiedot selvitetään. Tämä tapahtuu soittamalla tai lähettämällä sähköpostia asiakkaalle ja tarvittavien tietojen saaminen voi kestää 10 minuutista muutamaan päivään.
- Asiakas tarvitsee hankkeen aikana toimitettujen terästen kokonaismääriä loppuselvitystä varten. Tämä tieto toimitetaan asiakkaalle paperisten kuormakirjojen muodossa, jotka voivat hankkeen aikana kadota. Projektiraportin toimittaminen vie yleensä 1 – 5 päivää.
- Asiakas tarvitsee betoniteräksiin liittyviä laatudokumentteja, joiden toimittamiseen voi liittyä sulatuseräkohtaista tietoa. Pyynnön toteuttaminen voi viedä viikon, riippuen projekti-insinöörin kuormituksesta.
- Asiakas ei löydä yksittäisiä teräksiä työmaalta ja soittaa varmistaakseen onko teräkset toimitettu. Selvittely vie oman aikansa ja nostaa esille vastuukysymykset puuttuvista teräksistä.
- Celsan projekti-insinööri on lomalla tai sairaana, ja raudoitushanketta koskeva tieto on insinöörin koneella tai muistioissa. Tilanne vaatii oman aikansa ennen kuin sijaisena toimiva insinööri osaa vastata asiakkaiden tiedusteluihin.

Yllä luetellut tiedonjakamisen haasteet on tunnistettu toistuvan eri raudoitushankkeissa. Nämä haasteet määrittivät myös tämän opinnäytetyön tavoitteen, joka on kehittää

luotettava ja lisäarvoa tuottava ratkaisu raudoitushanketta koskevan tiedon hallintaan ja jakamiseen Celsan ja sen asiakkaiden välillä.

### **1.2.1 Työn rakenne**

Kehitystyön tulosten halutaan palvelevan Celsan kaikkia liiketoimintayksiköitä, ja työ toteutettiin yhteistyössä Celsa Nordicin ja Celsa Groupin kanssa. Celsa Steel Service Oy nimettiin koordinoimaan hanketta.

Työn kirjallisessa osiossa käydään läpi rakennusteollisuuden ja betoniterästeollisuuden piirteitä. Osion alussa keskitytään kuvaamaan betoniteräksen valmistusta ja toimintaperiaatetta valmiissa rakenteessa. Tämä osio tuo alustusta kehitettävän ratkaisun laatuvaatimuksiin.

Kirjallinen osuus jatkuu kuvaamalla betoniterästen merkitystä osana isompaa rakennushanketta. Tässä vaiheessa käydään läpi rakennushankkeen eri vaiheet ja osapuolet ja keskitytään rakennushankkeissa tapahtuvan tiedonkulun eri muotoihin.

Työn varsinainen kehitysosuus aloitetaan tutkimalla, tuottaako digitalisaatio lisäarvoa asiakkaalle raudoitushankkeen läpiviennissä. Aiheeseen liittyvä osatavoite on myös tutkia, millä digitointityökaluilla voidaan parhaiten vastata asiakkaiden tarpeisiin.

Raudoitushankkeen hallinta asettaa työn aikana kehitettävälle ratkaisulle monia teknisiä vaatimuksia. Vaatimukset liittyvät muun muassa tuotteiden valmistustietojen määrittämiseen, tilausten luomiseen, tilausten käsittelyyn ja seurantaan, sekä yhteydenpitoratkaisujen toteutukseen. Työn tässä vaiheessa otetaan tarkasteluun Celsan sisäisessä käytössä olevan QR-ohjelmiston teknologiaratkaisut ja kehitysmahdollisuudet ja verrataan niitä asiakaslähtöisten ominaisuuksien teknologiavaatimuksiin.

Todetaan, että raudoitushankkeen hallintasovelluksen asiakaslähtöinen kehittäminen vaatii uusien teknologiaratkaisujen käyttöönottoa, eikä markkinoilta löydy valmista ohjelmistoratkaisua, joka kattaisi asiakkaiden kaikkia tarpeita. Tämä tieto määrittää tavoitteen kehitystyön viimeiselle osuudelle.

Työn viimeisen osuuden tavoitteena on luoda edellytykset asiakaslähtöisen ohjelmiston teknisen kehitystyön käynnistämiseksi. Rakennetaan ohjelmiston rautalankamalli, joka sisältää halutut toiminnallisuudet ja teknologiamääritykset, ja todistetaan ratkaisun markkinavetoinen tarpeellisuus asiakastyöpajojen ja arvonluontimallien kautta.

Kehitystyö päättyy investointipäätökseen ja teknisen toteutustyön käynnistämiseen. Tässä vaiheessa kilpailutetaan ja valitaan ohjelmiston teknisestä toteutuksesta vastaava yritys ja määritetään ohjelmistokehitystyön projektihallintaryhmät ja menetelmät.

### **1.2.2 Työn rajaukset**

Työssä esitetty kirjallinen osuus on rajattu käsittelemään rakennus- ja betoniterästeollisuutta Suomessa. Muiden maiden tilanne nousee esille työn varsinaisessa kehitysosuudessa, jolloin kansainväliset liiketoimintaympäristöt vaikuttavat kehitystyön suuntaan ja tuloksiin.

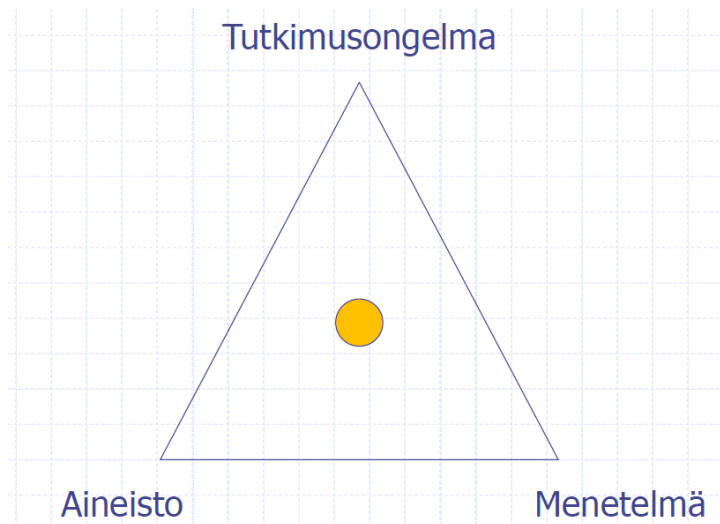
Työssä painotetaan raudoitushankkeen hallintasovelluksen asiakkaalle tuomaa lisäarvoa. Hallintasovellus on keskeisessä asemassa myös Celsan sisäisissä prosesseissa kuten betoniterästuotteiden listauksessa, raudotteiden toteutuskelpoisuuden varmistamisessa ja tuotantostatusten reaaliaikaisessa seurannassa. Nämä on rajattu työn ulkopuolelle.

Työssä ei ole tarkoitus käsitellä kaikkia teknisiä ratkaisuja tai perustella jokaista kaupallista päätöstä. Tästä syystä moni esitetty taulukko sisältää ainoastaan tulokset työn aikana käydyistä palavereista, työverstaista ja eri maiden sisäisistä markkinatutkimuksista.

Laajuuden rajaamiseksi työ päätetään ohjelmistoratkaisun investointipäätökseen ja ohjelmiston teknisen toteutustyön käynnistämiseen.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Kehitystehtävä on rakennettu tutkimuskolmion ympärille, jossa yhdistyvät tutkittava ongelma, aineisto ja menetelmä [14].



Kuva10. Tutkimuksen kolmio

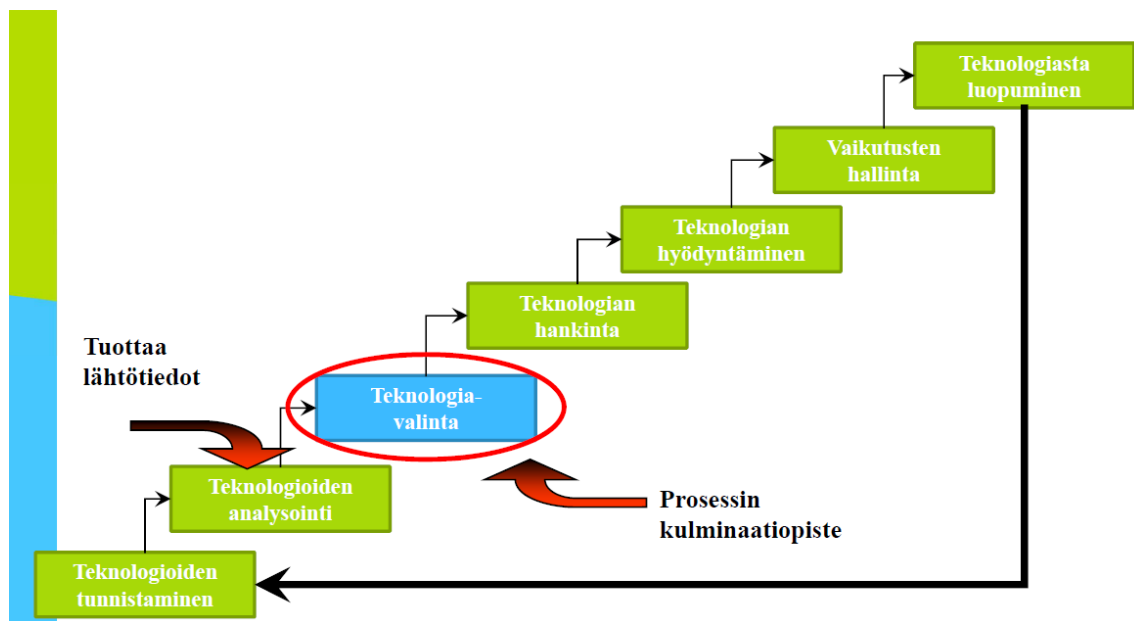
Tutkimusongelma, raudoitushankkeen aikaisen tiedon hallinta ja jakaminen, määriteltiin edellisissä luvuissa.

Kehitystyön luonteen perusteella on päätetty noudattaa laadullisen tutkimuksen tunnusmerkkejä, joiden liittyminen työhön selvennetään alla.

**Aineistonkeruumenetelmä:** laadullisen aineiston teksti syntyy tutkijasta riippuen tai riippumatta [15]. Erimuotoiset haastattelut ja havainnoinnit ovat esimerkkejä tutkijan synnyttämästä materiaalista. Tämä sopii kehitystyön rakenteeseen, jossa hyödynnetään tutkimusryhmän kokemuksen tuomaa havainnointia yhdistettynä asiantuntijahaastatteluihin.

Laadullisen tutkimuksen avoin tutkimussuunnitelma korostaa vaiheiden, aineistokeruun, analyysin, tulkinnan ja raportoinnin kietoutumista yhteen. Tulkinta jakautuu koko tutkimusprosessiin, ja tutkimussuunnitelmaa tai jopa tutkimusongelman asettelua saattaa joutua tarkistamaan aineistonkeruun kuluessa ja tutkielman kirjoittaminen voi vaatia palaamista alkuperäiseen aineistoon [15].

Tutkimussuunnitelma parhaimmillaan elää tutkimushankkeen mukana. Tämä tarkoittaa ainakin osin sitä, että kvalitatiivisilla menetelmillä saavutetaan ilmiöiden prosessiluonne. Prosessiluonne voi tarkoittaa sitä, että tutkimustuloksia ei voida pitää ajattomina ja paikattomina, vaan historiallisesti muuttuvina ja paikallisina [15]. Celsan asiakkaiden tarpeisiin ja vaatimuksiin vaikuttaa moni asia, kuten käytössä oleva teknologia ja palvelut. Näin ollen myös tämän kehitystyön tuloksena syntyvän teknisen ratkaisun voidaan olettaa tuovan haettua lisäarvoa ainoastaan tietyn ajanjakson. Tämä asetelma tukee laadullisen tutkimuksen muuttuvaa luonnetta ja hyväksyttiin kehitystyön alussa.



Kuva 11. Teknologiajohtaminen ja teknologiahankkeen kriittinen piste

**Tutkittavien näkökulma:** osallistuvuus on keskeistä suurelle osalle kvalitatiivista tutkimusta [15]. Kehitystyössä osallistutetaan Celsan asiakkaita, eri maiden yksiköitä, niiden sisäisiä osastoja ja ulkopuolisia konsultteja. Näin pyritään varmistamaan lopullisen tuotteen tavoiteltu hyöty.

**Harkinnanvarainen otanta:** laadullisessa tutkimuksessa keskitytään usein myös varsin pieneen määrään tapauksia ja pyritään analysoimaan niitä mahdollisimman perusteellisesti. Tutkimuksessa on lähes aina kyseessä näyte, ei otos [15]. Tästä syystä tutkijan kyky rakentaa tutkimukseensa vahva teoreettinen pohja riippuu näytteen laadusta.

Kehitystyössä näytteen laatu varmistetaan hyödyntämällä projektijäsenten asiakassuhteita rakennusalalla. Kehitystyössä keskitytään haastattelemaan ja työskentelemään rajatun asiakasryhmän kanssa, jossa jokainen edustaa oman osaamisalueensa kärkeä.

**Aineistolähtöinen analyysi:** laadullisessa tutkimuksessa voidaan lähteä liikkeelle mahdollisimman puhtaalta pöydältä ilman ennakoasettamuksia tai määritelmiä. Kvalitatiivisesta tutkimuksesta puhutaankin aineistolähtöisestä analyysistä, joka pelkistetysti tarkoittaa teorian rakentamista empiirisestä aineistosta lähtien, ikään kuin alhaalta ylös [15].

**Hypoteesittomuus:** Laadullisessa tutkimuksessa hypoteesittomuus tarkoittaa sitä, että tutkijalla ei ole lukkoon lyötyjä ennako-olettamuksia tutkimuskohteesta ja tutkimustuloksista [15]. Henkilökohtaisista kokemuksista ei muodosteta sellaisia asetelmia, jotka rajaisivat tutkimuksellisia toimenpiteitä.

**Tutkijan asema:** Laadullisessa tutkimuksessa tutkijalla on toiminnassaan tietynlaista vapautta, joka antaa mahdollisuuden joustavaan tutkimuksen suunnitteluun ja toteutukseen [15]. Tutkijalta vaaditaan laadullisessa tutkimuksessa tutkimuksellista mielikuvitusta, esimerkiksi uusien menetelmällisten ratkaisujen kokeilemistä. Kehitystyössä tämä vapaus on edellytys oikean teknisen ratkaisun määrittelylle, sillä tavoiteltua ratkaisua ei välttämättä ole markkinoilla entuudestaan tarjolla.

Yläpuolelle kirjatut, laadullisen tutkimuksen aineistoon liittyvät tunnusmerkit kuvaavat hyvin tämän kehitystyön luonnetta. Lisäksi tutkimusasetelma on tunnistettu olevan selkeästi konstruktiivinen, jossa rakennetaan ja testataan sopivaa työkalua betoniterästeollisuudelle. Konstruktiivinen tutkimus määrittellään olevan luonteeltaan usein moniosainen. Eri vaiheita voivat esimerkiksi olla esitutkimus, rakentaminen, käyttötutkimus ja parantaminen [14]. Näistä vaiheista kehitystyön on rajattu sisältämään esitutkimusvaiheen ja osan rakentamisvaiheesta.



## 2 LIIKETOIMINTAYMPÄRISTÖ

### 2.1 Betoniterästeollisuus

#### 2.1.1 Teräsbetonin historia

Raudoittamaton betoni kehitettiin antiikin Roomassa ennen ajanlaskun alkua vuoden 25 tienoilla. Arkkitehti ja insinööri Marcus Vitruvius Pollio kirjoitti ohjeet sementin valmistukseen [16]. Sementti oli nimeltään Pozzolana ja koostui poltetusta kalkkikivestä sekä Vesuvius tulivuoren tuhkasta. Oikea suhde rakennuskäyttöön oli Vitruviuksen mukaan yksi osa kalkkikiveä kolmeen osaan tuhkaa [16]. Lisäämällä seokseen kiviä saatiin betonia.

Betonin valmistuksen taito katosi pimeällä aikakaudella (viidennen ja viidennentoista vuosisadan välillä) ja löydettiin uudestaan 1800-luvulla [16]. Ranskalainen Joseph Lambot oli ensimmäinen henkilö, joka käytti betoniraudoitusta 1800-luvun puolessa välissä. Hän rakensi betonista soutuveneitä, ja sai niihin patentin vuonna 1855 [16].

Toinen Ranskalainen, Francois Coignet, oli ensimmäinen henkilö, joka käytti rautabetonia teollisessa mittakaavassa. Vuonna 1853 hän rakensi ensimmäisen raudoitettun betonirakennuksen, joka oli asuinkerrostalo Pariisin lähiössä. Vuonna 1861 hän julkaisi kirjan, jossa käsiteltiin rautabetonin monia käyttötarkoituksia [16].



Kuva 12. Francois Coignetin talo, 1853. Ensimmäinen rautabetonirakennus [16].

Joseph Monieria pidetään yleisesti yhtenä betoniraudoituksen pääkehittäjistä. Vuonna 1867 hän sai ensimmäisen ranskalaisen patentin rautabetonialtaasta. Tätä seurasivat patentit rautabetoniputkista, -säiliöstä, -laatoista, -silloista ja vuonna 1875 rautabetoniportaista [16].

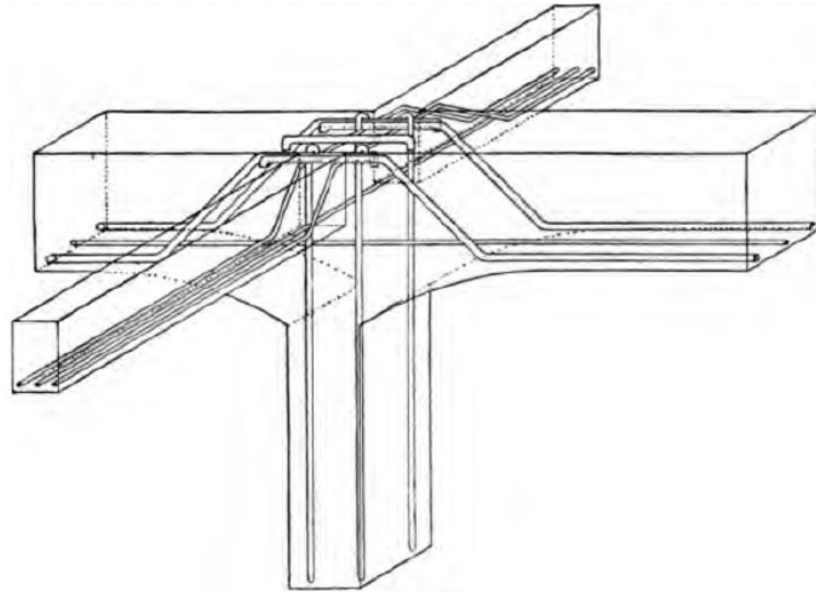


FIG. 141

surface over the supports, extending for some distance on both sides. No form of stirrup or similar reinforcement is used except in special cases. Occasionally a set of rods is placed near the upper surface throughout the whole span. Fig. 141 shows the general arrangement of the reinforcements for beams.

Kuva 13. Monier rautabetonijärjestelmä, 1867. Huomatkaa hakaraudituksen puuttuminen.

Betoniraudoituksen läpimurto saavutettiin, kun Ranskalainen insinööri Francois Hennebique kehitti pilaripalkkijärjestelmän. Hennebique käytti rautahakasia leikkausvoimia varten, ja sai tähän patentin vuonna 1892 [16]. Pilaripalkkirakenne vapautti ulkoseinät ja väliseinät kuormien kantamiselta ja mahdollisti enemmän pohja- ja julkisivuratkaisuja.

Suomessa betonia käytettiin 1800-luvun loppuun asti pääasiassa perustuksissa, kattotiilissä, viemäriputkissa ja kaivonrenkaissa. Rakennushankkeen päämateriaalina betonia käytettiin ensimmäisen kerran 1889 - 91 Hangon valtiosataman laiturin ja aallonmurtajan pidennyksessä [17]. Suomen ensimmäinen sementtitehdas perustettiin Keravan Saviolle vuonna 1869 [18]. 1900-luvun alussa, rautabetoni löi itsensä läpi kantavien rakenteiden materiaalina [17].

### 2.1.2 Betoniteräksen valmistusprosessi ja ominaisuudet

Betoniteräksset luokitellaan valmistusmenetelmän perusteella kylmämuokattuihin ja kuumavalssattuihin teräksiin. Sitkeyden perusteella betoniteräksset luokitellaan alhaiseen, normaaliin ja korkeaan sitkeyteen ja hitsattavuuden perusteella hitsattaviin ja ei- hitsattaviin betoniteräksiin[19].

Eurooppalainen standardisointi on määritellyt betoniteräkselle kahdeksan ominaisuutta. Betoniteräsverkoille tulee myös määritellä liitoslujuus. Alapuolella on lista betoniteräkselle määritettävistä ominaisuuksista [19]:

1. Koot ja niiden toleranssit
2. Tartuntaominaisuudet
3. Hitsattavuus
4. Myötölujuus
5. Vetolujuuden ja myötölujuuden suhde
6. Venymä
7. Taivutettavuus
8. Väsymislujuus

Betoniteräksen ominaisuudet tuotetaan niukkahiilisestä perusteräksestä erilaisilla käsittelyillä, joista tärkeämmät ovat kuumavalssaus, lämpökäsittelyt ja kylmävalssaus [19].

#### **Kuumavalssaus**

Kuumavalssauksessa teräs muokataan noin 1000 asteisena. Lämpökäsittely tuottaa teräkselle hitsattavuutta. Kun teräs on lähtenyt viimeisestä valssiparista noin tuhat asteisena, sitä karkaistetaan nopealla jäädyttämällä ja käsittely lopetetaan, kun pintarakenne on muuttunut austeniittisestä martensiittiseksi alle 500 asteessa ja saavuttanut pysyvän kiderakenteen. Teräksen ytimeen on tällöin jäänyt korkeampi lämpötila, josta lämpö siirtyy kohti pintaa ja tuottaa automaattisen päästön. Sen yhteydessä hiiltä diffundoituu kovasta ja hauraasta martensiinistä, mikä parantaa sitkeyttä ja muovattavuutta.

Tangon ytimeen jää ferriittinen ja perliittinen raerakenne, joka on vähemmän luja kuin martensiittinen pinta. Karkaistun pintakerroksen lujuus on huomattavasti suurempi ja sen mikrorakenne hitsauksen ja taivutettavuuden kannalta edullinen [19].

### **Kylmämuokkaaminen**

Kylmämuokkauksessa kuumavalssatun teräslangan pintaan valssataan harjakuvio langan ollessa kylmä. Tällöin lujuus kasvaa, mutta muodonmuutoskyky alenee. Pinta-alareduktio voi olla luokkaa 20 %, ja pitämällä reduktio kohtuullisena saavutetaan halutut sitkeysvaatimuksen helpommin [19].

### **Hitsattavuus**

Hitsattavuudella tarkoitetaan Euroopan eri maissa hieman eri asioita. Suomessa hitsattavuudella on perinteisesti tarkoitettu sitä, että betoniteräksiin voidaan työmaalla tehdä asennushitsejä tavanomaisilla hitsausmenetelmillä, joita ovat puikkohitsaus tai MAG- hitsaus, ilman että hitsatun teräksen ominaisuudet alittaisivat asetetun vaatimustason [19].

Hitsauksessa betoniteräs kuumenee paikallisesti, mikä tavallisilla teräksillä aiheuttaa kiderakenteen muuttumista hitsien ympäristössä. Kiderakenne muuttuu karkeammaksi ja hauraaksi ja tangon sitkeys ja kestävyys alenee.

Vesijähdytetyillä teräksillä on hitsaukseen soveltuva edullinen mikrorakenne erityisesti pintakerroksissa, missä hitsauksen vaikutukset ovat suurimmat. Nykyään pidetään sallittuna jopa asennusliitoksien tekemistä vesijähdytyksellä tuotetun teräksen taivutetun kohdan sisälle [19].

Kylmävalssatuissa betoniteräksissä hitsauslämpö alentaa kylmämuokkauksella aikaansaattua lujuutta, ja tämän vuoksi niiden hitsaaminen rajoittuu käytännössä teolliseen vastuspistehitsaukseen, jonka prosessi on optimoitu siten, että lujuus säilyy vaatimusten mukaisena [19].

### **Valmistuskoot, toimituspituudet ja toleranssit**

Betoniteräksen koot määritellään metripainon avulla käyttäen teräksen tiheyttä 7850 kg/m<sup>3</sup> ja olettaen poikkileikkauksen pyöreäksi. Poikkileikkauksen todelliselle muodolle ei ole vaatimusta [19].

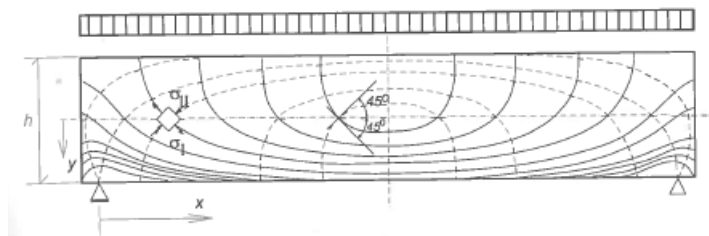
Suomessa vakiintuneet tankokoot ovat 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ja 32mm. Tavalliset toimituspituudet ovat 12 m...18m. valssaustuotteen mittatoleranssi on yleensä +100/-0mm.

### 2.1.3 Teräsbetonin toimintaperiaate

Nimensä mukaisesti teräsbetoni koostuu teräksestä ja betonista, jotka yhdessä muodostavat pääjännityksiä kestävästä rakenteesta. Teräksen tarkoitus on kompensoida betonin vetolujuutta, joka on pieni puristuslujuuteen verrattuna. Tämän vuoksi betoniin lisätään hyvän vetolujuuden omaavia tuotteita, joista käytetyin on betoniteräs.

Betoni puolestaan tarjoaa teräkselle suojan ympäristön fysikaalisia rasituksia vastaan ja estää teräksen haitalliset muodonmuutokset.

Vaikka raudoitettu betonirakenne ei ole materiaaliensa puolesta homogeeninen, sitä voidaan ajatella homogeenisena niin kauan kuin siinä ei esiinny halkeamia [19]. Tämä johtuu siitä, että betonin ominaisuudet suuntautuvat lähes samanlaisina sekä vaaka- että pystysuuntaan ja niin kauan kuin betoni ei ole halkeillut, rauditus ei toimi tehokkaasti [19].



Kuva 14. Tasaisesti kuormitetun, yksinkertaisesti tuetun suorakaidepalkin pääjännityksien periaatteellinen kulku.

Yllä olevassa kuvassa, täydellä viivalla piirretyt vetojännityksien trajektorit osoittavat, miten palkki pitäisi raudoittaa, jos rauditus seuraisi päävetojännityksien kulkua. Käytännössä palkin rauditus hoidetaan poikittaishakasten ja pitkittäistankojen avulla.

Palkin ala- tai yläpinnassa pääjännitykset ovat aina pinnan suuntaisia tai nolliä, koska jännitys tai sen komponentti ei voi tulla ulos pinnasta [19].

Palkin neutraaliakselilla ei esiinny taivutusjännityksiä, ja pääjännitykset ovat itseisarvoltaan leikkausjännitysten suuruisia. Puristusjännityksen suuntaviivat ovat kohdatessaan kohtisuorassa vetojännityksen suuntaviivoja vastaan ja osoittavat siten syntyvän halkeaman suuntaa kohdissa, missä vetolujuus ylittyy [19].

Halkeilun alkamisen jälkeen vetovoimat siirtyvät halkeaman esiintymiskohdissa raudoitukselle, jolloin pääjännityksien suunnat muuttuvat siten, että raudoituksen vetovoimat ovat tasapainossa betonin puristusjännityksien kanssa [19].

#### **2.1.4 Betoniteräksen kilpailijat**

##### **Kuitubetoni**

Muovi- ja teräskuidut vaikuttavat tuoreen betonimassan ja kovettuneen betonin ominaisuuksiin. Joissakin rakenteissa teräsbetoni on voitu korvata kokonaan kuitubetonilla.

Kuitujen käyttö betonin lujittamisessa on vanha keksintö. Kuiduilla on pyritty parantamaan betonin vetolujuutta, kulutuksen kestävyyttä, palonkesto-ominaisuuksia sekä betonin koossapysyvyyttä ja sitkeyttä erilaisissa ääritilanteissa [20]. Betonin lujittamiseen käytetään teräskuituja, polypropyleenikuituja, lasikuituja, puukuituja sekä muita luonnonkuituja. Kuiduilla vahvistetun betonin Suomen markkinat ovat kasvaneet hyvin verkkaisesti [20].

Betonikuituja on pääosin käytetty maanvaraisissa laatoissa ja teräsyhtiö Arcelorin aloitteesta on alkanut kehittyä menetelmä, jossa kantavia betonilaattoja ja rakennusten välipohjia on tehty teräskuitubetonista. Tämä tosin on hyväksytty kantaviin rakenteisiin vain harvoissa maissa.

Kuitujen vaikutus betonin ominaisuuksiin on voimakkaasti sidoksissa sekoitettavaan kuitutyyppiin ja kuidun materiaaliin. Teräskuiduissa käytetyn materiaalin lujuus on yleensä noin kaksinkertainen (1000 – 1400MPa) tavanomaiseen raudoitteeseen verrattuna [20]. Maanvaraisen lattian betonimassassa on kuituja yleensä 25- 40 kg betonikuutiossa. Kantavissa rakenteissa vastaavat kuitumäärät ovat tasolla 80 – 100 kg/m<sup>3</sup> [20]. Verrattuna tavanomaiseen betoniteräkseen, kuitubetonin ei ole näillä vaatimuksilla vielä kustannuksien puolesta kilpailukykyinen.

Kuitubetonilaatan kuormankantokyky on noin kaksi kertaa suurempi kuin vastaavan harjatangoilla minimiraudoitettun laatan kapasiteetti maksimimomentin kohdalla [20]. Tankoraidoidetun laatan sitkeys on suurempi.

Kuitubetonin käyttöä on tähän asti rajoittanut yhtenäisten normistojen ja ohjeistusten puute, eikä EU-tason ohjeita kuitubetonirakenteista ole myöskään vielä olemassa [20]. Rakennusalan toimijat ovat myös suhtautuneet hyvin eri tavalla kuitubetonin käyttöön ja sen tuomiin hyötyihin. Tästä syystä kuitubetonia on käytetty lähinnä muutossuunnittelun kautta ja urakoitsijan aloitteesta.

Kuitubetonin käytössä on kiinnitettävä erityisesti huomiota betonimassan valmistukseen liittyvään laadun hajontaan, joka johtuu kuitujen jakautumisessa rakenteessa. Teräskuitubetonien käytön yleistymisen edellyttää huolellista betonin valmistusprosessia ja erityisesti kuituannostuksen määrän ja kuitubetonin tasalaatuisuuden varmistamista. Betoniterästen kilpailijoiden mielestä kaikkeen tähän on löydettävissä keinot, jos taloudelliset ja logistiset edut puoltavat kuitubetonin hyötykäyttöä tulevaisuudessa [20].

### **Komposiittitangot**

Komposiittitankojen käytön mahdollisuuksia on Suomessa tutkittu muun muassa siltarakenteissa. Komposiittitangot ovat kuitulujitteisia polymeerejä, jotka valmistetaan orgaanisista ja epäorgaanisista kuiduista, joita sitoo hartsi. Niitä kutsutaan yleensä FRP-materiaaleiksi (Fiber Reinforced Polymer).

FRP-tuotteiden hyviä ominaisuuksia ovat ruostumattomuus, suuri vetolujuus ja keveys. Epäsuotuisia ominaisuuksia ovat alhainen murtovenymä, huono palonkestävyys, korkea hinta, arkuus UV-valolle sekä puute pitkäaikaisesta tutkimustiedosta sen soveltuvuudesta Suomen sääoloihin [21].



Kuva 15. FRP-tankoja. Keskimmäiset ovat lasikuitua ja reunimmaisiet ovat basalttia.

Betonissa käytettävissä komposiittitangoissa tulee myös olla tartuntaa lisääviä ominaisuuksia, joten esimerkiksi yllä olevassa kuvassa, toinen tanko ylhäältä ei sovellu betonirakenteiden raudoittamiseen. Soveltuvat FRP-tangot voidaan käyttää korvaamaan perinteisiä raudotteita tai yhdessä betoniterästen kanssa.

FRP-tankojen parhaat puolet ovat ruostumattomuus sekä vetolujuus, joka on selvästi korkeampi kuin terästangoilla [21]. Verrattuna betoniteräksiin, isompia rajoitteita komposiittitankojen käytön yleistymiselle ovat korkea hinta sekä kansallisten suunnittelu- ja mitoituserusteiden puuttuminen.

### 2.1.5 Betoniterästeollisuuden tulevaisuus

Betoniterästeollisuuden näkymät ovat sidoksissa rakennushankkeiden aloitusmääriin ja sen kautta markkinatalouden tilaan.

Maailmantalouden tilanne on vuonna 2017 mennyt selvästi parempaan suuntaan. Teollisuuden tilanne on vahvistunut, maailmankauppa kehittynyt hyvin ja kasvu näyttää tasaisemmalta kuin pitkään aikaan. Kehittyneiden maiden kasvu voimistuu eikä kehittyvien maiden kasvu enää hidastu, vaan päinvastoin vahvistuu [22].

Suomen talous on hyvässä kasvuvaiheessa. Talous on kasvanut 3 prosenttia 1-2Q/2017, ja viimeisimmät Suomea koskevat talousennusteet vuosille 2017- 18 ovat nousseet. Talouskasvu on kääntynyt vientivetoiseksi [22].

### Maailman talouden kasvuennuste

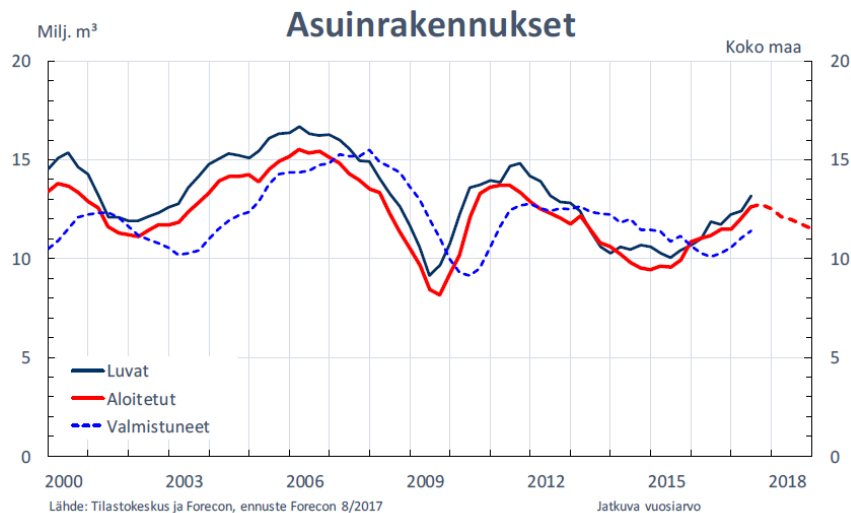
	2014	2015	2016	2017E	2018E
Maailma	3,4	3,1	3,2	3,5	3,5
USA	2,4	2,6	1,6	2,0	2,0
Kiina	7,3	6,9	6,7	6,8	6,5
Japani	-0,1	1,2	1,0	1,1	0,6
Euroalue	1,2	2,0	1,8	2,0	2,0
Saksa	1,6	1,7	1,9	1,7	1,5
Iso-Britannia	3,1	2,2	1,8	1,5	1,3
Ruotsi	2,7	4,1	3,4	2,5	2,2
Suomi	-0,6	0,0	1,9	2,4	1,7
Venäjä	0,7	-2,8	-0,2	1,3	1,4

Lähteet:  
Suomi ja Venäjä: Forecon Oy  
muut: uusimmat talousennusteet (Aktia 9/2017, OP 5/2017)

Kuva 16. Maailmantalouden kasvuennuste.



Rakennushankkeiden aloitukset kasvoivat viime vuonna ja tänä vuonna aloitusten määrä vähenee, sillä suuria kohteita ei ole samalla tavalla tarjolla kuin viime vuonna. Kerrostalojen aloituksia on ollut edelleen paljon ja kerrostalojen ennustettua aloitusmäärää on nostettu [22]. Tänä vuonna aloitukset supistuvat 1 % (toimitilat -6 % ja asunnot +9 %). Aloitusten kokonaismäärä on 3 milj. m<sup>3</sup> enemmän kuin helmikuun ennusteessa ja vuosien 2016-18 betoniteräksen kokonaiskäytön ennusteet nousivat edellisestä ennusteesta 31 tuhatta tonnia [22].



Kuva 17. Asuinrakentamisen kehitys Suomessa.

## Uudistuotannon aloitusennusteet

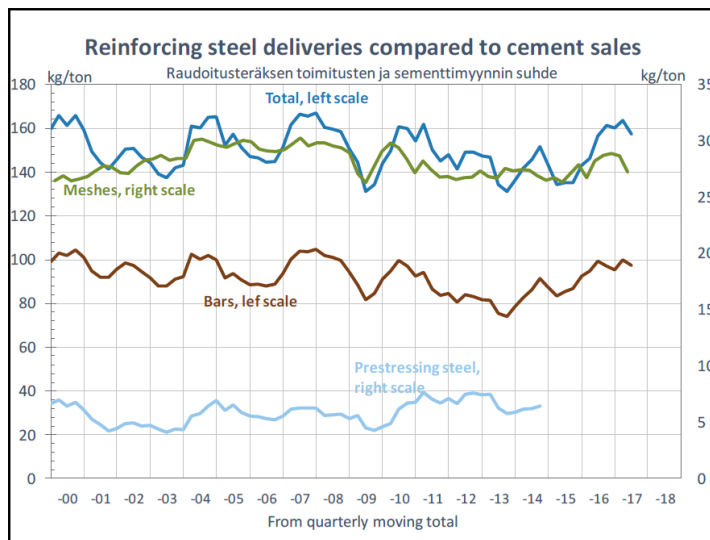
UUDISTALONRAKENTAMISEN ALOITUSENNUSTE 2015...2018									
	Korjattu tieto *)		Arvio		Ennuste			Näkemys	
	(milj.m <sup>3</sup> / %)	2015	15/14	2016	16/15	2017	17/16	2018	18/17
<b>Asuinrakennukset</b>	10,8	15	11,5	6	12,2 ... 12,5 ... 12,8	9	10,6 ... 11,5 ... 12,3	-8	
- erilliset pientalot	4,0	-4	4,0	1	4,5 ... 4,6 ... 4,7	15	4,5 ... 4,9 ... 5,2	7	
- kytketyt pientalot	1,0	10	1,1	6	1,0 ... 1,1 ... 1,2	5	1,0 ... 1,1 ... 1,2	0	
- kerrostalot	5,9	35	6,5	10	6,7 ... 6,8 ... 6,9	5	5,1 ... 5,5 ... 5,9	-19	
<b>Muut kuin as.rak.</b>	<b>22,8</b>	<b>-3</b>	<b>26,0</b>	<b>14</b>	<b>23,3 ... 24,5 ... 25,7</b>	<b>-6</b>	<b>24,4 ... 26,0 ... 27,7</b>	<b>6</b>	
Vapaa-ajan asuinrak.	0,6	-16	0,6	-1	0,6 ... 0,6 ... 0,7	2	0,6 ... 0,7 ... 0,7	8	
Liike- ja tstorakennukset	5,8	-1	6,1	5	7,2 ... 7,6 ... 8,0	25	6,3 ... 6,6 ... 7,2	-13	
Julkiset rakennukset	3,5	14	4,9	39	3,6 ... 3,9 ... 4,1	-21	3,6 ... 4,0 ... 4,3	4	
Teollisuusrakennukset	5,5	40	4,6	-17	3,9 ... 4,0 ... 4,2	-13	5,8 ... 6,2 ... 6,5	55	
Varastorakennukset	3,6	-18	4,5	26	3,7 ... 3,8 ... 4,0	-16	3,8 ... 4,0 ... 4,2	5	
Maatalousrakennukset	1,8	-46	3,2	78	2,6 ... 2,7 ... 2,8	-16	2,5 ... 2,6 ... 2,8	-4	
Muut rak. (sis. palo ym.)	2,0	-8	2,1	5	1,8 ... 1,9 ... 2,0	-8	1,9 ... 2,0 ... 2,0	3	
<b>Kaikki rakennukset</b>	<b>33,6</b>	<b>2</b>	<b>37,5</b>	<b>11</b>	<b>35,5 ... 37,0 ... 38,5</b>	<b>-1</b>	<b>35,0 ... 37,5 ... 40,0</b>	<b>1</b>	

Forecon Oy, Tampere, syyskuu 2017

\*) Tilastokeskuksen lopullisiin tietoihin on lisätty eräitä Foreconin tiedon mukaan käynnistyneitä hankkeita, jotka puuttuvat tilastoista. Lähes kaikki ovat tulleet myös TK:n (=VRKn) keskeneräisten rekisteriin.

Kuva 18. Uudistuotannon aloitusennusteet Suomessa.

Sementin käyttö Suomessa on myös ollut vahvassa kasvussa ja vuonna 2015 sementin käyttö nousi noin 14 prosenttia. Kasvuun vaikuttivat suuret kohteet ja rakennushankkeiden aloitusten määrä. Betonoinnissa olleiden ongelmien takia sementin ominaiskäyttö on tänä vuonna myös kasvanut [22]. Betoniterästen toimitusten suhde sementin toimituksiin on heilunut voimakkaasti. Suhde (kg/sementti t) lähti jyrkkään laskuun vuodesta 2010 lähtien ja lasku jatkui voimakkaana vuoteen 2013, mutta on sen jälkeen noussut voimakkaasti ja on viime vuoden lopulla selvästi pitkäaikaisen suuntauksen yläpuolella. Kehitykseen on vaikuttanut ensin kaasuputken sementin käyttö ja viime aikoina muun muassa Blominmäen ja metrotunnelin stabilointiin ja injektointiin mennyt sementti [22].



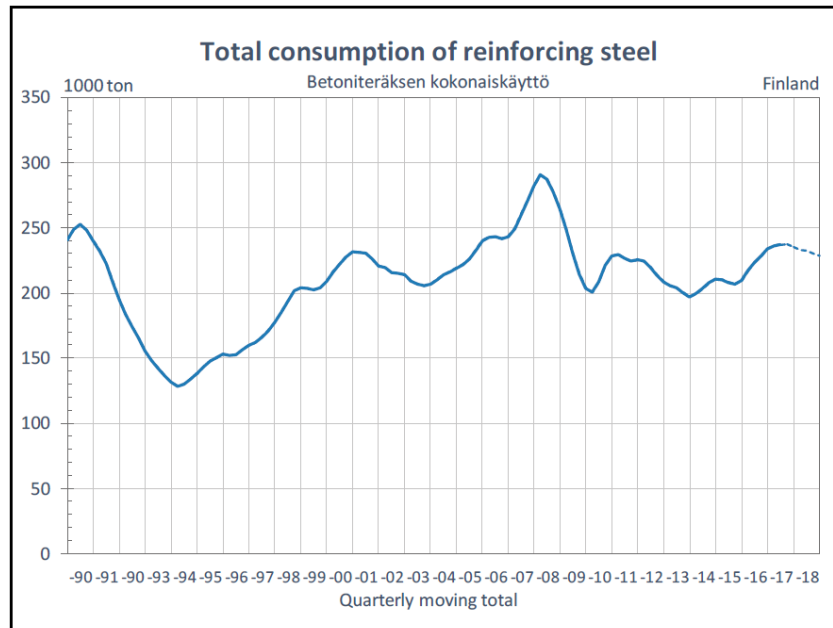
Kuva 19. Raudoitusteräksen toimitusten ja sementtimyynnin suhde Suomessa [kg/ton].

Betoniteräksen kokonaiskäyttö oli käyttölaskelman mukaan 209 000 tonnia vuonna 2015. Viime vuonna käyttö kasvoi 12 prosenttia 234 000 tonniin. Vuonna 2017 käyttö kasvaa hieman (+1 %). Käyttö kääntyy laskuun vasta ensi vuonna; vuonna 2018 käyttö vähenee 3 prosenttia. Vuoden 2018 käyttö on lähes 230 000 tonnia [22].

Betoniteräksen käyttö	2015		2016		2017		2018	
	ton	%	ton	%	ton	%	ton	%
Kokonaiskäyttö	209,5	-1 %	234,0	12 %	235,5	1 %	229,0	-3 %
ed. ennuste helmikuu 2017	209,0	-1 %	229,5	10 %	222,0	-3 %	215,5	-3 %
Betoniterästangot	146,0	-1 %	163,0	12 %	157,0	-4 %	153,0	-3 %
ed. ennuste helmikuu 2017	146,0	-1 %	159,5	9 %	150,0	-6 %	146,0	-3 %
Betoniteräsverkot	45,0	1 %	50,5	12 %	56,0	11 %	54,0	-4 %
ed. ennuste helmikuu 2017	44,5	0 %	50,0	12 %	51,5	3 %	49,5	-4 %
Jänneteräs	18,5	0 %	20,5	11 %	22,5	10 %	22,0	-2 %
ed. ennuste helmikuu 2017	18,5	0 %	20,0	8 %	20,5	2 %	19,5	-5 %

Kuva 20. Betoniteräksen kokonaiskäyttö Suomessa.

Tarkastellessa betoniterästen menekkiä pidemmältä aikaväliltä, Suomessa käytetään keskimäärin noin 200.000 tonnia terästä vuodessa. Trendi vaikuttaa olevan tasainen, eikä suurempia vaihteluita 1990-luvun laman jälkeen ole huomattu. Betoniterästen kanssa kilpailevat tuotteet eivät myös tässä vaiheessa vielä vaikuta kansalliseen teräsmenekkiin. Näistä syistä, sekä luvussa esiteltyjen talousnäkemysten perusteella, voi betoniterästeollisuuden näkymät ennustaa vakaiksi ainakin seuraavien lähivuosien ajan.



Kuva 21. Betoniterästen kokonaiskulutus Suomessa vuosina 1990-2018.

## **2.2 Rakennushanke**

Rakennushankkeen tarkoituksena on tuottaa tiettyä toimintaa palveleva tila. Hankkeella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen tarvittavan tilan aikaansaamiseksi. Rakennushanke alkaa, kun tila päätetään hankkia rakentamalla, ja päättyy, kun rakennettu tila otetaan käyttöön. Lopputuote voi olla uudisrakennus tai korjausrakennettu tila. Toimenpiteitä ja tehtäviä, joista rakennushanke koostuu, voidaan tarkastella kahdesta näkökulmasta: hankkeen vaiheet ja hankeosapuolten tehtävät [23].

### **2.2.1 Hankkeen vaiheet**

Rakennushankkeen tehtäväkokonaisuudet, joissa pyritään tiettyyn päätökseen hankkeen kulussa, kutsutaan hankkeen vaiheiksi. Hankkeen vaiheita ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakentaminen ja käyttöönotto [23]. Alapuolella on kuvaus näistä eri vaiheista.

#### **Tarveselvitys**

Tarveselvityksen tekeminen on käyttäjän tehtävä. Tässä vaiheessa selvitetään ja arvioidaan hankkeeseen ryhtymisen tarpeellisuutta, edellytyksiä ja mahdollisuuksia. Tämä vaihe myös määrittää hankkeen perusolemuksen ja vaiheen tuloksena tehdään hankesuunnittelupäätös.

#### **Hankesuunnitteluvaihe**

Hankesuunnitelma syntyy eri osapuolien yhteistyönä ja vuorovaikutuksessa. Käyttäjä esittää lähtökohdat ja tarpeet tulevan toiminnan kannalta sekä perustaa tarvittaessa hankesuunnittelua valvovan johtoryhmän. Rakennuttaja toimii asiantuntijana hankkeen sisällön, sen läpiviemisen ja organisoimisen kannalta. Suunnittelijan työ painottuu rakennussuunnittelun pohjaksi tarvittavien tietojen kokoamiseen ja muokkaamiseen.

Vaiheen aikana arvioidaan yksityiskohtaisemmin hankkeen toteuttamistarpeet ja mahdollisuudet sekä tarkastellaan vaihtoehtoiset toteuttamistavat. Tulokset kootaan hankesuunnitelmaksi, jossa toteuttamistavalle ja lopputuotteelle asetetut laajuus- ja laatuavoitteet kiinnittävät hankkeen kustannustason ja aikataulun. Hankesuunnitelman pohjalta tehdään investointipäätös.

## Rakennussuunnitteluvaihe

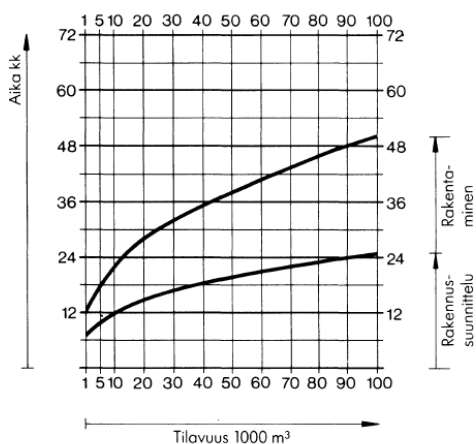
Rakennussuunnitteluvaihe alkaa suunnittelijoiden valinnalla. Hankesuunnitelman pohjalta kehitetään lopputuotteen arkkitehtoninen ratkaisu, tekniset järjestelmät ja toteuttamistapa. Tuotesuunnittelun ollessa riittävän pitkällä päätetään urakointitapa, valmistellaan rakennusurakat, tehdään rakentamispäätös ja solmitaan urakkasopimukset.

Ehdotussuunnitteluvaiheen tarkoituksena on aikaansaada perusratkaisu, joka ottaa huomioon hankkeelle asetetut tavoitteet. Ehdotuspiirustuksien avulla tutkitaan ja vertaillaan erilaisia toiminta- ja maankäyttömalleja ja vaihtoehtoisia perusratkaisuja.

Luonnossuunnitteluvaiheessa tutkitaan tarkemmin ratkaisujen tekniset ja toiminnalliset yksityiskohdat ja suunnitelmien rakentamissäännösten mukaisuus. Kohteen suunnittelu tarkentuu tästä eteenpäin ARK-suunnitelmien lisäksi RAK- ja LVIS-suunnitelmiin ja varsinaisiin tuotantokuviin. Näistä raudotteita esitetään ns. rakennesuunnitelmissa. Infrafakenteissa toteutetaan ensin väyläsuunnitelmaa luonnostasolla ja tehdään alustavat siltapaikka-asiakirjat. Nämä tarkentuvat väyläsuunnittelun edetessä.

## Rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheessa rakennetaan suunniteltu kohde ja vaihe alkaa, kun rakentamisesta tehdään urakkasopimus. Toteutusvaiheen aikana hankkeen organisaatio on laajimmillaan. Siihen kuuluvat käyttäjä, rakennuttajan edustaja, suunnittelijat, työmaan valvoja ja urakoitsijat. Lisäksi vaiheeseen kuuluu viranomaisen valvontatehtäviä. Rakentamisvaihe päättyy rakennuksen vastaanottopäätökseen.



Kuva 22. Rakennussuunnittelu ja rakentamisvaiheet. Tavanomaisen hankkeen ajantarve investointipäätöksestä vastaanottopäätökseen.

## **Käyttöönottovaihe**

Hankkeen viimeisessä vaiheessa perehdytetään käyttäjät rakennuksen käyttöön ja käynnistetään rakennukseen aiottu toiminta. Rakennuksen siirtyminen käyttäjien haltuun edellyttää rakennuksen kunnossapidon ja huollon järjestämistä, mahdollisten huoltosopimusten solmimista ja takuuajan toimenpiteiden järjestämistä. Tähän vaiheeseen osallistuvat käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelija ja rakentaja. Hankkeen vaiheena käyttöönottovaihe päättyy takuutarkastukseen.

### **2.2.2 Rakennushankkeen osapuolet ja niiden tehtävät**

Rakennushankkeessa tarvitaan monenlaista ammattitaitoa. Tästä lähtökohdasta tehtävät muodostavat kokonaisuuksia, joita voidaan kutsua hankkeen osapuolten tehtäviksi. Tässä luvussa käydään läpi rakennushankkeen eri osapuolet ja niiden vastuulla olevat tehtävät.

#### **Käyttäjä**

Käyttäjä edustaa rakennushankkeen osapuolena sen toiminnan asiantuntemusta, jonka tilantarvetta varten hanke perustetaan. Käyttäjän esittämät toiminnalliset ja laadulliset vaatimukset ja tavoitteet ovat lähtökohta hankkeelle. Hankkeen muiden osapuolten ammattitaito varmistaa käyttäjän tarpeiden toteutumisen [23].

#### **Rakennuttaja**

Rakennuttaja on hankkeen toimeenpaneva osapuoli, joka käynnistää hankkeen ja hoitaa hankkeen läpiviennin. Rakennuttaja vastaa siitä, että käyttäjä saa käyttöönsä tarpeidensa mukaiset tilat. Kokemuksestaan riippuen käyttäjä voi toimia rakennuttajana itse.

Rakennuttamisen keskeinen sisältö muodostuu hankkeen toteuttamisedellytysten selvittämisestä ja varmistamisesta, hankkeen organisoinnista, kustannus- ja rahoitussuunnitelman ja hankkeen aikataulun laatimisesta sekä lopputuotteen suunnittelun ja rakentamisen järjestämisestä, seurannasta ja valvonnasta. Rakennuttaja asettaa valtuuksiensa puitteissa rakennushankkeelle tavoitteet, hän hankkii tarvittavat suunnitelmat ja rahoituksen sekä teettää rakennustyöt sopimuksiin perustuen. Oikea-aikaisesta päätöksenteosta huolehtiminen hankkeen eri vaiheissa on rakennuttajan tehtävä, jolla on oleellinen merkitys hankkeen sujumiselle [23]. Rakennuttajan

tehtävänä on ohjata ja koordinoida hanketta niin, että rakennushankkeessa voidaan hyödyntää muiden osapuolten paras mahdollinen osaaminen.

### **Suunnittelija**

Suunnittelijaosapuoli vastaa rakennuksen tuotesuunnittelusta. Osapuoli muodostuu suunnittelijaryhmästä, jossa on edustettuna eri alojen suunnitteluasiantuntemus. Suunnitteluryhmän työn koordinoinnista vastaa pääsuunnittelija, joka on esimerkiksi talonrakennushankkeissa arkkitehtisuunnittelusta vastaava suunnittelija. Eri suunnittelualat ja niiden vastuualueet ovat [23]:

1. Arkkitehtisuunnittelu. Arkkitehtisuunnittelun tehtävänä on kehittää hankesuunnitelmassa sovittujen tavoitteiden pohjalta hankkeen lopputuotteelle arkkitehtoninen kokonaisratkaisu, jossa yhdistyvät toiminnallinen, tekninen, taiteellinen ja taloudellinen ratkaisu. Suunnitelmassa tulee olla huomioon otettuina myös toiminnan vaatimat turvallisuus- ja terveellisyysnäkökohdat. Arkkitehtisuunnitteluun liittyy itse rakennuksen suunnittelun lisäksi suunnittelutehtäviä, joihin laajoissa tai muuten erityisen vaativissa suunnittelukohteissa kiinnitetään niihin erikoistuneet suunnittelijat. Tavallisimmin omiksi suunnittelutehtävikseen eriytyvät eriytyvät sisustussuunnittelu sekä piha- ja vihersuunnittelu.
2. Rakennustekninen suunnittelu. Rakennustekniseen suunnitteluun kuuluu perustus-, runko- ja rakenneratkaisujen kehittäminen, rakenteiden mitoitus sekä rakennuksen toteutettavuudesta ja rakennusteknisestä toimivuudesta huolehtiminen. Tehtävät voidaan jakaa geotekniseen sekä rakenne- ja elementtisuunnitteluun. Rakennesuunnittelun pohjaksi selvitetään useimmiten erillisenä toimeksiantona perustamisolosuhteet.
3. Teknisten järjestelmien suunnittelu. Lämmitys-, vesi- ja viemärijärjestelmien sekä ilmastointijärjestelmien suunnittelu muodostavat kukin omat erilliset suunnittelualueensa. Kiinteistöihin liittyvien laitosten ja laitekokonaisuuksien ohjaukseen, säätöön ja valvontaan tarkoitettujen järjestelmien suunnittelu kuuluu automaatiotekniseen ja instrumentointisuunnitteluun. Sähkötekniinen suunnittelu sisältää energiajärjestelmien, lämmityslaitosten, valaistuksen ja kuluttajaverkostojen suunnittelun.

4. Kustannussuunnittelu ja määrälaskenta. Rakennushankkeessa tarvitaan kustannussuunnittelun asiantuntemusta, joka kohdistuu sekä rakennuskustannuksiin että rakennuksen ylläpitokustannuksiin. Ellei riittävää asiantuntemusta ole hankkeen organisaatiossa, annetaan tehtävä erilliselle kustannussuunnittelijalle. Saman suunnittelijan tehtäviin voi kuulua rakennuttajan määrälaskenta.

### **Rakentaja**

Rakentaja on rakennushankkeen osapuoli, joka rakennuttajan toimeksiannosta vastaa lopputuotteen konkreettisesta tuottamisesta, rakennuksen rakentamisesta. Rakennuskohteesta riippuen rakentaminen voidaan toteuttaa kokonaishintaurakkana, urakat voidaan jakaa osiin tai voidaan käyttää muita urakatapoja. Pääsääntöisesti urakoitsija pyritään valitsemaan urakkakilpailulla. Rakennusurakan eri osapuolten ja näiden edustajien välinen asema, tehtävät, vastuu ja velvollisuudet sovitaan yksityiskohtaisesti urakkasopimuksessa, urakkaohjelmassa ja sen urakkarajaliitteessä.

### **Viranomaiset**

Viranomaiset valvovat suunnittelua ja rakentamista lakien, asetusten, eriasteisten kaavojen, yleisten ja paikallisten määräysten, ohjeiden ja normien pohjalta. Rakentaminen on luvanvaraista toimintaa. Luvan saamiseksi viranomaiselle tulee osoittaa, että aiottu rakennustoimenpide on säännösten mukainen. Viranomaistoiminnan päävastuu on rakennusvalvonnalla. Oma tärkeä osuutensa valvonnassa on yksityiskohtaisella kaavoituksella ja kaavallisista lähtökohdista lähtevällä ohjauksella. Myös terveys-, palo- ja työsuojeluviranomaiset osallistuvat omaan vastuualueeseensa liittyvään valvontaan.

Oman toimialansa osalta rakentamista valvovia viranomaisia ovat muun muassa kunnat ja lääninhallitukset sekä valtion keskusvirastot ja ministeriöt, kuten opetusministeriö, puolustusministeriö, ammattikasvatushallitus, asuntohallitus, lääkintöhallitus ja maatilahallitus.



### 2.2.3 Tiedonhallinta ja digitalisointi

Rakennusala on perinteisesti ollut innovaatioiden kärjessä kun tarkastelee entisajan pyramideja tai nykyajan pilvenpiirtäjiä. Viimeisten kahden vuosikymmenen aikana rakennusala on kuitenkin jäänyt jälkeen. Mckinseyn Global Instituten (MGI) suorittamassa, kaksikymmentäkaksi eri alaa käsittävässä tutkimuksessa käy ilmi, että rakennusteollisuus sijoittui digitalisaation käyttöönotossa kolmanneksi viimeiseksi, ainoastaan metsästyksen ja maanviljelyksen edelle [24].

Tuottavuuden, laadun ja aikataulun hallinnan parantamiseksi rakennusyrietykset ovat kehittäneet tuotannonohjaukseen ja laadunvarmistukseen liittyviä menettelytapojaan erityisesti tiedonhallinnan osalta. Tämä on ollut tärkeä osa-alue, sillä rakennusteollisuus on pitänyt kiinni manuaalisista prosesseistaan samalla kun muut alat ovat kehittyneet.

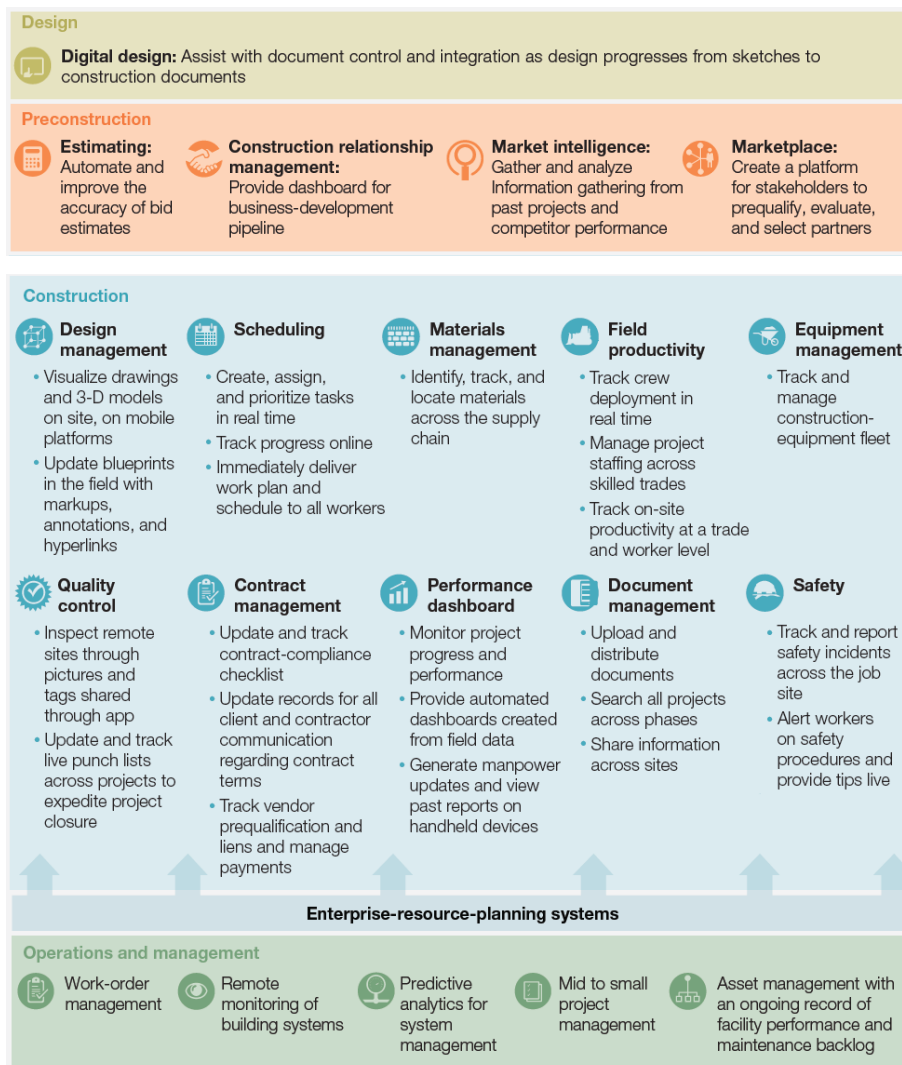
Tärkeä syy tiedonhallinnan ja digitalisoitumisen hitaalle kehitykselle on rakennusteollisuuden luonne [24]. Liiketoimintaympäristö on pirstaloitunut. Se käsittää yksityis- ja valtiovetoisia hankkeita sekä kirjon eritasoisia sijoittajia, urakoitsijoita ja aliuurakoitsijoita. Osapuolilla on eri lähtökohdat hankkeiden menestyksekkääseen läpivientiin ja tästä syystä yhtenäisten prosessien ja standardien käyttöönottoaminen on ollut haastavaa. Muita haasteita ovat nykyiset sopimusmuodot, jotka jakavat hankkeiden riskit epätasaisesti eri osapuolten välillä. Osapuolilla ei ole ollut halua ottaa käyttöön testaamattomia prosesseja tai työkaluja, jotka ovat voineet estää sopimusehtojen saavuttamisen [24].

Rakennushankkeen eri osapuolten välisen tiedonkulun kehittämisessä tietotekniikkaan perustuvat suunnittelu- ja tuotannonohjausjärjestelmät ovat kuitenkin yleistymässä. Digitaalisoinnin vaikutuksesta projektihallintamenetelmät muuttuvat. Tuotannosuunnittelun toimintatapojen kehittyminen ja erilaisten vaihtoehtoisten tuotantoratkaisuiden helpompi tuottaminen on heijastunut tehostuneena vaatimuksena hallita tuotannonaikaisia poikkeamia ja minimoida poikkeamien vaikutukset. Samalla myös erilaisten ohjaustoimenpiteiden vaikutusten analysointi on helpottunut ja tuotantoa on pystytty ohjaamaan tehokkaammin [25].

Tuotannonaikaisen informaation hallinnan merkitys on myös kasvanut. Tuotantoorganisaation monimuotoistuesssa yhä useampi taho tarvitsee omassa toiminnassaan

reaaliaikaista tietoa tuotannon etenemisessä. Asiakasrajapinnan tullessa yhä suuremmin kosketukseen tuotannon kanssa, myös asiakkaat ovat alkaneet vaatimaan nopeaa informaation saamista. Seurauksia näille prosessimuutoksille ovat esimerkiksi olleet paineet yhdenmukaisten tiedonsiirtostandardien kehittämisessä, jotka ovat vaatimuksena tiedonsiirron tehostamiselle ja hallitsemiselle.

Oikein sovellettuina digitaaliset työkalut voivat alentaa hankkeen kokonaiskustannuksia jopa 45 prosentilla [24]. Vaikka tuottavuuserot muihin aloihin nähden ei näillä menetelmillä saada kokonaan tasattua, digitaaliset ratkaisut voivat tehostaa tuottavuutta enemmän kuin mitkään muut suoritettut toimenpiteet. Alapuolelle on listattu rakennushankkeen eri vaiheet, jossa digitaalisia ratkaisuja voidaan käyttää toiminnan tehostamiseksi.

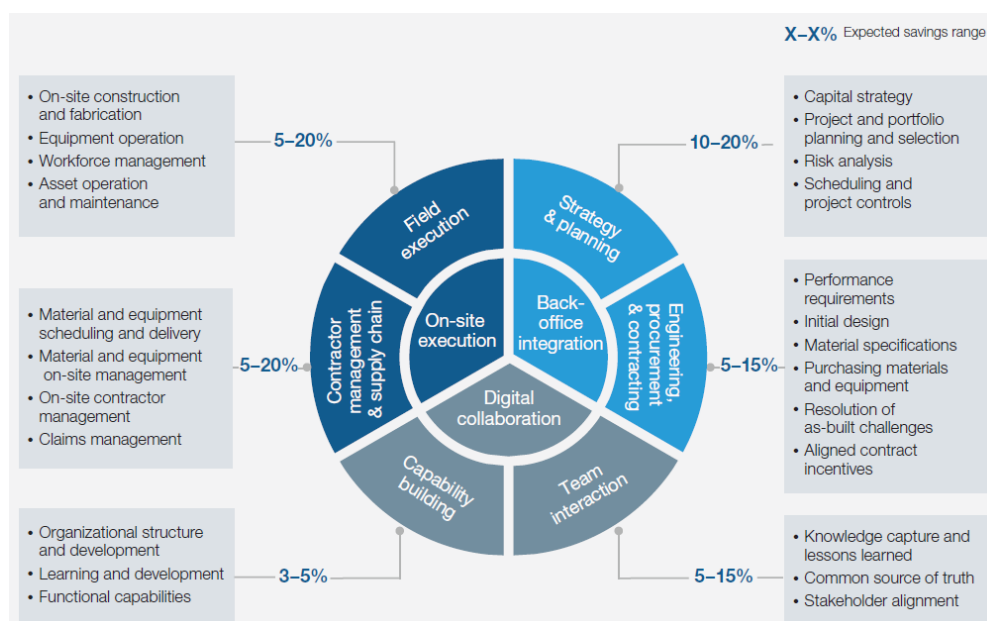


Kuva 23. Digitaaliset prosessit kattavat rakennushankkeen koko elinkaaren.

Laajat mahdollisuudet vaativat rakennusalan toimijoilta muutoshalua ja valmiutta. Yritykset, jotka eivät innovoi, tulevat olemaan epäsuotuisissa asetelmissa liiketoimintakentän kilpailussa. Vääjäämättömän muutoksen edessä rakennushankkeen sidosryhmien tulisi keskittyä lisäarvon maksimointiin digitalisten työkalujen avulla. Oikea lähestymistapa sisältää yrityksen nykyisten heikkojen kohtien tunnistaminen sekä tavoiteltujen hyötyjen määrittäminen [24].

Yrityksen johto voi digitalisoinnin kautta tavoiteltujen hyötyjen määrittämisen jälkeen tunnistaa oikeat työkalut tavoitteiden saavuttamiseen. Tätä varten on olemassa kaksivaiheinen prosessi [24].

Ensimmäisen vaiheen tarkoitus on määrittää mitä toiminnan osa-alueita digitaalisen työkalun käyttöönotto tarkoittaa. Suurin osa työkaluista palvelee yhtä seuraavista osa-alueista: tuotantoa, toimistotehtäviä tai digitaalista yhteistyötä. Tuotanto- ja toimistotyökalut tuovat lisäarvoa ja luovat mahdollisuuksia omissa tehtävissään. Digitaalinen yhteistyö kattaa osa-alueet, jotka helpottavat projektiosapuolten kommunikointia ja tiedonvaihtoa. Toisessa vaiheessa tarkennetaan jokaisen työkalun tuoma hyöty omassa kategoriassaan. Esimerkiksi tuotantoa palvelevat työkalut luovat yleensä arvoa joko tehtävän suorittamisessa tai urakoitsija- ja toimittajaketjun hallinnassa. Alapuolella kuva digitalisten työkalujen ryhmittelystä ja niin työkalujen käyttöönoton mahdollistamat kustannussäästöt.



Kuva 24. kaksivaihemenetelmä digitalisten työkalujen ryhmittelyyn.

Teknologiaratkaisujen käyttöönottovaiheessa yritysten tulisi keskittyä digitaalisen muutosjohtamisen perusedellytyksiin [24]:

1. Strateginen suunta ja sen hallinta
  - a. Kehittää innovaatioita koskeva kokonaisvaltainen strategia
  - b. Asettaa selkeät tavoitteet
  - c. Vaiheistaa ja aikatauluttaa muutokset
  - d. Muokata ja jakaa muutoksen tarpeellisuudesta kertovaa tarinaa
  - e. Perustaa muutosjohtamisesta vastuussa oleva organisaatio
2. Hankeen mahdollistaminen
  - a. Määrittää digitaalisten hankkeiden valintakriteerit ja laajuudet
  - b. Tunnistaa sopivat hankkeet. Esimerkiksi täysin digitaaliset tai osaksi digitaaliset hankkeet
  - c. Vetää toistuvia digitaalisia hankkeita
  - d. Muokata toimintatapoja opitun perusteella
3. Yrityksen muuttaminen
  - a. Kehittää jalkauttamissuunnitelma
  - b. Perustaa digitaalisten hankkeiden yksikkö
  - c. Varmistaa tietotekniikkavalmius

## 2.3 Raudoitushanke

Raudoitustyö on olennainen työvaihe paikallavalurakentamisessa. Raudoitteet asennetaan valettavien rakenteiden muottiin ennen betonointia ja niiden valmistukseen ja asennukseen liittyy monia ohjeistuksia. Raudoitushankkeet jaetaan tyyppinsä perusteella kolmeen eri ryhmään: talonrakennushankkeet, infrastruktuurihankkeet sekä toimitilahankkeet.

### 2.3.1 Hankkeiden koko ja erikoispiirteet Suomessa

Raudoitushankkeen koko vaihtelee Suomessa 20 betoniterästönkin ja 6000 betoniterästönkin välillä (pois lukien pienemmät omakotitalot ja harvinaiset megahankkeet). Asteikon alemmassa päässä ovat pienkerrostalot, joiden perustukset ja välipohjat toteutetaan paikallavalurakenteina ja asteikon yläpäässä ovat infrakohteet, joihin menee isoja määriä paksua terästä.

Kerrostaloissa käytetyimmät betoniterästuotteet ovat perustuksissa hitsatut anturaelementit sekä muotoonsa leikatut ja taivutetut raudoitteet. Välipohjissa käytetään yleisesti mattoraudoitteita, hitsattuja verkkoja, reunahakakoreja sekä leikattuja ja taivutettuja teräksiä. Talokohteiden seinät toteutetaan pääosin elementtirakenteisina kerrosnopeuden parantamiseksi.

Talokohteiden teräslaatu on pääosin B500B ja kesimääräiset dimensiot 8-12 mm. Kuormista johtuen (yleensä n. 2kN/m<sup>2</sup>) betoniteräskilot jäävät hankkeessa alhaisiksi ja raudoitushankkeen riskienhallinta kohdistuu lähinnä toimitusaikataulun varmistamiseen. Raudoitekuormien myöhästyminen vaikuttaa rakennustyömaan betonointitöihin ja sen kautta kerrosnopeuteen, jonka tahti on keskimäärin kerros viikossa (Etelä-Suomessa). Aikataulun venyminen vaikuttaa tällöin työmaan käyttö- ja yhteiskustannuksiin, joiden ylittymisestä voidaan reklamoida raudoitetoimittajaa.

Infrakohteet vaihtelevat Suomessa teiden ja siltojen rakentamisesta sairaaloihin ja ydinvoimaloihin. Nämä ovat betoniteräksen käytön kannalta intensiivisemmät hankkeet, joihin liittyy paljon paikallavalurakenteita. Betoniterästen keskimääräiset dimensiot vaihtelevat 16 mm ja 25 mm välillä.

Paalulaatat ovat teiden rakenteita, jotka vaativat paljon betoniterästä. Laatan perusraudoituksen lisäksi paalulinjojen kohdalla raudoitus on tiheämpää. Betoniteräksen tuoteryhmistä kohteet ovat ihanteelliset mattoraudoitteille, sillä muodot ovat yleensä suoraviivaisia ja asennustehot moninkertaiset irtoraudoitteiden asennukseen verrattuna. Vertauslukuina voidaan käyttää irtoteräksille 150 kg/työmiestunti vastaan 700 kg/työmiestunti Bamtec-mattoraudoitteille.

Siltojen rakentamisessa käytetään monipuolisesti eri betoniterästen tuoteryhmiä. Paaluissa, pilareissa ja reunapalkeissa käytetään hitsattuja elementtejä, sillan kannessa mattoraudoitteita (edellyttää hyväksyttyä väsymistarkastelua) ja siipimuureissa sekä siirtymälaatoissa irtoteräksiä. Myös varastomittaiset teräkset muodostavat siltojen rakentamisessa huomattavan osuuden kaikista betoniteräksistä.

Sairaalat, tehtaat ja ydinvoimalat ovat Suomessa kaikki tavanomaisesta poikkeavia rakennushankkeita. Raudoituksen osalta nämä hanketyypit muodostavat erityisiä vaatimuksia, kuten betoniterästen yksityiskohtaisen laatuaineiston kerääminen ja jakaminen tilaajan organisaatiolle. Teräksen jäljitettävyyks myös korostuu ja hankkeisiin liittyy usein salassapitovelvoitteita. Nämä ovat kaikki korkean riskin hankkeita, jotka sitovat betoniterästoimittajien ja urakoitsijoiden resurssit pitkäksi ajaksi. Raudoitushankkeista nämä vaativat eniten suunnittelua ja riskienhallintamenetelmien käyttöönottoa.

Toimitusten onnistuminen on kaiken kaikkiaan infrahankkeissa kriittisessä osassa ja kustannusvaikutukset voivat reklamaatiotilanteessa muodostua huomattaviksi. Hankkeiden kesto raudoitustöiden osalta on keskimäärin noin vuosi, jolloin raaka-aineen hinnan vaihtelu voi sopimustyyppistä riippuen vaikuttaa myös hankkeen onnistumiseen. Täten onnistunut riskienhallinta korostuu infrahankkeissa selkeästi muita hanketyyppejä enemmän ja vaatii koko raudoitusketjulta huolellista suunnittelua.

Toimitilahankkeet toteutetaan nykypäivänä etenevin määrin valmisosarakenteisina. Elementtirunkoihin liittyy kuitenkin aina paikallavaluosuuksia, joissa käytetyimmät betoniterästuotteet ovat valmiiksi leikatut ja taivutetut raudoitteet sekä perustusten hitsatut elementit. Maanvaraisissa laatoissa käytetään myös verkkoja ja mahdollisuuksien mukaan mattoraudoitteita. Betoniteräsmäärien osalta

toimitilahankkeet sijoittuvat keskiluokkaan ja materiaalimenekit ovat yleensä 100 ja 400 tonnin välillä.

### **2.3.2 Osapuolet ja urakkamuodot**

Raudoitushankkeen osapuolet ovat rakentaja, raudoitustöistä vastaavat urakoitsijat, rakennesuunnittelija, valvojat sekä betoniterästen toimittajat. Jokainen vastaa omalta osaltaan hankkeen onnistumisesta.

Nykypäivänä isoimmissa rakentajaorganisaatiosta harvoin löytyy omaa betonirauditusosastoa, joten työt tilataan yleensä ulkopuoliselta urakoitsijalta. Rakentaja näin ollen keskittyy raudoitustöiden aikatauluttamiseen ja töiden etenemisen valvontaan. Rakentajan vastuulla on myös toteutusvaiheen raudituspiirustusten toimittaminen töitä suorittavalle taholle.

Kokonaisvastuu-urakka on raudoitushankkeissa yleinen urakkamuoto, jossa tilaaja maksaa asennettuun teräsmäärään perustuvan yksikköhinnan, esimerkiksi yhden euron asennettua teräskiloa kohden, joka sisältää materiaalikustannukset. Tässä urakkamuodossa rauditusurakoitsija vastaa töiden johtamisesta ja suorittamisesta ja tilaajan organisaatio vastaa määräysten ja laatuvaatimusten toteutumisen valvonnasta.

Kokonaisvastuu-urakassa raudoitustöiden pääurakoitsija on suorassa sopimussuhteessa betoniterästoimittajan kanssa. Hänen tehtävänä on ajantasaisten toteutuspiirustusten toimittaminen ja ellei muuta ole sovittu, yhteydenpito toimittajan ja suunnittelijan välillä tapahtuu pääurakoitsijan kautta.

Toinen käytetty urakkamuoto koskee pelkästään betoniterästen asennustyötä. Rakentaja solmii sopimuksen betoniterästen asennusurakoitsijan kanssa ja ostaa teräkset suoraan toimittajalta. Tämä urakkamuodossa työnjohtovelvoitteet ovat rakentajalla, jonka vastuulla on terästoimitusten suunnittelu ja tilaaminen. Urakkamuoto vaatii rakentajan puolelta pätevän runkotöiden johtajan.

Rakennesuunnittelijan tehtävänä on raudituksen suunnittelu. Toteutusvaiheen suunnitelmissa tulee yksiselitteisesti ilmetä betoniterästen valmistamiseen vaadittavat tiedot. Rakennesuunnittelija on sopimussuhteessa rakennuttajaan ja

tiedonvaihtomenettelyistä sovitaan hankkeen alkaessa ja niitä täsmennetään tarvittaessa hankkeen aikana.

Hitsatut ja pitkälle jalostetut betoniterästuotteet mahdollistavat uusia toimintatapoja. Toisin kuin irtoterästen asentamisessa, raudoitustyön erikoisosaamista ei enää tarvita, jolloin sama työryhmä pystyy hoitamaan muotti-, raudoitus- ja betonointityöt. Tämä aikataulullisesti tehokas toimintatapa mahdollistaa kustannussäästöjä rakentajan puolelta. Raudoitustyöt ja niihin liittyvät hankinnat ja asennukset ovat tällöin kokonaan rakentajaorganisaation suorittamia.

Raudoitetoimittajan rooli raudoitushankkeen onnistumisessa on urakkamuodosta riippumatta keskeinen. Toimittaja vastaa raudoitteiden valmistuksesta ja niihin asetettujen laadullisten vaatimusten toteutumisesta. Toimittajan vastuulla on yleensä myös logistiikan suunnittelu ja toteutus, jolloin työmaan betonointitöiden aikataulu on riippuvainen oikea-aikaisten raudoitetoimitusten toteutumisesta. Raudoitetoimittajat tarjoavat myös palveluita raudoitustöiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvillä osa-alueilla.

### **2.3.3 Hankkeen läpiviennin eri vaiheet**

Raudoitushanke alkaa urakkamuodon valinnalla, tarjouspyyntöjen lähettämällä ja urakkasopimusten allekirjoittamisella. Hankkeen tässä vaiheessa sopimustekniikka on keskeisessä osassa toteutusvaiheen onnistumisen kannalta. Suositeltavaa olisi jo neuvotteluvaiheessa painottaa ennakoivan sopimisen menettelytapojen noudattamiseen. Ennakoivalla sopimisella saadaan hankkeen kaikki osapuolet osallistutettua projektin aikaisten muutosten hallintaan, samalla varmistaen osapuolten motivaatiolähtöinen sitoutuminen.

Raudoitustöiden urakoitsijan ja materiaalitoimittajan valinnan jälkeen hanke alkaa jakamalla raudoitukseen liittyvät suunnitelmat eri osapuolten kanssa. Aineisto sisältää rakennesuunnittelijan piirustukset, rakennushankkeen yleisaikataulu sekä tarkentuessa betonitöiden toteutusjärjestys.



Raudoitustyöt seuraavat hankkeen maarakennus- ja runkotöiden paikallavalurakenteiden aikataulua. Raudoitustyö sijoittuu muottityön ja betonoinnin väliin ja raudoitustyön työvaiheisiin kuuluu:

1. **Raudoitusvälikkeiden asennus.** Tähän tuoteryhmään kuuluvat muun muassa eri muottien tai maan pintaan asennettavat betoniteräsvälikkeet. Välikkeiden avulla varmistetaan raudoitteiden riittävä suojaetäisyys valmiin betonin pinnasta.
2. **Raudoituksen asennus.** Teräsbetonirakenteen raudoitus asennetaan paikoilleen ja sidotaan. Esimerkiksi laattojen osalta asennus voi tapahtua kahdessa vaiheessa, mikäli laattaa asennetaan LVI-tekniikkaa. Tällöin laatan alapinnan raudoitteet asennetaan ensimmäisenä. Yläpinta asennetaan vasta kun LVI-komponentit on laitettu paikoilleen.
3. **Raudoituksen tarkastaminen.** Valmis raudoitus tarkastetaan ja hyväksytään ennen betonointia. Tarkastuksen suorittaa hyväksytty valvoja. Tarkastusmenetelmiin voi kuulua esimerkiksi valmiin raudoituksen itselleen luovutus, jonka yhteydessä rakentajaorganisaatio varmistaa raudoitteiden oikeamukaisuus ennen valvojan suorittamaan varsinaista tarkastusta. Tämä nopeuttaa tarkastusta ja varmistaa mahdollisten raudoitustyön aikaisten virheiden tunnistamista.

Raudoitushanke päättyy loppuselvitykseen. Loppuselvitykseen osallistuvat tilaaja, runkotöiden pääurakoitsija, raudoitusurakoitsija, betoniterästoimittaja ja tarvittaessa rakennesuunnittelija. Tämän vaiheen tarkoitus on todentaa toteutuneet betoniteräsmäärät, jotta hankkeen eri osapuolten jäljellä olevat laskut saadaan hyväksytettyä.

### 2.3.4 Tiedonkulku ja sen muoto

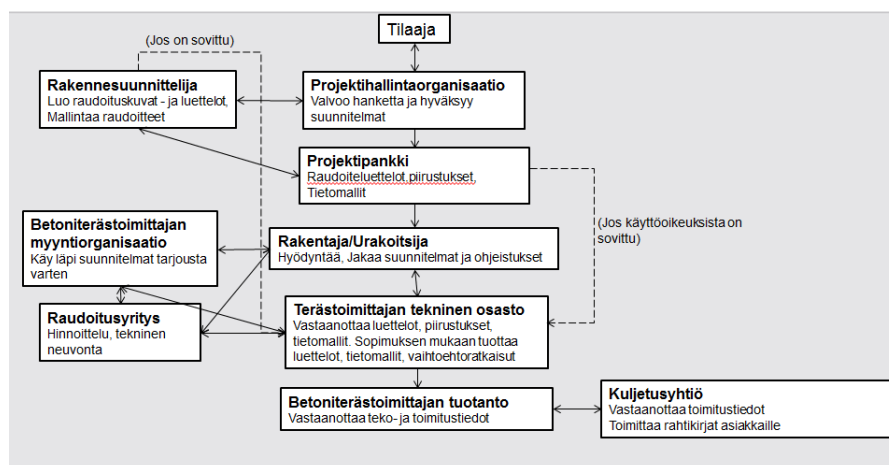
Raudoitushankkeessa käsitellään ja jaetaan rakennesuunniteluun liittyvää tietoa. Suunnitelmat tuotetaan piirustusten, luetteloiden ja tietomallien muodossa ja ne jaetaan sähköpostin, projektipankin tai kopiolaitoksen välityksellä.

Osana rakennushanketta, raudoitushankkeen tiedonhallintaan liittyy samankaltaisia haasteita ja mahdollisuuksia.

Perinteisessä raudoitushankkeessa viime hetken muutokset raudoituskuviin ovat yleiset ja suunnitelmat jaetaan sitä mukaan kun ne valmistuvat. Toteutusvaiheen suunnitelmia tarkennetaan vielä myöhäisessä vaiheessa, jolloin betoniterästen toimittajille jää pieni aikaikkuna terästuotteiden valmistukselle ja toimittamiselle.

Aikataulupaineiden synnyttämän kiireen vuoksi tiedonjakamisen kanavaksi on usein valittu sähköposti tai puhelin, mitkä osaltaan vaikeuttavat tilaustietojen jäljitettävyyttä ja suunnitelmien revisioiden hallintaa.

Rakennushankkeen yhteisestä projektipankista on myös viime vuosina muodostunut tiedonjakamisen kolmas kanava. Tämä vaihtoehto on yleistymässä ja vastaa osaltaan sähköposti- ja puhelinkeskustelujen tiedonhallintaongelmiin. Projektipankki on verkkolevypohjainen tallennusratkaisu, johon hankkeen eri osapuolet lisäävät suunnitelmansa. Tietoa hyödyntävät tahot hakevat tarvitsemansa suunnitelmat projektipankin eri kansioista.



Kuva 25. Raudoitushankkeen tiedonkulku eri osapuolten välillä kun käytössä on rakennushankkeen yhteinen projektipankki.

Digitaalisten työkalujen käyttöönotossa raudoitusosalalla toimivien yritysten tulee ensiksi ymmärtää tietotekniset valmiutensa ennen sopivien ratkaisujen tunnistamista. Pääosa yrityksistä luokitellaan digitaalisesti orastavaksi, kun osa elää digitaalista murrosta ja pieni ryhmä voidaan jo luokitella digitaalisesti kykeneväksi [23].

Digitaalisesti orastavat yritykset sijoittavat rajatun määrän resursseja digitaalisiin ratkaisuihin. Yrityksiltä puuttuu selkeä digitalisointiin liittyvä strategia ja osasto.

Digitaalista murrosta elävät yritykset investoivat kertaluontoisiin ratkaisuihin vastatessaan toimialueensa ongelmiin ja yleistyviin vaatimuksiin. Yrityksillä on perusedellytykset vastata teknologisiin vaatimuksiin.

Digitaalisesti kykenevät yritykset panostavat skaalautuviin digitaalisiin ratkaisuihin ja hyödyntävät näitä projektikokonaisuuksissa sekä yksittäisten projektien eri vaiheissa. Digitalisaatiolla on keskeinen osa yrityksen kulttuurissa.

### **2.3.5 Lisäarvoa tuottavien palveluiden merkitys**

Euroopan Unionin sisältä ja sen ulkopuolelta tuleva halvempi betoniteräs on kiristänyt kilpailua kotimaisilla markkinoilla. Paikallisten betoniterästoimittajien on täytynyt muuttaa ja kehittää palveluitaan markkinaosuuksien ja liiketoimintansa kannattavuuden varmistamiseksi.

Liiketoiminnassa lisäarvon voi määritellä olevan yhtä kuin hyöty asiakkaalle. Rakennusosalalla vallitsevan aikataulupaineiden vuoksi Suomessa toimiva betoniterästeollisuus on pyrkinyt luomaan lisäarvoa luomalla palveluita jotka vähentävät näitä aikataulupaineita. Nämä palvelut yhdistettyinä raudoitetehtaiden läheiseen sijaintiin työmaihin nähden on varmistanut kotimaisen kilpailukyvyyn säilymisen.

Raudoitusosalalla yleisin tilaajan ulkoistama palvelu on betoniraidoiteiden listaaminen rakennesuunnittelijan piirustuksista. Suunnittelusopimuksesta riippuen rakennesuunnittelijan vastuulle ei aina kuulu raudoitusluettelon tuottaminen. Tämä palvelu antaa raudoitustyön johdolle aikaa keskittyä varsinaisten raudoitustöiden johtamiseen ja siirtää samalla vastuun kuvien tulkinnasta toimittajalle.

Muita tilaajalle ajansäästöä tuottavia palveluita ovat raudoitenippujen värikoodaaminen sekä irtoraudoitteiden muuttaminen hitsatuiksi komponenteiksi.

Teknologisesti kykenevät rakennusalan toimijat käyttävät myös tietomalleja raudoitustöiden tuotannonohjauksessa.

Yleisesti ottaen raudoitushankkeelle lisäarvoa tuottavat palvelut ovat keskittyneet työmaa-aikaisten toimintojen tukemiseen. Varsinaisen toimistotyön ja digitalisoinnin alueilla olevien palveluiden tuoma lisäarvo on jäänyt hyödyntämättä. Näiden mahdollistamat yhteenlasketut kustannussäästöt rakennushankkeelle ovat luokkaa 23-55 % [24]. Osana rakennushanketta nämä kustannussäästöjen mahdollisuus osittuu myös raudoitushankkeille.

### 3 KEHITYSTYÖN TEOREETTISET RAAMIT

Teoreettisessa osuudessa käsitellään työn aihepiiriin liittyvää kirjallisuutta. Aiemmissa luvuissa kirjoitettiin rakennus- ja raudoistushankkeen prosessista, eri osa-puolista ja niiden tehtävistä. Myös digitalisaation tuomia mahdollisuuksia käsiteltiin lyhyesti.

Seuraavissa luvuissa syvennyttään tuotetietohallinnan merkitykseen ja digitaalisten palveluiden suunnitteluun. Teoriaosuuden tarkoituksena on tukea raudoistushankkeen hallintajärjestelmän rakentamista olemassa olevan tiedon pohjalle. Teoriaosuus antaa myös mahdollisuuden verrata saavutettuja tuloksia työn asetettuihin tavoitteisiin.

#### 3.1 Tuotetiedon hallinta

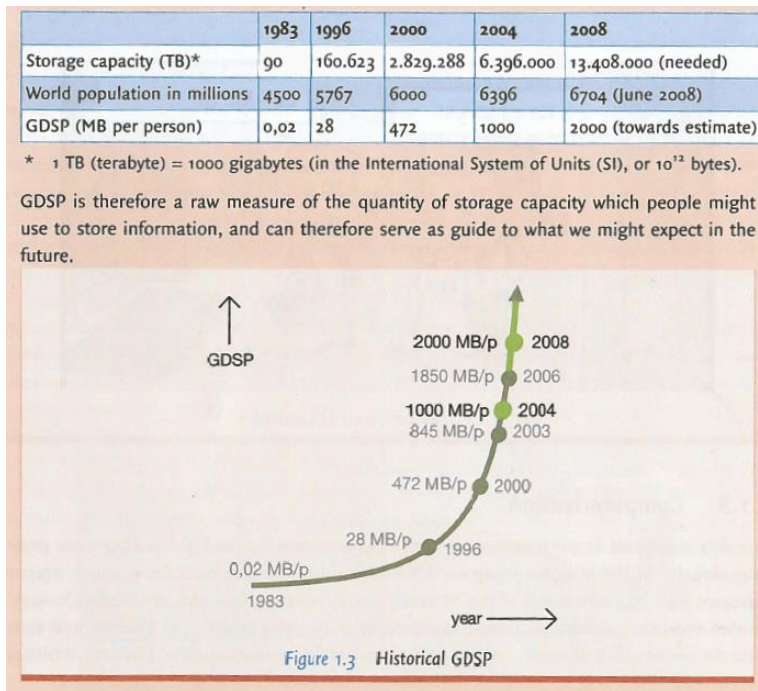
Betoniterästoimittajan vastuulla on tuotetietojen hallinta tilauksesta toimitukseen. Hanketyypistä riippuen toimitettujen tuotteiden tieto tulee säilyttää tietyn määräajan hankkeen päätyttyä. Tuotetietojen hallinta on liiketoimintamalli ja strategia, jonka tarkoituksena on varmistaa tuotteisiin ja prosesseihin liittyvän tiedon saatavuus tarvittavana ajankohtana koko tuotteen elinkaaren aikana (26, s.4).

Tuotetietojen hallintamenetelmien tulee mahdollistaa tiedon yksinkertaisen tallennuksen ja saatavuuden. Arvoketjun eri osapuolilla, kuten sisäisillä osastoilla, asiakkailta ja toimittajilla tulee olla pääsy tallennettuun tietoon, ja heille pitää pystyä määrittelemään eri käyttöoikeudet. Työkaluna yritykset voivat käyttää tähän tarkoitukseen kehitettyjä järjestelmiä (26, s.13).

Kysyntä tuotetietojen hallintasovelluksille on kasvussa ja kasvua on muun muassa vauhdittanut yrityksissä tapahtuva, korkean työvaihtuvuuden aiheuttama hiljaisen pääoman katoaminen. Yrityksen liiketoiminnan hyvinvoinnin kannalta on tärkeä varmistaa tuotteisiin ja prosesseihin liittyvän tiedon säilymisen myös työsuhteiden päättyessä. Moni yritys epäonnistuu tämän hiljaisen pääoman siirtämisessä ja arvokasta tietoa menetetään työntekijän lähdön yhteydessä (26, s.11).

Digitalisointi ja nykypäivänä saatavilla olevan tiedonmäärän kasvu on myös vaikuttanut tuotetietohallintajärjestelmien kysyntään. Tutkimusten perusteella keskiverto ihminen tuottaa noin 2 gigabittiä tietoa vuodessa (v.2008) ja vauhti on kiihtymässä. Kasvava

tietomäärä on vaikeasti hallittavissa ilman käyttötarkoitukseen sopivia järjestelmiä ja ohjelmistoja (26, s.12).



Kuva 26. Tiedontallennusmäärän kasvu henkilöä kohden vuosina 1983 – 2008

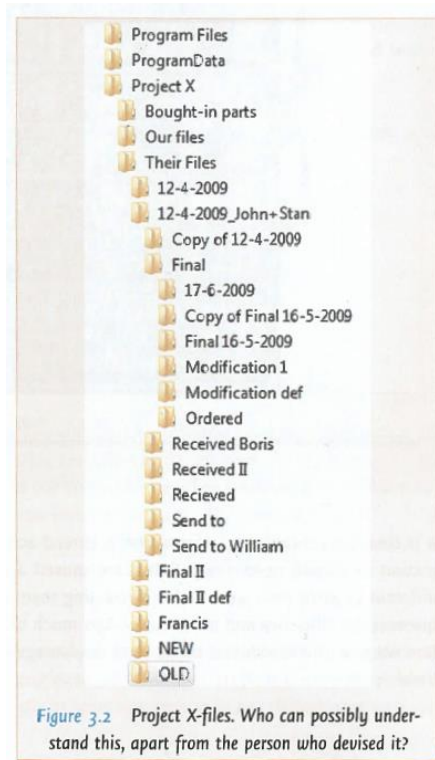
Yrityksen liiketoiminnan kannalta on olennaista hallita keskitetysti ja yhdenmukaisesti kaikki tuotteisiin liittyvät tiedot, piirustukset, tarjoukset, laskelmat ja markkinointimateriaalit, ja eri hallintajärjestelmät mahdollistavat näitä tietoja hyödyntävien operatiivisten prosessien luomisen ja seurannan. Tuotetietohallintajärjestelmän käyttöönoton tulee kuitenkin ensisijaisesti olla strateginen päätös. Yrityksen päätöksen tulee perustua haluun hallita tuotteisiin ja prosesseihin liittyvää tietoa. Tuotetietohallintajärjestelmää ei tule myöskään sekoittaa tuotetietohallintaohjelmistoon. Ohjelmisto on työkalu, joka toimii tukena hallintajärjestelmän käyttöönottopäätöksen jälkeen (26, s.16).

Tuotetietohallintajärjestelmä mahdollistaa keskitetyn ympäristön, jossa tuotteisiin ja prosesseihin liittyvää tietoa voidaan turvallisesti ja tehokkaasti käsitellä. Oletusarvoisesti järjestelmä on rakennettu kahta tarkoitusta varten: tiedonhallintaan ja prosessien hallintaan (26, s.16). Seuraavissa luvuissa käsitellään molempia kokonaisuuksia.

### 3.1.1 Tiedonhallinnan osa-alueet

Valmistavan teollisuuden tuotteet muodostuvat eri tehtävistä, joiden hallinta on perinteisesti suoritettu hajautetusti eri osapuolten yhteistyönä. Toimintatavan yhtenä haasteena on eri osapuolten hallussa oleva kasvava tietomäärä, joka on vaikeuttanut hankkeen hallinnan läpinäkyvyyttä ja eri vaiheiden jäljitettävyyttä. Tiedon säilyttäminen eri paikoissa on myös selkeästi epäkäytännöllistä, sillä tavoiteltua tietoa tarvitaan yleensä nopeasti. Aikaa hukataan selvitystyössä ja tutkimusten perusteella insinöörin työajasta voi kulua 25 % pelkän tiedon etsintään (26, s.29).

Monessa organisaatiossa eri osastoilla ja henkilöillä on myös oma tapansa tallentaa tietoa. Tämä heikentää muiden henkilöiden mahdollisuuksia löytää tarvittava tieto ja suodattaa olennaiset asiat tietokannasta (26, s.30).



Kuva 27. Yrityskäytössä oleva yleinen hakemistorakenne

Yläpuolella esitetty hakemistorakenne voi myös aiheuttaa ongelmia, jotka eivät ainoastaan liity tiedon etsimiseen. Jos kaikki piirustukset ja dokumentit pidetään yhdessä kansiossa, ajan säästämiseksi on mahdollista kopioida koko projekti uuden projektin alkaessa. Näin käyttäjä voi varmistaa saavansa kaikki olennaiset tiedot käyttöönsä. Tämä toiminta johtaa kuitenkin kopioihin samasta tiedosta eri sijainneissa ja voi aiheuttaa merkittäviä hallinnollisia ongelmia. Kun tarpeeksi monta kopiota samasta

tiedosta on liikkeellä ja eri käyttäjät ovat tehneet omia lisäyksiä, on hyvin haastavaa tietää, mikä tieto on ajan tasalla. Käyttäjät voivat joissakin tapauksissa käyttää vuosia vanhoja suunnitelmia tai tilaustietoja (26, s.33).

Tuotetietohallintajärjestelmä tuo apua tuotteisiin liittyvän tiedon tallentamiseen ja asettaa tiedonhallinnalle seuraavat vaatimukset (26, s.17):

- Tiedon varastointi ja dokumenttien hallinta
- Tuoterakenteen hallinta
- Luokittelun hallinta
- Tuotemäärityksen hallinta
- Visualisoinnin hallinta

#### Tietovarasto ja tiedostojen hallintatyökalut

Tietovarasto on keskitetty ympäristö, johon kaikki tieto tallentuu. Perusvaatimuksena on, että tietoa pystyy turvallisesti ja yksinkertaisesti tarkastelemaan ja olemassa oleva tieto on ainoastaan kertaalleen tallennettu järjestelmään (26, s.37).

Tuotteisiin liitetyt tiedostot ja niiden keskinäiset riippuvuussuhteet vaativat hallintajärjestelmältä monimuotoisia toiminnallisuuksia. Tästä syystä tiedostojen tarkastelu ja hallintatyökalut ovat tuotetietohallintajärjestelmän kannalta kaksi tärkeintä työkalua (26, s. 39).

#### Tuoterakenteen hallinta.

Järjestelmässä esitetty tuoterakenne kuvaa tapaa, jolla tuote on pilkottu komponentteihin. Selkeä rakenne mahdollistaa esimerkiksi osaluetteloiden ja tuoteanalyysien tuottamisen (26, s.42).

#### Luokittelu.

Tietojärjestelmän aineisto on yleensä monen osapuolen käytössä ja tietoa hyödynnetään eri käyttötarkoituksiin. Tästä syystä tiedon jakaminen eri kategorioihin luokittelun kautta on olennaista (26, s.44).



### Tuotemäärittelyn hallinta.

Määrittely tarkoittaa tuotteen rakentamista. Määrittelyyn kuuluu eri osien valinta lopullisen tuotteen aikaan saamiseksi. Tuotteiden määrittely liittyy vahvasti myös tämän kehitystyön aihepiiriin, ja siihen liittyviä käsitteitä kuvataan alapuolella.

#### - **Konfiguraattori**

Konfiguraattori on ohjelmisto, joka auttaa asiakasta määrittelemään halutun tuotteen. Määriteltävän tuotteen tiedot tallennetaan ohjelmistoon ja määrittely tapahtuu syy – seuraus riippuvuuksien perusteella.

#### - **Parametrit ja attribuutit**

Parametri on tietokenttä, jolle voi määrittellä tietyn attribuutin eli arvon. Esimerkiksi pituusparametrin attribuutti voi olla 100 mm. Tuotetiedon hallinnan kannalta on aiheellista erottaa parametrit, joissa voi vapaasti määrittellä arvot sekä parametrit, joissa käyttäjälle esitetään lista valittavista arvoista. Tiettyjen ominaisuuksien haku voi ensimmäisessä tapauksessa olla vaikeampaa (26, s.4).

#### - **Versio ja revisio**

Versiota käytetään lähinnä tiedostojen hallintaan. Tuotehallintasovellus tuottaa uuden version aina, kun objektia muutetaan ja tallennetaan. Oletuksena edellisiä versioita ei näytetä ja ainoastaan viimeisin on esillä. Moni hallintasovellus säilyttää rajatun määrän versioita ja poistaa automaattisesti loput. Revisiot liittyvät yleensä tuotteisiin, ja niiden luominen on tietoinen toimenpide. Edelliset revisiot tallentuvat pysyvästi tuotetiedon hallintajärjestelmään (26, s.5).

#### - **Nimike, artikkeli, osa, nimikerevisio, tietue, tiedosto**

Yläpuolella kuvatut käsitteet liittyvät tuotetietojärjestelmien nimikepohjaiseen rakenteeseen. Järjestelmät käsittelevät eri kokonaisuuksia, joihin käyttäjä voi liittää tietoa. Nimikkeet, artikkelit ja osat ovat nimiä näille kokonaisuuksille ja nimikerevisiot, tietueet ja tiedostot ovat käsitteitä, joilla kuvataan kokonaisuuksille liitettyä tietoa. Nimikepohjaisessa tuotetietohallintajärjestelmässä revisiot ja vapautukset tapahtuvat periaatteessa kokonaisuuksien tasolla. Yleinen lähestymistapa on liittää nimikkeet, artikkelit ja osat tuotteeseen, jolloin nimikerevisiot, tietueet ja tiedostot liittyvät kyseisen tuotteen kuvaamiseen. Tapa on myös yhdenmukainen yritysten resurssienhallintajärjestelmien kanssa, joissa artikkelit ovat lähes poikkeuksetta tuotteita, joita pystytään myymään tai valmistamaan (26, s.6).

## Visualisointi.

Tuotetietohallintajärjestelmä sisältää eri tiedostomuotoja, joita käyttäjät lisäävät ja käsittelevät. Eri tiedostomuotoja voivat olla Excel, XML, PDF ja eri CAD-pohjaiset tiedostomuodot. Järjestelmässä pitää tästä syystä olla mahdollisuus lukea eri formaateissa olevaa tietoa.

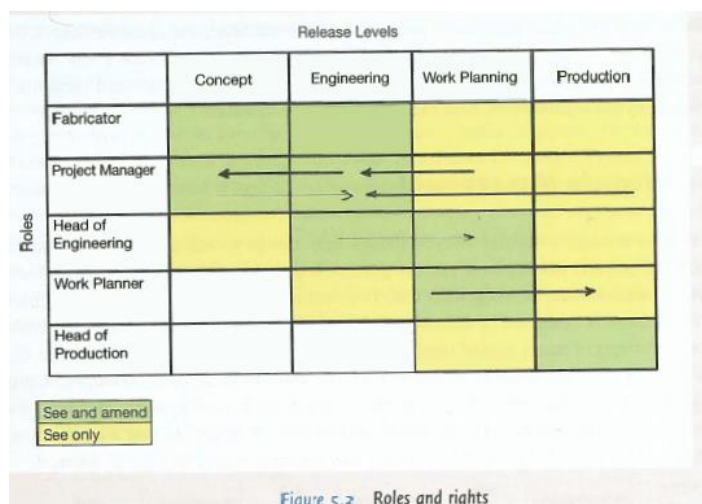
### **3.1.2 Prosessihallinnan eri osa-alueet**

Tuotetietojärjestelmän toinen perustehtävä on hallita yrityksen liiketoimintaan liittyviä prosesseja (26, s56). Seuraavat osa-alueet on tunnistettu kuuluvan tuotetiedon prosessihallinnan piiriin:

#### Roolit ja oikeudet

Prosessihallinnassa on ajoitettuja tehtäviä, jotka ovat eri osastojen vastuulla. Tehtävät sisältävät eri vaiheita, kuten vapauttaminen ja hyväksyntä. Esimerkkinä termiä vapauttaminen käytetään tiedoston tai tuotteen statustiedon muuttamiseen, kun kyseinen versio täyttää käyttötarkoituksensa (26, s.4). Statustiedon muuttaminen vapautetuksi tarkoittaa yleensä sitä, että tietyt toiminnot, kuten tekotietojen määrittäminen ja piirustusten tuottaminen on suoritettu. Status kertoo tiedoston tai tuotteen elinkaaren vaiheesta (26, s.5).

Riittävät oikeudet omaavan henkilön tehtävänä on vapauttaa tieto seuraavaa tehtävävaihetta varten. Vapauttaminen johtaa statustiedon muutokseen. Eri statusia voivat olla ”suunnittelussa”, ”odottaa hyväksyntää”, ”tuotannossa” ja ”valmis”. Tästä syystä tuotetietohallintajärjestelmässä eri käyttäjien roolit ja oikeudet tulee olla selkeästi määritettyinä.



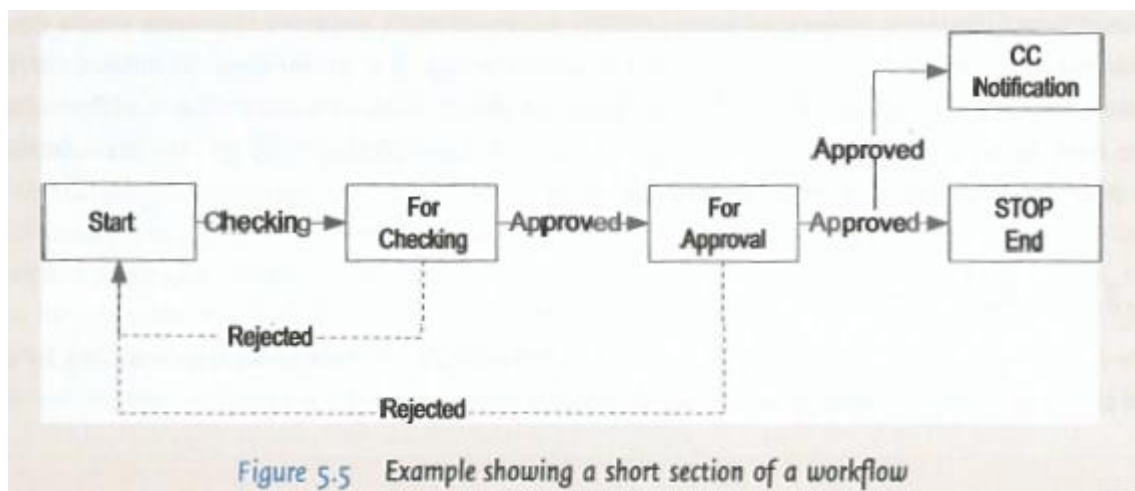
Kuva 28. Prosessihallintaan osallistuvien henkilöiden roolit ja oikeudet

### Elinkaarihallinta

Tuote käy läpi elinkaarensa aikana eri vaiheita ja tuote kuvataan eri vaiheissa eri tiedostoilla, joilla jokaisella on oma elinkaarensa. Tuotteen elinkaarihallinta antaa läpinäkyvyyttä siihen, miten tuote on luotu ja mitä tehtäviä eri osapuolilla on prosessissa ollut. Asianmukaiset työkalut helpottavat myös eri tiedostojen käsittelyä tuotteen elinkaaren aikana (26, s.60).

### Työnjärjestyksen hallinta

Työnjärjestys on joukko toisistaan riippuvia tehtäviä, jotka ovat välttämättömiä lopputuotteen elinkaaren saavuttamiseksi. Tuotetietohallinnassa työnjärjestys on tehtäväketjussa tapahtuva erillinen vaihe, jonka seurauksena saavutetaan tuotteen hallittu muutos (26, s.61).



Kuva 29. Liiketoimintaprosessiin kuuluvien tehtävien työnjärjestyksen hallinta

### Muutosten hallinta

Tuotetiedon hallintaprosessin aikana tapahtuvat muutokset ovat haasteita, jotka koskevat lähes kaikkia organisaatioita. Tuotteen elinkaaren aikana eri vaiheissa tapahtuvilla muutoksilla on myös eriaisteiset aika-, laatu-, ja kustannusvaikutukset. Tuotetietohallintajärjestelmän kyky hallita syntyviä muutoksia on tästä syystä kriittisessä asemassa järjestelmän kokonaiskäytettävyyden kannalta. Muutoksen hallinnalla tarkoitetaan prosessia, jossa organisaatiossa asianmukaiset henkilöt saavat muutokseen liittyvät tiedot tai suoritettavat tehtävät, jotta muutosprosessin voi luotettavasti suorittaa (26, s.67). Prosessin lopussa valtuutettu henkilö hyväksyy muutoksen, ja asianomaiset saavat ilmoituksen tapahtuneesta.

### Projektikonaisuuksien hallinta

Nykypäivän liiketoimintamalleissa organisaatioiden työntekijöillä on usein yhtäaikaaisesti käynnissä olevia hankkeita. Tuotetietohallinnan osalta projektikonaisuuksien hallintatyökalut tukevat organisaatioiden resurssienhallintaa (26, s.69). Käynnissä olevat hankkeet jaetaan työpaketteihin, joista jokainen vaatii omat resurssinsa. Työkaluilla on mahdollista seurata, missä projekteissa eri henkilöt työskentelevät ja mikä on vapaan kapasiteetin tilanne.

### Kommunikointi ja ilmoitukset

Tuotetietohallintajärjestelmän yhtenä tehtävänä on tuotetun tietomäärän hallinta. Tiedonvaihdossa saavutetaan huomattava aikasäästö oikean työjärjestyksen avulla. Tästä syystä hallintajärjestelmä tulee mahdollistaa kommunikointi kaikkien osapuolten välillä ja varmistaa, että ajantasainen tieto on aina saatavilla. Ilmoitukset lähetetään automaattisesti, kun tietyn henkilön tulee suorittaa toimenpide (26, s.70).

### Tiedonsiirto ja tiedon tulkinta

Monessa yrityksessä tieto säilytetään eri järjestelmissä ja sama tieto kirjataan useampaan otteeseen. Tuotetietohallintajärjestelmän vahvuus on tiedon saaminen keskitetystä ympäristöstä. Tiedon sijainti on käytännössä merkityksetön ja olennaista on, että kaikki tieto on keskitetty samaan ympäristöön. Esimerkiksi Excel- tiedostoja pystyy käsittelemään Ms Officen kautta, mutta tuotetietojärjestelmän tulee myös mahdollistaa 2D- ja 3D-tiedostojen käsittelyn ilman, että käyttäjän tarvitsee siirtyä toiseen käyttöympäristöön, jossa tiedonkäsittelyohjelmisto sijaitsee (26, s.71)

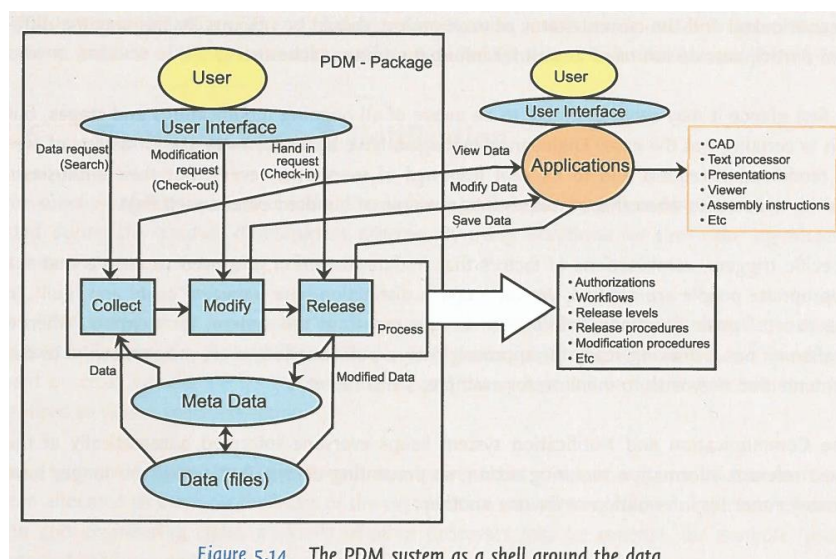


Figure 5.14 The PDM system as a shell around the data

Kuva 30. Tuotetietohallintajärjestelmän toimintaperiaate käyttöympäristössä

Yläpuolisessa kuvassa on esitetty, miten tuotetietohallintajärjestelmä muodostaa kotelon tallennetun tiedon ympärille. Tietoa haettaessa järjestelmä tunnistaa käyttäjän oikeudet ja julkaistavan tiedon oikean version. Järjestelmä kasaa tiedon osat kokonaisuudeksi ja esittää kyselyn tulokset liitettyssä katseluohjelmassa (26, s.72).

### Järjestelmän hallinta

Järjestelmän hallinta mahdollistaa keskeisten asetusten määrittämisen ja tämän kautta järjestelmän käyttöehdot. Järjestelmän hallintaan liittyy muun muassa tietokoneiden, tietovarastojen, käyttöliittymien, sähköpostien, internet-yhteyksien, käyttöoikeuksien ja varmuuskopioiden asetusten määrittäminen (26, s.72).

Kehitystyön kannalta on myös tärkeitä mainita eri järjestelmien väliset kaksisuuntaiset linkit. Linkitys mahdollistaa tiedonkulun kahden järjestelmän välillä molempiin suuntiin. Linkin tyypistä riippuen toisessa järjestelmässä esitetyn tiedon muokkaaminen voi muuttaa alkuperäisen järjestelmän tietoa. Tämän tyyppiset linkit ovat teknisesti hyvin monimuotoiset ja lisäävät järjestelmien kehitykseen kuluvaan aikaan (26, s.73). Kaksisuuntaiset linkit ovat tämän kehitystyön kannalta keskeisessä asemassa, sillä raudoitusohjelman hallintasuojat tulee linkittää yrityksen resurssienhallintajärjestelmään SAP:iin sekä tuotannon koneiden ohjausjärjestelmään L&P (Lennerts & Partner). Linkkien pitää mahdollistaa muun muassa tuotteiden valmistus-, status- ja tilaustietojen saumaton kulku järjestelmien välillä.

Yritysten sisällä vallitsevien valtasuhteiden merkitys voidaan myös mainita tuotetietojärjestelmien käyttöönoton kannalta olennaiseksi tekijäksi. Yrityksessä A myyntiorganisaation asema voi olla vallitseva, kun yrityksessä B insinööriosasto määrittää tahdin. Kolmannessa yrityksessä tuotanto voi ohjata liiketoimintaa. Näiden valtasuhteiden ymmärtäminen on tärkeitä, sillä tuotetietohallintajärjestelmän menestyksellisen jalkauttaminen riippuu valtaa pitävän osaston hyväksynnästä ja halukkuudesta yhteistyöhön (26, s.86).

### 3.1.3 Tietomallintaminen ja tuotetiedonhallinta

Tiedon integrointiin ja eri järjestelmien yhteen toimivuuteen liitettyjen ongelmien on laskettu maksavan Yhdysvaltojen rakennusteollisuudelle 16 miljardia dollaria vuodessa (27, s.10).

Tietomallintaminen avaa mahdollisuudet hankkeen tietojen systemaattiseen hallintaan jäsennellyn aineistorakenteensa avulla. Esteenä tietomallintamisen hyödyntämisessä toimitsijaketjun hallinnassa ei ole ollut teknologia, vaan BIM-tietämyksen ja -osaamisen puute, epäsäännölliset työskentelytavat, vanhat liiketoimintaprosessit sekä sopimusten monimutkaisuus. Yritykset eivät myöskään ole halunneet jakaa toimintansa yksityiskohtia kilpailijoidensa kanssa (27, s.3).

Tietomallinnusohjelmistoja varten rakennettuja suunnittelukirjastoja on kuitenkin olemassa. Kirjastot on usein rakennettu sen hetkisiä tarpeita palveleviksi, ja niissä on yhdistetty geneerinen ja tuotekohtainen tieto, joka on lähinnä kattanut suunnittelijoiden vaatimukset. Tästä syystä useat kirjastot soveltuvat huonosti tuotetieto- ja toimitsijaketjun hallintaan (27, s.8). Kirjastot eivät myöskään ole noudattaneet yleisiä standardeja. Kehittyneimmät kirjastot sisältävät älykkäitä objekteja sekä luettelointi- ja tiedonsiirtotyökaluja (27, s.10)

Eroja tuotekirjastojen käyttökelpoisuudessa on tutkittu 1990-luvun lopusta alkaen ja kolme tekijää on tunnistettu vapaan tiedonsiirron perustaksi: tiedonsiirron muoto, säännöt tiedon siirtämiseen ja tiedon sisältöä määrittävä standardi. Yhdistettynä nämä kolme asiaa mahdollistavat tietokonepohjaisen tiedonsiirron eri sidosryhmien välillä (27, s.10).

Käyttökelpoisten tuotekirjastojen on tarkoitus tuottaa palveluita ja ratkaisuja, jotka yhdistävät ihmisiä, hankkeita ja tuotteita läpi rakennusteollisuuden arvoketjun. Tätä varten suunnitteluryhmät tarvitsevat yksityiskohtaisen tuotetiedon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa hanketta, ja urakoitsijoiden tulee kirjata toteumatieto koko prosessin aikana. Ainoastaan tällöin tiedonjakamisen kaikki hyödyt voidaan rakennuksen elinkaaren aikana saavuttaa (27, s.10).

### 3.2 Digitaalisten tuotteiden ja palveluiden suunnittelu

Suunnittelu on taito esittää konkreettisia ratkaisuja, jotka määriteltyjen ehtojen puitteissa palvelevat ihmisten tarpeita ja tavoitteita. Konkreettisten ratkaisujen esittäminen on suunnittelun perusolemus (28, s.3).

Tuotteiden ja palveluiden suunnitteluopeista tavoiteohjattu suunnittelu on tämän kehitystyön kannalta mielenkiintoisin. Metodin on kehittänyt alan johtava suunnitteluyritys Cooper, ja opin keskiössä on ajatus siitä, että paras tapa suunnitella toimiva tuote on keskittyä eri tavoitteiden saavuttamiseen (28, s.6). Metodi koostuu periaatteista, malleista, prosesseista ja käytännöistä (28, s.8):

- Periaatteet ovat ohjeita, joilla luodaan hyviä ratkaisuja ennalta määritetyissä olosuhteissa.
- Mallit ovat hyväksi todettuja ratkaisutapoja, jotka soveltuvat tiettyihin ongelmalajeihin.
- Prosessit ovat vaiheita ja tekniikoita, jotka sisältyvät tutkimustyön suunnitteluun ja läpivientiin. Niitä käytetään käyttäjäryhmien, skenaarioiden ja vaatimusten jalostamiseen, joita puolestaan hyödynnetään suunnitteluratkaisujen kehittämisessä.
- Käytännöt ovat projektihallintamenetelmiä, jotka mahdollistavat suunnitteluprosessin onnistumisen. Käytäntöihin kuuluvat muun muassa suunnittelutiimin rakenne, viestinnän sisältö ja ajankohta sekä yhteistyö eri osapuolten välillä.

Kehitystyöhön liittyy vuorovaikutteisten työkalujen suunnittelu. Kehittämisessä tulee vastata seuraaviin kysymyksiin (28, s.5):

- Mitä toimintoja tuote tai palvelu tukee ja miten
- Mikä työnjärjestys antaa käyttäjälle parhaan mahdollisuuden saavuttaa tavoitteensa
- Mitä tietoa käyttäjä tarvitsee prosessin eri vaiheissa
- Mitä tietoa järjestelmä tarvitsee käyttäjältä
- Miten käyttäjät siirtyvät toiminnosta toiseen
- Miten käytettävyys ilmenee ja miten se on jaoteltu

### **3.2.1 Tutkimusvaiheen sisältö**

Monet yritykset suorittavat markkinatutkimukset ostajien kanssa, mutta unohtavat tuotteen lopulliset käyttäjät. Tutkimusvaiheen tavoitteena on varmistaa, että lopullinen tuote vastaa markkinoiden tarvetta (28, s.52).

Tutkimusvaihe voidaan jakaa markkinatutkimukseen ja suunnittelututkimukseen. Eri vaiheiden keskeisiä periaatteita selvennetään alapuolella.

Markkinatutkimus keskittyy markkinoiden kokoon ja tuotteen alkuperäiseen tarveselvitykseen. Tutkimuksen osapuolet ovat asiakkaita, ja metodi on joko määrällinen (pääosin kyselyitä) tai laadullinen (pääosin työpajoja). Markkinatutkimuksen kautta selvitetään asioita kuten markkinoiden koko, kohderyhmät, mikä saa ihmiset ostamaan tuotteen ja mihin sanomaan vedota (28, s.53).

Suunnittelututkimus keskittyy asiakastyytyvyyteen pitkällä aikavälillä. Osapuolina ovat asiakkaat ja tuotteen loppukäyttäjät. Tutkimustyyli on ensisijaisesti laadullinen ja keskittyy henkilöhaastatteluihin ja havainnointiin. Suunnittelututkimus antaa tietoa siitä mitä rakentaa ja miten tuotteen tai palvelun tulisi käyttäytyä. Tutkimuksen kautta opitaan myös miten asiakaslojalisuus saavutetaan ja mitä viestintämenetelmiä käyttää (28, s.53).

### **3.2.2 Liiketoiminnan ymmärtäminen**

Jokainen hanke tulee aloittaa selvittämällä, mitä tuotteen tai palvelun on tarkoitus saavuttaa (28, s.65).

Liiketoiminnan ymmärtäminen alkaa haastatteleamalla eri sidosryhmiä. Osallisena on jokainen henkilö organisaatiossa, joka rahoittaa, rakentaa, myy, markkinoi tai tukee tuotetta ja jokainen, joka vaikuttaa tuotteen kehityssuuntaan (28, s.65). Suunnitteluryhmän työn kannalta on kriittistä muodostaa yhteys näihin henkilöihin jo hankkeen alkuvaiheessa (28, s.66).



Henkilöhaastatteluisa tulee priorisoida tapaamiset päätöksentekijöiden, vaikuttajien ja tärkeätä tietoa omaavien henkilöiden kanssa ja suunnittelutiimin tulee tunnistaa aiheet, joista on haastatteluisa tarkoitus keskustella (28, s.68).

Hankkeen alkuvaiheessa on myös tärkeätä tunnistaa niin sanotut torpedot: arvoketjun jäsenet, jotka arvaamattomalla tavalla yrittävät vesittää hankkeen (28, s.68). Jos korkeassa asemassa oleva henkilö ei pidä hankkeesta, hän voi tietoisesti, mutta ilmoittamatta aiheuttaa merkittäviä ongelmia. Tästä syystä haastattelujen aikana on tärkeätä kuunnella kaikkia osapuolia ja tunnistaa mahdolliset ongelmatekijät.

### **3.2.3 Käyttäjätutkimuksen suunnittelu**

Liiketoiminnan ymmärtämisen jälkeen suunnitteluryhmän tulee ymmärtää tuotetta ostavia ja käyttäviä ihmisiä. Käyttäjätutkimuksen suunnittelun tavoitteena on varmistaa riittävä otanta, jotta mahdolliset poikkeamat saadaan katettua (28, s.85).

Haastattelusuunnitelma perustuu henkilöhahmoihin, joilla on eri tarpeita, tavoitteita ja ajattelutapoja. Suunnitteluprosessi voi seurata alapuolista kaavaa (28, s.85):

- Tunnista todennäköiset käyttäjäroolit
- Aloita rajatulla otannalla. Määrä riippuu roolien sisällöstä
- Kasvata otantaa kriittisten roolien osalta
- Pyri tiivistämään aikataulua ja sisällyttämään muita osatekijöitä
- Varaudu mahdollisiin peruutuksiin ja ulosanniltaan köyhiin haastatteluihin

Roolit määräytyvät pitkälti tehtävien mukaan. Jos eri käyttäjien tehtävät eroavat merkittävästi, heillä on todennäköisesti eri roolit (28, s.86).

Kutsu henkilöhaastatteluun tulee perustua tekijöihin, jotka ennustavat eri käyttäytymistapoja. Toisin sanoen otanta ei saa perustua haastattelijan ennakkokäsitykseen mahdollisesta lopputuloksesta (28, s.91). Monelle hankkeelle optimaalinen otanta on neljä ihmistä roolia kohden kerrottuna tietyllä luvulla kriittisten roolien osalta (s28, 95).

### 3.2.4 Potentiaalisten asiakkaiden ja käyttäjien ymmärtäminen

Suunnittelu- ja käytettävyyssiantuntijoiden kesken on juurtunut käsitys, että tuotteen loppukäyttäjät ovat ainoat, jotka tietävät millainen tuote tulee olla. Kim Goodwin argumentoi kirjassaan, että käyttäjät tietävät parhaiten ongelmansa, mutta heiltä harvoin löytyy tietotaitoa ratkaista kyseiset ongelmat (28, s.113).

Liiketoimintaympäristössä on todennäköistä, että tuotteen ostaja on eri kuin tuotteen loppukäyttäjä. Tuotteen ostopäätöksen tekijä voi olla it-osaston tai liiketoimintayksikön päällikkö, jolloin heitä kiinnostaa enemmän tuotteen käyttötarkoitus kuin käytettävyys. Tuotteen ostajilta saa tietoa lähinnä kahdelta osa-alueelta: miten heidän organisaationsa toimii ja mitä tavoitteita ja huolia heillä on tuotteen hankkimisen ja ylläpidon suhteen (28, s.114).

Tuotteen tai palvelun suunnittelussa arvokkainta tietoa saa yksilöhaastattelutilanteissa, joissa simuloidaan tuotteen käyttämistä. Henkilöiden haastattelu oikeassa tilanteessa antaa enemmän yksityiskohtaista tietoa ja vähentää epäolennaisuuksien määrää (28, s.118).

Haastattelutilanteet rakennetaan keskustelunomaisiksi. Haastattelijalla ei tässä vaiheessa ole vielä käsitystä siitä mitä pitää tietää, joten etukäteen laaditut yksityiskohtaiset kysymykset ovat todennäköisesti tilanteeseen sopimattomia (28, s.119). Hyvä kysymys antaa paljon tietoa haastateltavan tyypillisistä tehtävistä ja miten ne sopivat yhteen (28, s.127). Hyviä toimintamalleja haastattelutilanteissa ovat (28, s.120-123):

- Ole sympaattinen, älä tuomitse
- Ole oppilas, älä asiantuntija
- Kysy naiiveja asioita
- Pyydä haastateltavaa näyttämään, mitä tarkoittaa
- Pyydä yksityiskohtaisia kuvailuja, varsinkin asioista joita ei voi näyttää
- Tartu ilmeneviin tilaisuuksiin
- Pyri tunnistamaan epäjohdonmukaisuudet
- Mene tuotteen ylitse, mutta älä suunnitteluongelman yli
- Tarkkaile sanatonta viestintää
- Mieti eteenpäin, muttei liikaa
- Tukeudu tiimijäseniisi

Asioita joita tulee haastattelutilanteissa välttää (28, 123-124):

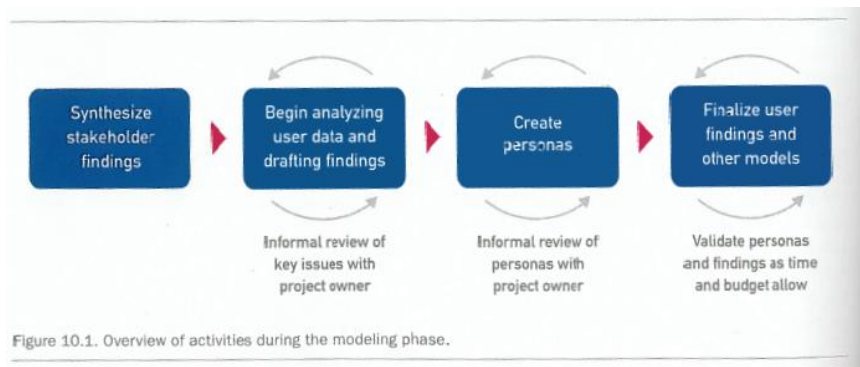
- Älä käytä johdattelevia kysymyksiä
- Vältä ratkaisujen pyytämistä
- Älä ratko ongelmia haastattelutilanteessa

Lopullisen tuotteen tai palvelun kannalta on keskeistä ymmärtää käyttäjien nykyiset työkalut, niiden käyttötarkoitus sekä mitä taitoja eri tehtävät vaativat. Käyttäjien tavoitteet, syyt tietyille toiminnoille sekä turhautumista aiheuttavat asiat tulee myös selvittää (28, s.128).

### 3.2.5 Kerätyn aineiston analysointi

Aineiston analysointi alkaa tiivistämällä arvoketjun eri osapuolilta saatu tieto. Tässä vaiheessa keskitytään kriittisten toiminnallisuuksien tunnistamiseen sekä eri sidosryhmien käsitykseen käyttäjistä ja asiakastarpeista (28, s.202).

Tiedon analysointi on tehokasta suorittaa mallien avulla. Malli on kuvaus, joka auttaa ymmärtämään ja viestittämään havaitut asiat, ja sen ensisijainen tavoite on mahdollistaa tiedostettuja toimenpiteitä (28, s.202).

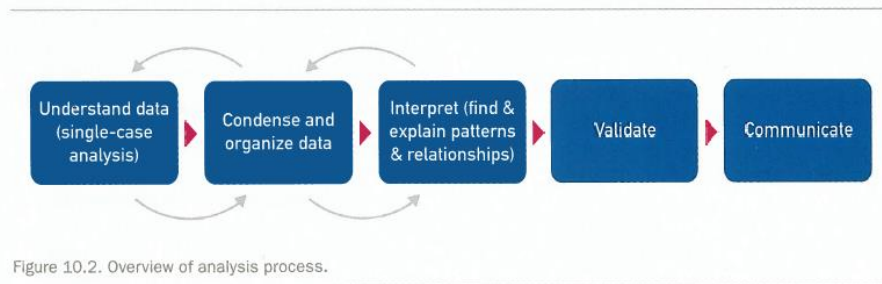


Kuva 31. Suunnittelututkimuksessa kerätyn aineiston analysointimalli

Seuraava vaihe on asiakas- ja käyttäjäaineiston analysointi. Tehokas analyysi tunnistaa tiedon osien väliset riippuvuudet ja pystyy selittämään nämä riippuvuudet. Analyysin tulisi myös sisältää keinot tulkintojen todentamiseen (28, s.207).

Analysointiprosessi pitää sisällään havainnointien ymmärtämisen ja aineiston tiivistämisen käsiteltävään muotoon. Prosessi ei ole lineaarinen, vaan prosessin aikana

tunnistetut asiat vaikuttavat analyysin, jonka suunta määräytyy aineistotutkimuksen tulosten perusteella (28, s.207).



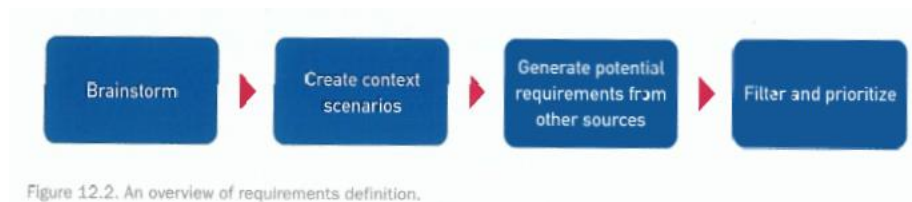
Kuva 32. Asiakas- ja käyttäjäaineiston analysointiprosessi

Aineistoanalyysin tuloksena suunnitteluryhmän pitää pystyä kuvaamaan eri henkilöhahmojen tehtävien sisällön ja järjestyksen sekä selittämään eri päätöksiin johtavat tekijät (28, s.212).

### 3.2.6 Kehitettävien tuotteiden vaatimusten määrittely

Aineistoanalyysi antoi lähtökohdat kehitettävien tuotteiden ja palveluiden vaatimusten määrittelyyn. Vaatimusten osalta on keskeistä määrittää eri tiedon lajit, joita järjestelmän pitää pystyä käsittelemään ja mitä käyttäjät voivat sillä tiedolla tehdä. Määritettäviä asioita ovat myös tuotteen tai palvelun ominaispiirteet sekä valittujen ratkaisujen mahdolliset rajoitteet (28, s.302).

Järjestelmävaatimusten määrittely pitää sisällään kaksi perustavanlaatuista aktiviteettia. Ensimmäinen on analyttinen ja käsittelee eri tietolähteistä saatua suoraa palautetta. Palaute jaetaan ryhmiin henkilöhahmojen tavoitteiden pohjalta. Toinen aktiviteetti on tuottava. Tarkoituksena on luoda skenaarioita, jotka kuvaavat tuotteen tai palvelun tavoiteltua käyttöä ja määrittää niiden pohjalta järjestelmän vaatimukset (28, s.305).



Kuva 33. Kehitettävän tuotteen vaatimusten määrittelyprosessi

Yläpuolisessa kaaviossa esitettyjä aktiviteetteja kuvataan tarkemmin seuraavalla sivulla.

### Aivoriidet

Aivoriidissä osallistutetaan joukko ihmisiä ja tuotetaan erilaisia vaihtoehtoja. Aivoriidet ovat suosittu tapa aloittaa tuotteiden ja palveluiden vaatimusten määrittely. Tehokas aivoriidi tukee luovaa ajattelua ja mahdollistaa hyvien ideoiden syntymistä. Moni tuotos voi kuitenkin rakentua väärin olettamusten ja ennakkokäsitysten varaan, ja näiden tunnistaminen alkuvaiheessa mahdollistaa selkeämmän aineistopohjaisen lähestymisen aktiviteettiin (28, s.308).

### Skenaariot

Skenaario kuvaa johdonmukaisten olettamuksien varaan rakennettua mahdollista tulevaisuutta. Eri skenaariotyyppejä ovat muun muassa tavoiteohjatut skenaariot, jotka kuvaavat henkilöhahmon vuorovaikutusta tulevan tuotteen tai palvelun kanssa sekä asiayhteysskenaariot, jotka ovat korkeatasoisia ja optimistisia ja keskittyvät ihannejärjestelmän toimintaan (28, s.308). Asiayhteysskenaariot eivät sisällä yksityiskohtaisia ratkaisuja.

### Henkilöhahmojen muut vaatimukset

Suurin osa vaatimuksista määräytyy skenaarioiden kautta, mutta lisätarpeiden tunnistamiseksi on hyödyllistä määrittää henkilöhahmojen tavoitteet, osaamisalueet, ympäristö, fyysiset piirteet sekä henkiset työskentelymallit. Vaatimusten määrittelyssä tulee ottaa huomioon, minkä tyyppistä tukea henkilöhahmo hakee tuotteelta ja liittyykö tämä tuki teknologiaan vai tiettyyn ammatilliseen osaamisalueeseen (28, s.326).

### **3.2.7 Käyttäjä- ja toimialueanalyysi**

Tuotteen tai palvelun tutkimusvaihe on sisältänyt paljon epämuodollisia tapaamisia ja keskusteluita. Käyttäjä- ja toimialueanalyysin tarkoituksena on järjestää muodollinen tilaisuus, jossa painotetaan yhteiseen ymmärrykseen, jaettuihin odotuksiin sekä sidosryhmien sitoutumiseen. Käyttäjä- ja toimialueanalyysi on kriittinen virstanpylväs ennen tuotteen varsinaisen suunnitteluvaiheen alkamista ja rakenne voi olla seuraava (28, s.352-353):

- Esittely, joka sisältää hankkeen muuttajat
- Kuvaus tutkimusmetodeista ja aktiviteeteista, sekä syy niiden valintaan

- Koonti tutkimuksen tuloksista ja henkilöhaahmojen yleisimmät haasteet ja toimintatavat
- Ryhmä henkilöhaahmoja, jotka edustavat näitä toimintatapoja
- Useita skenaarioita, jotka kuvaavat henkilöhaahmojen ideaalitilaa
- Skenaarioiden asettamat vaatimukset ja omat löydökset
- Keskustelu tavoista jatkaa prosessia

Valitusta rakenteesta riippumatta on oleellista viestittää tutkimuksen tulokset, henkilöhaahmot, skenaariot ja vaatimukset muodollisella tavalla, jotta saavutetaan sidosryhmien yhteisymmärrys ja sitoutuminen. Suunnitteluryhmän tehtävänä on tässäkin vaiheessa mahdollistaa tiedostettujen päätösten tekemisen (28, s.375).

### **3.2.8 Ohjelmiston rungon ja ratkaisujen kehittäminen**

Suunnittelutyön edellisissä vaiheissa keskityttiin määrittämään tuotteen käyttäjäryhmät ja heidän tarpeensa. Rungon määrittämisessä visualisoidaan tuotteen konkreettisia ratkaisuja. Tavoitteena luetellaan ainakin seuraavat kohdat (28, s.377-378):

- Tuottaa konkreettinen ja perusteltu näkemys tuotteesta tai palvelusta, sen toiminnasta ja ulkonäöstä
- Tuottaa näkemys mahdollisimman nopeasti, jotta sidosryhmät voivat tehdä tiedostettuja päätöksiä minimaalisella sijoituksella
- Varmistaa, että näkemys tuotteesta sisältää kaikki tiedossa olevat tulevaisuuden suunnitelmat, vaikka lyhyen ajan muutoksia voi aina syntyä.

Käyttäjillä on ainoastaan yksi kokemus tuotteesta tai palvelusta. Tästä syystä on tärkeätä keskittyä koko järjestelmään, sillä laiminlyönnit tältä osin voivat aiheuttaa kriittisiä käytettävyysoongelmia (28, s.378).

Uuden tuotteen suunnittelussa ohjelmiston rungon määrittäminen keskittyy kahteen tai kolmeen yhtäaikaiseen toimintaan. Toimintojen alussa suunnittelutiimi tunnistaa ohjelmiston mahdolliset käyttöalustat. Toiminta jatkuu määrittelemällä vuorovaikutusmahdollisuudet skenaarioiden sisällä. Samanaikaisesti kehitetään lähestymistavat eri käyttöalustoille ja ohjelmiston suunnittelukielelle (28, s.384).

Vaihtoehtoja jatkojalostetaan siihen asti, että potentiaaliset ratkaisut voidaan esittää sidosryhmälle. Ohjelmiston toiminnallisuuksien tarkentuessa suunnittelukieltä voidaan hyödyntää esimerkkiruutujen muodostamiseen. Rungon määrittämävaiheen lopussa suunnitteluryhmällä on joukko vakuuttavia ratkaisuja yhdelle alustalle, ohjelmistossa tapahtuvien vuorovaikutusten toimintaperiaatteet sekä suunnittelukieli (28, s.384).

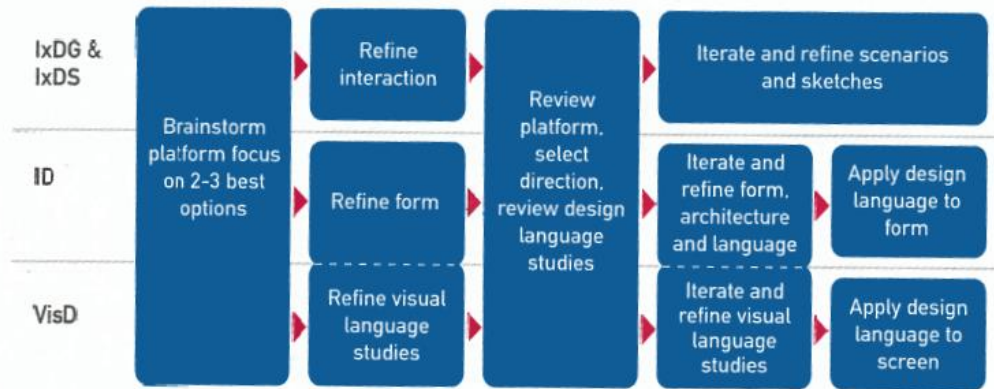


Figure 14.2. An overview of how design disciplines collaborate to create a cohesive experience.

Kuva 34. Kehitettävän ohjelmiston rungon ja rautalankamallin luomisprosessi

### 3.2.9 Ohjelmiston tarkennettu suunnittelu

Tarkennetun suunnittelun tarkoituksena on tarjota ohjelmistokehittäjille mahdollisimmat selkeät ja ymmärrettävät ohjeet ohjelmiston toiminnasta ja käyttäytymisestä eri tilanteissa (28, s.552).

Suunnittelussa noudatettavia keskeisiä periaatteita ovat tiivis yhteistyö eri osapuolten välillä, kattavat yksityiskohdat, dokumentoituihin ratkaisuihin palaaminen, ohjelmiston suunnittelun käyttöään huomioiminen, isojen ongelmien nopea ratkominen, kustannus-hyötysuhteiden arviointi sekä käyttäjäkokemustekijöiden vahvistaminen (28, s.552 - 556). On myös hyvä pitää mielessä, että parhaatkaan suunnittelijat eivät tuota täydellistä ratkaisua joka olisi käyttökelpoinen ensimmäisellä yrityksellä (28, s.553).

Ohjelmointivaiheen projektihallintamenetelmät määritetään tarkennetun suunnittelun yhteydessä. Ohjelmistokehittäjät ovat perinteisesti jakautuneet vesiputous- ja agile-mallien välillä (28, s.558).

#### Vesiputousmallit (waterfall methods)

Menetelmät kehittyivät vastauksena puutteelliseen läpinäkyvyyteen, joka on ympäröinyt ohjelmistokehitystyötä. Kehitteillä olevat ohjelmistot pysyvät pitkiä aikoja näkymättöminä, jolloin ulkopuolisten on vaikeata ymmärtää tai vaikuttaa kehityksen suuntaan, ennen kuin työ on melkein suoritettu (28, s.558). Vesiputousmallit pyrkivät tuomaan läpinäkyvyyttä hankkeeseen panostamalla vaatimusten tarkentamiseen ennen ohjelmointityön alkamista. Ohjelmistokehityksen jokaisen vaiheen teoreettiset valmiudet varmistetaan, ennen kuin vesiputouksen alajuoksussa olevat henkilöt aloittavat oman osuutensa. Monet ohjelmistokehittäjät suosivat menetelmää, mutta vesiputousmallin periaatteiden kapea noudattaminen johtaa jakautuneisiin ryhmiin, perusteettomiin päätöksiin sekä turhan työmäärän kasvuun (28, s.558).

#### Agilemallit (agile methods)

Turhautuminen vesiputousmallien ongelmiin synnytti erilaisia agile-malleja. Agile-menetelmiä yhdistää seuraavat periaatteet (28, s.559):

- Ohjelmistovaatimuksia voidaan kehitystyön aikana muuttaa ja päivittää sidosryhmien toimesta.
- Arvon lisäämiseksi ja jatkuvan oppimisen varmistamiseksi ohjelmointityö aikataulutetaan lyhyisiin työpaketteihin.
- Ohjelmistokehitysryhmät ovat pieniä ja ryhmät onnistuvat tai epäonnistuvat yhtenä tiiminä
- Yhteydenpito on runsasta ja tapahtuu henkilökohtaisissa tapaamisissa
- Toimiva koodi toimii ohjelmistotyön etenemisen ensisijaisena mittarina

Agile-menetelmien on todettu toimivan parhaiten pienissä asiantuntijaryhmissä ja suhteellisen yksinkertaisissa hankkeissa (28, s.559). Ohjelmistokehitys toimii kuitenkin hyvin sekä vesiputous- että agile-malleissa, ja kumpikin menetelmä voi täydentää toistensa heikkouksia.



### 3.2.10 Ohjelmointityön tukeminen

Moni suunnitteluryhmä lopettaa työnsä kun ohjelmistovaatimukset on laadittu ja tarkennettu suunnittelu tehty. Suunnitteluryhmän osallistuminen varsinaiseen ohjelmointivaiheeseen on kuitenkin kriittisessä asemassa, mutta haasteena on ollut todistaa osallistumisen tärkeys ohjelmointiryhmälle sekä hankkeen talousvastaaville (28, s.685).

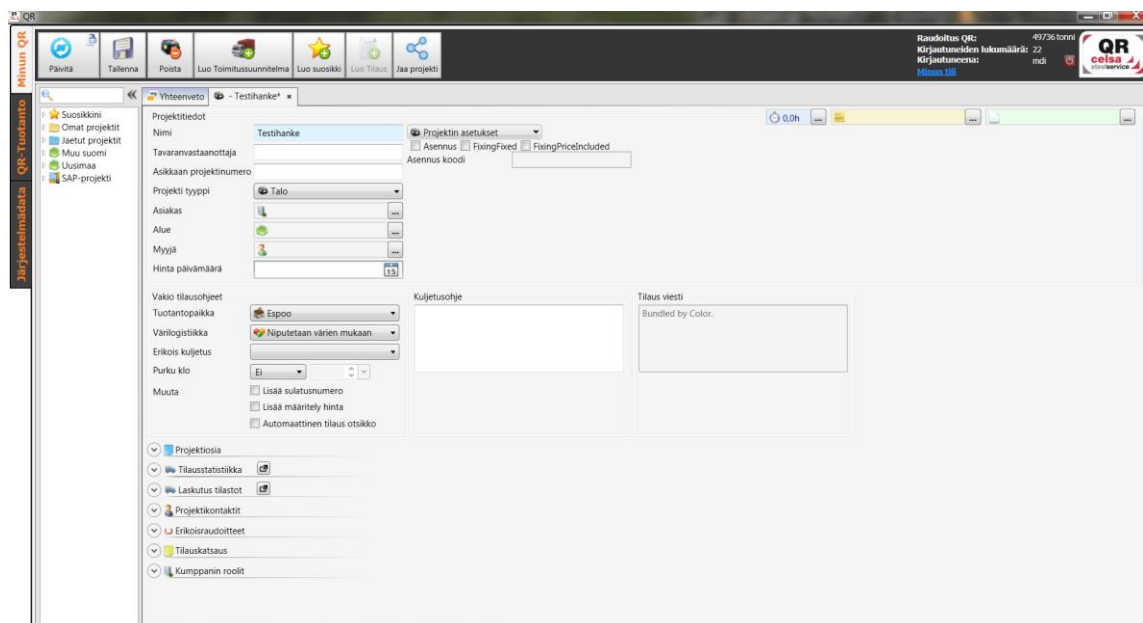
Suunnitteluryhmä voi avustaa ohjelmistokehittäjiä muun muassa selventämällä käyttöliittymän elementtien toimintaperiaatteita, vastaamalla aktiivisesti kysymyksiin, sekä varmistamalla, että toteutus vastaa suunnitelmia. Koko hankeorganisaation on tiedostettava, että suunnitelmat eivät ole täydellisiä ja harvoin täysin ymmärrettäviä. Ohjelmointi etenee parhaiten, kun suunnittelu- ja ohjelmointikehitysryhmät ovat olleet tiiviissä yhteistyössä koko hankkeen prosessin aikana, saavuttaen toistensa luottamus ja kunnioitus (28, s.686 – 689).

## 4 NYKYTILA: RAUDOITUSHANKKEEN HALLINTASOVELLUS QR

### 4.1 Tausta

Raudoitushankkeen hallintasovellus QR on alun perin Celsan sisäiseen käyttöön kehitetty sovellus, josta on tehty web- (XBAP) ja työpöytäversiot. Sovellus on kehitetty toimimaan linkkinä raudoitussuunnitelmien ja betoniterästehtaiden tuotannon välillä. Ennen QR:n käyttöönottamista tätä tehtävää hoiti ulkopuolisten ohjelmistotalojen kehittämät työkalut, jotka vaihtelivat maakohtaisesti eri Celsan liiketoimintayksiköissä.

QR:n ensimmäinen versio kehitettiin Ruotsissa vuonna 2012 Q-Armering nimisen terästuotteiden suunnitteluohjelmiston päälle. Eri pohjoismaiden yhteistyön tuloksena QR otettiin Celsan sisäiseen käyttöön vuonna 2015 Suomessa ja sitä seuraavana vuonna Norjassa ja Tanskassa. Nykypäivänä QR on käytössä myös Espanjassa ja käyttöä on testattu Iso-Britanniassa.



Kuva 35. Raudoitushankkeen hallintasovellus QR. Hankenäkymä.

### **4.1.1 Käyttötarkoitus**

Ohjelmisto on kehitetty yhdenmukaistamaan Celsan sisäisten osastojen käyttämiä työkaluja ja helpottamaan raudoitushankkeen hallintaa.

Celsan toiminnan prosessikaaviossa QR sijoittuu myyntiorganisaation ja Celsan tuotanto-organisaation väliin. Ohjelmisto toimii raudoitetilauksen käsittelyalustana, josta betoniraudoitteiden valmistus- ja kuljetustiedot siirtyvät tuotannon järjestelmiin.

QR on kehitetty palvelemaan ensisijaisesti Celsan sisäisiä toimintoja. Ohjelmiston käyttöönoton jälkeen asiakkaille tuoma lisäarvo on kuitenkin erottunut ohjelmiston merkittäväksi mahdollisuudeksi. Asiakkaita palvelevia toiminnallisuuksia on kehitetty vuodesta 2016 ja ohjelmistoa käyttävät nykypäivänä myös Celsan asiakkaat.

### **4.1.2 Ohjelmistotalo**

QR:n teknisestä kehitystyöstä ja ohjelmiston ylläpidosta vastaa norjalainen ohjelmistotalo Evry.

Evry on syntynyt kahden ison norjalaisen IT-yrityksen, EDB:n ja ErgoGroupin, fuusiosta vuonna 2012. Evryllä on takanaan 50 vuoden historia teknologiasta ja innovoinnista ja historiansa aikana lukuisat IT-yritykset ja lähialan yritykset ovat muodostaneet yhden kokonaisuuden, joka nykyisin on Evry [29].

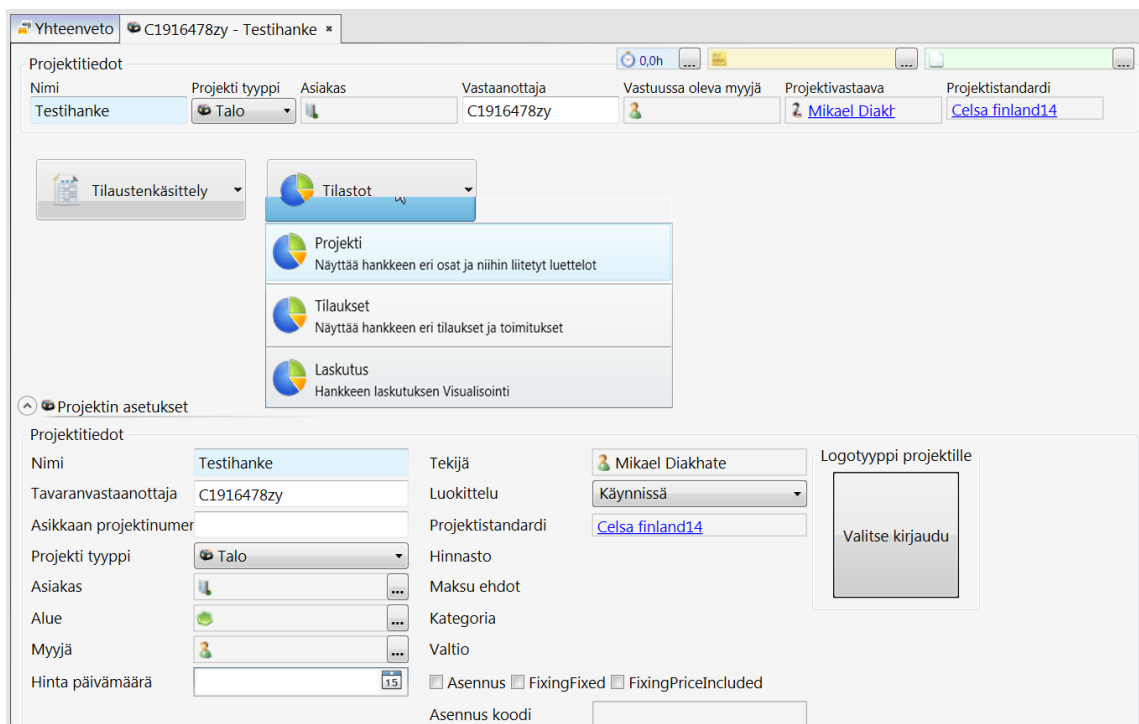
Yrityksenä Evry tarjoaa digitaalisia konsultointi-, ratkaisu- ja pilvipalveluja ja toimialoihin kuuluvat rakennusala, valmistava teollisuus, graafinen ala sekä taloussektori [29].

Evryn Ruotsissa sijaitseva Halmstadin paikallistoimisto vastaa QR:n ohjelmistokehityksen toteutuksesta. Ohjelmiston kehitystarpeiden ja toiminnallisuuksien määrittäminen tapahtuu Celsan pohjoismaisten osastojen yhteistyöllä.

### 4.1.3 Toiminnallisuudet

QR sisältää raudoitushankkeen hallintaan tarvittavat työkalut. Kaikki uudet hankkeet perustetaan ohjelmistoon. Ohjelmiston päänäkömät ovat projektinäkömä ja tilausnäkömä.

**Projektinäkömä** sisältää hankkeen yleistiedot, vastuussa olevat henkilöt sekä tilausten käsittely- ja raportointityökalut.



Kuva 36. QR-projektinäkömä.

Projektinäkömän kautta asiakkaat saavat tietoa, jota on perinteisesti välitetty sähköpostin tai puhelimen välityksellä. Tilausstatistiikka on esimerkiksi työkalu, joka tuo tilauksia koskevat tiedot muokattavaan raporttipohjaan. Esitettäviä asioita ovat muun muassa toimituspäivä, eri tuoteryhmien määrät ja sijainnit rakennuksessa sekä tilauksen status.

Alkaa	Mihin	Suodatin		Etsi	Ryhmittely	Sarakkeet	Tulosta	Raportti	Tallenna/poista
15.5.2017	15.5.2018				Haluttu toimituspvm, Os			Haluttu toimituspäivä	
Haluttu kuljetus pvm	Osa	Alue	Tilausnumero	Toimitettu kpl	Paino (kg)	Toimitettu kg	Purkupäivä	Kuljetus status	
4.10.2017				0	3 322	3 322		Toimitettu	
17.10.2017				0	1 123	1 123		Toimitettu	
	A-Porras			0	382	382		Toimitettu	
				0	382	382		Toimitettu	
17.10.2017	A-Porras		1494070733	0	65	65	17.10.2017	Toimitettu	
17.10.2017	A-Porras		1494070733	0	317	317	17.10.2017	Toimitettu	
				0	741	741		Toimitettu	
20.10.2017				3	4 430	4 430		Toimitettu	
18.10.2017				0	81	81		Toimitettu	
2.11.2017				0	2 893	2 893		Toimitettu	
6.11.2017				1	4 253	4 253		Toimitettu	
14.11.2017				2	4 409	4 409		Toimitettu	
9.11.2017				0	320	320		Toimitettu	
16.11.2017				0	4 672	0		Ei viety	
				6	25 503	20 830		Osa toimitettu	

Kuva 37. QR-ohjelmiston tilausten raportointityökalu.

**QR-ohjelmiston tilausnäköm** sisältää kaikki yksittäiseen tilaukseen ja sen valmistukseen liittyvät ohjeistukset. Tässä näkymässä Celsa Steel Servicen hankevastaavat määrittävät betoniterästen ominaisuudet ja toimitusajankohdan. Valmis tilaus vapautetaan tuotantoon.

Yhteenveto	1494071539	VSS » Pakokuilu																						
Listan otsikko C&B paino 299,05																								
Tiedot Vapautettu																								
Rakennus	Pakokuilu	Revisio																						
Osa	Oranssi	Antura																						
Alue	Musta	Tartunant																						
Tekijä		Lista tila																						
		[4/8] Toimitus-/tuotantos																						
Kuuluu piirust.	0251RD00Y	Piirustus status																						
Tuotesisältö																								
C&B	Verkko	Hitsattu																						
Tuotteet																								
Komponentti																								
Lisää uusi																								
Lisää tyhjä																								
Poista																								
Tulosta																								
Id	Tyyppi	Positio	Teräslaatu	Ryl	Kpl/I	Kokona	Ø	a	b	c	d	e	u	v	x	y	P:	P:	Taivutussäde/Rissa	Kommentti	Rev.	Pituus	Kokonaispaino	Piirustus
1	A	VT	B500B	19	19	12 600														TT		6000	101,23	
2	B	1	B500B	160	160	12 300	800												30	PP		1073	152,45	
3	D	2	B500B	50	50	8 110	130	110											16	Tar		2297	45,37	
Esikatselu			Syöttö			Yhteenveto																		
			Typpi: B Positio: 1 Teräslaatu: B500B Niput: 1 Kpl/Nippu: 160 Kokonaismäärä: 160 Halkaisija (Ø): 12			Taivutussäde/Rissa: 30 / 60 Kommentti: PP Taivutetaan työmaa: Aloitustyyppi P: Ingen Päättytyyppi P2: Ingen Pintakäsittely: Ei valittu Sinkitty: Ei valittu																		
			Leikkauspituus: 1073			Paino/kpl: 0,95																		
			Kokonaispaino: 152,45			Teräksen halkaisija: 274x843																		

Kuva 38. QR-raudoitetilauksen luominen, valmistustietojen määrittäminen.

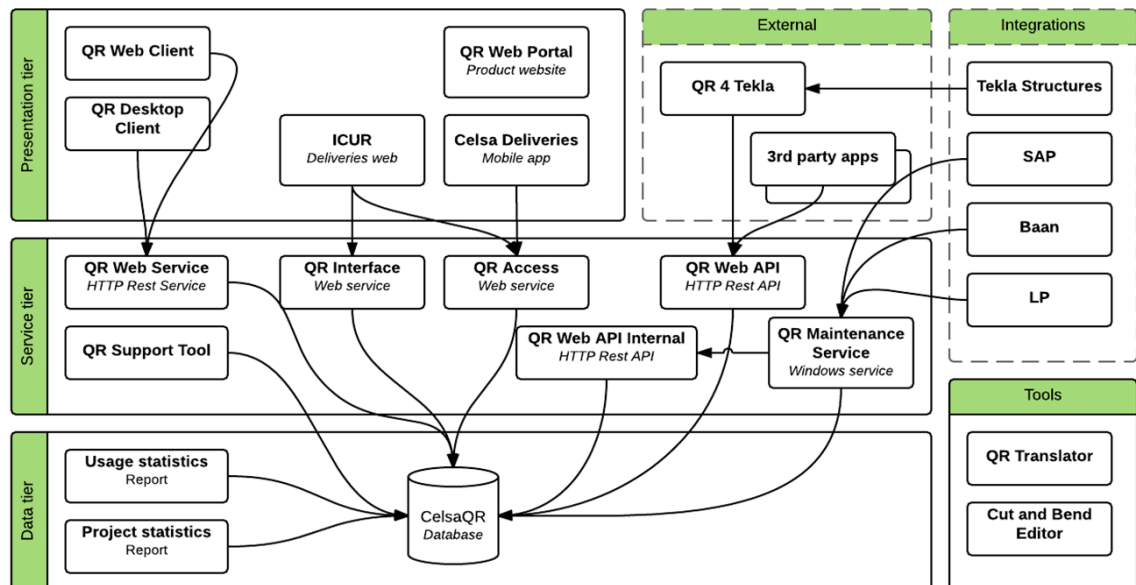
QR:ään on rakennettu muita asiakkaita ja Celsan sisäisiä toimintoja palvelevia työkaluja. Näistä voidaan esimerkiksi mainita mahdollisuudet tuoda raudoitteiden valmistustiedot suoraan rakennesuunnittelijan tietomallista. Tämä tapahtuu Tekla Structureen ja Revit Structureen rakennettujen lisäosien kautta. Raudoiteluetteloita voi



## 4.2 Alusta ja rakenne

QR-ohjelmiston kehitystyökaluna käytetään Visual Studio 2015 (pakollinen) sekä sen lisäosaa Resharperia. Ohjelmointikielenä on C#.NET ja ohjelmassa muita käytettyjä ratkaisuja ovat muun muassa Windows Presentation Foundation (WPF), SQL Server, ReportingServices ja LINQ2SQL.

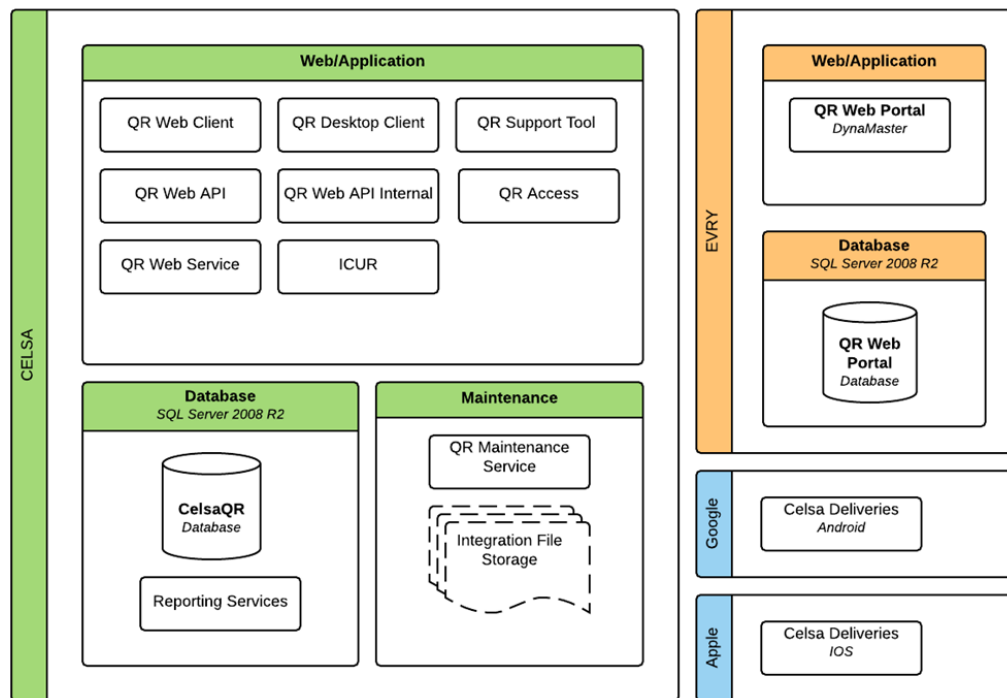
QR on rakennettu kolmeen eri tasoon. Käyttäjille näkyvä taso eli esitystaso sisältää ohjelman nettipohjaisen käyttöliittymän sekä työpöytä- ja mobiililiittymät. Keskimäinen taso on nimeltään palvelutaso ja sen tarkoitus on hakea ja välittää tietoa kolmannella tasolla olevilta servereiltä ja ulkopuolisten tahojen ohjelmistoista. Kolmas taso sisältää koko ohjelmiston tietokannan. Alapuolelle on kuvattu QR:n rakenne ja eri tasojen välinen tiedonsiirto.



Kuva 40. QR:n rakenne, eri tasojen välinen toiminta.

Keskeisin ohjelmisto, joka jakaa yhteisen rajapinnan QR:n kanssa on Celsa käyttämä ERP (Enterprise resource Planning) ohjelmisto SAP. SAP:issa hallitaan betoniterästuotteiden materiaalivirtoja ja laskutusta ja QR:ssä luodut tilaukset siirtyvät sen kautta tuotannon koneille.

Palvelimien osalta vastuu QR:n tietokannasta ja sen ylläpidosta on jaettu Celsan, Evryn, Googlen ja Applen välillä.



Kuva 41. QR:n isännöintiympäristöt.

### 4.3 Käyttäjät

#### 4.3.1 Celsan Sisäiset käyttäjät

Raudoitushankkeen hallinnasta vastuussa olevien projekti-insinöörien tärkein työkalu on QR. Projekti-insinöörit käyttävät ohjelmistoa rakennushankkeen osittamiseen hallittaviin kokonaisuuksiin, betoniterästuotteiden listaamiseen, tilausten tekemiseen ja hankkeen kokonaisuuden hallintaan.

Celsan myyntiorganisaatio saa QR:stä ajantasaiset tiedot hankkeidensa tilanteesta asiakasyhteydenottoja varten. Hankkeen loppuselvitysvaiheessa myyjät ajavat QR:stä projektiraportin, joka sisältää toimitettujen betoniterästuotteiden tilaustiedot.

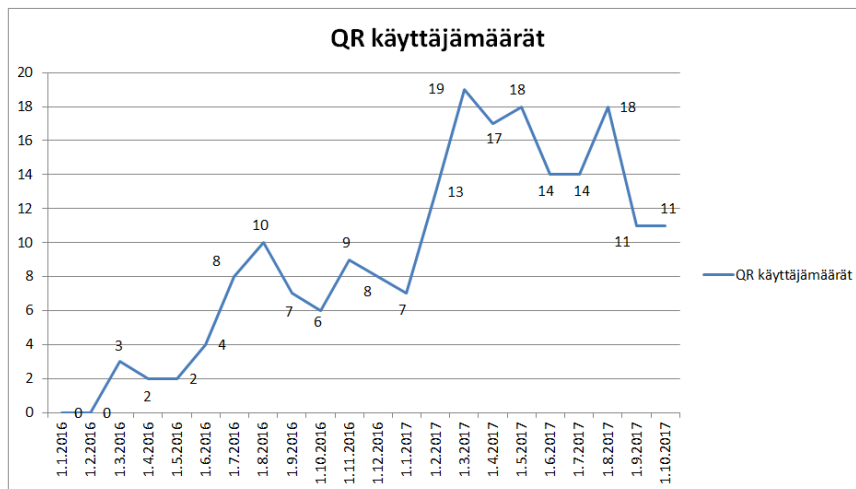
QR sisältää Celsan tuotannolle kehitetyn näkymän. Tämän kautta tuotanto voi esimerkiksi tilausnumeroiden kautta hakea hitsattuihin elementteihin liitetty valmistuskuvat. Tämä toiminto vähentää sähköpostitse toimitettujen kuvien määrää.

QR on myös Celsan johdon työkalu. Ohjelmisto antaa läpinäkyvyyttä raudoitushankkeiden tilaan ja auttaa yrityksen resurssien hallinnassa.



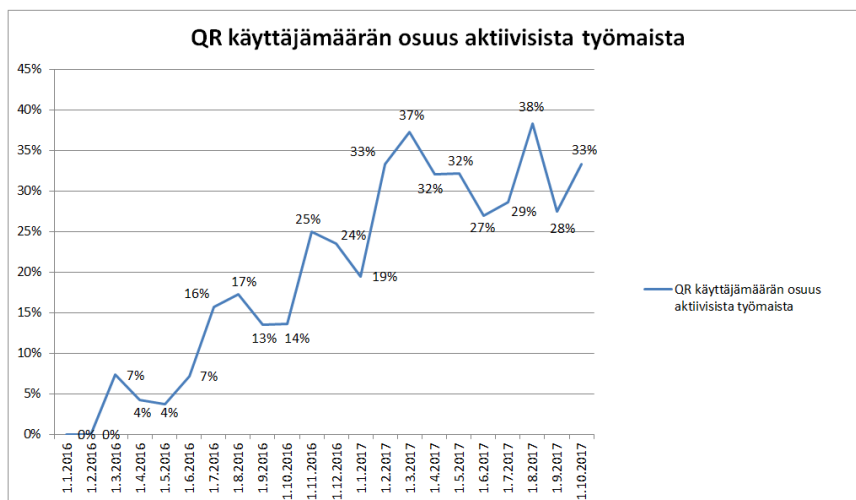
### 4.3.2 Ulkopuoliset käyttäjät

Suomessa QR:n asiakaslähtöinen kehittäminen aloitettiin vuonna 2016. Tämän jälkeen käyttäjämäärä on ollut kasvussa ja ohjelmistoa on pääosin käyttänyt rakennustyömaat sekä betoniterästen asennusyritykset. QR:n käytetyimmät toiminnollisuudet ovat asiakkaiden puolelta olleet toimitusten sisällön ja toimitusajankohdan varmistaminen. Nämä tiedustelut on perinteisesti hoidettu puhelimen ja sähköpostin välityksellä. Alapuolelle on kuvattu QR:n käyttäjämäärän kehitys asiakkaiden keskuudessa vuosina 2016 - 2017.



Kuva 42. QR käyttäjämäärän kehitys vuosina 2016 – 2017.

Yläpuolella esitetyn taulukon käyttäjämäärä kuvaa eri työmaiden määrää. Alapuolisessa kaaviossa on kuvattu käyttäjämäärien prosentuaalinen osuus aktiivisista työmaista.



Kuva 43. QR käyttäjämäärän osuus aktiivisista betoniteräshankkeista.

Esitettyjen käyttäjämäärien kehityksen perusteella voi päätellä, että QR on koettu hyödylliseksi työkaluksi myös Celsan asiakkaiden keskuudessa. Kaavioissa näkyvä vuonna 2016 tapahtunut käyttäjämäärien nopea kasvu voidaan osittain selittää uusien asiakaskeskeisten toiminnollisuuksien kehittämällä.

#### **4.4 Ohjelmiston vahvuudet**

QR:n selkeä vahvuus on sen betoniteräshankkeisiin tuoma läpinäkyvyys. Sisäisessä käytössä ohjelmisto mahdollistaa raudoitustilausten käsittelyssä vaadittavien toimenpiteiden suorittaminen yhdellä alustalla. Tämän lisäksi QR:ssä on tehokas listaustyökalu joka tuottaa betoniterästen valmistustiedot ja ottaa huomioon raudoitetehtaan tuotannon asettamat rajoitteet ja ehdot.

Vuonna 2016 muun muassa ohjelmiston raportointimahdollisuudet kehitettiin uudelle tasolle. Kehitystoimenpiteet heijastuivat ulkopuolisten käyttäjien määrään ja tukivat ohjelmiston asemaa raudoitushankkeen kokonaisvaltaisena projektihallintatyökaluna. Vastaavaa ratkaisua ei ole ollut markkinoilla ja QR:n tuomia hyötyjä on todettu raudoitushankkeen arvoketjun eri osissa.

#### **4.5 Ohjelmiston haasteet**

QR on alun perin rakennettu Celsan sisäiseen käyttöön ja palvelemaan raudoitteiden listaustyötä betoniterästehtaan tuotantoa varten. Ohjelmistoa ja sen käyttötarkoitusta on myöhemmin kehitetty palvelemaan myös hankkeen muita toimijoita, mikä on aiheuttanut haasteita käytetyn teknologian osalta, sillä alkuperäinen ohjelmointikieli ei tue kaikkia kehitysmahdollisuuksia. Ratkaisuissa on täytynyt tehdä kompromisseja, jotka ovat vaikuttaneet ohjelmiston käytettävyyteen ja käyttäjäystävällisyyteen. Alkujaan tekniseen käyttöön tarkoitettua ohjelmistoa on ollut haastava muokata asiakasystävälliseksi työkaluksi.

QR:n käytössä on eri alustoihin liittyviä rajoitteita. Ohjelmistoa voi käyttää ainoastaan Internet Explorer -selaimella ja työpöytäversio toimii vain Microsoftin Windows -käyttöjärjestelmällä. Vaatimukset liittyvät valittuun teknologiaan ja rajoittavat ohjelmiston käyttäjämäärien maksimointia.

Haasteena QR:n kehittämisessä voi vielä mainita noin viisi vuotta sitten tehdyt teknologiavalinnat, jotka eivät kaikki ole enää yhteensopivia nykypäin kehitysmahdollisuuksien kanssa. Tämä on asettanut ohjelmiston jatkokehityksen kannalta suurimmat rajoitteet, joiden poistamiseksi haetaan myös tämän päättötyön kautta ratkaisua.

#### **4.6 Tulevaisuuden näkymät**

QR:n käyttö Celsan sisäisenä ohjelmistona on eri pohjoismaissa vakiintunut. Ohjelmiston tekniset ominaisuudet palvelevat Celsan eri osastoja, eikä markkinoilta löydy vastaavaa ratkaisua rauditushankkeen kokonaisvaltaiseen hallintaan. QR:llä on myös rajapintoja Celsan käyttämän ERP-ratkaisun (SAP) sekä kolmansien osapuolten sovellusten kanssa, mikä vahvistaa QR:n asemaa yrityksen sisäisenä teknisenä työkaluna.

QR:n suurimmat haasteet liittyvät nopeasti kehittyvään teknologiaan ja asiakkaiden kehittyviin vaatimuksiin. Nykypäivän digitalisoituvassa maailmassa asiakkaille kehitetään jatkuvasti lisäarvoa tuottavia ratkaisuja, joiden painoarvo on kiristyneissä kilpailutilanteissa kasvanut. Vaikka QR on ohjelmistona ainutlaatuinen betoniteräshankkeiden hallinnassa, lisäarvon maksimointi teknologiarajoitteiden vuoksi voi olla haastavaa. Nämä maalaavat selkeän uhkakuvan ohjelmiston tulevaisuuteen.

## 5 HALLINTASOVELLUKSEN ASIAKASLÄHTÖINEN KEHITTÄMINEN

### 5.1 Tavoitteet ja tarveselvitys

Celsa Group tasolla käynnistetyn kehityshankkeen tarkoituksena oli valmistautua betoniterästeollisuuden tulevaisuuden vaatimuksiin.

LEAN-ajattelumalli, joka on vakiintunut käytäntö rakennusteollisuudessa, pyrkii vähentämään hukkaa ja lisäarvoa tuottamattomia toimintoja. Rakennushankkeen prosesseihin, jotka ovat perinteisesti olleet analogisia, voidaan digitalisaation avulla tuoda uutta lisäarvoa. Celsa Steel Service pyrkii kehityshankkeidensa kautta pysymään asiakkaidensa valittuna LEAN-partnerina.

Celsa Group toimii betoniterästeollisuuden koko ketjussa metalliromun ostamisesta valmiin tuotteen toimitukseen ja asennukseen. Tästä syystä Celsa on hyvässä asemassa toimittamaan asiakkailleen kaikki betoniteräksiin liittyvät suunnittelu ja valmistustiedot. Kilpailuedun säilymisen kannalta on myös tärkeätä antaa asiakkaille mahdollisuus tilata tarpeisiinsa räätälöityjä tuotteita. Tämän toteuttaminen taas vaatii uusien työkalujen kehittämistä ja jalkauttamista liiketoimintaympäristöön.

Kehitystyön tarveselvitysvaiheessa käytiin läpi asiakkaiden näkemykset digitalisaation tärkeydestä omassa liiketoiminnassaan sekä osa-alueet, joissa uudet työkalut voivat synnyttää lisäarvoa. Tutkimuksessa hyödynnettiin Celsan pohjoismaiden yksiköiden asiakasrajapintoja ja sisäistä kokemusta raudoitushankkeiden läpivientiin liittyvistä tehtävistä ja vaatimuksista. Asiakkaiden tarpeet tunnistettiin ja priorisoitiin hankkeisiin tuoman lisäarvon perusteella.

Nykypäivänä käytetyn raudoitushankkeen hallintasovelluksen QR:n teknologiaa verrattiin markkinoilla olemassa oleviin ratkaisuihin. Tulosten perusteella määritettiin tarve uusien teknologiaratkaisujen käyttöönotolle sekä eri vaihtoehtojen kustannukset. Työn tuloksena yrityksen kanta digitaalisten ratkaisujen osalta tulisi olla selkeä.

## 5.2 Hankeosapuolet ja roolit

Kehityshanke oli tavoitteiden ja sisällön puolesta monimuotoinen. Kehityksen suunta määräytyi hankkeen aikana saatujen tutkimustulosten perusteella ja hankeosapuolten määrää sovitettiin palvelemaan hankkeen eri vaiheita.

Hanke käynnistettiin yhteistyönä Celsa Groupin ja Celsa Steel Servicen eri pohjoismaiden yksiköiden välillä. Hanketta ohjasi Celsa Groupin kehitysjohtaja, eri osapuolet ja niiden tehtävät on määritelty alapuolelle. Suomi koordinoi hanketta pohjoismaisella tasolla.

### **Celsa Group**

Celsa Groupin puolesta hanketta koordinoi Celsan kehitysjohtaja. Hänen tehtävänä oli vastata johtoryhmälle hankkeen etenemisestä ja varmistaa hanketavoitteiden saavuttaminen. Hänen tehtävänä oli myös varmistaa käyttöönotettavan ratkaisun soveltuminen Celsan muihin liiketoimintayksiköihin.

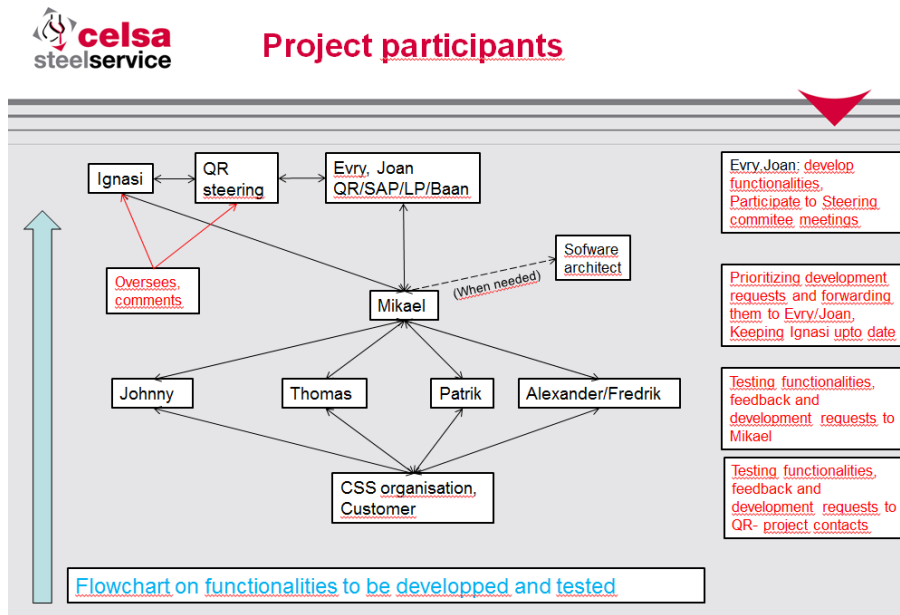
### **Celsa Groupin tietotekniikkayksikkö**

Kehitettävät ja käyttöönotettavat ohjelmistot on olennaista saada saumattomaksi osaksi Celsan ekosysteemiä. Tietotekniikkaosaston vastuulla oli tutkia eri pyyntöjen vaikutukset IT-infrastruktuuriin ja mahdollistaa tietoliikenneyhteyksien rakentaminen eri ohjelmistojen välillä.

### **Celsa Steel Service Suomi, Ruotsi, Norja ja Tanska**

Eri yksiköiden tekniset osastot vastasivat kehitystarpeiden määrittämisestä yhdessä asiakkaiden ja Celsan myyntiosaston kanssa. Teknisten osastojen päälliköt rakensivat vaatimukset asiakaslähtöisen hankehallintasovelluksen sisällölle ja olivat vastuussa käyttäjäkokemuksen huomioimisesta hankkeessa. Yksiköiden myyntiosastot osallistuivat hankkeeseen tuomalla esille asiakaskontaktien kautta tulleet tiedot lisäarvoa tuottavista työkaluista.

Vaikka uusien teknologiaratkaisujen käyttöönottamista tutkittiin, QR:n asiakaslähtöisten ominaisuuksien kehittämistä jatkettiin olemassa olevalla alustalla. Suomi oli vastuussa tämän jatkuvan kehityksen koordinoinnista.



Kuva 44. Hankeosapuolet QR:n asiakaslähtöisten ominaisuuksien kehittämisessä olemassa olevalle ohjelmistovalustalle.

### Celsa UK

Iso-Britannia on Celsan suurimpia liiketoimintayksiköitä. Heidän kehitysyksikkönsä osallistui käyttäjäkokemuksen ja asiakaslähtöisen ratkaisun brändin kehittämiseen.

### Celsa Steel Service Spain

Teknisen osaston tehtävänä oli varmistaa kehitettävän ohjelmiston sopiminen Espanjan markkinoille. Heidän edustajansa osallistuivat myös ohjelmiston toiminnollisuuksien tekniseen määrittämiseen sekä käyttäjäkokemuksen ja brändin kehittämiseen.

### Evry

Ohjelmistotalo Evryn vastuulla oli haluttujen toiminnollisuuksien tekninen toteutustyö QR:n olemassa olevalle alustalle ja toteutusmahdollisuuksien arviointi.

### Designit

Käyttäjäkokemukseen erikoistuneen yrityksen rooli oli hankehallintasovelluksen käyttäjäystävällisyyden varmistaminen. Tehtävän yhtenä osa-alueena oli myös ohjelmiston brändäys.

### 5.3 Asiakastarpeet digitaalisella sektorilla

Digitaalisten työkalujen tuoman hyödyn selvittämiseksi raudoitushankkeen osapuolet jaettiin neljään eri asiakassegmenttiin. Nämä segmentit olivat suunnittelijat ja konsulttiyritykset, rakennusliikkeet, elementtiteollisuus sekä tukkuliikkeet.

Tämän jälkeen digitalisaation tuoma lisäarvo betoniteräshankkeelle luokiteltiin eri työkalujen tarkoitusten perusteella. Ryhmiä syntyi neljä. Ensimmäinen ryhmä sisältää työkalut, jotka palvelevat betoniterästuotteiden valmistustietojen määrittämistä. Toinen ryhmä sisältää tilausten hallintaan liittyvät toiminnollisuudet ja kolmas ryhmä dokumenttienhallinnan eri työkalut. Neljäs ryhmä käsittää luokittelemattomat toiminnollisuudet, kuten tilausten statistiikan.

Eri pohjoismaat arvioivat työkalujen tarvetta omilla markkinoillaan ja merkitsivät työkaluille tärkeysluvun. Toiminnollisuuksien painotettu tärkeysjärjestys laskettiin Excelissä TULOJEN.SUMMA kaavalla, joka laskee matriisien toisiaan vastaavien osien tulot ja laskee saadut tulot yhteen. Matriisin ensimmäiseen sarakkeeseen jokainen maa toteaa tarpeen kyseiselle toiminnollisuudelle merkitsemällä 1 (kyllä) tai 0 (ei tarvetta). Matriisin toiseen vastaavaan sarakkeeseen maat merkitsevät tärkeysluvut 1, 3 tai 5.

Alapuolella käsitellään hankehallinnan eri osa-alueista saatuja tuloksia.

#### **Betoniterästuotteiden valmistustietojen määrittäminen**

Asiakkaiden ilmoittamat tarpeet olivat betoniterästuotteiden listaaminen, tuotteiden jakaminen työmaan eri osille, valmistukseen liittyvien piirustusten tuottaminen, valmiiden raudoitusluetteloiden tuominen ohjelmistoon ja valmistustietojen revisioiden hallinta.

Matriisivertailun tulosten perusteella nämä toiminnollisuudet tuottavat lisäarvoa varsinkin rakennusliikkeiden työnjohdolle ja hankinnalle. Muita Celsan ulkopuolisia toimijoita, jotka kokevat hyötyä näistä työkaluista ovat raudoitusluettelon tekemisestä vastuussa olevat suunnittelijat sekä jossakin määrin elementtiteollisuuden ja tukkuliikkeiden hankintaosastot.

Tärkeimmäksi koetut toiminnot ovat mahdollisuus listata eri betoniterästuotteita ja mahdollisuus eri ohjelmistojen väliseen tiedon siirtoon, esimerkkinä raudoiteluettelon tuonti Excelistä tai tietomallista.

Osa-alue	Kuvaus	Segmentti	Käyttäjä	KYLLÄ(1)/EI(0)				PRIORITEETTI (1-3-5)					Toimintojen tarve kuvaussarakkeen numerojärjestyksen						
				DK	FI	NO	SE	DK	FI	NO	SE	TULOS	1	2	3	4	5		
Tuotteiden määrittäminen	1. Antaa mahdollisuuden listata eri tuotteita (raudoite, verkko, elementit, bamtec, oheistuotteet 2. Antaa mahdollisuuden jakaa tuotteet työmaan eri alueille 3. Antaa mahdollisuuden tuottaa piirustuksia (Raudoitteet, elementit, Bamtec jne.) 4. Antaa mahdollisuuden ohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon (Tekla, Revit, IFC, Excel, XML) 5. Antaa mahdollisuuden revisioiden hallintaan	Suunnittelija/konsultti	Suunnittelija	1	0	1	1	1	1	5	1	7	1				1	1	
			Hankinta	1	1	1	1	1	3	3	1	8	1	1				1	1
		Rakennusliike	Vastava mestari	1	1	1	1	1	1	3	1	6	1					1	1
			Työnjohto	1	1	1	1	1	5	5	5	16	1	1	1	1	1	1	1
		Elementtiteollisuus	Hankinta	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1				1	1	
			Työnjohtaja	0	0	0	0	0	1	1	1	0							
			Muu	0	0	1	0	0	1	1	1	1							
		Tukkukauppiat	Hankinta	1	1	1	1	1	1	3	1	6	1					1	
			Työnjohtaja	0	0	0	0	0	1	1	1	0							
			Muu	0	0	0	0	0	1	3	1	0							
		CELSA	Myyntiosasto	1	1	1	1	1	3	3	5	12	1	1	1	1	1	1	1
			Tekninen osasto	1	1	1	1	1	5	5	5	16	1	1	1	1	1	1	1
			Muu	1	0	0	0	0	1	1	1	0							
														8	4	4	8	6	

Kuva 45. Digitaalisten toiminnallisuuden analysointi, Betoniterästuotteiden valmistustiedot.

### Betoniterästuotteiden tilaustenhallinta

Kysytyimmät ominaisuudet olivat mahdollisuus määrittää raudoitetoimitusten ajankohta ja toimitustapa sekä tilausten statusten seuranta. Eniten lisäarvoa näillä toiminnoilla tuotetaan rakennustyömaille sekä elementtiteollisuuden ja tukkuliikkeiden hankinnoille.

Tilausten statustietoihin liittyvät työkalut nousivat tällä osa-alueella selkeästi tärkeämmiksi ominaisuuksiksi. Muita haluttuja toimintoja olivat automaattiset ilmoitukset sekä mahdollisuus määrittää haluttu toimitusajankohta.

Osa-alue	Kuvaus	Segmentti	Käyttäjä	KYLLÄ(1)/EI(0)				PRIORITEETTI (1-3-5)					Toimintojen tarve kuvaussarakkeen numerojärjestyksen					
				DK	FI	NO	SE	DK	FI	NO	SE	TOTAL	1	2	3	4	5	
Tilausten hallinta	1. Antaa mahdollisuuden määrittää toimitusajankohta 2. Antaa mahdollisuuden pyytää pikatilausta 3. Antaa mahdollisuuden valita rahdin tyyppi 4. Antaa mahdollisuuden varmistaa tilauksen status (tuotannossa, valmis, toimitettu jne.) 5. Antaa mahdollisuuden pyytää automaattisia statusilmoituksia	Suunnittelija/konsultti	Suunnittelija	0	0	0	0	1	1	1	1	0						
			Hankinta	0	0	0	0	1	1	1	1	0						
		Rakennusliike	Vastava mestari	1	1	1	1	3	3	5	3	14	1				1	1
			Työnjohto	1	1	1	1	5	5	5	5	20	1	1	1	1	1	1
		Elementtiteollisuus	Hankinta	1	1	1	1	3	3	5	3	14	1	1	1	1	1	1
			Työnjohtaja	1	1	0	1	1	1	1	1	3		1			1	
			Muu	0	0	1	0	1	1	3	1	3					1	
		Tukkukauppiat	Hankinta	1	1	0	0	1	3	1	1	4	1	1	1	1	1	1
			Työnjohtaja	0	0	0	0	1	1	1	1	0		1			1	
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1						
		CELSA	Myyntiosasto	1	1	1	1	3	3	3	3	12	1		1	1	1	1
			Tekninen osasto	1	1	1	1	5	5	3	5	18	1		1	1	1	1
			Muu	1	1	1	1	1	1	3	1	6					1	1
														6	5	5	10	7

Kuva 46. Digitaalisten toiminnallisuuden analysointi, betoniterästuotteiden tilausten hallinta.



## Dokumenttien hallinta

Tällä osa-alueella tunnistettiin vähiten lisäarvoa tuottavia toiminnollisuuksia ja pyynnöt tulivat lähinnä rakennustyömaiden suunnalta. Eri pohjoismaiden liiketoimintaympäristöjen eroavaisuudet vaikuttivat myös tuloksiin. Esimerkiksi toisin kuin muissa Pohjoismaissa, Norjassa suunnittelutoimistot kokivat tärkeäksi mahdollisuuden hallita hankkeen raudoitukseen liittyviä dokumentteja digitaalisella alustalla.

Osa-alue	Kuvaus	Segmentti	Käyttäjä	KYLÄ(1)/EI(0)				PRIORITEETTI (1-3-5)					Toimintojen tarve kuvaussarakkeen numerojärjestyksen mukaan						
				DK	FI	NO	SE	DK	FI	NO	SE	TOTAL	1	2	3	4	5		
Dokumenttien hallinta	1. Mahdollisuus tallentaa tiedostoja projektille 2. Mahdollisuus liittää dokumentteja projektin eri osille 3. Mahdollisuus hallita tiedostojen eri revisioita 4. Mahdollisuus hallita kaikki projektiin liittyvät dokumentit ohjelmiston kautta (laskutus, tarjoukset, sopimukset jne.)	Suunnittelija/konsultti	Suunnittelija	1	1	1	1	1	1	5	1	8	1	1	1				
			Hankinta	0	0	0	0	1	1	1	1	0							
		Rakennusliike	Vastava mestari	0	0	1	1	1	1	3	3	6							
			Työnjohto	1	1	1	1	3	3	3	3	12	1	1	1	1			
		Elementtiteollisuus	Hankinta	0	0	0	0	1	1	1	1	0							
			Työnjohtaja	0	0	1	1	1	1	1	1	2							
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1							
		Tukkukauppiat	Hankinta	0	0	0	0	1	1	1	1	0							
			Työnjohtaja	0	0	0	1	1	1	1	3	3							
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1							
		CELSA	Myyntiosasto	1	1	1	1	1	1	3	1	6	1	1	1	1			
			Tekninen osasto	1	1	1	0	1	1	2	1	4	1	1	1	1			
			Muu	0	0	1	0	1	1	3	1	3							

4 4 4 3 0

Kuva 47. Digitaalisten toiminnallisuuden analysointi, dokumenttien hallinta.

## Muut hankehallinnan digitaaliset työkalut

Asiakkaille eniten lisäarvoa tuottavat toiminnollisuudet tunnistettiin tällä osa-alueella. Raudoitushankkeen tilastoja käsittelevät työkalut saivat tarveselvityksessä täydet 13 pistettä ja sijoituivat 10 pistettä saaneiden, tilausten statustietoja palvelevien työkalujen edelle.

FEATURE	Kuvaus	Segmentti	Käyttäjä	KYLÄ(1)/EI(0)				PRIORITEETTI (1-3-5)					Toimintojen tarve kuvaussarakkeen numerojärjestyksen mukaan						
				DK	FI	NO	SE	DK	FI	NO	SE	TOTAL	1	2	3	4	5		
Muut työkalut	1. Mahdollisuus pyytää tarjousta ohjelmiston kautta 2. Antaa mahdollisuuden luoda ja hallinnoida ohjelmiston eri käyttäjiä ja käyttöoikeuksia 3. Antaa mahdollisuuden laskea tuotteiden hiilijalanjäljen ja muita ympäristötekijöitä 4. Antaa mahdollisuuden nähdä kaikki hankkeelle suositellut eri tuotteet 5. - Antaa mahdollisuuden saada hankkeeseen liittyviä tilastoja (laskutus, tilaukset, toimitukset jne.)	Suunnittelija/konsultti	Suunnittelija	0	0	1	0	1	1	5	1	5					1	1	
			Hankinta	1	1	1	1	3	5	3	5	16						1	1
		Rakennusliike	Vastava mestari	1	1	1	1	3	3	3	3	12							1
			Työnjohto	1	1	1	1	5	5	5	5	20						1	1
		Elementtiteollisuus	Hankinta	1	1	1	1	3	5	1	5	14						1	1
			Työnjohtaja	0	0	1	1	1	1	1	1	2							1
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1							1
		Tukkukauppiat	Hankinta	1	1	1	0	1	3	1	1	5						1	1
			Työnjohtaja	0	0	1	0	1	1	1	1	1							1
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1							1
		CELSA	Myyntiosasto	1	1	1	0	3	5	3	1	11						1	1
			Tekninen osasto	1	1	1	0	3	5	3	1	11							1
			Muu	0	0	1	0	1	1	1	1	1							1

0 0 0 6 13

Kuva 48. Digitaalisten toiminnallisuuden analysointi, muut digitaaliset työkalut.

### 5.3.1 Asiakkaiden valmiudet

Hankkeen hallintasovellus on suunniteltu palvelemaan eri käyttäjäryhmiä kolmella eri alustalla. Tietotekniikkavalmiuksien puolesta tämä tarkoittaa tietokoneen, puhelimen ja internetin käyttöä.

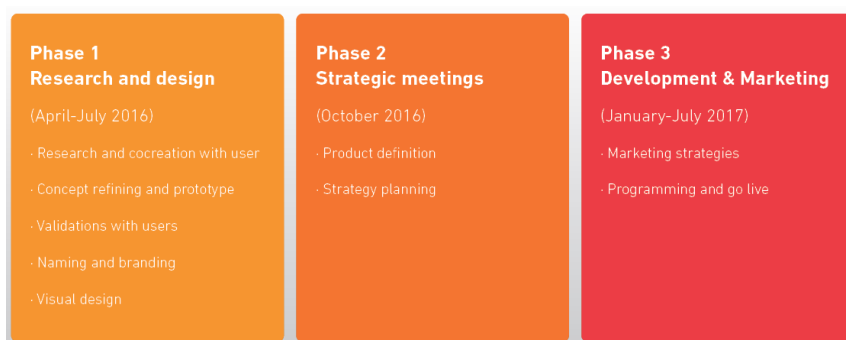
Valmiuksien puolelta todettiin, ettei hallintasovellus tule edellyttämään asiakkailta uusia teknologiahankintoja ja ohjelmiston koulutustarpeiden arvioimiseksi sovelluksen tavoiteltua käyttöaikaä täsmennettiin käyttäjäkohtaisesti. Alapuolella näkyvät strategisen ryhmittelyn tulokset, jotka tulevat myös vaikuttamaan ohjelmiston ja tulevien koulutuksen suunnitteluun.

Alusta	Toiminnallisuudet	Tavoiteltu käyttöaika	Tavoitellut käyttäjät
<b>Työpöytä-versio</b>	Tarkoitettu kokeneille käyttäjille, ohjelmisto mahdollistaa kaikkien työkalujen hyödyntämistä	> 20 min	Työnjohtajat, suunnittelijat
<b>Nettisovellus</b>	Tarkoitettu aloitteleville käyttäjille, jotka hakevat yleiskuvaa hankkeen kulusta menemättä jokaiseen yksityiskohtaan. Käytetyt perustyökalut ovat tilauksen luominen ja hankkeeseen liittyvien tilastojen tulostus (tilausstatistiikka, laskutus jne.)	5-15 min	Hankinta, vastaavat mestarit
<b>Puhelinsovellus</b>	Älypuhelinsovellut keskittyy työmaakäyttöön. Sovelluksesta saa tiedot tilausten statuksesta (tuotannossa, toimitettu, asennettu jne.) Sovelluksella voi myös liittää kuvia ja kommentteja	5 min	Asentajat, työnjohtajat, vastaava mestari

Kuva 49. Raudoitushankkeen hallintasovelluksen alustat ja tavoitellut käyttäjät.

## 5.4 Ohjelmiston suunnittelu

Ohjelmiston suunnittelun lähtökohtana oli käytettävyys ja asiakasystävällisyys. Näiden vaatimusten toteuttamiseksi palkattiin strategiseen suunnitteluun erikoistunut yritys Designit. Yrityksellä koettiin olevan tarvittava osaaminen käyttäjäkokemuksen huomioimisessa, tuotteiden suunnittelussa sekä markkinoille tuotavien ratkaisujen brändäyksessä. Projektiryhmä suunnittelutyölle oli Celsan Suomen, Norjan, Tanskan, Ruotsin, Espanjan ja Iso-Britannian edustajat, heidän valikoidut asiakkaansa sekä Designit suunnittelutoimisto. Aikataulu jaettiin kolmeen vaiheeseen:



Kuva 50. Asiakaslähtöisen hankehallintasovelluksen kehitystyön vaiheet.

### 5.4.1 Asiakashaastattelut ja konseptin validointi

Celsan eri liiketoiminta-alueilta tunnistettiin avainasiakkaita hankeohjelmistoin toiminnollisuuksien määrittämistä varten. Ohjelmiston konseptin validoinnin ensimmäisellä kierroksella Työpajojen ja haastattelujen kesto oli 20 minuuttia – 1 tunti ja kohdemaat olivat Suomi, Ruotsi, Iso-Britannia ja Espanja.

User Research

#### Interview profiles

Here are the interviewed profiles. The interview time was from 20min to 1h00. Two were done face-to-face. Three were done remotely.



David  
Fixing  
Manager

On-site - SP



Paco Dura  
Construction  
Manager  
(Contractor)

F2F - SP



Tomi Pyokeri - Skarska  
Construction  
Manager  
(Contractor)

Phone - FI



Johan Spogardh  
Reinforcement  
Manager  
(Contractor)

Phone - SE



Martin Young  
Construction  
Manager  
(Celsa)

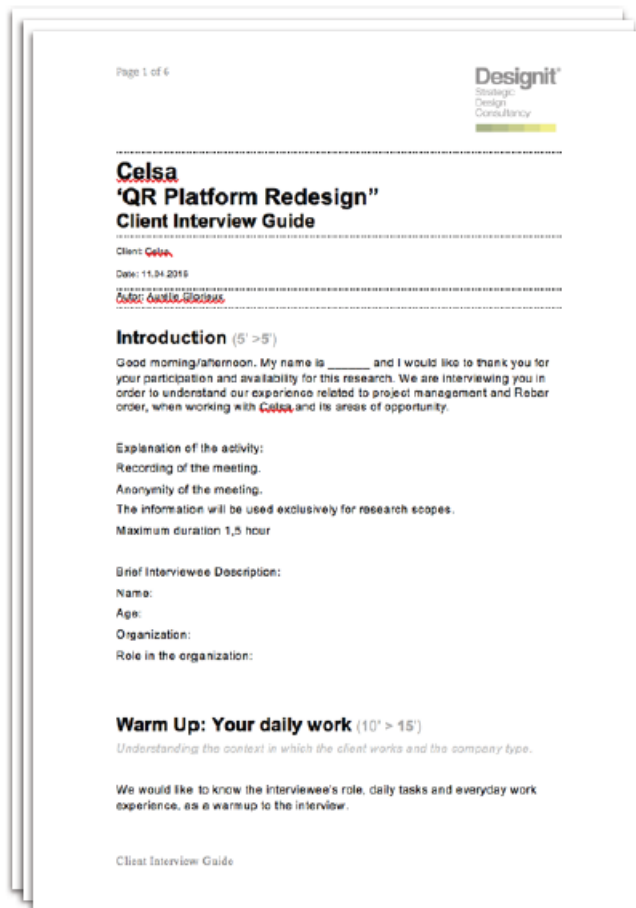
Skype - UK

Kuva 51. Sovelluksen toiminnallisuuksien määrittämiseen haastatellut asiakkaat.

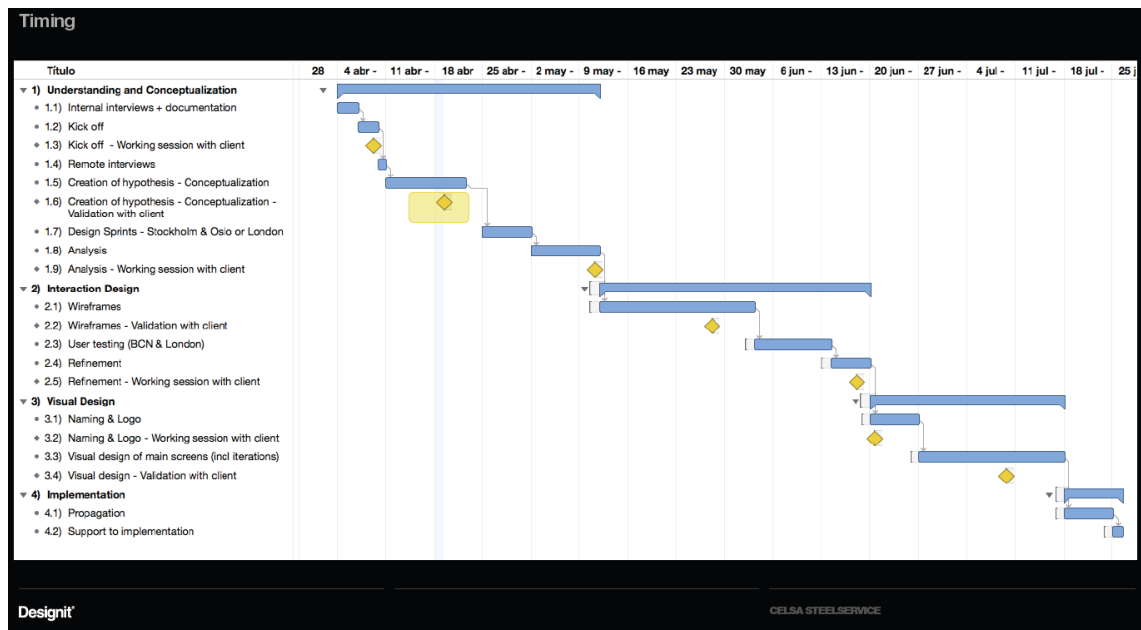
Asiakashaastattelujen aikana käsitellyt aihealueet olivat:

1. **Työnkuvaus.** Tarkoituksena oli ymmärtää asiakkaan työympäristö ja tehtävät.
2. **Yhteistyö Celsan kanssa.** Tarkoituksena oli hahmottaa asiakkaan polku rauditushankkeen eri vaiheissa.
3. **QR:n käyttö.** Mikä vaikutelma asiakkaalla on ohjelmistosta ja sen käytettävyyteen liittyvistä rajoitteista.
4. **Ideaalinen palvelu.** Haettiin ymmärrystä asiakkaan toiveista ja näkemyksistä tulevaisuuden QR:stä.

Haastattelutulosten yhdenmukaisuuden varmistamiseksi käytössä oli vakiopohja, jonka perusteella haastattelut suoritettiin.



Kuva 52. Asiakashaastattelujen läpiviennin käsikirja.

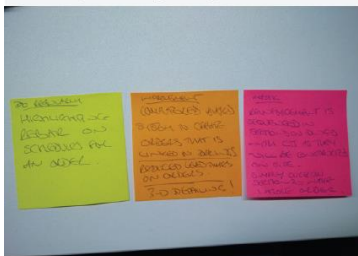


Kuva 53. Tutkimus- ja suunnittelutyön tarkennettu aikataulu.

Konseptin validoinnin toisella kierroksella suodatettiin ja jalostettiin ensimmäisessä vaiheessa saatuja tuloksia. Asiakastyöpajat olivat kestoiltaan kahdesta kolmeen tuntia ja osallistujia pyydettiin suorittamaan tehtäviä kolmella osa-alueella. Ensimmäisen osa-alueen nimi oli tarinankerronta. Siinä pyrittiin ymmärtämään ja korostamaan eri sidosryhmien kokemuksia ja tarpeita rauditushankkeen kriittisten tavoitteiden osalta. Toinen tehtäväalue koski innovointia. Siinä hyödynnettiin ryhmien kollektiivista luovuutta uusien työkaluprototyyppien luomisessa. Työpajojen kolmas vaihe oli syntyneiden konseptien jatkojalostus. Siinä kerättiin ja kehitettiin asiakkailta tulleita palautteita.

## Design Sprint - Activities

### Activity 1 - Storytelling



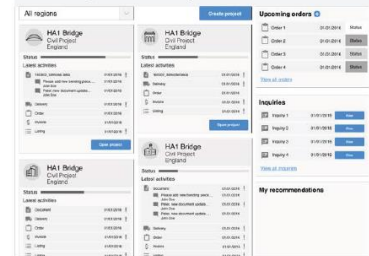
Understand and empathize with the experiences and needs of all the stakeholders relevant to the project objective.

### Activity 2 - Co-creation



Use the collective creativity of people to generate artefacts and prototypes that illustrate and represent their future use scenarios















### Activity 3 - Concept refinement



Get feedbacks on the actual ideas and develop and refine it together.

Kuva 54. Ohjelmiston konseptin validoinnin 2 vaihe. Työpajojen tehtäväalueet.

# Interviewed Profiles

<p><b>Suecia - SKANSKA</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>Jessica</b>              Designer         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Daniel</b>              Designer         </div> </div>	<p><b>UK - BFK (BAM / Ferrovial / Kier)</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>Chris</b>              Procurement Manager         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Les</b>              Technical Engineer         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Amardeep</b>              Designer         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Jonathan</b>              Rebar Manager         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Sujay</b>              Rebar Manager         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Ann</b>              Admin         </div> </div>
<p><b>Suecia - CELSA</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>Morgan</b>              Sales &amp; project manager         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Linus</b>              Sales &amp; project manager         </div> </div>	<p><b>UK - Balfour Beatty</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">   <b>Colin</b>              Construction Manager         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Derek</b>              Project Director         </div> <div style="text-align: center;">   <b>David</b>              Head of Procurement         </div> <div style="text-align: center;">   <b>Mark</b>              Technical Innovation         </div> </div>

Designit

CELSA STEELSERVICE

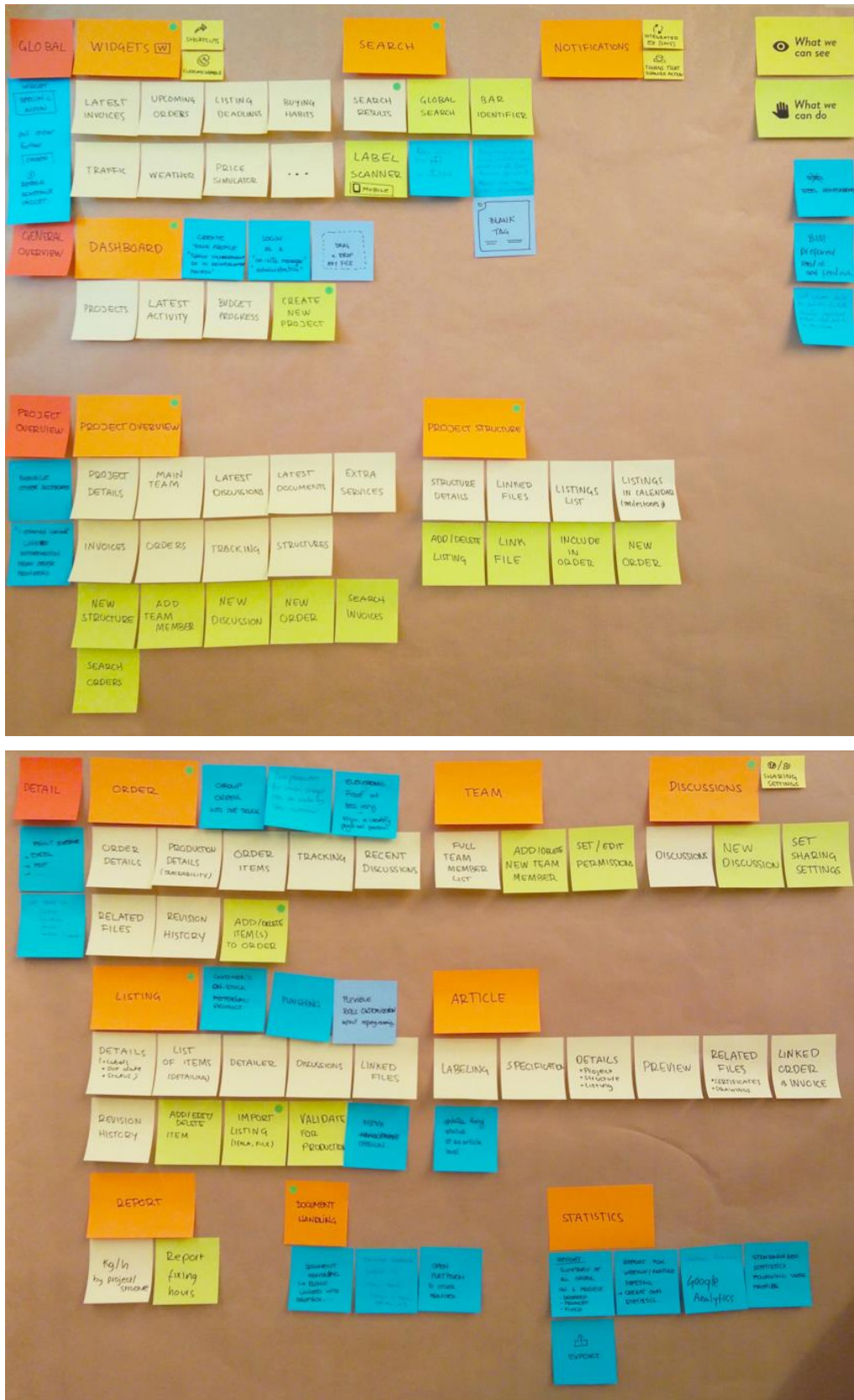
Kuva 55. Ohjelmiston konseptin validoinnin toinen vaihe. Osallistujalista.

Konseptin validointivaiheen päätyttyä projektiryhmällä oli selkeä käsitys raudoitushankkeen toimijoiden eri tarpeista, nykyisen QR-ohjelmiston puutteista sekä kehitettävien työkalujen tuomasta lisäarvosta. Alapuolisessa kuvassa vasemmalta oikealle punainen lappu on yrityksen nimi, keltaiset laput edustavat eri käyttäjäprofiileja, valkoiset laput kuvaavat hankehallintaohjelmiston pääkäyttötarkoitusta kyseiselle käyttäjälle, oranssit laput ovat nykyisen ohjelmiston puutteet ja oikeanpuoleiset laput kertova halutun toiminnollisuuden tärkeydestä käyttäjän työssä.



Kuva 56. Asiakastyöpajojen tuloksia ohjelmiston konseptin validoinnin aikana.

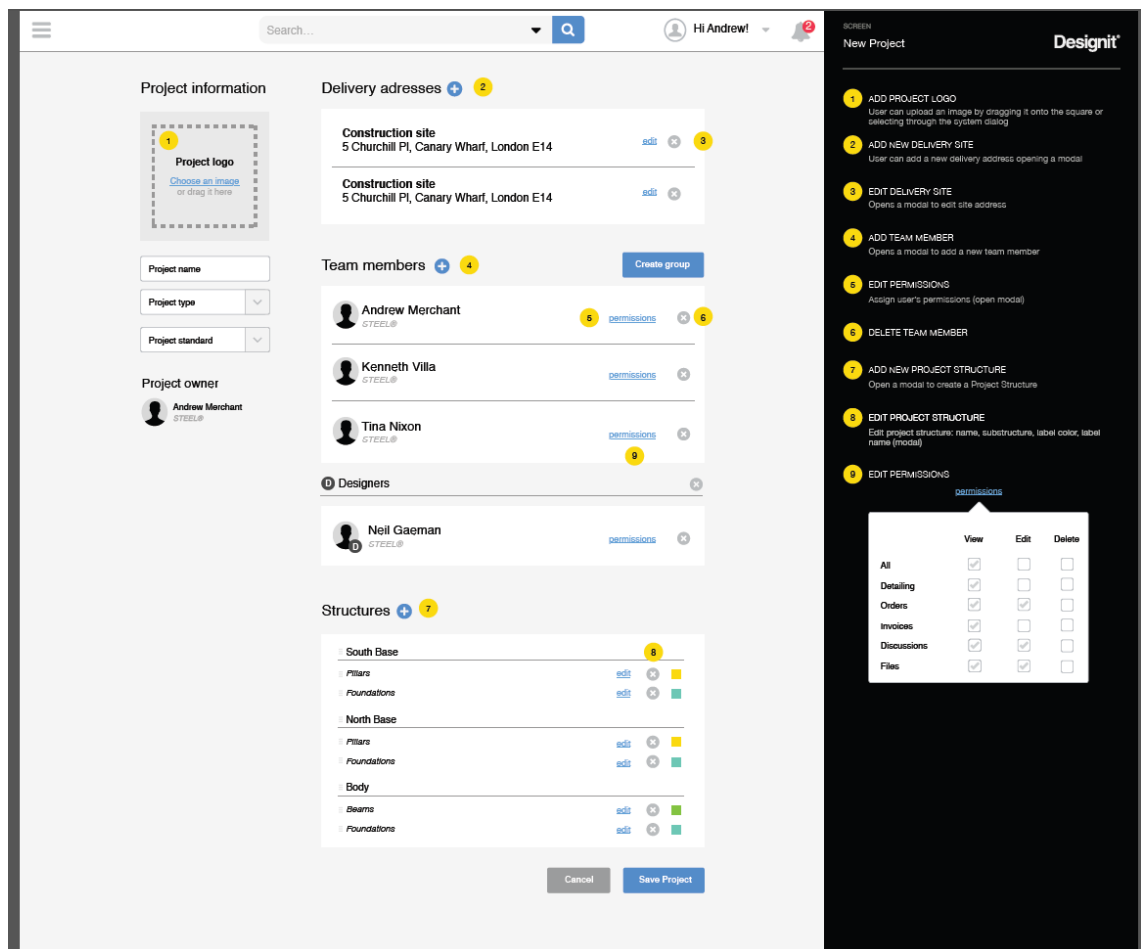
Työpajojen ja asiakashaastattelujen tuloksena projektiryhmä sai määritettyä asiakaslähtöisen raudoitushankkeen hallintasovellukseen halutut käyttömahdollisuudet, työkalut ja ohjelmistorakenteen.



Kuva 57. Ohjelmiston rakenne ja työkalut. Mitä käyttäjä näkee ja mitä hän voi tehdä.

## 5.4.2 Käyttöliittymän ja Työkalujen suunnittelu

Projektiosapuolet tässä vaiheessa olivat Celsa Suomi, Ruotsi, Norja, Tanska, Espanja, Iso-Britannia sekä konsulttiyritys Designit. Tarkoituksena oli rakentaa ohjelmiston rautalankamalli asiakaskokemusten perusteella. Tehtävä suoritettiin työpajojen muodossa ja lopputuloksena rakennettiin yksityiskohtainen malli asiakaslähtöisen hankehallintasovelluksen käyttöliittymästä sekä sen sisältämistä toiminnallisuuksista ja työkaluista. Tulokset on yksityiskohtaisesti esitetty liitteissä 2 – 12.



Liite 2. Uuden hankkeen perustaminen.



Listing name

Warning: Displays a warning sign for delicate information.

Ready for production

Approved

Undo

Primary label  Secondary label

My tag

Mary Berry Listing owner 01/06/2016

Create order Add to order

Search

### Cut & Bend

Add item

	Prefix	Pcs/Gr	Gr.	Total	Ø	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	Tot. weight	Steel sort	Banding radius	Rev.	
<input type="checkbox"/>	1	345	2	4	8	6	284	45	56	78	87										9,40	B 500 SD	25	A	✓
<input type="checkbox"/>	2	345	2	4	8	6	284	45	56	78	87										9,40	B 500 SD	25	A	✓
<input type="checkbox"/>	3	345	2	4	8	6	284	45	56												9,40	B 500 SD	25	A	✓
<input type="checkbox"/>	4	345	2	4	8	6	284	45	56	78	87	58	87	56	87	56					9,40	B 500 SD	25	A	✓

Specifications  Lorem ipsum dolor sit amet.

345 | 2 | 4

6 | 004 | B 500 SD

Measurements

45 | 56 | c | v | e | f | g

x | y | v | s | t | u

25 | Onsite bending | Delivery form

A | Comments

Cancel Add

Rotate\*

Total pieces: 40

a=45

b=56

Cut length: 40

Load dimension: 20x32

Weight/pcs: 23.45

Total weight: 104.42

Liite 3. Betoniterästuotteiden valmistustietojen määrittäminen.

HA1 Bridge Search... Hi Andrew! 25 Members

Listings Calendar **Orders & Invoices** Discussions Files

### Orders

Invoices

Order no.	Delivery date	Weight	Status
#6812037	24/06/2016	1204kg	Delivered
#6812037	24/06/2016	1204kg	In transit

Ship to: 378-380 Station Rd, Harrow, Middlesex HA1 2DE, United Kingdom

Scheduled delivery: 24/06/2016 12:00

Last location: STEEL, Middlesex HA1 2DE, United Kingdom

- Crane truck
- Bundling by colour
- Unloading by colour

Order contents

Name	Due date	Status	Last update	by
PT.1	24/06/2016	Work in progress	12/05/2016	Matt Donnahew
PT.2	24/06/2016	Work in progress	12/05/2016	Matt Donnahew
PT.3	24/06/2016	Ready for prod.	12/05/2016	Matt Donnahew
PT.4	24/06/2016	In production	12/05/2016	Matt Donnahew

#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned

Page 1 of 4 1-10 out of 45

New order

Liite 4. Tilausstatistiikka ja laskutus.

### 5.4.3 Ohjelmiston nimi ja Brändäys

QR nimenä ei tunnustettu palvelevan kaikkien liiketoimintayksiköiden markkinoita eikä sen ympärille ole rakennettu vahvaa asiakkaisiin suunnattua brändiä. Projektiryhmä koki tarpeelliseksi muiden nimivaihtoehtojen tutkiminen ohjelmiston tulevaa markkinointia varten.

Työ suoritettiin työpajojen avulla, jotka aloitettiin tutkimalla markkinoilla olevia rakennus ja muiden alojen digitaalisia ohjelmistoja. Tämän jälkeen suoritettiin eri tehtäviä, joiden tarkoituksena oli muun muassa saada tulevat käyttäjät samaistumaan ohjelmistoon.

Identification exercise

If QR was...

<p>...a car it would be:</p> <p>Volvo</p> <p>Because...</p> <p>Reliable Safe Diverse Performance</p>	<p>...a colour it would be:</p> <p>Black</p> <p>Because...</p> <p>Endurance in time imposing</p>
<p>...a brand it would be...</p> <p>TeKLa</p> <p>Because...</p> <p>Trusted in its professional domain the first real and most advanced structural software Pays attention to details not too beautiful but practical</p>	<p>...an object it would be...</p> <p>Piece of paper</p> <p>Because...</p> <p>transfer of information from manual to digital Helps with planning - Visualization - Data Base - History</p>

Designit

Kuva 58. Ohjelmiston nimeäminen ja brändäys. Työpajatehtävä: ohjelmistoon samaistuminen.

Ohjelmiston nimeämisvaihetta jatkettiin pyytämällä nimiehdotuksia Celsan ja Designit yksiköiden työntekijöiltä. Nimiehdotukset luokiteltiin sanan tarkoituksen perusteella ja niiden saamaa kannatusta mitattiin työryhmissä.



Kuva 59. Nimivaihtoehtojen kannatuksen mittaaminen vihreillä tarroilla.



Kuva 60. Nimen valintakriteerit, Jatkokon valittujen nimivaihtoehtojen pisteytys.

Nimeämis- ja brändäysvaiheen tuloksena raudoitushankkeen hallintasovelluksen nimeksi valittiin Ogun, joka on mytologiasta tuttu metallin jumala. Logossa näkyvä selkäranka kuvaa betoniteräksen asemaa kantavissa rakenteissa.



Kuva 61. Hallintasovellukselle valittu nimi ja logo.

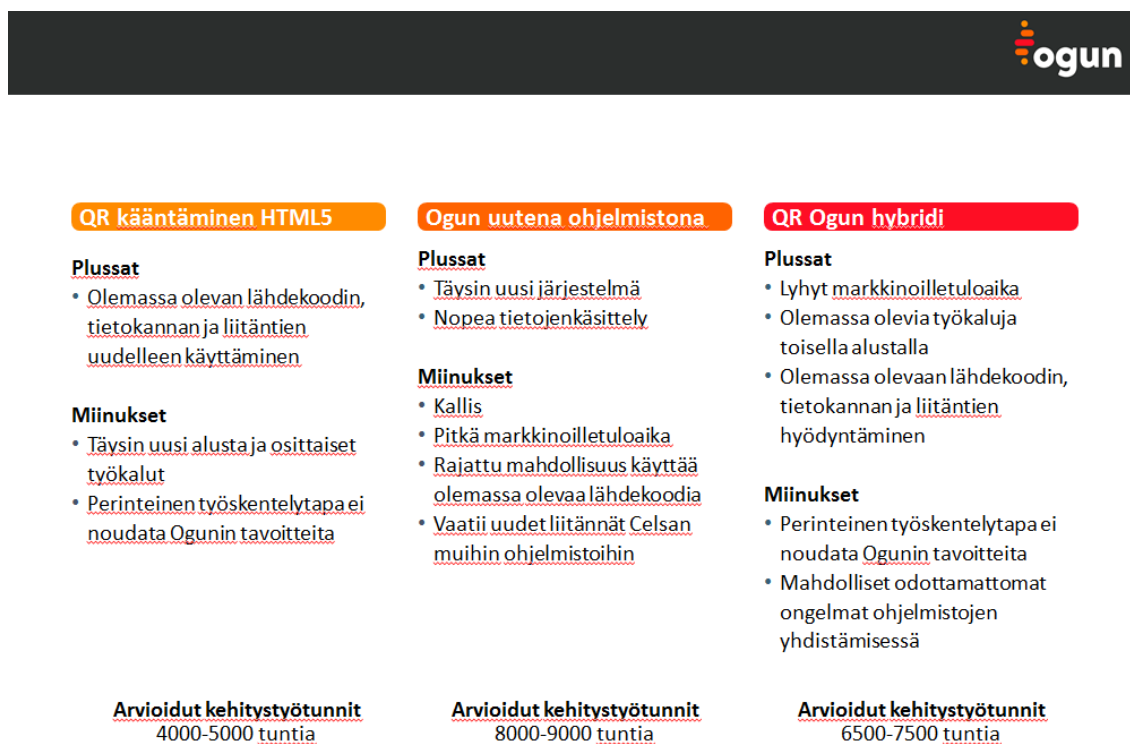
#### 5.4.4 Teknologiaratkaisut

Tässä vaiheessa kehityshanketta tutkittiin mahdollisuuksia rakentaa Ogunin halutut toiminnollisuudet nykyisen QR-alustan päälle. Työn suorittivat Celsan tietotekniikkaosasto ja ohjelmistotalo Evry ja sen tuloksena haluttuja työkaluja ei todettu mahdolliseksi kehittää olemassa olevalle alustalle. Esteet johtuivat nykyisen QR:n teknologiarajoitteista. Vaihtoehtoja haluttujen toiminnollisuuksien kehittämiseksi jäi kolme:

1. Kääntää QR:n nykyinen käyttösovellus nettipohjaiselle HTML5-formaatille ja käyttää samaa tuttua käyttöliittymää ja työskentelytapoja.
2. Kirjoittaa ohjelmisto alusta lähtien nettipohjaiselle alustalle käyttäen HTML5-formaattia.
3. Rakentaa QR:n ja Ogunin nettipohjinen hybridi. Tässä tapauksessa hyödynnetään Celsan toista nettipohjaista ohjelmistoa nimeltä Celsa Online.

Ohjelmisto sisältää joitakin hankehallinnan työkaluja ja sitä voidaan täydentää QR:n ja Ogunin työkaluilla.

Vaihtoehtojen vertailussa kiinnitettiin huomioita eri ratkaisujen hyötykohtiin ja rajoitteisiin sekä ratkaisujen vaatimiin kehitystyötunteihin. Alapuolella on koonti tulosten pääkohdista.



Kuva 62. Teknologiaratkaisujen vertailu. Ogunin eri teknologiaratkaisut.

Kaikki kolme teknologiaratkaisut perustuvat internetin ja HTML5-formaatin hyödyntämiseen. HTML (Hyper Text Mark-up Language) mahdollistaa Ogunin haluttujen toiminnollisuuksien kehittämisen ja on internetin vanhimpia ohjelmointikieliä. Seuraavassa kappaleessa on lyhyt kuvaus HTML-formaatin historiasta ja rakenteesta.

Internetin keksijä Tim Berners-Lee kehitti 90-luvun alussa yksinkertaisen hypertekstiprotokollan ”HTTP”, jonka avulla eri sijainneissa olevien tiedostojen sisällön pystyi hakemaan linkkien avulla. Berners-Lee nimesi tekstin tallennusmuodon, jota HTTP protokolla käytti, HTML:ksi. Tämän jälkeen kielen kehittämisen perustana on ollut internetin yhteisöllisyyden hyödyntäminen:

- Lokakuussa 1991 Tim Berners-Lee otti WWW -keskustelupalstan käyttöön, jossa HTML-kielen kehittämisestä kiinnostuneet jakoivat ajatuksiaan.

- V.1994 HTML luonnosversio 2 (HTML2) sai alkunsa. Siinä keskityttiin uusien tunnisteiden ja HTML-rakenteen siistimiseen, sillä moni kehittäjä oli lisännyt omia osiaan HTML-kieleen.
- V.1997: Ensimmäinen standardisoitu versio HTML-kielestä julkaistiin (HTML3.2). HTML3.2 sisälsi muun muassa taulukoita, sovelmia, tekstejä kuvien ympärillä sekä ala- ja yläindeksejä.
- V.1998: HTML4.0 versio julkaistiin ja nimettiin suositelluksi versioksi.
- HTML-kielen viimeisin versio on HTML5, joka hyväksyttiin internetin standardiksi vuonna 2014 [30]. Tässä versiossa muun muassa video-elementit tulivat mahdollisiksi.

Alapuolelle on kuvattu HTML-dokumentin perusrakenne [31]. Dokumentti koostuu elementeistä ja tekstistä. Elementit alkavat ja päättyvät tunnisteisiin esimerkiksi alku `<body>` ja loppu `</body>`.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <title>Sample page</title>
  </head>
  <body>
    <h1>Sample page</h1>
    <p>This is a <a href="demo.html">simple</a> sample.</p>
    <!-- this is a comment -->
  </body>
</html>
```

Kuva 63. HTML-dokumentin perusrakenne

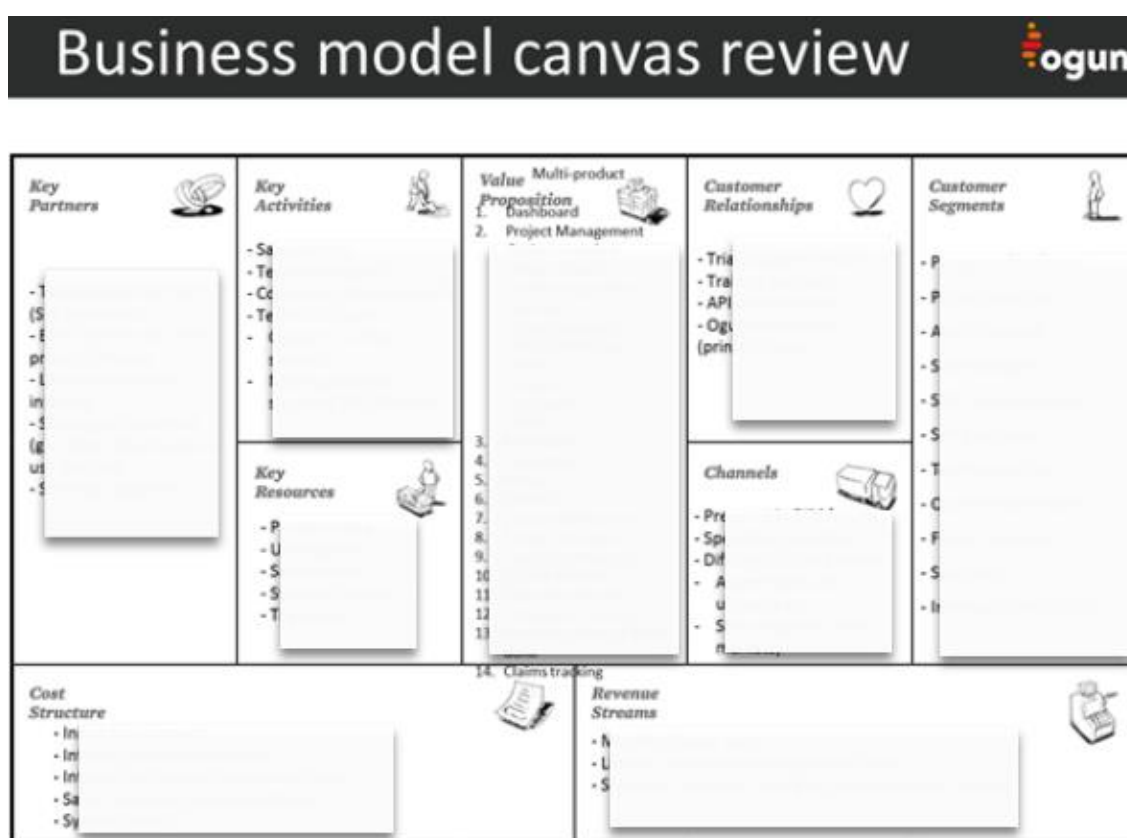
Ogunin kehittämiseksi HTML-formaatti tunnistettiin ainoaksi markkinoilla olevaksi vaihtoehdoksi, joka mahdollistaa ohjelmiston kehittämistä pitkällä aikavälillä. Tällä valinnalla voidaan vähentää, jo QR:n kehittämisessä esille tulleita, uusien teknologioiden asettamia rajoitteita.

## 5.5 Investointipäätös

Tässä vaiheessa kehitystyötä projektiryhmällä oli tarvittava aineisto investointiesitystä varten. Hankkeen tulokset esitettiin Celsa Groupin avainhenkilöille, jotka osallistuivat Ogunin lopullisen liiketoimintamallin rakentamiseen ennen investointipäätöksen tekemistä.

Työpajoissa tarkennettiin liiketoimintamallia eri suunnittelu- ja palvelumuotoilun työkaluilla. Käytössä oli muun muassa Business Model Canvas, arvolupauksiin keskittyvä Value Proposition Canvas sekä asiakkaiden työtehtävien hoitamiseen keskittyvä Customer Empathy Map. Eri asiakassegmenttien yksityiskohtaiset tulokset on esitetty liitteissä 13 – 30.

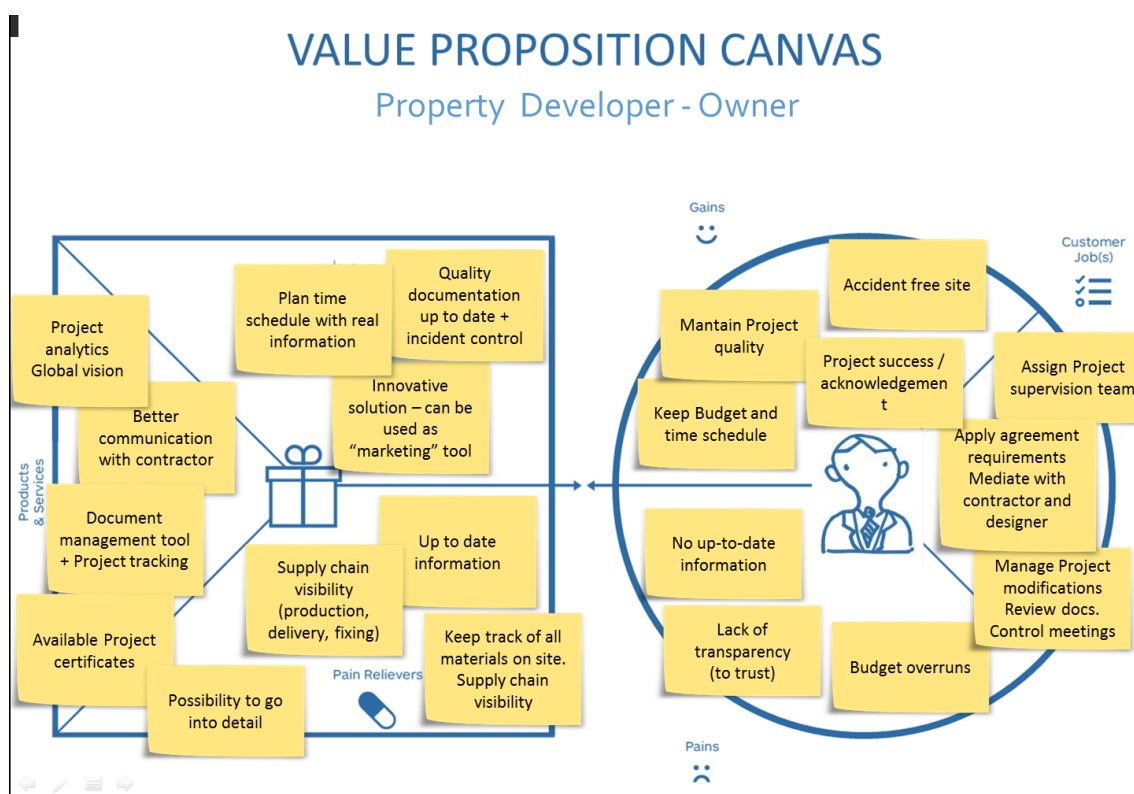
Business Model Canvasin rakentamisessa vastattiin kysymyksiin jotka liittyivät Celsan avainasiakkaisiin, sisäisiin resursseihin sekä Ogunin käyttäjäryhmiin ja ajateltuun kulu/tuottorakenteeseen.



Liite 13. Ogun Business Model Canvas.

Investointiesitystä tukemaan keskityttiin myös asioihin, joiden vuoksi Celsan asiakkaat valitsisivat juuri Ogunin raudoitushankkeidensa hallintatyökaluksi. Tätä varten Business Model Canvasin arvoihin keskittyvää osiota tarkennettiin Value Proposition Canvasilla.

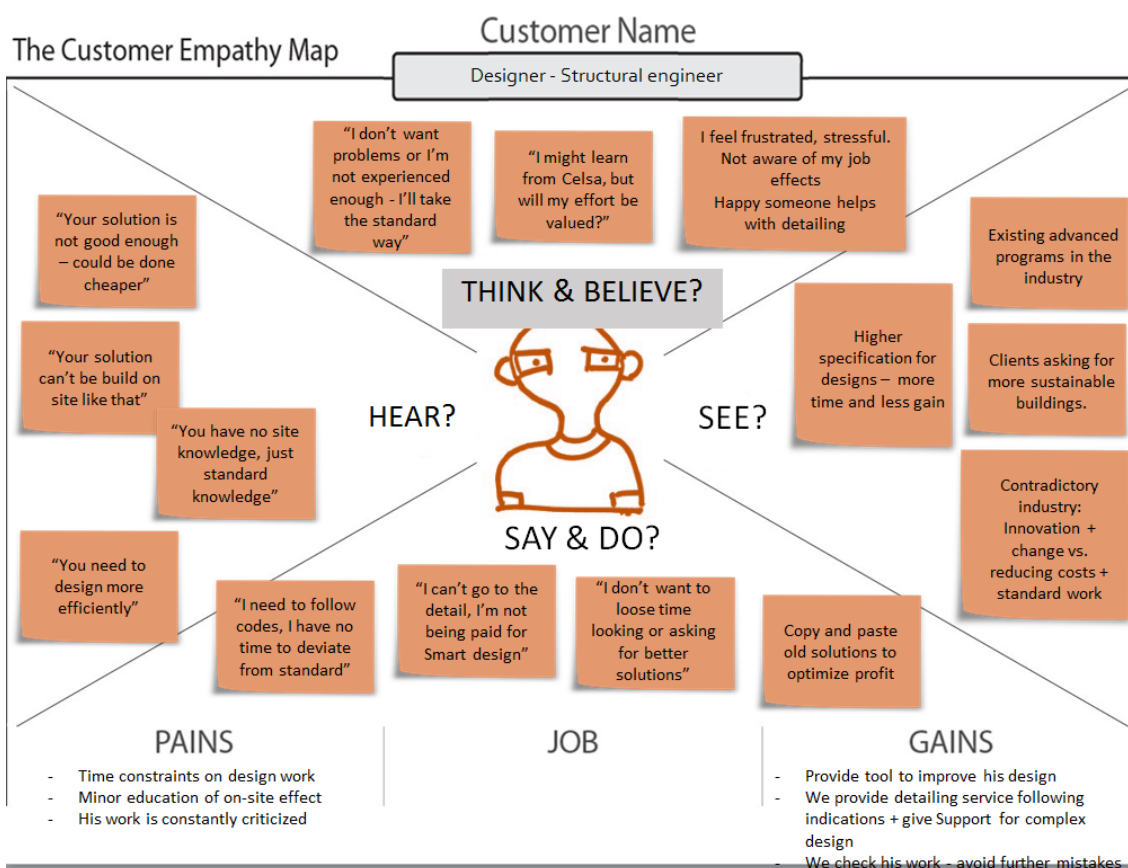
Value Proposition Canvas on jaettu kahteen osaan. Arvolupauskartta kuvaa Ogunin sijoittumista Celsan liiketoiminnassa. Arvolupaukset pilkotaan tuotteisiin, palveluihin, hyödyn aiheuttajiin sekä kivun lievittäjiin. Canvasin toinen osa keskittyy asiakassegmenttien tarkasteluun. Siinä kuvataan asiakkaan työtehtävät, tehtävien ongelmakohdat ja toiveet niiden ratkaisemiseksi.



Liite 14. Ogun Value Proposition Canvas. Tarkastelussa rakennushankkeen tilaaja.

Ihmisen työtehtävien hoitamiseen liittyy myös paljon tunneperäisiä tekijöitä. Tästä syystä oli perusteltua kartoittaa asiat, joita eri työtehtävissä olevat ihmiset ajattelevat ja uskovat omasta työstään. Ogunin synnyttämää lisäarvoa raudoitushankkeessa pyrittiin edelleen osoittamaan laatimalla asiakkaiden empatia kartta (Customer Empathy Map) eri käyttäjäsegmenteistä. Siinä keskitytään käsittelemään eri työtehtävissä olevien henkilöiden uskomuksia, tehtäviä, paineita ja työtehtäviin helpotusta tuovia asioista.





Liite 18. Eri työtehtävien empatiakartta. Tarkastelussa rakennesuunnittelija.

Investointiesityksen osana nostettiin esille myös Ogunin teknologiavaihtoehdot ja niiden kustannukset ja vaihtoehtoja verrattiin liiketoimintamallin tavoitteisiin. Tämän vaiheen tuloksena Ogunin kehittäminen täysin uudelle alustalle tunnistettiin olevan paras ratkaisu.

Celsa Groupin johtoryhmä hyväksyi Ogunin investointiesityksen valitulla teknologiaratkaisulla ja hankkeen seuraava vaihe oli ohjelmiston teknisestä kehitystyöstä vastaavan yrityksen valinta.

### 5.5.1 Ohjelmistotalojen kilpailutus

Ogunin teknistä kehittämistä varten kilpailutettiin kolme ohjelmistotaloa. Tarjouskilpailuun osallistuivat nykyisen QR:n ohjelmistotalo Evry, Celsa Groupin Customer Portal sovelluksen kehittäjä Itequia sekä Celsa Groupille muita ohjelmistoja kehittänyt yritys Aquiles Solutions.

Tarjouskilpailuun osallistuneet yritykset esittivät suunnitelmansa Ogunin teknisestä kehitystyöstä ja työn kustannuksista ja Celsan puolelta yritykset arvioitiin seuraavien kriteereiden perusteella: QR-tietämys, tietämys rauditusliiketoiminnasta, WEB-hankehallinta metodologia, joustavuus, tiimiosaaminen, Celsa yhteistyö, kehitystyön vaatima aika ja hinta.

#### OGUN IT kumppanit

	Aquiles	Itequia	Evry
QR tietämys	Matala	Matala	Korkea
Liiketoimintakentän tietämys	Keskitaso	Keskitaso	Keskitaso
Web project management methodology	Matala	Korkea	Korkea
Joustavuus	Korkea	Keskitaso	Keskitaso
Tiimiosaaminen	Keskitaso	Korkea	Korkea
Celsa yhteistyö	Korkea	Korkea	Matala
Aika	9 kuukautta	10 kuukautta	8 kuukautta
Hinta			

Kuva 64. Ogun, eri ohjelmistotalojen vertailu.

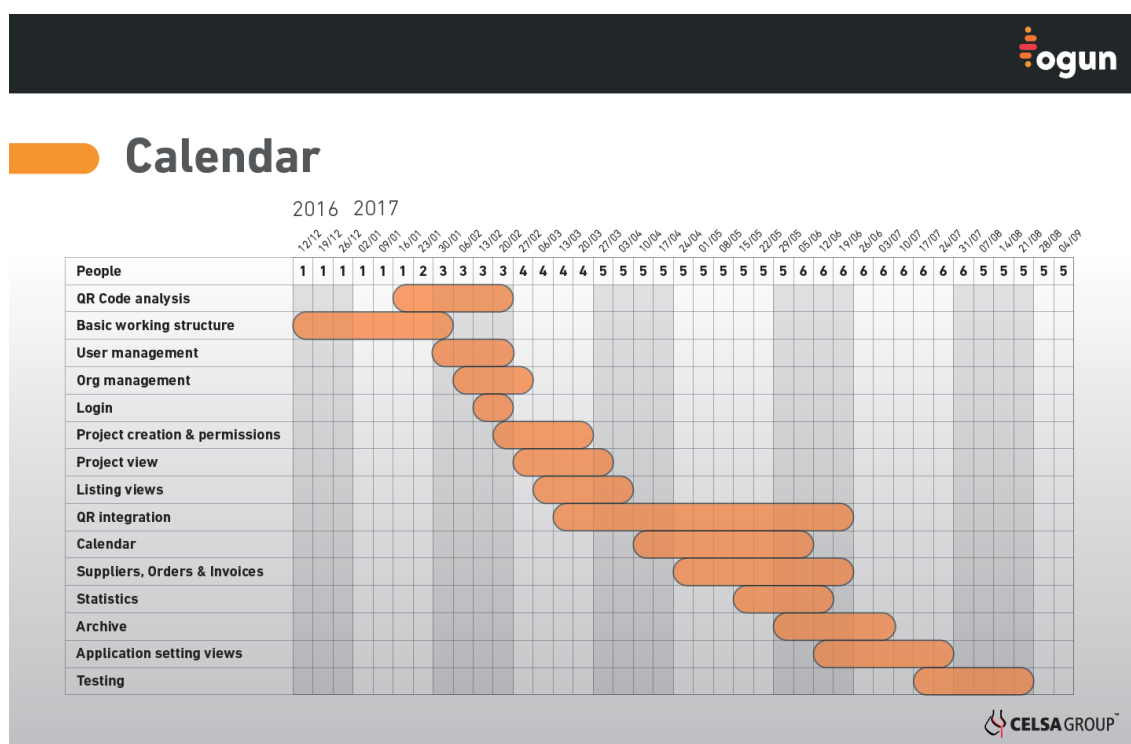
Ohjelmistotalon valintaan vaikuttaneista asioista keskeisimmät olivat joustavuus, hinta ja yhteistyö Celsan kanssa. Ogunin tekniseen toteutukseen valittiin ohjelmistotalo Aquiles Solutions. Valintaa puolsivat yhteinen historia Celsan kanssa, joustavuus yrityksen projektihallintamenetelmissä sekä toimipisteen sijainti lähellä Celsan IT-osastoa Barcelonassa. Hintavertailussa Aquiles sijoittui toiselle sijalle.

## 5.6 Ohjelmistokehitys

### 5.6.1 Hankkeen osapuolet ja aikataulu

Ogunin teknisen kehitystyön osapuolet ovat Celsan puolelta tuotepäällikkö, suunnittelija eli scrum master sekä SAP:n ja nykyisen QR-järjestelmien asiantuntija. Aquiles Solutionin projektiryhmä koostuu WEB-kehityksen projektipäälliköstä, käyttöliittymäasiantuntijasta sekä kolmesta .NET-kehittäjästä.

Ogunin tekninen kehitystyö aloitettiin työtapojen määrittämisellä joulukuussa 2016 ja ensimmäinen Celsan sisäiseen käyttöön tarkoitettu testiversio on aikataulutettu elokuulle 2017. Alapuolella on ohjelmointityötä koskeva tarkennettu aikataulu.

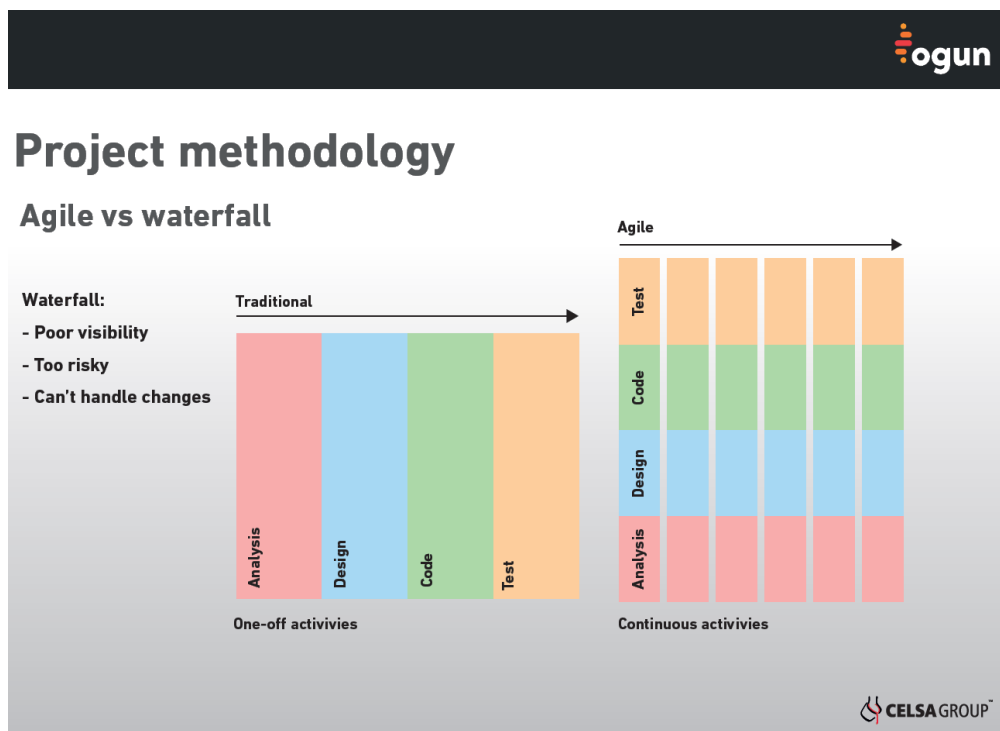


Kuva 65. Ogunin ohjelmointivaiheen aikataulu.

### 5.6.2 Projektihallinnan menetelmät

Ogunin projektimetodologiaksi valittiin Agile. Agile jakaa ohjelmistohankkeet pieniin toiminnollisuuspaketteihin, joita kutsutaan käyttäjätarinoiksi (User Stories). Paketit priorisoidaan ja toimitetaan kahden viikon sykleissä nimeltä iteraatiot.

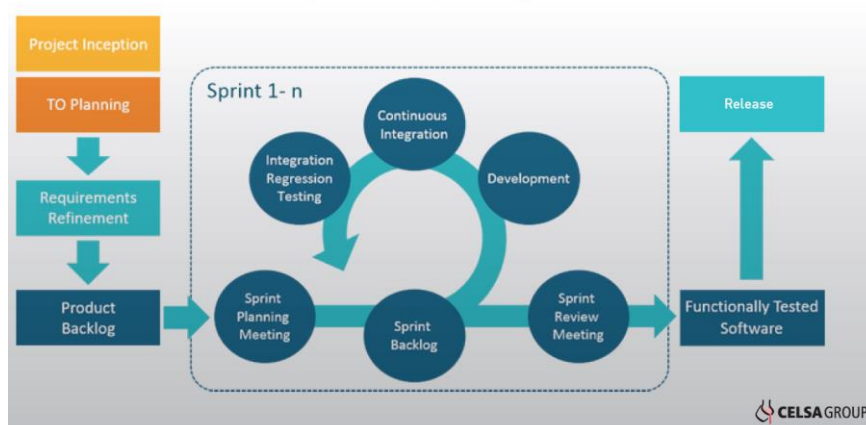
Perinteisiin projektihallintamenetelmiin verrattuna Agilen hankkeissa on parempi näkyvyys, vähemmän riskejä ja joustavammat muutostenhallintamahdollisuudet.



Kuva 66. Projektihallintamenetelmien vertailu, Waterfall vs Agile.

Agile-metodologian jalkauttamiseksi valittiin Scrum-menetelmä. Ohjelmistokehityksen työryhmä koostui tuotepäälliköstä, scrum masterista ja kehitystiimin eri jäsenistä (ohjelmoijat, suunnittelijat, sidosryhmät, testaajat jne.). Palavereiksi on sovittu päivittäiset 15 minuutin scrum kokoukset. Näiden lisäksi pidetään erilliset sprinttien suunnittelu ja tarkastelupalaverit sekä backlogin puhdistus ja jalostuspalaverit.

#### Scrum iterations: One sprint every 15 days



Kuva 67. Ogunin toiminnallisuuden kehittäminen. Scrum menetelmän käyttäminen.

### **5.6.3 Teknisen kehitystyön käynnistäminen**

Projektihallintamenetelmien ja ohjelmointityön aikataulun hyväksymisen jälkeen Ogunin kehitys siirrettiin siitä vastuussa olevalle projektiryhmälle.

Celsan puolelta valittiin Ogunin tuotepäällikkö Iso-Britanniasta ja Celsan Suomen, Ruotsin, Norjan, Tanskan ja Espanjan teknisten osastojen tehtävät rajattiin käsittelemään julkaistujen työkalujen testaamista ja kommentointia.

Tekninen ohjelmointityö alkoi maaliskuussa 2017 ja Ogunin ensimmäisiä työkaluja on testattu marraskuussa 2017.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Tulokset

Kehitystyö mahdollisti digitaalisen hankehallintajärjestelmän kehittäminen rakennusalan käyttöön. Kehitystyössä nousi esille digitalisten ratkaisujen tarve ja niiden mahdollistamat kustannussäästöt rakennushankkeen eri osapuolille.

Asiakashaastattelujen ja työpajojen kautta projektiryhmä pystyi täsmentämään raudoitushankkeen nykyisiä ongelmakohtia ja rakentamaan lisäarvoa tuottavia digitaalisia työkaluja niiden ratkaisemiseksi. Opinnäytetyön 1.2 osiossa kuvatut raudoitushankkeen ongelmakohdat ratkaistiin seuraavilla tavoilla:

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas soittaa Celsan projekti-insinöörille ja pyytää tiedot seuraavan raudoitetoimituksen ajankohdasta ja sisällöstä. Tämä on yleisin syy projektinaikaiselle yhteydenotolle. Selvittely vie sekä asiakkaan että Celsan työaika ja tieto jää puhelun tai sähköpostin varaan. Tietojen selvittäminen ja jakaminen kestää yleensä 5-20 minuuttia.

**Kehitystyön Ratkaisu:** Asiakas pääsee omilla tunnuksilla varmistamaan toimitusten sisällön ja ajankohdan. Asiakas voi myös järjestelmässä määrittää automaattisia, toimituksia koskevia ilmoituksia, jotka hän vastaanottaa sähköpostitse.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas soittaa ja haluaa muuttaa toimituksen sisältöä tai päivämäärää. Tämä pyyntö vaatii tilauksessa olevien terästen tuotantostatusten selvittämistä ja tehtaan kapasiteetin varmistamista. Pyyntö selvittäminen ja tiedon jakaminen voi kestää 10 minuuttia tai tunti.

**Kehitystyön ratkaisu:** Asiakas pystyy varmistamaan tilattujen betoniterästuotteiden tuotantostatuksen ja pyytämään muutosta toimituksen sisältöön. Celsan projekti-insinööri saa sähköposti-ilmoituksen asiakkaan pyynnöstä, joka on kohdistettu oikealle tilaukselle ja raudoiteluettelolle. Tehtaan tuotantokapasiteetin varmistaminen ei tässä vaiheessa ole vielä mahdollista.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas soittaa tai lähettää sähköpostia ja haluaa tilata betoniteräksiä. Tilauksen käsittely vaatii terästen laatu- ja valmistustietojen

varmistamista. Teräkset valmistetaan noudattaen SFS 1267 standardin taivutustyyppiluetteloa, joka ottaa muun muassa kantaa terästen osamittojen, taivutuskulmien- ja säteiden laskentatapaan. Tilauksen käsittely viivästyy, jos asiakkaan raudoiteluettelo ei ole yhdenmukainen standardin kanssa tai jos valmistustiedot sisältävän luettelon tallennusmuoto ei ole yhteensopiva Celsan järjestelmien kanssa. Esimerkiksi PDF-formaatissa oleva raudoiteluettelo vaatii manuaalisen syötön hankehallintaohjelmistoon. Luettelossa voi olla tuhansia syötettäviä arvoja, joiden kirjaaminen järjestelmään voi viedä useita tunteja.

**Kehitystyön ratkaisu:** Rakennetaan listaustyökalu, joka huomioi valmistuksen asettamat rajoitteet. Työkalu ilmoittaa ongelmakohdat käyttäjälle ja ainoastaan valmistuskelpoisen raudoitusluettelon voi tallentaa ja laittaa tilaukseen. Työkalu noudattaa Suomessa käytetyn SFS 1267 standardin mukaisia ohjeita raudoitteiden taivutustyyppien ja mittojen määrittämiselle. Käyttäjän listaustyötä helpotetaan esitäyttämällä raudoitusluettelon parametreja syötettyjen arvojen perusteella. Tätä varten työkaluun rakennetaan vaihtoehtoja rajaavia algoritmeja. Terästen valmistustiedot voi myös tuoda Tekla Structures ja Revit Structure -ohjelmistoista sekä Excel- ja XML-formaateissa. PDF-muodossa olevan raudoiteluettelon tuontiin ei ole vielä saatu kehitettyä ratkaisua.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas on lähettänyt raudoituspiirustuksia sähköpostitse Celsalle. Viestissä on ainoastaan lähettäjän ja yrityksen nimi, jolloin piirustuksia ei voi kohdistaa oikealle projektille. Celsa Steel Servicellä on vuositasolla noin 500 hanketta ja tässä tapauksessa tilauksen käsittely tulee viivästymään sen ajan, että projektitiedot selvitetään. Tämä tapahtuu soittamalla tai lähettämällä sähköpostia asiakkaalle ja tarvittavien tietojen saaminen voi kestää 10 minuutista muutamaan päivään.

**Kehitystyön ratkaisu:** Asiakkaille luodaan hankkeen alussa henkilökohtaiset tunnukset ja oikeudet kyseiselle hankkeelle. Kirjautumisen jälkeen kaikki tiedonjakaminen ohjautuu oikealle projektille.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas tarvitsee hankkeen aikana toimitettujen terästen kokonaismääriä loppuselvitystä varten. Tämä tieto toimitetaan asiakkaalle paperisten kuormakirjojen muodossa, jotka voivat hankkeen aikana kadota. Projektiraportin toimittaminen vie yleensä 1 – 5 päivää.

**Kehitystyön ratkaisu:** Rakennetaan hankkeen tilastoja käsittelevä työkalu, jonka kautta asiakas voi tulostaa halutut raportit. Raporttipohjia voi tallentaa asiakaskohtaisesti, mikä nopeuttaa työskentelyä ja alentaa ohjelmiston osaamisvaatimuksia.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas tarvitsee betoniteräksiin liittyviä laatudokumentteja, joiden toimittamiseen voi liittyä sulatuseräkohtaista tietoa. Pyynnön toteuttaminen voi viedä viikon, riippuen projekti-insinöörin kuormituksesta.

**Kehitystyön ratkaisu:** Tuotteisiin liittyvät sertifikaatit ja sulatustodistukset pystyy tilauskohtaisesti tulostamaan.

- **Alkuperäinen ongelma:** Asiakas ei löydä yksittäisiä teräksiä työmaalta ja soittaa varmistaakseen onko teräkset toimitettu. Selvittely vie oma aikansa ja nostaa esille vastuukysymykset puuttuvista teräksistä.

**Kehitystyön ratkaisu:** Jokaisen rauditusluettelorivin toimitusstatus tulee olemaan saatavilla. Käyttäjä näkee myös, mikäli ainoastaan osa rivin teräksistä on toimitettu. Järjestelmä saa tiedot toimitusstatuksesta Celsan tehtaan tuotannonohjausjärjestelmästä. Operaattori kuittaa teräsnippujen mukana lähtevät laput ennen lastausta, jolloin tieto rekisteröityy järjestelmään.

- **Alkuperäinen ongelma:** Celsan projekti-insinööri on lomalla tai sairaana ja rauditushanketta koskeva tieto on insinöörin koneella tai muistioissa. Tilanne vaatii oman aikansa ennen kuin sijaisena toimiva insinööri osaa vastata asiakkaiden tiedusteluihin.

**Kehitystyön ratkaisu:** Järjestelmä toimii täysin nettipohjaisena ratkaisuna, jolloin jokainen Celsan projekti-insinööri pääsee kaikkiin hankkeisiin. Tieto on yhdenmukaisesti ryhmitelty kaikissa hankkeissa, mikä helpottaa asiakastiedusteluihin vastaamista. Asiakkaat pääsevät myös itse samaan tietoon kiinni ja tarve yhteydenottoihin vähenee.



Lopputyön luvussa 4.3, asiakkaiden esille tuomille, raudoitushankkeelle lisäarvoa tuottaville digitaalisille toiminnollisuuksille, vastattiin seuraavin tuloksien:

#### Valmistustietojen määrittäminen

- 1. Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden listata eri tuotteita.  
**Ratkaisu:** Asiakas voi käyttää listaustyökalua raudoite-, verkko-, hitsattujen elementtien-, varasto- ja oheistuotteiden tilaamiseen. Listaussmoottoriin rakennetaan laadunvarmistuskomponentteja, jotka ovat yhteensopivat Suomessa käytetyn SFS 1267 standardin kanssa ja ottavat huomioon tuotannon vaatimukset ja rajoitteet.
- 2. Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden jakaa tuotteet työmaan eri osille.  
**Ratkaisu:** Hankkeen voi jakaa rakennus-, osa- ja aluetasolle. Näin tilaukset, piirustukset ja keskustelut voi kohdentaa tiettyyn hierarkiatasoon ja sovittaa osaksi rakennushankkeen kokonaisaikataulua.
- 3. Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden tuottaa piirustuksia.  
**Ratkaisu:** Ohjelmiston listaussmoottori generoi automaattisesti kuvat listatuista betoniteräksistä. Kuvat voi tulostaa osana raudoiteluettelo. Tässä vaiheessa ei ole ratkaisua hitsattujen elementtien ja Bamtec-mattoraudoitteiden piirustusten tuottoon.
- 4. Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden ohjelmistojen väliseen tiedonsiirtoon.  
**Ratkaisu:** Betoniterästuotteiden valmistustiedot voi tuoda järjestelmään Excel-, XML- ja RL-muodoissa sekä suoraan Tekla ja Revit Structures -ohjelmistoista. PDF-raudoiteluettelot sekä IFC- ja BVBS-formaatit eivät tässä vaiheessa ole tuettu.
- 5. Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden revisioiden hallintaan  
**Ratkaisu:** Revisionumero on mahdollista merkitä ohjelmistoon, mutta raudoiteluetteloiden automaattista vertailutyökalua ei ole suunniteltu.

### Tilausten hallinta

- Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden määrittää toimitusajankohta.  
**Ratkaisu:** Ohjelmistossa voi määrittää halutun toimituspäivän. Toimituspäivä ei kuitenkaan ole sitova ennen Celsan hankevastaavan vahvistusta.
- Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden pyytää pikatilausta.  
**Ratkaisu:** Pyynnön voi kirjata järjestelmään, mutta sen toteutumista ei voi vahvistaa ennen Celsan insinöörin kannanottoa.
- Asiakkaan pyyntö:** Antaa mahdollisuuden valita rahdin tyyppi.  
**Ratkaisu:** Tilauksen teon yhteydessä asiakas voi määrittää kuljetuskaluston, esimerkiksi auton nosturitarpeen.
- Asiakkaan pyyntö:** Antaa mahdollisuuden varmistaa tilauksen status.  
**Ratkaisu:** Ohjelmassa pääsee tarkastamaan jokaisen tilausrivin statustiedot. Asiakas näkee mitkä raudoitteet on listattu, mitkä raudoitteet ovat tuotannossa, tuotettu ja toimitettu. Asiakas voi myös kirjata järjestelmään mitkä betoniteräkset on asennettu.
- Asiakkaan pyyntö:** Antaa mahdollisuuden pyytää automaattisia statusilmoituksia.  
**Ratkaisu:** Ohjelmistoon on rakennettu ilmoitustenhallintaosio, jossa asiakas voi määrittää halutut automaattiset ilmoitukset. Valittavana on ilmoitus kun projektiin on lisätty tiedostoja, projektihenkilö on kommentoinut suunnitelmia, tilaus on hyväksytty tai hylätty ja kun teräkset on listattu, tuotannossa, tuotettu ja toimitettu.

### Dokumenttien hallinta

- Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden tallentaa tiedostoja projektille.  
**Ratkaisu:** Asiakkaalla on mahdollisuus käyttää ohjelmistoa projektipankkina ja tallentaa tiedostoja ohjelmistoon.

2. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden liittää dokumentteja projektin eri osille.

**Ratkaisu:** Ratkaisu on osana tiedostojen tallennusmahdollisuutta. Tiedostot voi tallentaa hankkeen eri hierarkiatasoille ja dokumenteille voi antaa merkinnän (tagi), joka helpottaa eri aiheita koskevien tiedostojen suodattamista ja esille tuomista järjestelmästä.

3. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden hallita tiedostojen eri revisioita.

**Ratkaisu:** Tiedostoille voi merkitä revisionumeron, mutta ohjelmistossa ei ole tiedoston vanhan version automaattista korvaamista uusimmalla tiedostolla.

4. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden hallita kaikki projektiin liittyvät dokumentit ohjelmiston kautta.

**Ratkaisu:** Ohjelmisto antaa raportit ja dokumentit jotka liittyvät betoniterästuotteiden tilauksiin ja laatuun. Laskutuksen osalta asiakas saa tiedot laskutetuista kiloista tuoteryhmittäin, mutta tilauskohtaiset laskut eivät ole saatavilla. Tarjousten ja sopimustenhallintamoduuleja ei ole suunniteltu.

#### Muut hankehallinnan digitaaliset työkalut

1. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden pyytää tarjousta ohjelmiston kautta.

**Ratkaisu:** Ohjelmistoon ei ole suunniteltu tarjouspyyntötoiminnallisuutta.

2. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden luoda ja hallinnoida ohjelmiston eri käyttäjiä ja käyttöoikeuksia.

**Ratkaisu:** Ohjelmistoon on suunniteltu näkymä uusien projektihenkilöiden lisäämiseen ja heidän käyttöoikeuksien hallintaan. Jäsenille voi määritellä eri käyttöoikeudet ja pääsy projektin eri osiin.

3. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden laskea tuotteiden hiilijalanjäljen ja muita ympäristötekijöitä.

**Ratkaisu:** Dynaamista ympäristöselostetta ei ole suunniteltu. Celsa Steel Service Oy:llä on SFS-ISO 14001 sertifioitu ympäristöjärjestelmä ja Celsan

tuotteiden ympäristöseloste sisältää elinkaariarvioinnin tulokset jotka ovat ohjelmistossa saatavilla.

4. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden nähdä kaikki hankkeelle suositellut eri tuotteet.

**Ratkaisu:** Toimintoa ei ole suunniteltu. Tuotesuosituksukset tulevat hanketta hoitavan insinöörin kautta.

5. **Asiakkaiden pyyntö:** Antaa mahdollisuuden saada hankkeeseen liittyviä tilastoja.

**Ratkaisu:** Asiakkaat voivat luoda tarvitsemansa raportit ohjelmistossa ja tallentaa tiedostot PDF- ja Excel-muotoihin. Ohjelmistossa on moduulit tilauksille ja laskutukselle ja käyttäjät voivat tallentaa omia pohjia tarpeidensa mukaan.

Kehitystyön keskiönä oli myös kehitettävän ratkaisun käyttäjäystävällisyys, joka varmistettiin asiakastyöpajojen kautta. Työpajojen tuloksena kehitettävät toiminnollisuudet pystyttiin sijoittamaan luonnolliseksi osaksi käyttöliittymää ja palvelemaan käyttäjien työjärjestystä.

Kehitystyössä haluttiin myös varmistaa kehitettävän ohjelmiston brändäyskelpoisuus ja helpottaa ohjelmiston omaksumista asiakkaiden keskuudessa. Nykypäivänä Celsan käytössä olevan raudoitushankkeen hallintasovelluksen nimen QR:n ei todettu palvelevan tavoiteltua asiakaslähtöistä lähestymistapaa. Aihetta käsittelevien työpajojen tuloksena nimi vaihdettiin. Nimeksi valittiin OGUN, joka on mytologiasta tuttu teräksen jumala.

Teknologiaratkaisujen puolella kehitystyössä verrattiin eri alustavaihtoehtoja, joille ohjelmisto voidaan rakentaa. Vertailussa ilmeni, ettei käytössä olevan QR:n alusta tue kaikkia asiakkaiden työkaluvaatimuksia sen eri teknologiarajoitteiden takia. Markkinoilla tarjolla olevista teknologivaihtoehdoista täysin internetpohjaisen HTML5-formaatin tunnistettiin olevan oikea ratkaisu ohjelmiston kehittämiseksi. HTML5-kielen todettiin mahdollistavan haluttujen toiminnollisuuksien kehittämisen ja varmistavan ohjelmiston kilpailukyvyyn säilymisen myös tulevaisuudessa.

Kehitystyön viimeisessä vaiheessa ohjelmiston ympärille rakennettiin tarkennettu liiketoimintamalli, jonka Celsa Groupin johtoryhmä hyväksyi. Eri ohjelmistotalojen kilpailutuksen jälkeen käynnistettiin ohjelmiston tekninen toteutustyö.

## 6.2 Onnistumiset

Markkinajohtajana Celsa Groupin vastuulla on myös ollut alan kehittäminen ja betoniterästuotteiden kilpailukyvyn ylläpitäminen. Kehityshankkeet ovat mahdollistaneet yrityksen oman liiketoiminnan ja raudoitusalan yhtäaikaista kehittämistä. Lopputyön kautta saavutetut tulokset raudoitushankkeen hallintamenetelmien kehittämisessä tiedonhallinnan osalta ovat lupaavat.

Tärkeä osatekijä kehitystyön onnistumisen kannalta oli projektiryhmän kokoonpano ja Celsan olemassa oleva asiakaskanta. Osaamista ja näkökulmia oli saatavilla Celsa Groupin eri liiketoiminta-alueilta, jolloin raudoitushankkeen erikoispiirteet ja vaatimukset saatiin hyvin katettua. Yrityksen johdon tuki oli myös kriittinen tekijä kehitystyön läpiviennissä, ilman sitä kehityshanke olisi jäänyt kustannus-, aikataulu- ja motivaatiosyistä toteuttamatta.

Kehitystyön tulos oli tavoitteiden mukainen. Raudoitushankkeen läpiviennin ongelmakohdat tiedonhallinnan osalta saatiin kartoitettua ja useammalle pystyttiin kehittämään digitaalisia ratkaisuja. Asiakkaiden toiveet ja hyötynäkökulmat tulivat hankkeen aikana hyvin esille ja niiden pohjalta onnistuttiin määrittämään asiakaslähtöisen hankehallintasovelluksen vaatimukset. Kehitettävät työkalut vastaavat käyttäjän tarpeita ja niiden käyttö on suunniteltu intuitiiviseksi.

Valittujen teknologiaratkaisujen osalta päätös siirtyä täysin internet pohjaiselle HTML-kielille avaa monia mahdollisuuksia. Tämä oli tärkeä päätös, jonka ansiosta varmistamme laajempien digitaalisten työkalusarjojen kehittämismahdollisuuden myös tulevaisuudessa. HTML-kieli on käytetyin formaatti internetissä ja sovelluskehittäjien suosiossa. Tästä syystä on epätodennäköistä, että valitun ratkaisun kehitystuki jää pois muun teknologian kehittyessä.

### 6.3 Epäonnistumiset

Kehitystyön onnistumista hankehallintasovelluksen saavuttaman käyttäjäkunnan perusteella voi objektiivisesti arvioida vasta Ogunin jalkauttamisen jälkeen. Sama koskee taloudellisten tavoitteiden toteutumista. Työn aikana saavutetut tulokset ovat monelta osin vielä teoreettiset ja perustuvat haastatteluihin sekä projektiryhmän osaamiseen ja kokemukseen rakennusalasta. Tästä syystä on mahdollista, että epäonnistumisia on tapahtunut muun muassa kehitystyön aikana saatujen tulosten tulkinnassa. Osa ohjelmistopäätöksistä ei välttämättä tule luomaan ajateltua lisäarvoa asiakkaille.

Liiketoimintamallin onnistuminen on myös vielä avoin. Ansaintamenetelmien kaikkiin yksityiskohtiin ei kehitystyön aikana paneuduttu, mikä voi aiheuttaa taloudellisia haasteita tuotteen jalkauttamisen jälkeen. Ohjelmiston ylläpito- ja kehityskustannukset voivat muodostua kestävämmäksi ilman onnistunutta liiketoimintastrategiaa.

### 6.4 Valitun työ- ja tutkimusmenetelmän analysointi

Kehitystyössä noudatettu laadullinen tutkimusmenetelmä tuki asetettujen tavoitteiden saavuttamista. Menetelmään kuuluva avoin tutkimussuunnitelma ei ohjannut työtä määrättyyn suuntaan, vaan päätökset tehtiin havainnointi- ja haastattelutulosten perusteella. Hankehallintasovelluksen monia vaihtoehtoja voitiin tutkia ja päätöksenteko siirtää työn loppuvaiheeseen.

Asiakkaiden näkökulmat lisäarvon synnyttämisestä raudoitushankkeen tiedonkulun osalta saatiin hyvin kartoitettua ja tutkimusmenetelmä mahdollisti rajatun mutta harkitun otannon. Haastattelujen ja työpajojen tulosten laatu saatiin näin varmistettua.

Projektiryhmän vapaus tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa oli tärkeä osa kehitystyön onnistumista. Hanke vaati mielikuvitusta ja eri ratkaisujen kokeilemistä, mikä sopi hyvin laadullisen tutkimuksen luonteeseen.

Valitun tutkimusmenetelmän haasteeksi muodostui huono näkyvyys tulevaisuuteen. Eri ratkaisujen kokeileminen ja mahdollisuus siirtää päätöksentekoa vaikeutti hankkeen vaiheikataulun seuranta ja lopputulosten hahmotusta. Määrälliseen tutkimukseen

verrattuna, pienemmän otannan perusteella tehdyt päätökset voivat myös antaa vääristyneen painoarvon digitaalisten työkalujen synnyttämästä lisäarvosta.

Tämän kehitystyön osalta laadullinen tutkimusmenetelmä oli todennäköisesti oikea valinta. Vaikka tuloksia voidaan konkreettisesti arvioida vasta hankehallintasovelluksen jalkauttamisen jälkeen, eri tutkimusmenetelmä ei todennäköisesti olisi mahdollistanut kaikkia tämän työn aikana saavutettuja tuloksia.

## **6.5 Päätelmät**

Kokonaisuudessaan Ogunin kehitystyö noudatti hyvin kirjallisuusosiossa käsiteltyjä tuotetietohallinnan ja digitaalisten palveluiden kehittämisen vaatimuksia. Uuden hankehallintasovelluksen kehittäminen osoittautui hyvin laajaksi kokonaisuudeksi, ja hankkeen onnistumisen kannalta kriittisiä osa-alueita oli paljon. Uusia alueita ilmeni myös hankkeen edessä.

Betoniterästoimittajalle uusien digitaalisten tuotteiden ja palveluiden kehittäminen voi olla ylitsepääsemätön hanke ilman kattavia resursseja ja yrityksen johdon aktiivista tukea. Ogunin kehitystyössä puuttuvan osaamisen hankkiminen ulkopuolisilta asiantuntijoilta oli hankkeen luontevan etenemisen kannalta keskeisessä asemassa.

Ulkopuoliset asiantuntijat toivat osaamista varsinkin digitaalisten palveluiden suunnitteluprosessiin, mikä varmisti ennalta hyväksi todettujen toimintatapojen noudattamisen myös tässä hankkeessa. Esimerkiksi asianmukaista lähestymistapaa noudattaen, kehitysryhmä sai tarvittavat tiedot Ogunin kohderyhmistä ja miten Ogunin tulisi tuotteena ja palveluna käyttäytyä.

Liiketoiminnan ja sen asettamien vaatimusten syvällisempi ymmärtäminen kehittyi koko hankkeen aikana. Eri sidosryhmien haastatteluja pyrittiin alkuvaiheessa priorisoimaan, mutta kehitystyön kannalta olennaista tietoa tuli eri vaiheissa. Tästä syystä palattiin useampaan otteeseen olettamuksiin ja etenemisen suuntaa muokattiin havaintojen perusteella. Laadullisten tutkimusmenetelmien hyödyntäminen oli toteutuneen prosessin osalta hyvä valinta.

Potentiaalisten asiakkaiden ja käyttäjien haastattelut olivat kehitystyön monimuotoisempia tehtäviä ja tietoa tuli paljon. Kerätyn aineiston suodattaminen ja tarpeiden vertailu teknologian asettamiin rajoituksiin oli kuitenkin ajoittain työlästä. Tässä vaiheessa oli tärkeätä myös huomioida teknologian jatkuva kehittyminen ja valittujen ratkaisujen ylläpito- ja kehitysmahdollisuudet tulevaisuudessa. Mallien ja henkilöhahmojen hyödyntäminen tehtävässä oli keskeisessä asemassa, ja niiden avulla työryhmä pystyi selittämään eri ratkaisuihin johtaneet päätökset. Myös tässä vaiheessa ulkopuolisten konsulttien ja Celsan sisäisen tietotekniikkaosaston osaaminen nousi keskeiseen asemaan. Ilman näiden osapuolten panostusta aineiston analysointi ja Ogunin vaatimusten määrittäminen ei olisi tuottanut tavoiteltua varmuutta ohjelmistokehitysvaiheen ratkaisuista.

Kirjallisuusosiossa käsitellyn käyttäjä- ja toimialueanalyysin tärkeys korostui myös tässä kehitystyössä. Ennen tapahtumaa työ eteni Celsan sisäisten osastojen ja ulkopuolisten yritysten yhteistyöllä ja muodollista tarkastuspistettä ei ollut järjestetty. Celsa Groupin tasolla pidetty käyttäjä- ja toimialueanalyysi antoi mahdollisuuden osallistuttaa ja sitouttaa päättävät tahot ja varmisti ohjelmistokehitysvaiheen budjetin.

Ohjelmistokehitysvaiheen projektihallintamenetelmän tehokkuus jää todistettavaksi. Agile-mallien toimivuutta isoissa hankkeissa on epäilty, mutta Ogunin toiminnallisuuksien kehittäminen aikataulutettuina työpaketteina vaikutti sopivalta ratkaisulta, kun työryhmä tarkasteli valitun ohjelmistokehitysyrittäjän resursseja, työmenetelmiä ja yhteistyöhistoriaa Celsan kanssa.

Agile-mallien perustana olevat tiiviit henkilökohtaiset yhteydenpitokäytännöt voivat kuitenkin olla vaikeasti toteutettavissa johtuen Celsan toimipisteiden sijainnista eri puolilla Eurooppaa. Tästä syystä suunnitteluryhmän aktiivinen tuki ongelmatilanteissa voi olla haasteellista toteuttaa ilman viiveitä. Tämä voi aiheuttaa viiveitä ohjelmistokehityksen aikatauluun. Agile-menetelmät antavat kuitenkin paremmat mahdollisuudet oppia ohjelmistotyön edetessä ja vaikuttaa pienissä työpaketeissa toimitettuihin ratkaisuihin. Työskentelytapa sai näistä syistä enemmän kannatusta kuin vesiputousmallien menetelmien käyttöön ottaminen.



Tuotetiedon hallinnan osalta Ogunin uskotaan tuovan huomattavasti lisäarvoa Celsan prosesseihin. Kaikki rauditushankkeiden tilauksiin liittyvä tieto tallennetaan keskitettyyn tietovarastoon, jolloin varmistetaan ajantasaisen tiedon saaminen kaikissa tilanteissa. Hajautetun tiedon käsittely on ollut perinteisten hankehallintamenetelmien isompia ongelmia.

Ogunin toimintamalliin sisällytetyt linkit toisiin ohjelmistoihin on tiedostettu olevan teknisesti vaativia, ja toimivien ratkaisujen aikataulu suuntaa antavana. Celsan liiketoiminnan kannalta tiedon luotettava siirtyminen järjestelmästä toiseen on kuitenkin kriittisessä asemassa, ja kaksisuuntaisten linkkien toimivuuden varmistaminen tulee näistä syystä olemaan keskeisessä asemassa Ogunin käyttökelpoisuutta arvioidessa.

Ohjelmistoon suunniteltu tuotteiden listausmoottorin pitää myös vastata Celsan muiden osastojen vaatimuksia. Työkalun suunnittelussa on muun muassa otettu huomioon teoriaosuudessa käsitellyt tuoterakenteiden hallinta, tuotteiden luokittelut, konfiguraattorin toiminta, parametrien ja attribuuttien hallinta sekä tuotteiden visualisointi.

Tietomallipohjaista tuotetietohallintaa varten Ogun on suunniteltu käsittelemään betoniterästiedon yleisimpiä tiedonsiirtomuotoja. Tiedonsiirron säännöt sekä kansalliset standardit on jo määritetty Celsan kehittämiin Tekla structure ja Revit Structure lisäosiin. Lisäosat voi tulevaisuudessa linkittää Oguniin tuotetiedon siirtämistä varten, ja toimenpiteillä on tarkoitus mahdollistaa rakennushankkeen osapuolten digitaalinen yhteistyö.

## **6.6 Jatkotutkimukset**

Betoniteräksen osuus rakennushankkeen kokonaiskustannuksista on pieni, mikä on voinut vaikuttaa isompien ohjelmistotalojen haluttomuuteen kehittää räätälöityjä ratkaisuja rauditushankkeiden läpivientiin. Ohjelmistotalojen ansaintamenetelmät liittyvät pääosin lisenssien myyntiin, eikä sijoittamiskynnystä ole digitalisten rauditustyökalujen osalta ylitetty.

Celsan kehittämän rauditushankkeen hallintasovelluksen ensimmäinen versio on tulossa markkinoille. Jalkauttamisen jälkeen on perusteltua seurata ohjelmiston

käyttöönottoa raudoitushankkeen eri sidosryhmien keskuudessa ja kerätä aineistoa ohjelmiston jatkojalostamista varten. Jalkauttamisen jälkeen jatkotutkimusta vaativia asioita ovat:

#### Ohjelmiston käyttäjämäärän kehitys

Lokakuussa 2017 Celsa Suomen asiakkaista noin 30 % käytti olemassa olevaa hallintasovellusta QR. Tämän käyttäjämäärän saavuttaminen vei 18 kuukautta. Ogunin käyttäjämäärän kehitystä voidaan pitää yhtenä mittarina sen toiminnollisuuksien synnyttämälle lisäarvolle.

#### Ohjelmiston liiketoimintamallin todistaminen

Ogunin tarkoitus on olla taloudellisesti kannattava ja ohjelmiston ylläpito ja kehitys tulee aiheuttamaan kiinteitä ja muuttuvia kustannuksia. Ohjelmiston lopullinen ansaintamenetelmä on osittain vielä avoin ja sen optimointi tulee olemaan keskeisessä asemassa ohjelmiston onnistumisen tarkkailussa. Mahdollisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi maksulliset ohjelmistolisenssit, asiakkaille ilmaiset lisenssit, ohjelmiston rajaaminen ainoastaan Celsan asiakkaiden käyttöön, ohjelmistojen tiettyjen toiminnollisuuksien maksullisuus tai vuokralisenssit.

#### Teknologiaratkaisujen tarkastelu

Nykyisen ohjelmiston QR:n työkalut on testattu toimiviksi. Ogun vaatii näiden työkalujen kehittämisen uudelle alustalle. Teorian puolelta kehitystoiveet ovat mahdollisia, mutta käytännössä työkalujen toimivuuden todistaminen uudella alustalla tulee vaatimaan huomattavan määrän työtunteja. Tutkittavia ja varmistettavia asioita tulee muun muassa olemaan:

- Raudoitustuotteiden laatu- ja tekotietojen siirtyminen tilausten käsittelyn yhteydessä.
- Kolmansien osapuolien ohjelmistojen kytkennän testaaminen. Tämä sisältää tiedonsiirron laadun testaamisen Ogunin ja Tekla Structuren, Revit Structuren, SAP:n, LP:n, Excelin ja XML:n välillä.
- Listausmoottorin käyttötestaus. Betoniterästen valmistukseen liittyy rajoitteita ja vaatimuksia, jotka on saatava integroitua osaksi listausmoottorin toimintaa. Tämä tulee olemaan kriittinen tekijä Ogunin käytettävyyden varmistamisessa.

## LÄHTEET

1. <http://celsa-steelservice.fi/asiakastiedote-2/>
2. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/>
3. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/betoniterastangot/>
4. Bamtecin asennusteho\_Celsa Steel Service tutkimus 2012
5. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/lenton/>
6. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/celsa-steel-service-oy/09560039/taloustiedot>
7. <http://htmyhtiot.fi/etusivu>
8. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/htm-yhtiot-oy/01088243/taloustiedot>
9. <http://www.flinkenberg.fi/>
10. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/oy-flinkenberg-ab/01082343/taloustiedot>
11. <http://www.neliraudoitus.fi/index.php?id=4>
12. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/neliraudoitus-oy/24658093/taloustiedot>
13. <http://www.elmemetall.fi/yritys>
14. Marko Mäkilouko\_Tutkimusmenetelmät\_Luentomateriaali YAMK 2016
15. Johdatus laadulliseen tutkimukseen (Jari Eskola & Juha Suuranta 1998)
16. <https://engineersoutlook.wordpress.com/2011/10/11/structural-concrete-design/>
17. <https://archi-e.fi/betonirakentamisen-historiaa/#/artikkeli/betonin-ensiaskeleet-suomessa>
18. <http://www.finnsementti.fi/yritys/historia/sementtia-tynnyreittain-ja-sakittain>
19. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus 2008 By 210
20. Pentti Lumme\_Kuitubetonien käyttö lisääntyy rakenteissa – Jopa kantavissa rakenteissa 2008
21. Betoniterästen korvaaminen komposiittitangoilla siltarakenteissa\_ 2014\_ Insinööriyö Krister Majander
22. Betoniteräsrapportti\_Forecon\_Syyskuu 2017
23. RT 10-10387 Talonrakennushankkeen eri vaiheet
24. Navigating the digital future-The disruption of capital projects-McKinsey&Company\_October 2017
25. Rakennustieto\_ Rakennusalan muutostrendit Suomessa\_RK070701
26. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hoogeboom. Maj Engineering cop.2009)
27. Future perspective on product data management in building information modeling (Salla Palos, Arto Kiviniemi, Johanna Kuusisto. 2014 Construction innovation, Vol. 14 Issue:1, pp52.68)
28. Designing for the digital age: how to create human centered products and services (Kim Goodwin. Wiley cop. 2009)
29. <https://www.evry.com/>
30. <https://www.w3.org/TR/html5/introduction.html>
31. <https://www.w3.org/TR/2016/PR-html51-20160915/introduction.html#html-vs-xhtml>

## KUVAT

1. Liiketoiminta-alueet\_ Celsa sisäinen esitys 2015
2. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/betoniterastangot/>
3. Taivutetusta verkosta valmistettu laatan reunahakakori. Oma kuva 2017
4. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/bamtec/>
5. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/lenton/>
6. <http://celsa-steelservice.fi/tuotteet/ufo-lavistysvahvike/>
7. Betoniterästen listaustyö. Ilmanvaihtokuilun puristusteräkset. Celsa hanke 2017
8. Betoniterästen valmistustietojen esittäminen Solibri Model Checker ohjelmistossa. Celsa Hanke 2017
9. Celsa reinforce esitys 2017 kalvo 5
10. Marko Mäkilouko\_Tutkimusmenetelmät s.2\_Luentomateriaali YAMK 2016
11. Luentomateriaali YAMK\_Teknologiaosaamisen johtaminen 2016.09.03
12. <https://engineersoutlook.wordpress.com/2011/10/11/structural-concrete-design/>
13. <https://engineersoutlook.wordpress.com/2011/10/11/structural-concrete-design/>
14. Betonirakenteiden suunnittelu ja mitoitus By210
15. FRP tangot – Betoniterästen korvaaminen komposiittitangoilla siltarakenteissa\_ 2014\_ Insinööriyö Krister Majander
16. Maailmantalouden tilanne\_ Betoniteräsraportti\_ Forecon\_ Syyskuu 2017
17. Asuinrakennusten aloitusmäärät\_ Betoniteräsraportti\_ Forecon\_ Syyskuu 2017
18. Uudistuotannon aloitusennusteet\_ Betoniteräsraportti\_ Forecon\_ Syyskuu 2017
19. Raudoitusteräksen toimitusten ja sementtimyynnin suhde Suomessa \_ Betoniteräsraportti\_ Forecon\_ Syyskuu 2017
20. Betoniteräksen kokonaiskäyttö Suomessa 2015-2018\_ Betoniteräsraportti s.46\_ Forecon\_ Syyskuu 2017
21. Betoniterästen kokonaiskulutus Suomessa vuosina 1990-2018. Betoniteräsraportti s.49\_Forecon\_Syyskuu 2017
22. Rakennussuunnittelun ja rakentamisen ajantarpeet\_RT10-10387 Talonrakennushankkeen eri vaiheet
23. The new age of engineering and construction technology\_McKinsey&Company July 2017
24. Navigating the digital future. The disruption of capital projects. McKinsey&Company October 2017
25. Raudoitushankkeen tiedonkulku eri osapuolten välillä\_ Mikael Diakhate 2016
26. Raudoitushankkeen hallintasovellus QR\_Mikael Diakhate 2016
27. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hoogeboom. Maj Engineering cop.2009) s.12
28. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hoogeboom. Maj Engineering cop.2009) s.30
29. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hoogeboom. Maj Engineering cop.2009) s.59
30. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hoogeboom. Maj Engineering cop.2009) s.61

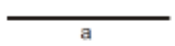
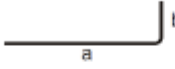
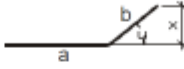
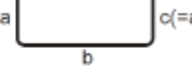
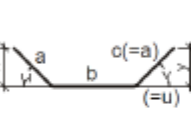
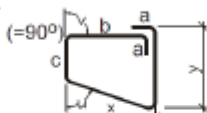
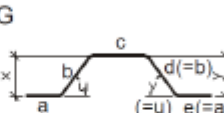
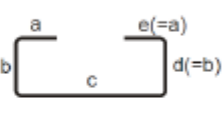
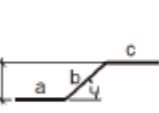
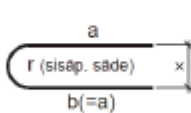
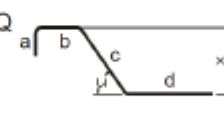
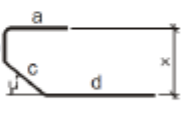
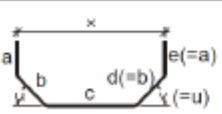
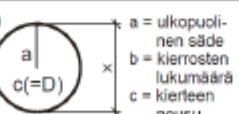
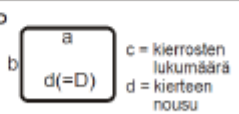
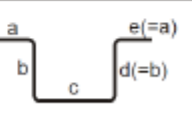
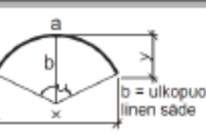
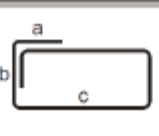
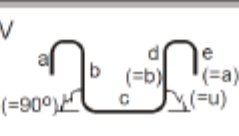
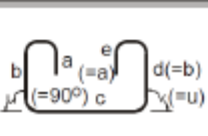
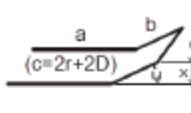
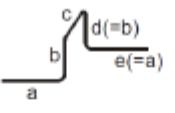
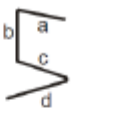
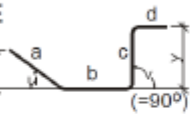
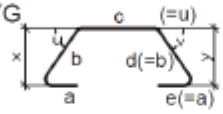
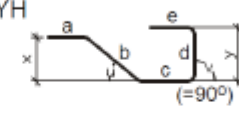
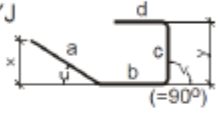
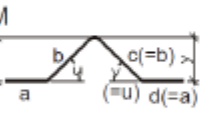
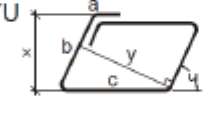
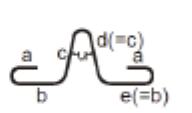
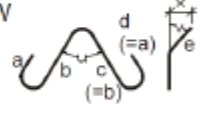
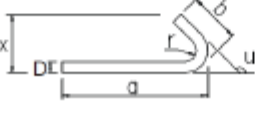
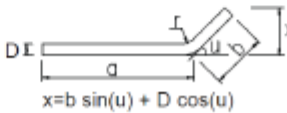
31. Product data management: a strategic perspective (Bas Könst, Jerome la Fontaine, Marko Hooeboom. Maj Engineering cop.2009) s.72
32. Designing for the digital age: how to create human centered products and services (Kim Goodwin. Wiley cop. 2009) s.202
33. Designing for the digital age: how to create human centered products and services (Kim Goodwin. Wiley cop. 2009) s.207
34. Designing for the digital age: how to create human centered products and services (Kim Goodwin. Wiley cop. 2009) s.305
35. Designing for the digital age: how to create human centered products and services (Kim Goodwin. Wiley cop. 2009) s.384
36. QR- Projektinäkymä\_ Mikael Diakhate 2017
37. QR- Raportointityökalut\_ Tilausstatistiikka\_ Mikael Diakhate 2017
38. QR- Tilausnäkyminen\_ Raudoitusluettelon luominen\_ Mikael Diakhate 2017
39. QR for Tekla lisäohjelma raudoitetietojen siirtämiseen\_Introduction to QR-Architecture\_Evry 08.03.2016
40. QR:n rakenne ja eri tasojen välinen toiminta\_Introduction to QR Architecture\_Evry 08.03.2016
41. QR:n isännöintiympäristöt\_ Introduction to QR Architecture\_Evry 08.03.2016
42. QR:n käyttäjämäärän kehitys vuosina 2016 – 2017\_ Mikael Diakhate Marraskuu 2017
43. QR käyttäjämäärän osuus aktiivisista betoniteräshankkeista\_ Mikael Diakhate Marraskuu 2017
44. Hankeosapuolet QR:n asiakaslähtöisten ominaisuuksien kehittämisessä olemassa olevalle ohjelmistoalustalle \_ Mikael Diakhate. QR Customer portal\_Goals and actions 2016
45. Digitaalisten toiminnallisuuksien analysointi, betoniterästuotteiden valmistustiedot\_Celsa\_QR features analysis\_2016
46. Digitaalisten toiminnallisuuksien analysointi, betoniterästuotteiden tilausten hallinta\_ Celsa\_QR features analysis\_2016
47. Digitaalisten toiminnallisuuksien analysointi, dokumenttien hallinta Celsa\_QR features analysis\_2016
48. Digitaalisten toiminnallisuuksien analysointi, muut digitaaliset työkalut Celsa\_QR features analysis\_2016
49. Raudoitushankkeen hallintasovelluksen alustat ja tavoitellut käyttäjät. Celsa\_Strategic meeting 2016
50. Ogun kehitystyön vaiheet. Celsa\_Ogun follow up 07.02.2017
51. Sovelluksen toiminnallisuuksien määrittämiseen haastatellut asiakkaat. Celsa\_Client workshops 2016
52. Asiakashaastattelujen läpiviennin käsikirja. Celsa\_Client workshops 2016
53. Tutkimus- ja suunnittelutyön tarkennettu aikataulu. Celsa 2016
54. Ohjelmiston konseptin validoinnin 2 vaihe. Työpajojen tehtäväalueet. Celsa\_Client Workshops 2016
55. Ohjelmiston konseptin validoinnin toinen vaihe. Osallistujalista. Celsa 2016
56. Asiakastyöpajojen tuloksia ohjelmiston konseptin validoinnin aikana. Celsa\_Client workshops 2016

57. Ohjelmiston rakenne ja työkalut. Mitä käyttäjä näkee ja mitä hän voi tehdä. Celsa\_Client workshops 2016
58. Ohjelmiston nimeäminen ja brändäys. Työpajatehtävä: ohjelmistoon samaistuminen. Celsa 2016
59. Nimivaihtoehtojen kannatuksen mittaaminen vihreillä tarroilla. Celsa 2016
60. Nimen valintakriteerit, Jatkoon valittujen nimivaihtoehtojen pisteytys.. Celsa 2016
61. Hallintasovellukselle valittu nimi ja logo. Celsa 2016
62. Teknologiaratkaisujen vertailu. Ogunin eri vaihtoehdot. Celsa 2016
63. <https://www.w3.org/TR/2016/PR-html51-20160915/introduction.html#html-vs-xhtml>
64. Ogun\_Ohjelmistotalojen vertailu\_Celsa Tammikuu 2017
65. Ogun teknisen kehitystyön tarkennettu aikataulu. Celsa Ogun follow up 07.02.2017
66. Projektihallintamenetelmien vertailu, agile vs waterfall. Celsa Ogun follow up 07.02.2017
67. Ogunin toiminnallisuuksien kehittäminen, Scrum menetelmä. Celsa Ogun follow up 07.02.2017

## LIITTEET

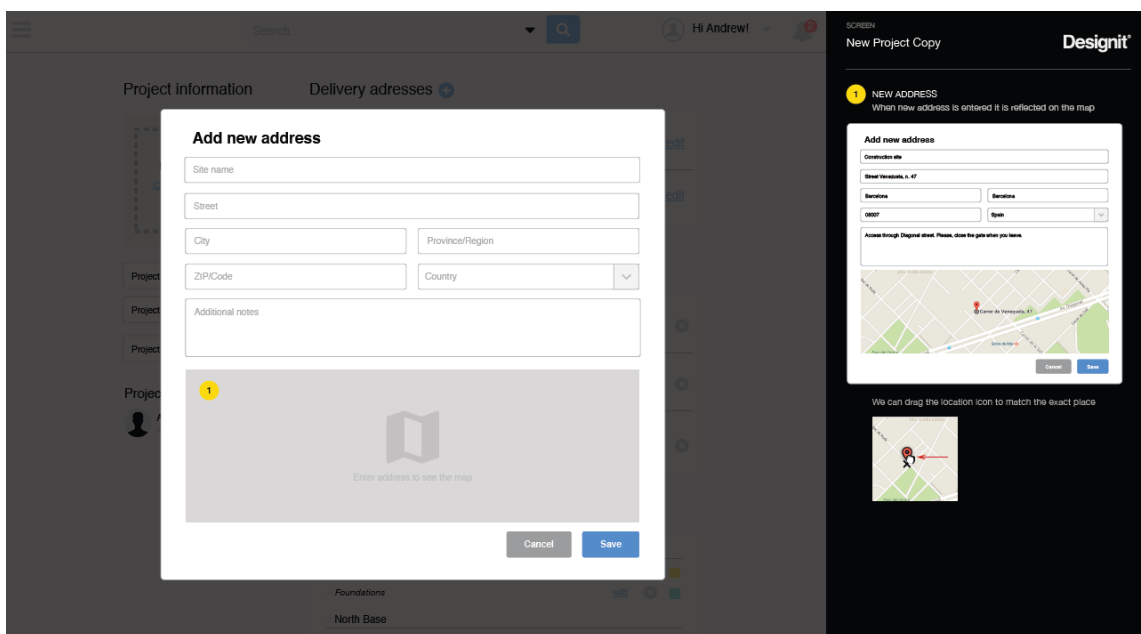
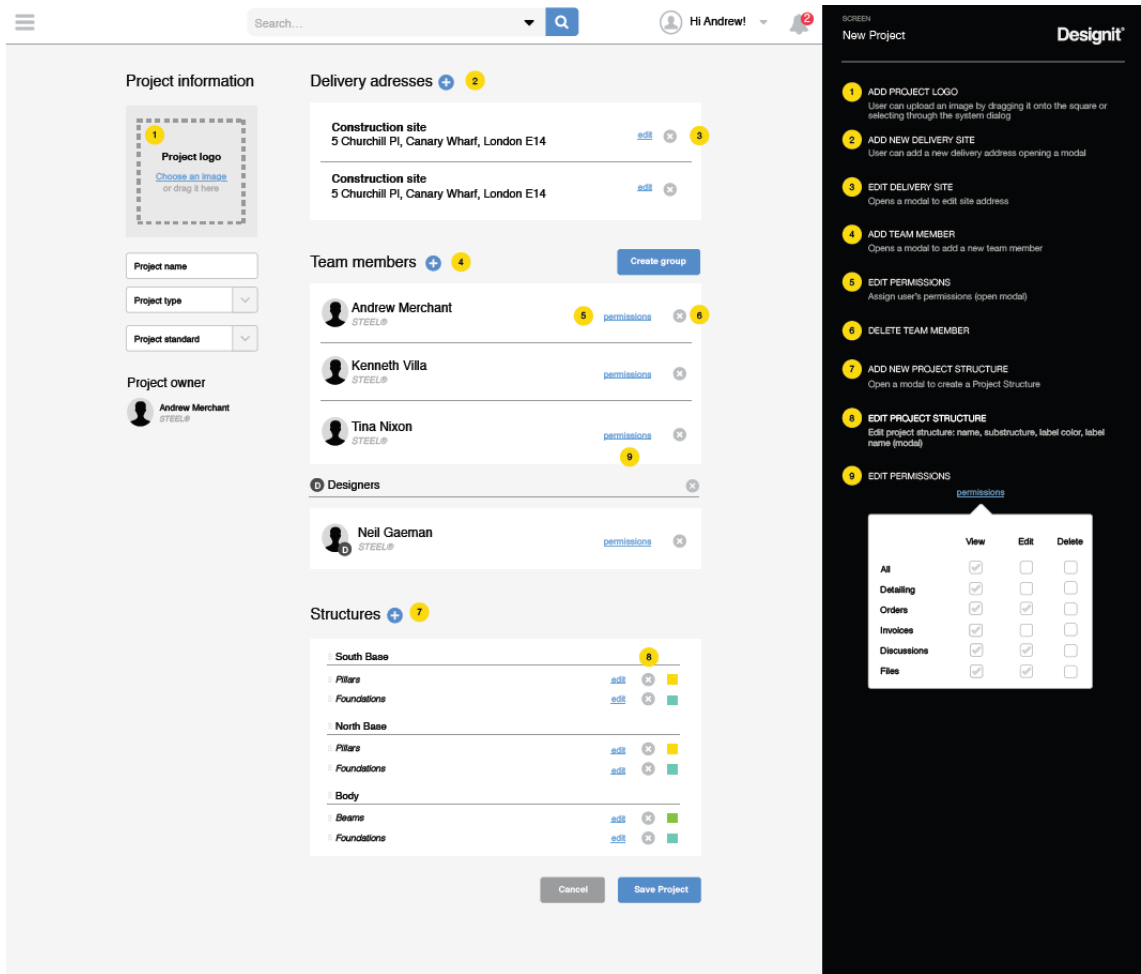
Liite 1. Betoniraidotteiden taivutustyyppit.

## Raidotteiden taivutustyyppit (vrt. SFS 1267 Liite A)

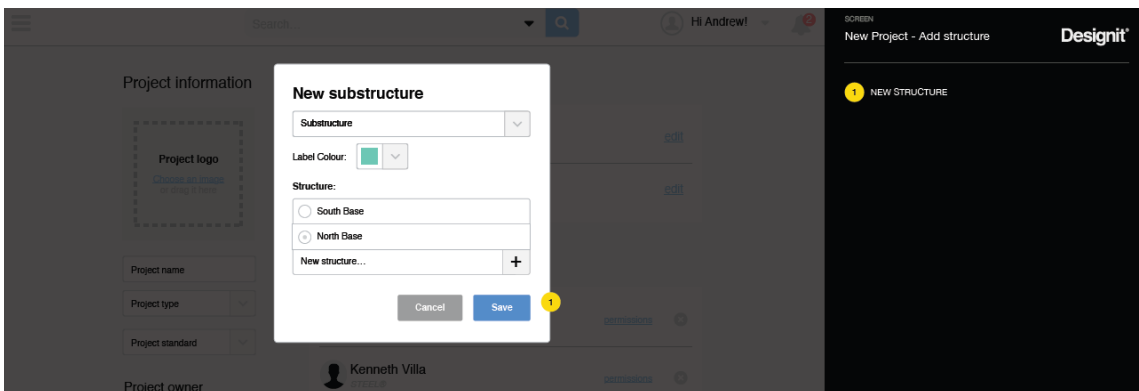
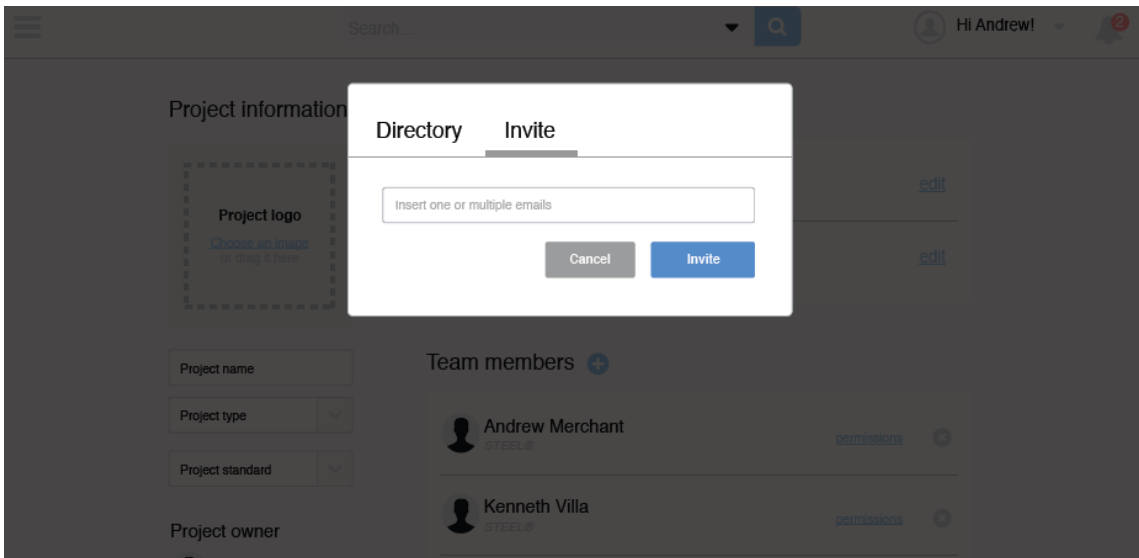
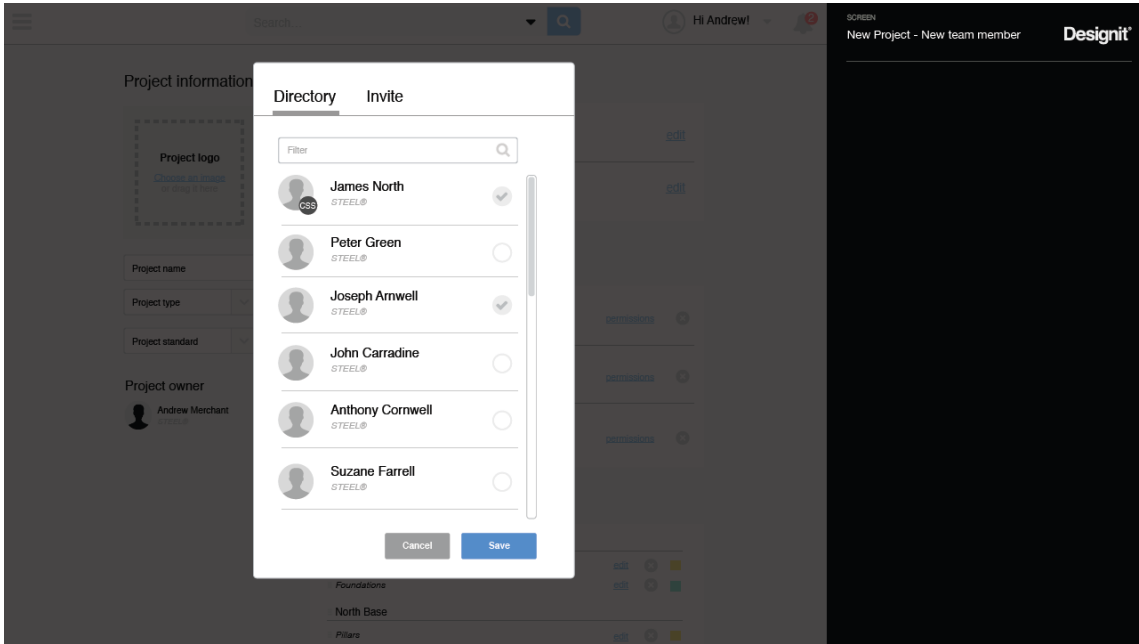
A 	B 	C 	D 
E 	F 	G 	H 
J 	K 	Q 	M 
N 	O 	P 	R 
S 	U 	V 	W 
Z 	XC 	XZ 	Y Vapaamuotoinen tanko korkeintaan 5 suoraa osaa ja 4 kulmaa: a, c, e, y = osan pituus; b, d, u, x = kulma
YE 	YG 	YH 	YJ 
YM 	YU 	YV 	YW 
<p>Taivutusmitat noudattavat terästen ulkopintaa.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><math>90^\circ &lt; u \leq 180^\circ</math></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><math>u \leq 90^\circ</math></p>  <p><math>x = b \sin(u) + D \cos(u)</math></p> </div> </div>			

Liite 2. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Uuden hankkeen luominen

1(2)







Liite 3. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_ Valmistustietojen määrittäminen

1 (2)

The screenshot displays the 'New Listing' interface in the HA1 Bridge software. The interface includes a search bar, navigation tabs (Listings, Calendar, Orders & Invoices, Discussions, Files), and a user profile for 'Hi Andrew!'. The main form area contains sections for 'Listing name', 'Primary label', 'Secondary label', 'My tag', 'Wished delivery date', and 'Warning: Displays a warning sign for delicate information.' Below these are sections for 'Cut & Bend', 'Mesh', 'Welding', 'Articles', and 'Parammeter element', each with an 'Add item' button. At the bottom, there are sections for 'Discussions', 'Linked files', and 'Shipping notification'.

The 'Cut & Bend' table is expanded, showing the following data:

	Prefix	Pcs/Gr	Gr	Total	D	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	Tot. weight	Steel sort	Bending radius	Rev
1	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87										9,40	B 500 SD	25	A
2	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87										9,40	B 500 SD	25	A
3	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87										9,40	B 500 SD	25	A
4	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87	56	87	56	87	56					9,40	B 500 SD	25	A

The 'Mesh' table shows:

	Prefix	Pieces	Unit weight	Lengthway 1	Lengthway 2	Crossway	Big mesh	Total weight	Rev
1	345	2	34	56	45	25	35		

The 'Welding' table shows:

	Welded prefix	Pieces	Unit weight	Elviced	Length (cm)	Width (cm)	Height (cm)	Rev	Summary
1	345	2	4	8	45	25	35		

The 'Welding' table also includes a detailed table for individual welds:

	Prefix	Pcs/Gr	Gr	Total	D	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	Tot. weight	Steel sort	Bending radius	Rev
1	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87										9,40	B 500 SD	25	A
2	345	2	4	8	6	004	204	45	56	76	87	56	87	56	87	56					9,40	B 500 SD	25	A

The legend on the right side of the screenshot lists the following items:

- APPROVE LISTING
- CREATE/ADD TO ORDER  
Not active until approve
- EXPAND/COLLAPSE TYPES  
Capability to view all items in one page
- IMPORT-EXPORT-SHORTCUTS-SORT COLUMNS
- HIDDEN PREVIEW
- ADD ITEMS TO TYPE
- CUSTOM TAGGING
- ITEM STATUS
- WISH DELIVERY DATE

The second screenshot shows the 'New Listing' form after approval. The 'Warning' box is now green and says 'Approved'. The 'Ready for production' button is visible. The 'Cut & Bend' table is expanded, showing the same data as the first screenshot. The 'Mesh' table shows the same data as the first screenshot. The 'Welding' table shows the same data as the first screenshot. The legend on the right side of the screenshot lists the following items:

- APPROVED LISTING
- UNDO APPROVAL
- ACTIVE BUTTONS
- NESTED TABLES (WELDING)

HA1 Bridge Search... Hi Andrew!

Listings Calendar Orders & Invoices Discussions Files

Listing name: [ ] Warning: Displays a warning sign for delicate information. [Ready for production] Approved [Undo]

Primary label Secondary label My tag

Mary Berry 01/06/2016 [Create order] [Add to order]

### Cut & Bend

Prefix	Postfix	Gr	Total	D	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	Total weight	Steel sort	Bending radius	Rev		
1	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87									9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍
2	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87									9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍
3	345	2	4	8	6	004	264	45	56											9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍

Specifications:  Locken (paum dolo all amwt)

345 | 2 | 4 | 8 | 6 | 004 | B 500 SD

Measurements: 45 | 56 | c | v | e | f | g | x | y | v | s | t | u

25 | Onsite bending | Delivery form | A | Comments

Rotate? Total pieces: 40

Cut length: 40 Weight/pce: 23.45  
Load dimension: 20x32 Total weight: 104.42

### Mesh

Prefix	Postfix	Unit weight	Length1	Length2	Length3	Corner	Rig head	Total weight	Rev
1	345	2	34	56	45	25	35		

### Welding

Welded prefix	Postfix	Unit weight	Length	Width	Height	Rev	Summary
1	345	2	4	8	45	25	35

### Articles

[Add item]

### Parameter element

[Add item]

Discussions [New discussion]

Linked files [Open document manager] [Link file]

Shipping notification [Add team member]

SCREEN: New Listing Designit

1 OPENED PREVIEW

HA1 Bridge Search... Hi Andrew!

Listings Calendar Orders & Invoices Discussions Files

Listing name: [ ] Warning: Displays a warning sign for delicate information. [Ready for production] Approved [Undo]

Primary label Secondary label My tag

Mary Berry 01/06/2016 [Create order] [Add to order]

### Cut & Bend

Prefix	Postfix	Gr	Total	D	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	v	s	t	u	Total weight	Steel sort	Bending radius	Rev		
<input checked="" type="checkbox"/>	1	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87								9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍
<input checked="" type="checkbox"/>	2	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87								9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍
<input checked="" type="checkbox"/>	3	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87								9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍
<input type="checkbox"/>	4	345	2	4	8	6	004	264	45	56	76	87	56	87	56	87	56			9,40	B 500 SD	25	A	✓	🔍

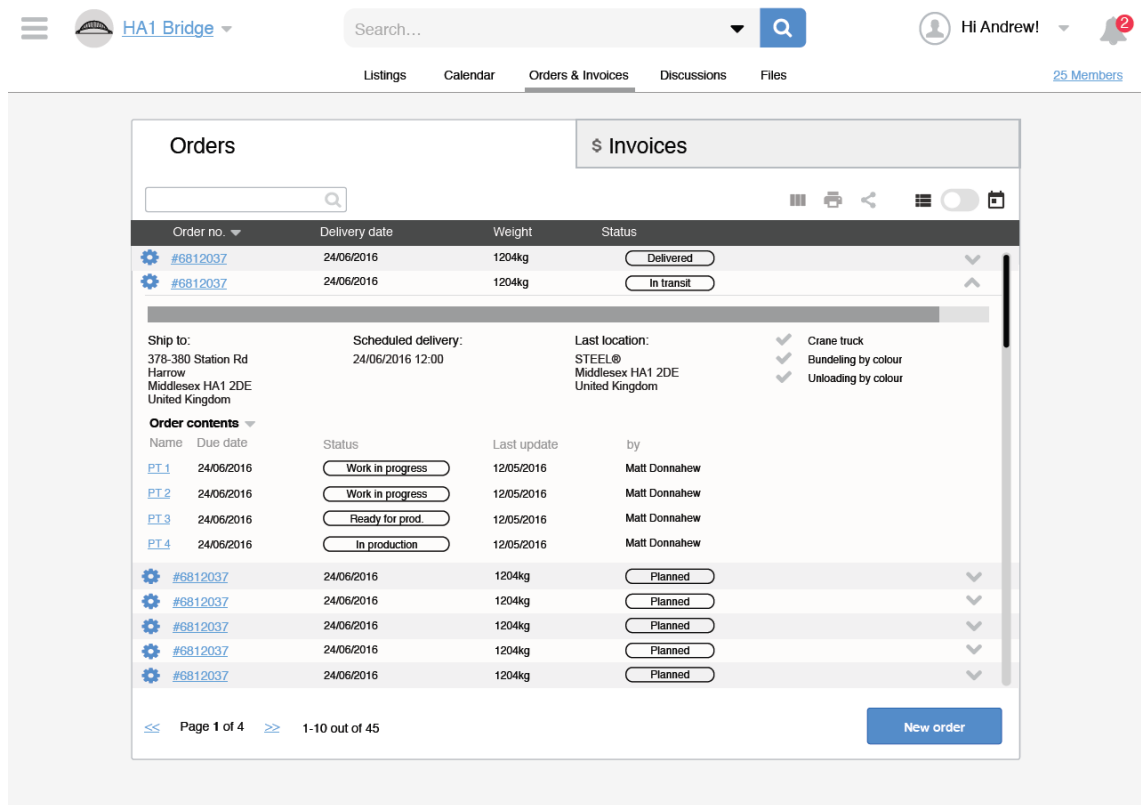
3 items selected

[Cancel] [Move items] [Delete items] [Split list]

SCREEN: New Listing Designit

1 STICKY FOOTER WITH SELECTED ITEMS  
With MOVE - DELETE - SPLIT LIST actions

## Liite 4. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Tilaukset ja laskutus



**Orders** \$ Invoices

Search...

Listings Calendar **Orders & Invoices** Discussions Files 25 Members

Order no.	Delivery date	Weight	Status
#6812037	24/06/2016	1204kg	Delivered
#6812037	24/06/2016	1204kg	In transit

**Ship to:** 378-380 Station Rd, Harrow, Middlesex HA1 2DE, United Kingdom  
**Scheduled delivery:** 24/06/2016 12:00  
**Last location:** STEEL®, Middlesex HA1 2DE, United Kingdom

Crane truck  
 Bundling by colour  
 Unloading by colour

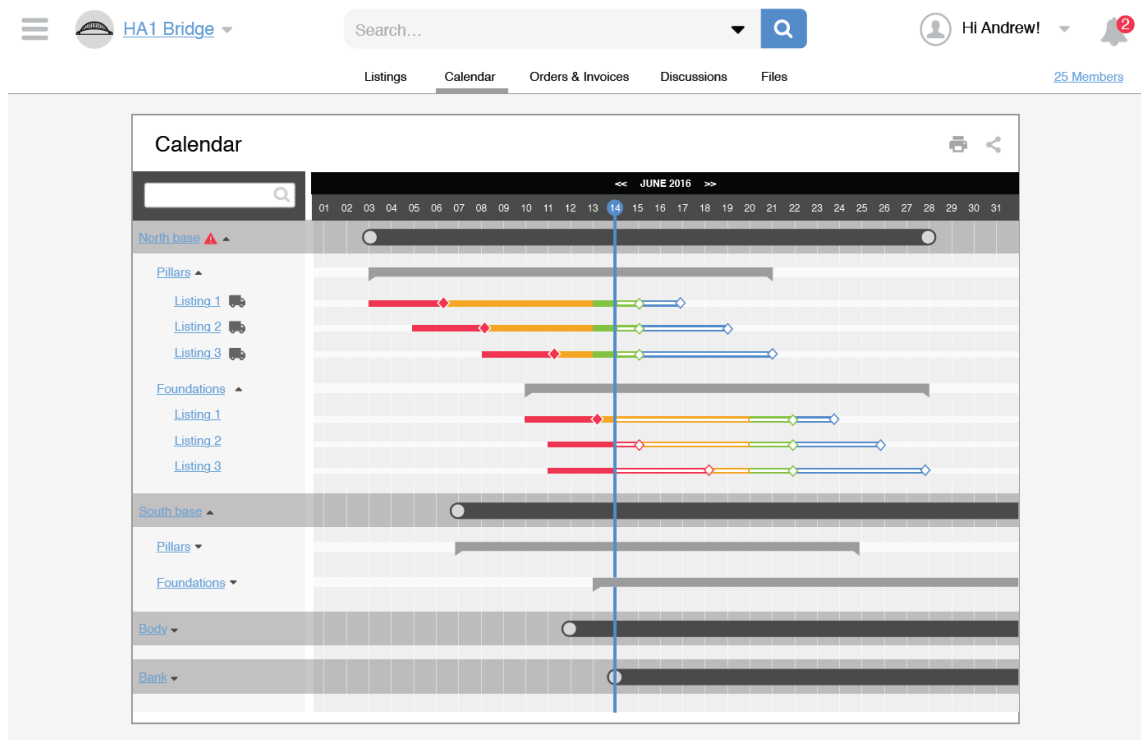
**Order contents**

Name	Due date	Status	Last update	by
PT 1	24/06/2016	Work in progress	12/05/2016	Matt Donahew
PT 2	24/06/2016	Work in progress	12/05/2016	Matt Donahew
PT 3	24/06/2016	Ready for prod.	12/05/2016	Matt Donahew
PT 4	24/06/2016	In production	12/05/2016	Matt Donahew

#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned
#6812037	24/06/2016	1204kg	Planned

Page 1 of 4 1-10 out of 45 New order

## Liite 5. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Hankeaikataulu



**Calendar**

Search...

Listings Calendar **Orders & Invoices** Discussions Files 25 Members

North base

Pillars

- Listing 1
- Listing 2
- Listing 3

Foundations

- Listing 1
- Listing 2
- Listing 3

South base

Pillars

Foundations

Body

Bank

Calendar view for JUNE 2016 (01-31). The chart shows task durations for various project components across the month.

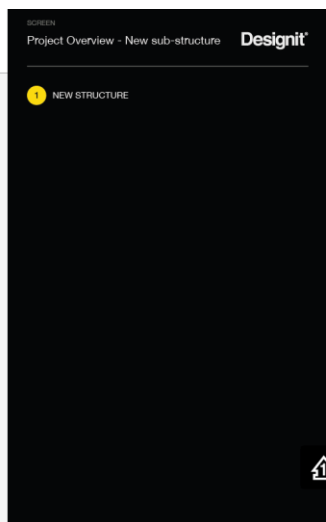
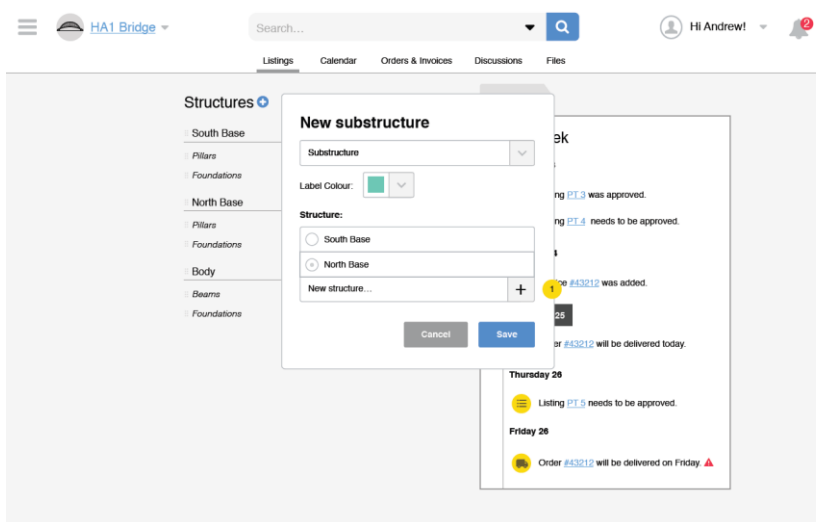
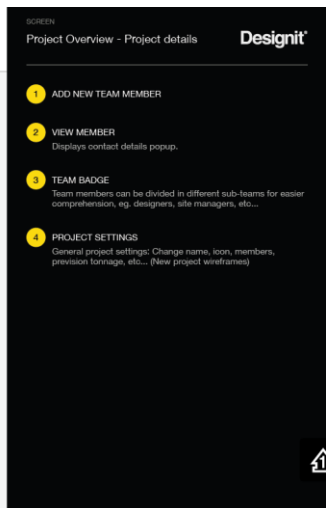
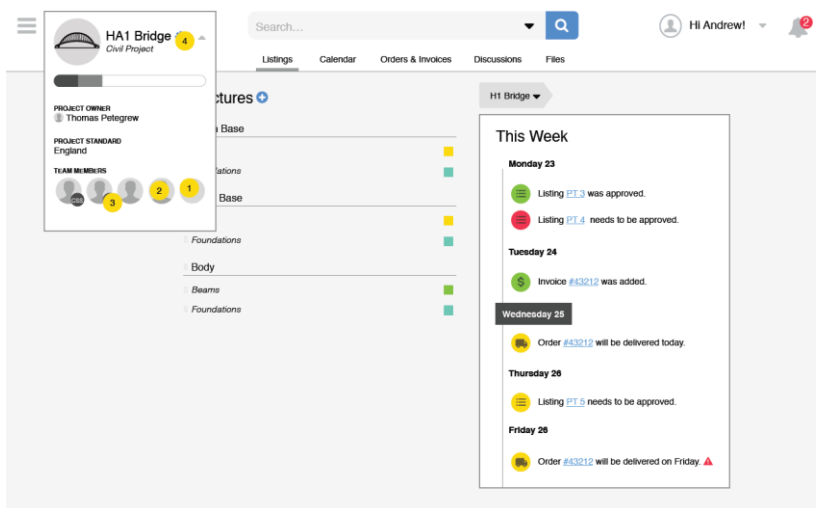
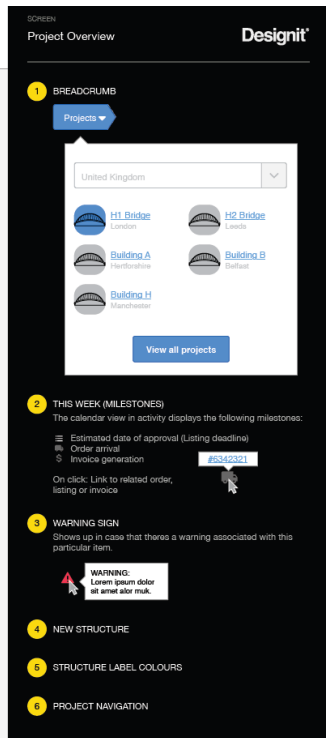
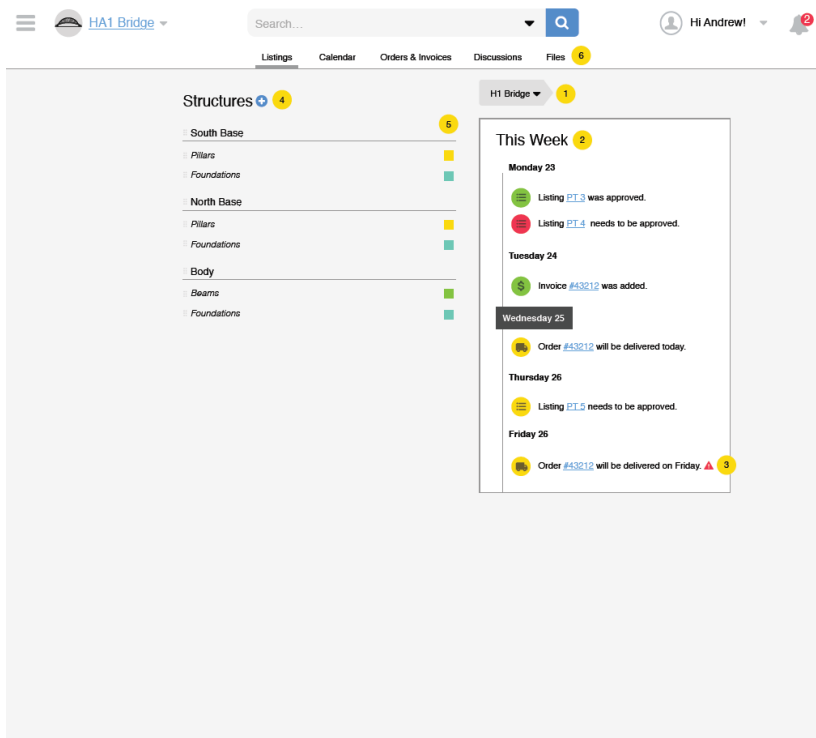
Liite 6. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Alkunäkymä

The screenshot displays a dashboard interface with the following components and annotations:

- Annotations:**
  - 1: Close navigation (hamburger menu icon)
  - 2: Search bar
  - 3: Regular search (magnifying glass icon)
  - 4: Advanced search (dropdown arrow)
  - 5: Account settings (user profile icon)
  - 6: Notifications (bell icon)
  - 7: New project (plus icon)
  - 8: Geographic filtering (location dropdown)
  - 9: New... button (dropdown menu with options: New listing, New discussion, New order)
  - 10: Project status (progress bar with labels: 5 tons fixed, 5 tons ordered, 1 ton over provision)
  - 11: Enter to widget edit mode (gear icon)
  - 12: Plugin settings (gear icon)
- Dashboard Content:**
  - QR LOGO** and navigation menu (Project Management, Statistics, Fixing)
  - steel per month**: Bar chart showing steel usage from Feb to Jun, Total: 478 tons.
  - Upcoming orders**: Table with columns: Order no., Arrival date, Status.
 

Order no.	Arrival date	Status
#5812037	25/10/2018	In transit
#5812037	30/10/2018	Locked
#5812037	04/11/2018	Planned
  - Projects**: List of 'HA1 Bridge Civil Project' items with 'New...' and 'Open' buttons.
  - My recommendations**: Placeholder text for recommendations.

Liite 7. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Projektinäkömä



Liite 8. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Hankkeen osat

**South Base - Foundations** 7% Delivered

**Listings**

Name	Status	Due date	Last update	by
PT.1	Work in progress	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.2	Work in progress	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.3	Ready for prod.	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.4	Planned for prod.	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.5	Sent	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.6	In production	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw
PT.7	Delivered	24/06/2016	12/05/2016	Matt Donnshaw

Page 1 of 4 1-10 out of 45

**Discussions**

Steve Merchant 15/02/16  
[Update] South Base Plans  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Listing - PT.2]

Steve Merchant 15/02/16  
[Update] South Base Plans  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Order - #912719]

**Linked files**

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations]

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Order - #912719]

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Listing - PT.2]

SCREEN  
Structure Overview - Table  
Designit

- NAVIGATE BETWEEN STRUCTURES**  
HA1 Bridge > South Base - Foundations > North Base
- OVERALL STATUS**  
Shows % in status delivered vs the total amount of orders
- ADD NEW LISTING**
- TABLE / CALENDAR TOGGLE**  
Toggles between table and calendar view
- ACTIONS SOBRE TABLA**  
Actions that affect all the items on a table:  
- Edit visible columns and order of appearance  
- Print table  
- Share table as: PDF, Excel, XML, RAW (separated)
- STATUS**  
Listing statuses:  
- Work in Progress  
- Ready for production (When listing is approved, can be reversed as an emergency brake)  
- Planned for production (in Ogun prod. line, no further changes can be done)  
- In production  
- Sent  
- Delivered
- STATUS ICONS**  
Information regarding each listed item:  
- This listing had linked files  
- Link to related order  
- Unchecked activity
- ACTIONS ON TABLE SELECTION**  
They appear as soon as items are selected on the table.
- LINKED DISCUSSIONS AND FILES**  
Only the latest discussions and files will be shown.
- TAGGING**  
When you click in the icon you can add a new label.

Type to add a new label  
Add label

**South Base - Foundations** 7% Delivered

**Listings**

Listing: 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

PT.1  
PT.2  
PT.3  
PT.4  
PT.5  
PT.6  
PT.7

Page 1 of 4 1-10 out of 45

**Discussions**

Steve Merchant 15/02/16  
[Update] South Base Plans  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Listing - PT.2]

Steve Merchant 15/02/16  
[Update] South Base Plans  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Order - #912719]

**Linked files**

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations]

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Order - #912719]

160302\_contract.docx uploaded by Natalie Price 12/01/16 13:06  
[HI Bridge] [South Base - Foundations] [Listing - PT.2]

SCREEN  
Structure Overview - Calendar  
Designit

- LISTING PROGRESSION CALENDAR**  
The colour depicts in which phase of the production line a listing is, when hovering, a tooltip will emerge stating what the colour refers to:  
Approval date  
Expected Actual  
Listing Approval date (Listing deadline)  
In production  
In delivery  
Delivery Date  
Fixing  
Fixing end date
- MILESTONE PREDICTION**  
Predictions based on the wished delivery date of the listing.

Liite 9. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Tilauksen luominen

1(3)

The image displays three screenshots from a web application, illustrating the process of creating a new order and adding an address.

**Top Screenshot: Create new order page**  
 This is the main interface for creating a new order. It features a navigation bar at the top with a search bar and user profile. The main content area is titled "Create new order" and includes a sidebar for "HA1 Bridge Civil Project England". The central "Order information" section contains several input fields: "Order Owner", "Order n°", "Wished delivery date", and "Color logistics". There are also dropdown menus for "Freight to" and "Delivery time", and a "Shipping instructions" text area. A "Total: 0.00 Kg" is displayed. At the bottom, there are buttons for "Delete listing", "Add listing", "Add user", "New discussion", "Link file", "Back", and "Send to production".

**Middle Screenshot: Add new address modal**  
 This is a modal window titled "Add new address". It contains input fields for "Site name", "Street", "City", "Province/Region", "ZIP/Code", and "Country". There is also a text area for "Additional notes" and "Cancel" and "Save" buttons at the bottom.

**Bottom Screenshot: New Order - Enter new address**  
 This is a detailed view of the address entry process. It shows a form titled "Add new address" with fields for "Construction site", "Street", "Directions", and "City". Below the form is a map showing the location. A red location icon is visible on the map, and a note says "We can drag the location icon to match the exact place".



2(3)

**Select listings**

Add Filter

Listing	Structure	Substructure	Status	Due date	Weight	By
PT1	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT2	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT3	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT4	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT5	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S0	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S1	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S2	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S3	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S4	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S5	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S6	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S7	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S8	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S9	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S10	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
S11	South Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew

Create new items

Cancel Add to Order

**New Order - Select listings**

1 ALL LISTING AVAILABLE

2 POSSIBLE TO ORDER BY LIST, STRUCTURE, SUBSTRUCTURE, STATUS, DUE DATE, WEIGHT, CREATOR...

**Select listings**

Add Filter

Structure: North Base X Substructure: Pillars X

Listing	Structure	Substructure	Status	Due date	Weight	By
PT1	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT2	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT3	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT4	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew
PT5	North Base	Pillars	Work in progress	12/05/2016	150 kg	Matt Donnahew

**Cut & Bend**

	Prefix	PostGr	Gr	Total	D	Type	Length	a	b	c	d	e	f	g	x	y	z	t	u	Tot. weight	Steel ecot	Bending radius	Rev.	
1	345	2	4	8	6	004	264	45	56	78	87									9,40	B 900 SD	25	A	✓
2	345	2	4	8	6	004	264	45	56	78	87									9,40	B 900 SD	25	A	✓
3	345	2	4	8	6	004	264	45	56	78	87									9,40	B 900 SD	25	A	✓
4	345	2	4	8	6	004	264	45	56	78	87	56	56	87	56	87	56			9,40	B 900 SD	25	A	✓

**Mesh**

**Welding**

**Articles**

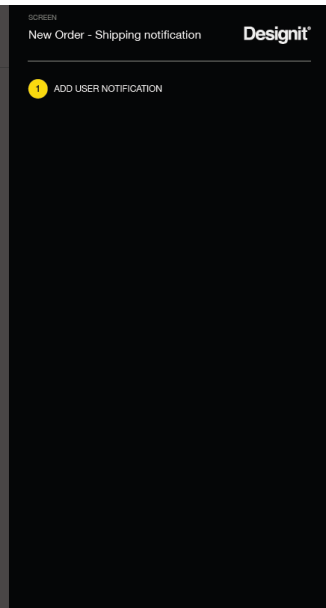
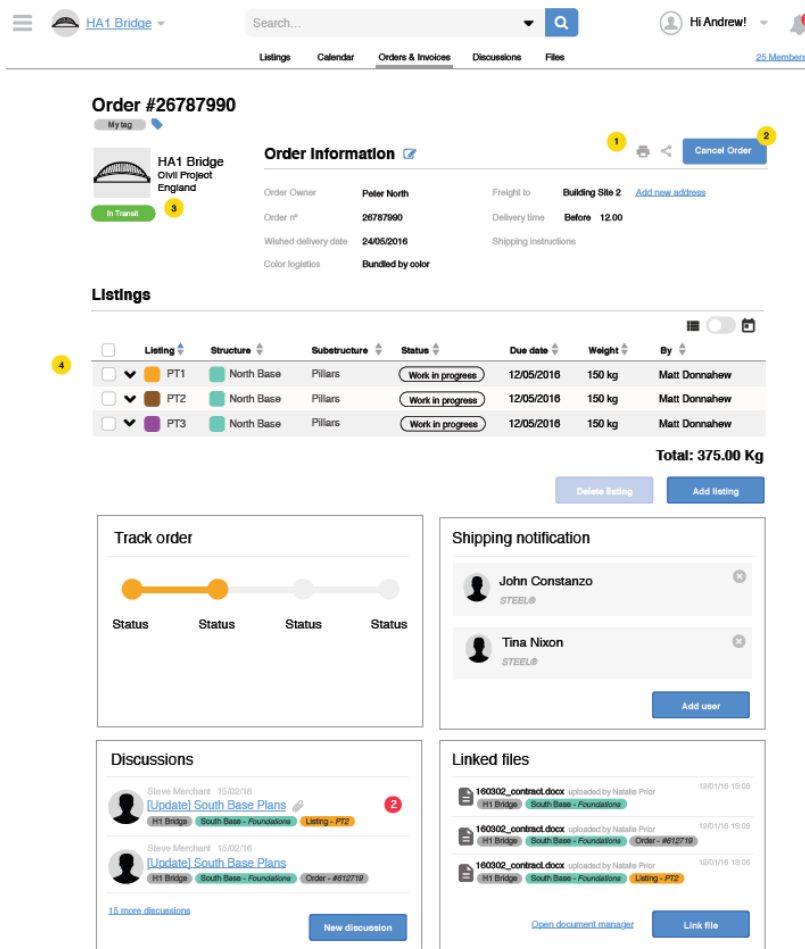
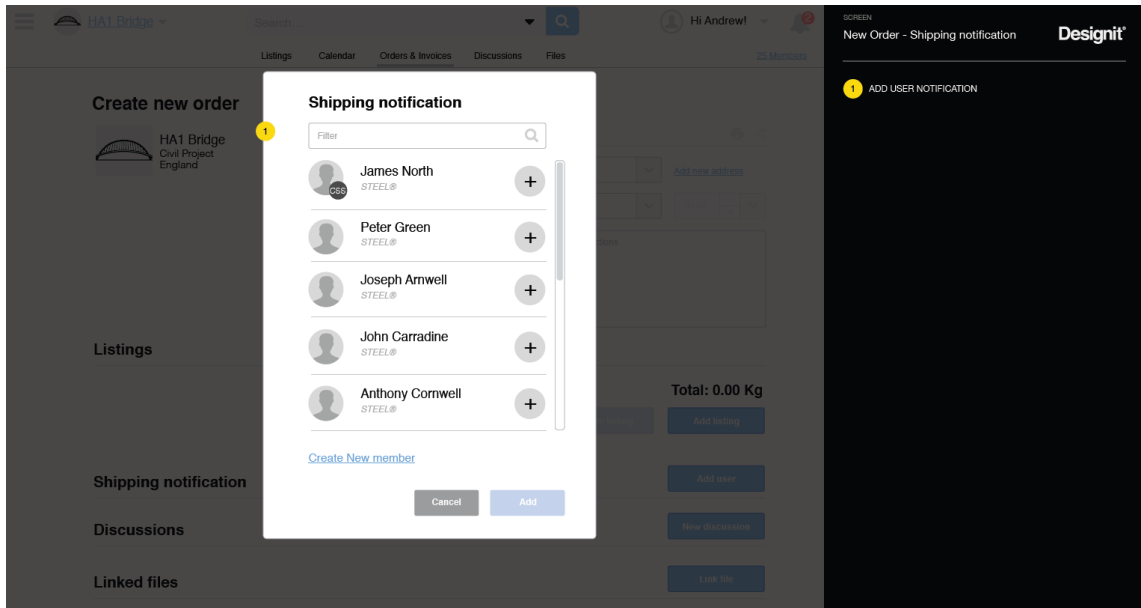
**Parameter element**

Create new items

Cancel Add to Order

**New Order - Select listings**

1 EXPAND/COLLAPSE LISTINGS Possible to Add Items, remove items from a list, preview items



Liite 10. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Tiedostojen lisääminen

The screenshot shows the 'Files' section of the Designit interface. At the top, there is a search bar and navigation tabs for Listings, Calendar, Orders & Invoices, Discussions, and Files. The main area displays a list of files, each with a gear icon, a name, a date, a user, and a location tag. A tooltip is shown over the first file, titled 'FILE OPTIONS', with a dropdown menu containing: Discuss this file, Download, Delete, Rename, and Previous versions.

This screenshot shows the 'File detail' view for 'Document name.pdf'. The file is shown with a large PDF icon. A tooltip titled 'TAGGING' is displayed over the gear icon, containing the text 'When you click in the icon you can add a new label' and a text input field with the placeholder 'Type to add a new label' and an 'Add label' button.

The screenshot displays the 'Version history of "Document name.pdf"' section. It features a table with columns for Version, Event, and Changed. The current version is Version 4, edited by Michael River 23 minutes ago. Other versions include Version 3 (edited by Anna Samsa), Version 2 (edited by Helen Frieda), and Version 1 (added by Nina Simone).

Version	Event	Changed
<input checked="" type="radio"/> Version 4 (current)	Edited by Michael River	23 min ago
<input type="radio"/> Version 3	Edited by Anna Samsa	4/20/2016 7:45 PM
<input type="radio"/> Version 2	Edited by Helen Frieda	4/18/2016 5:06 PM
<input type="radio"/> Version 1	Added by Nina Simone	4/17/2016 9:30 PM

Buttons for 'Cancel' and 'Restore' are located at the bottom right of the version history section.

Liite 11. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_Yhteydenpito

Hi Andrew!

Listings Calendar Orders & Invoices Discussions Files

Show discussions sorted by newest and filter by title...
Post a new discussion

Steve Merchant

[\[South Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge South Base

Feb 2

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

Steve Merchant

[\[North Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge North Base

Jan 21

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

Steve Merchant

[\[West Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge West Base

15/02/2017

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

Steve Merchant

[\[South Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge South Base

12/02/2017

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

Steve Merchant

[\[North Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge North Base

Jan 21

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

Steve Merchant

[\[West Base\] North Base Plans](#)

HA1 Bridge West Base

15/02/2017

Hello everyone, we have made some changes regarding the plans for the north base, here are the changes that the engineer made to the basic structure of it. This was because the structure was...

2

[15 more discussions](#)

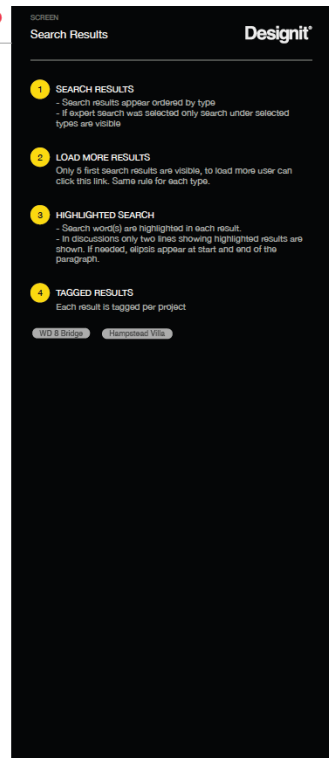
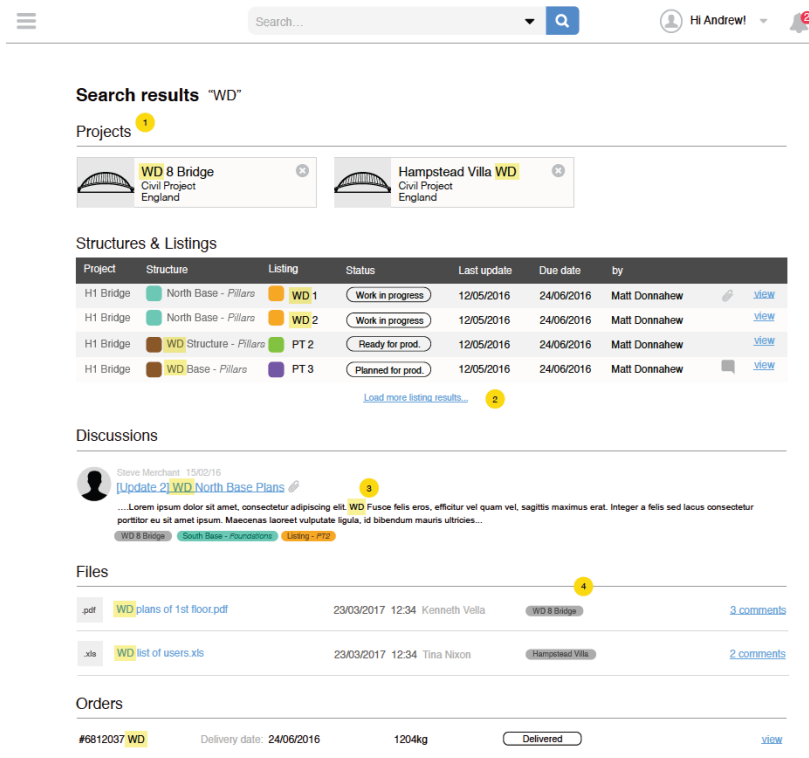
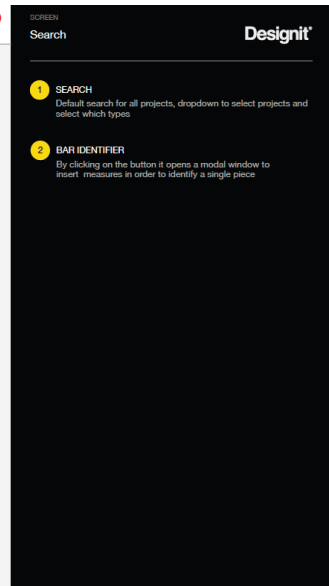
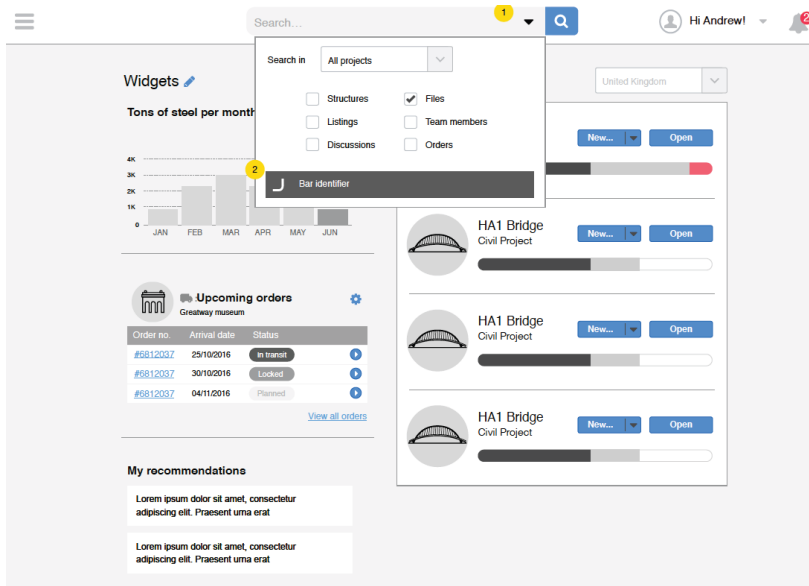
**Files uploaded** Add files

<p><b>.ppt</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">3 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">South Base</span></p>	<p><b>.xls</b></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">North Base</span></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">Lorem ipsum dolor</p>	<p><b>.pdf</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">7 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">North Base</span></p>	<p><b>.jpg</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">40 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #6c757d; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">West Base</span></p>	<p><b>.dwg</b></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #ffc107; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">North Base</span></p>
<p><b>.ppt</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">3 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">South Base</span></p>	<p><b>.xls</b></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">South Base</span></p>	<p><b>.pdf</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">7 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">South Base</span></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">Lorem ipsum dolor</p>	<p><b>.jpg</b></p> <p style="font-size: 0.7em; color: #007bff;"><a href="#">40 comments</a></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #6c757d; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">West Base</span></p>	<p><b>.dwg</b></p> <p style="font-size: 0.6em; margin: 0;">HA1 Bridge <span style="background-color: #28a745; color: white; padding: 2px 5px; border-radius: 3px;">South Base</span></p>

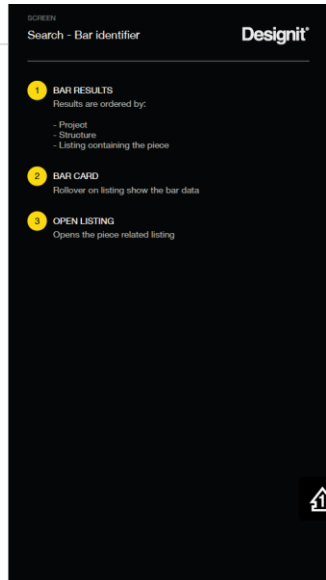
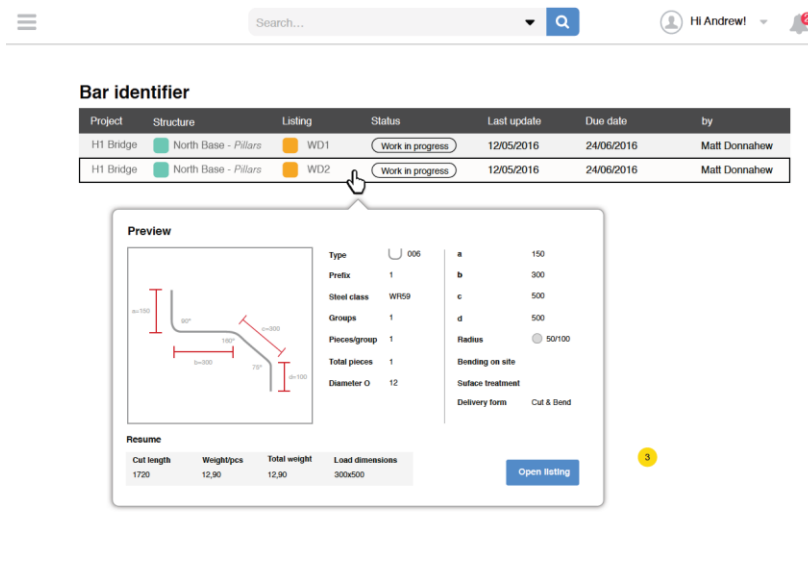
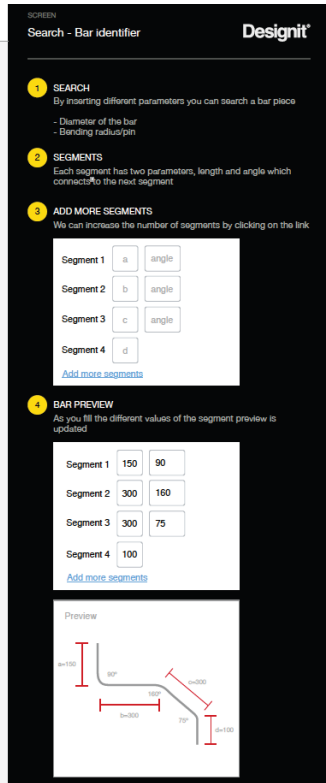
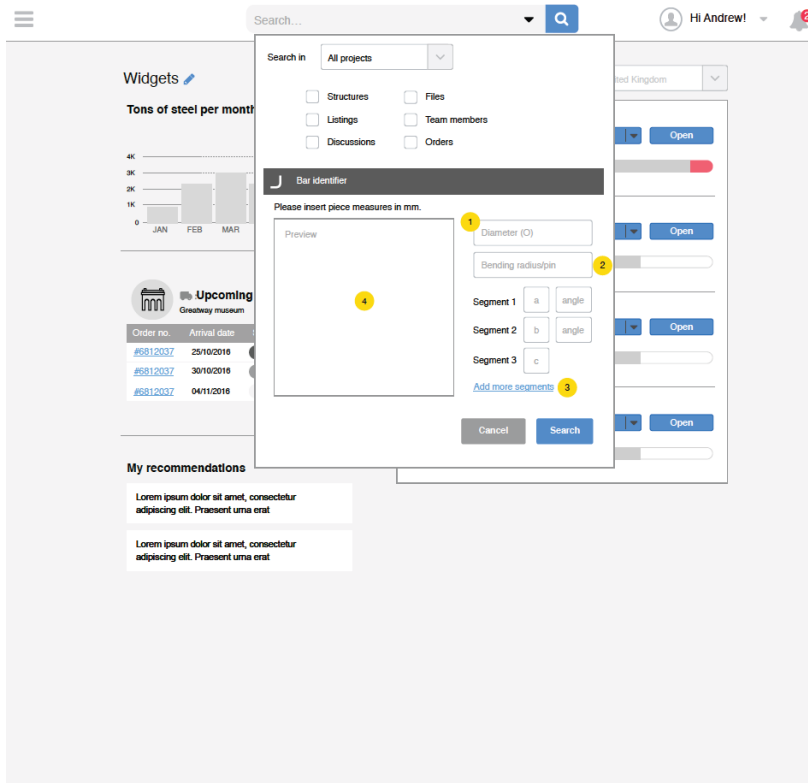
[7 more files](#)

Liite 12. Ogun\_Ohjelmiston rautalankamalli\_hakutoiminto

1 (2)



2 (2)



- Liite 13. Ogun\_Business Model Canvas. (poistettu)
- Liite 14. Ogun. Value Proposition Canvas\_Tilaaaja. (poistettu)
- Liite 15. Value Proposition Canvas\_ Rakennesuunnittelija. (poistettu)
- Liite 16. Value Proposition Canvas\_ Keskushankinta. (poistettu)
- Liite 17. Value Proposition Canvas\_ Hallinto. (poistettu)
- Liite 18. Value Proposition Canvas\_ Vastaava työnjohtaja. (poistettu)
- Liite 19. Value Proposition Canvas\_ Laatuvaava. (poistettu)
- Liite 20. Value Proposition Canvas\_ Raudoitelistaaja. (poistettu)
- Liite 21. Value Proposition Canvas\_ Työmaan hankinta. (poistettu)
- Liite 22. Value Proposition Canvas\_ Asennusyritys. (poistettu)
- Liite 23. Value Proposition Canvas\_ Raudoitetoimittaja. (poistettu)
- Liite 24. Customer Empathy Map\_ Rakennesuunnittelija. (poistettu)
- Liite 25. Customer Empathy Map\_ Keskushankinta. (poistettu)
- Liite 26. Customer Empathy Map\_ Vastaava työnjohtaja. (poistettu)
- Liite 27. Customer Empathy Map\_ Laatuvaava. (poistettu)
- Liite 28. Customer Empathy Map\_ Raudoitelistaus. (poistettu)
- Liite 29. Customer Empathy Map\_ Työmaan hankinta. (poistettu)