



Olli Teriö, Hannu Koski, Eeva Rantanen &
Kaarin Ruuhilehto

Runkoprosessin re-engineering

Betonivalmisosarakentamisen
suunnittelu–toteutus-prosessin
uudistaminen

Runkoprosessin re-engineering

Betonivalmisosarakentamisen suunnittelu–toteutus-prosessin uudistaminen

Olli Teriö & Hannu Koski

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Eeva Rantanen & Kaarin Ruuhilehto

VTT Tuotteet ja tuotanto



ISBN 951-38-6198-8 (nid.)
ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6199-6 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)
ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2003

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE
puh. vaihde (03) 316 3111, faksi (03) 316 3445

VTT Bygg och transport, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS
tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3445

VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland
phone internat. + 358 3 316 3111, fax + 358 3 316 3445

VTT Tuotteet ja tuotanto, Tekniikankatu 1, PL 1306, 33101 TAMPERE
puh. vaihde (03) 316 3111, faksi (03) 316 3282

VTT Industriella System, Tekniikankatu 1, PB 1306, 33101 TAMMERFORS
tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3282

VTT Industrial Systems, Tekniikankatu 1, P.O.Box 1306, FIN-33101 TAMPERE, Finland
phone internat. + 358 3 316 3111, fax + 358 3 316 3282

Toimitus Leena Ukoski

Otamedia Oy, Espoo 2004

Teriö, Olli, Koski, Hannu, Rantanen, Eeva & Ruuhilehto, Kaarin. Runkoprosessin re-engineering. Betonivalmisoarakentamisen suunnittelu–toteutus-prosessin uudistaminen [Process re-engineering in precast construction]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2222. 96 s. + liitt. 12 s.

Avainsanat construction, prefabrication, framework, precast concrete, design, construction process, re-engineering, modelling, safety, productizing

Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli uudistaa täyselementtitekniikalla toteutettavaa runkorakentamista siten, että laatu, tehokkuus ja turvallisuus paranevat nykyiseen verrattuna merkittävästi. Tutkimusongelman lähestymistavassa pyrittiin vastaamaan kysymykseen: "Miksi toimitaan niin kuin toimitaan, ja kuinka ihmisten ja organisaatioiden toimintaa voidaan muuttaa?" Organisaatioiden toimintaprosessien muutoksessa tarvitaan muun muassa piilevän tiedon näkyväksi tekemistä, tietojen yhdistelyä sekä tiedon sisäistämistä yksilön ja organisaation tasolla.

Tutkimusongelman käsittelyssä sovellettiin prosessien re-engineering-menetelmiä, joissa tarkastellaan pitkiä prosesseja organisaatorajojen yli, kyseenalaistetaan toimintatapoja sekä painotetaan asiakaslähtöisyyttä, lisäarvon tuottoa ja osallistujien sitouttamista muutokseen.

Tutkimuksessa tarkasteltiin sekä liiketoimintaprosesseja että tuotantoprosessia. Aineistoa kerättiin valokuvaamisella, videoinnilla ja haastatteluilla sekä workshop-työskentelyllä. Tutkimuksen alkuosassa mallinnettiin rakennushankkeen valmisteluprosessi ja työmaan ohjausprosessit sekä kerättiin näkemyksiä kehittämistarpeista.

Suunnitteluprosessissa ongelmina nähtiin mm. aikataulukysymykset, suunnitteluedellytysten puuttuminen ja yhteistyön puute. Tarjouksesta tilaukseen -prosessissa keskeisimpiä kysymyksiä olivat aikataulut, hinnoitteluperusteet ja suunnittelusopimukset. Kustannusten hallinta ja ennakointi koettiin vaikeaksi elementtitoimituksissa. Työmaaprosessin kehittämisessä etsittiin keinoja piikkauksen, oikomisen ja jälkivalujen vähentämiseen sekä työturvallisuuden parantamiseen. Tuotteistamisprosessissa pidettiin tärkeänä tuotekehityksen tehostamista, palautekäytännön parantamista ja hyvien suunnitteluratkaisujen käytön lisäämistä.

Tutkimuksen tuloksena laadittiin uusi yhteinen prosessimalli yritysten keskinäiseen toimintaan. Keskeisimpiä muutoksia ovat: (1) Tarjouspyyntö-tarjous-tinkimis-tilausprosessista siirrytään toimitussisällöstä sopimiseen. (2) Suunnittelun alkupäähän vaikutetaan kolmikantayhteistyöllä ja päätösten tekoa aikaistetaan. (3) Suunnittelun, valmistamisen ja turvallisen rakentamisen edellytykset varmistetaan kolmikantakatselmuksilla.

(4) Virheistä otetaan oppia systemaattisesti ja yhdessä kehitetään tuotteistettuja ratkaisuja. (5) Tiedonhallintaa ja yhteistyötä parannetaan yhteisesti sovitulla toimintatavoilla. (6) Turvallisuusjohtamisen toimintatavat integroidaan tuotannosuunnittelun sisään. Perimmäinen tavoite on tehdä "runko kerralla kuntoon".

Osallistujien mukaan tutkimus on parantanut yritysten välistä yhteistyötä, selkeyttänyt prosessin vaiheiden merkitystä osapuolille ja parantanut ymmärrystä toimintojen riippuvuuksista ja vaikutuksista. Toiminta on muuttunut järjestelmällisemmäksi.

Merkittävä tämän tutkimuksen opetus on, että turvallisuus, laatu ja tehokkuus eivät ole kilpailevia tavoitteita vaan ne voivat tukea toisiaan. Tämä onnistuu, kun tuotannon suunnittelu integroidaan rakennussuunnittelun sisään.

Teriö, Olli, Koski, Hannu, Rantanen, Eeva & Ruuhilehto, Kaarin. Runkoprosessin re-engineering. Betonivalmisosarakentamisen suunnittelu–toteutus-prosessin uudistaminen [Process re-engineering in precast construction]. Espoo 2003. VTT Tiedotteita – Research Notes 2222. 96 p. + app. 12 p.

Keywords construction, prefabrication, framework, precast concrete, design, construction process, re-engineering, modelling, safety, productizing

Abstract

The aim of the study was to renew fully prefabricated framework construction so as to improve quality, efficiency and safety significantly from the present. The study was also designed to answer the question: "Why do people act the way they do, and how can the actions of people and organisations be changed". The changing of the operating procedures of organisations requires, for instance, making tacit knowledge visible, combining of data and internalising information at the level of the individual and the organisation.

The research applied process re-engineering methods which deal with long processes crossing organisational boundaries, question procedures, and stress customer-orientation, generation of added value and getting participants committed to change.

The study examined both business processes and the production process. Data was collected by taking photographs, videotaping, interviewing and holding workshops. At the beginning of the study the construction project preparation process and site planning and control processes were modelled and views on development needs were collected.

Questions about scheduling, lack of basic data for design, and absence of co-operation, etc. were seen as the problems of the design process. The key questions concerning the "tender to order" process were scheduling, pricing bases and design contracts. Cost control and anticipation were experienced difficult in connection with precast concrete unit deliveries. Ways to reduce chipping, levelling and grouting and to improve occupational safety were sought through the development of the site process. The important features of the productification process were considered increasing the efficiency of product development, improving the feedback process and wider use of good design solutions.

A new common process model for inter-company activity was generated as a result of the study. The key changes are: (1) The process involving invitation to tender-tendering-bargaining-order will be replaced by negotiations over delivery content; (2) The early stages of design will be influenced by tripartite co-operation and decision making will be expedited; (3) Preconditions for design, production and safe construction

will be secured by tripartite reviews; (4) Errors will be used systematically as a source of learning and good, universal solutions will be developed together; (5) Information management and co-operation will be improved by mutually agree procedures; (6) The procedures of safety management will be integrated into production planning. The ultimate goal is to "build a good frame in one go".

According to the participants, the study has improved co-operation between companies, clarified the significance of process stages to the parties and deepened understanding about the interdependencies and effects of activities. The activity has become more systematic.

The significant lesson taught by this study is that safety, quality and efficiency are not competing goals but can support one another. This can be realised when production planning is integrated into building design.

Alkusanat

Tutkimus on osa "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -hanketta, joka on kaksivuotinen, rakentamisen keskeisten prosessien kehittämiseen painottuva projekti. Hankkeen rahoittamiseen osallistuvat Tekesin ohella suurimmat rakennusurakoitsijat, Rakennusteollisuus RT, tuoteteollisuuden yrityksiä, Työsuojelurahasto ja VTT. Re-engineering-hankkeen johtoryhmään kuuluvat Mauri Tilli, puh.joht. (Oy Alfred A. Palmberg Ab), Markku Laine (Optiroc Oy Ab), Lasse Pöyhönen (Tekes), Ilkka Romo (Rakennusteollisuus RT ry), Heikki Sarin (Parma Oy), Ilkka Tahvanainen (Työsuojelurahasto) ja Hannu Koski (VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka). Hankkeen projektipäällikkönä toimi Hannu Koski.

Runkoprosessin re-engineering-tutkimuksen projektipäällikkönä toimi erikoistutkija Hannu Koski ja päätutkijana tutkija Olli Teriö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta. Prosessien turvallisuusnäkökulman tutkijoina toimivat tutkija Eeva Rantanen ja erikoistutkija Kaarin Ruuhilehto VTT Tuotteet ja tuotanto -yksiköstä.

Tutkimuksen ohjausryhmässä olivat seuraavat henkilöt: tuotantopäällikkö Mikko Kauristo ja kehityspäällikkö Petri Moksén YIT Rakennus Oy:stä, yksikön johtaja Jarmo Murtonen, kehityspäällikkö Heikki Sarin ja myynti-insinööri Juhani Toivonen Parma Oy:stä sekä tekninen johtaja Seppo Suuriniemi A-Insinöörit Oy:stä.

Ohjausryhmän lisäksi tutkimuksen tulosten käyttöön saamista on ollut edistämässä tukiryhmä (sateenkaariryhmä), johon ovat kuuluneet ohjausryhmän jäsenten lisäksi liiketoimintaryhmän johtaja Timo Lehmus ja aluejohtaja Antti Varpe YIT Rakennus Oy:stä sekä varatoimitusjohtaja Kari Laukkanen Parma Oy:stä ja toimitusjohtaja Toimi Tarkkinen A-Insinöörit Oy:stä.

Edellisten lisäksi tutkimukseen ovat osallistuneet ja tutkimuksen onnistumista ovat edistäneet lukuisat työntekijät ja toimihenkilöt YIT Rakennus Oy:stä, Parma Oy:stä ja A-Insinöörit Oy:stä.

Lämpimät kiitokset kaikille tutkimukseen osallistuneille henkilöille.

Tampereella joulukuussa 2003

Tutkijatiimi

Olli Teriö, Hannu Koski, Eeva Rantanen & Kaarin Ruuhilehto

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	5
Alkusanat.....	7
1. Johdanto.....	11
1.1 Tausta.....	11
1.2 Tavoitteet ja rajaus.....	12
1.3 Tutkimuksen toteutus ja käytetyt menetelmät.....	12
1.4 Tutkimusraportin rakenne.....	14
2. Prosessien re-engineering.....	15
2.1 Runkorakentamisen prosessien tutkimus.....	16
2.2 Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien kuvaus.....	18
2.2.1 Kehitettävien prosessien alustava valinta.....	20
2.2.2 Mallintaminen.....	20
2.2.3 Keskeisten osaprosessien ja kehityskohteiden arviointi.....	26
2.2.4 Prosessien uudelleensuunnittelu.....	26
2.2.5 Uusien prosessien käyttöönoton suunnittelu ja ohjeistaminen.....	30
2.2.6 Uudistettujen toimintatapojen testaaminen.....	30
2.2.7 Tutkimuksen arviointi.....	30
3. Kehitettävien prosessien alustava valinta, mallintamisen tulokset ja prosessien analysointi.....	31
3.1 Kehitettävien prosessien alustava valinta.....	31
3.2 Prosessien mallintamisen keskeisimmät tulokset.....	32
3.3 Prosessien analysointi.....	34
3.3.1 Suunnitteluprosessi.....	34
3.3.2 Tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessi.....	36
3.3.3 Tuotteistamisprosessi.....	37
3.3.4 Työmaan ohjausprosessit.....	38
3.3.5 Runkorakentamisen työmaaprosessi.....	40
3.3.6 Työn tekeminen ja käytännön turvallisuusmenettelyt.....	50
4. Uudistetut prosessit.....	54
4.1 Prosessien kehittämisen tavoitteet.....	54
4.2 Uudet prosessikuvaukset.....	55
4.2.1 Suunnitteluprosessi.....	55

4.2.2	Tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessi	65
4.2.3	Työmaaprosessi.....	66
4.2.4	Ratkaisujen tuotteistamisprosessi.....	71
4.3	Prosessien ohjaaminen mittareilla	72
4.4	Prosessiyhteenveto	73
5.	Tutkimuksessa kehitettyjen prosessien käyttöönotto.....	74
5.1	Käyttöönoton suunnittelu	74
5.1.1	Riski- ja vaikutusarviointi	74
5.1.2	Käyttöönottosuunnitelma	74
5.1.3	Prosessien testaus ja käyttöönotto	81
5.2	Käyttöönoton seuranta.....	81
6.	Tutkimuksen ja tulosten tarkastelua.....	87
6.1	Saavutettiin tavoitteet?	87
6.1.1	Sopimusneuvotteluvaiheen tavoitteet.....	87
6.1.2	Tutkimuksen aikana tarkennetut tavoitteet	88
6.2	Johtopäätökset ja yleistyksiset	90
6.2.1	Rakennussuunnittelun ja tuotannosuunnittelun integrointi.....	90
6.2.2	Rakennettavuuden arviointi	91
6.2.3	Rakennussuunnitteluvaiheen turvallisuussuunnittelu	92
6.2.4	Rakennushankkeen logistiikan ohjausmenetelmät ja työkalut.....	93
6.3	Jatkotutkimusehdotukset	94
Lähteet	96

Liitteet:

- Liite 1. Hankkeen valmisteluprosessi, YIT Rakennus Oy – Parma Oy
- Liite 2. Hankkeen valmisteluprosessi, YIT Rakennus Oy
- Liite 3. Hankkeen valmisteluprosessi, Parma Oy
- Liite 4. Työmaan ohjausprosessit, YIT Rakennus Oy – Parma Oy
- Liite 5. Tutkimuksen kohderyhmä ja aikataulu
- Liite 6a. Elementtiasennuksen aikoja: Asunto Oy Aleksandranhovi
- Liite 6b. Elementtiasennuksen aikoja: Asunto Oy Koskenkohina
- Liite 7. Asennuskatselmuksen mittaristo
- Liite 8. Aihioehdotuksia prosessin seurannan mittareiksi

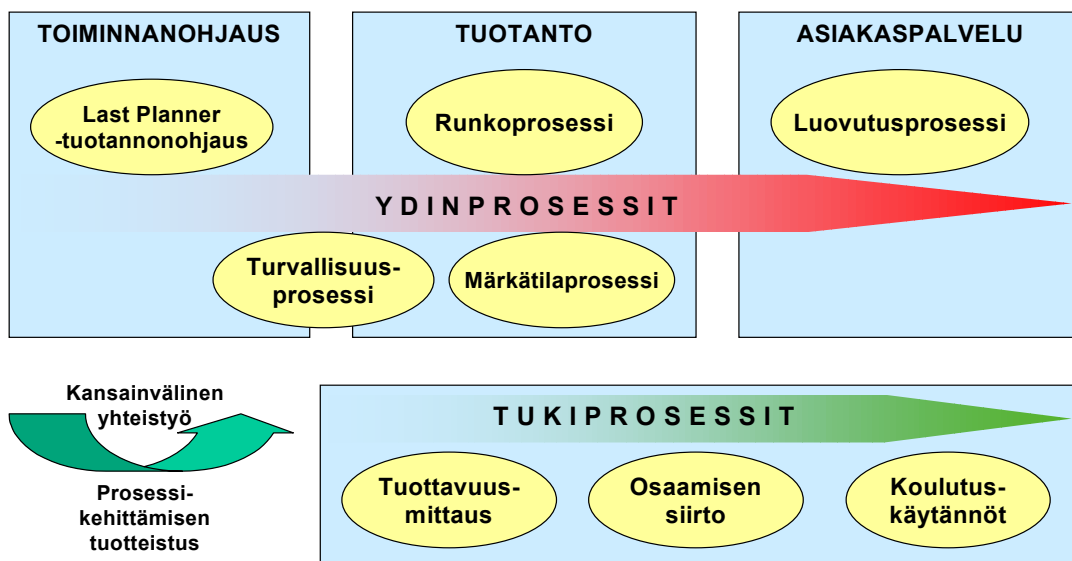
1. Johdanto

1.1 Tausta

Nykyinen BES-elementtitekniikkaan perustuva runkorakentamistapa on ollut käytössä noin 30 vuotta. Rakentamistapaa on vuosien varrella kehitetty lähinnä ns. jatkuvan parantamisen menettelyllä, pienin askelin. Tällöin on kuitenkin vaarana se, että uraudutaan ja kangistutaan tiettyihin kaavoihin. Aika ajoin olisikin syytä kyseenalaistaa vallitsevat toimintatavat ja ajatella koko runkorakentamisen toteutusta uudelta pohjalta. Esimerkiksi tapaturmataajuus on pysynyt viime vuosina lähes muuttumattomana lukuisista työturvallisuuden kehityshankkeista huolimatta.

Tutkimus on osa "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -hanketta, joka on kaksivuotinen, rakentamisen keskeisten prosessien kehittämiseen painottuva projekti. Tässä julkaisussa kuvattava "Runkoprosessin re-engineering" kohdistuu yhteen rakentamisen keskeisimmistä ydinprosesseista (kuva 1).

RE-ENGINEERING-HANKKEEN KEHITTÄMISALUEET JA PROJEKTIT



Kuva 1. Runkoprosessin re-engineering on osa laajempaa kehittämiskokonaisuutta.

Runkoprosessin kehittämisosioon osallistuivat YIT Rakennus Oy ja Parma Oy sekä hieman myöhemmin mukaan tullut A-Insinöörit Oy. Rakennustuotannon turvallisuuden kehittäminen oli hankkeessa erillisenä osaprojektina mutta myös tiiviisti mukana runkorakentamisen prosessien kehittämisessä. Muita "Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering" -hankkeen osaprojekteja olivat Last Planner -tuotannonohjaus, märkätila-prosessi, luovutusprosessi, työmaan suorituskyvyn mittarit, osaamisen siirto ja koulutuskäytännöt. (Kuva 1)

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli uudistaa runkorakentamista siten, että laatu, tehokkuus ja turvallisuus paranevat nykyiseen verrattuna merkittävästi. Yhtenä osatavoitteena oli kehittää itseohjautuva prosessi, joka poistaisi työmailla vuodesta toiseen toistuvat ongelmat.

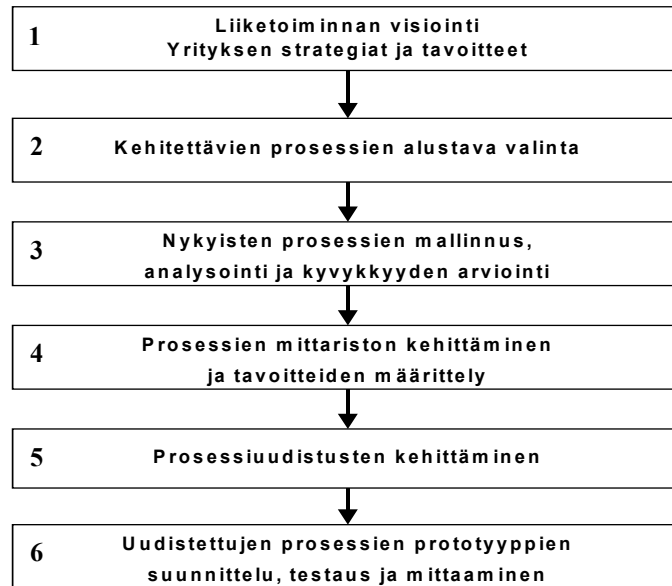
Kysymyksen muodossa tutkimuksen tavoite voidaan esittää seuraavasti: Kuinka rakennushankkeessa on toimittava, jotta runkorakentaminen olisi tehokasta, turvallista ja tuotaisi laadukkaan lopputuloksen?

Tutkimus rajattiin käsittelemään täyselementtitekniikalla toteutettavaa YIT Rakennus Oy:n ja Parma Oy:n yhteistä asuntotuotantoa Pirkanmaalla.

1.3 Tutkimuksen toteutus ja käytetyt menetelmät

Tutkimuksessa käytettiin re-engineering-menetelmää. Pääperiaatteena oli, että toimintaa tarkasteltiin organisaatorajat ylittävänä prosessina, sitä pyrittiin uudistamaan radikaalilla tavalla ja kehitystyöhön kytkettiin turvallisuus kiinteästi yhdeksi tasaveroiseksi tavoitteeksi.

Kuvassa 2 esitetään re-engineering-tutkimuksen vaiheet. Tämä tutkimus alkoi vaiheesta kaksi, jolle yritysten jo aiemmin määrittämät strategiat ja kehittämistavoitteet antoivat lähtökohdan ja suunnan.



Kuva 2. Tutkimuksen toteutuksen vaiheet. Ensimmäinen vaihe on yritysten normaalia ja jatkuvaa yrityssuunnittelua. Tämä tutkimus on toteutettu siitä eteenpäin yritysten tiettyjen strategisten kehittämistavoitteiden saavuttamiseksi.

Kehitettävien prosessien alustavassa valinnassa päädyttiin kehittämään sekä liike-toimintaprosesseja että tuotantoprosessia. **Mallintamiseen** kerättiin aineistoa valokuvaamisella, videoinnilla ja haastatteluilla. Kahdessa workshopissa kuvattiin seinätekniikalla rakennushankkeen valmisteluprosessi ja työmaan ohjausprosessit, jotka olivat keskeisimpiä tutkimuksessa käsiteltyjä liiketoimintaprosesseja. Videoinnin ja valokuvauksen sekä haastattelujen perusteella **analysoitiin** vallitsevien prosessien toimivuutta. Samoin workshoppeissa tiettyihin ongelmakohtiin keskittyneet kehittämisehdotukset ilmaisivat prosessin senhetkistä kyvykkyyttä.

Analysoinnin perusteella keskeisiksi kehitettäväksi **osaprosesseiksi** nousivat

1. rakennushankkeen suunnitteluprosessi
2. tarjouspyyntö-, tarjous-, tilausprosessi
3. työmaan tiedonhallinta- ja yhteistoimintaprosessit
4. tuotteistamisprosessi.

Prosessien kehittämisen **tavoitteiksi** asetettiin:

- Suunnitteluprosessin ja tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessin tehostaminen paremman tiedonhallinnan avulla.
- Työn tuottavuuden ja turvallisuuden parantaminen tuotantoprosessia yksinkertaistamalla.

- Rakentamisen tuotteistamisen ja kehittämistoiminnan aktivointi yritysten välisen yhteistyön avulla.

Prosessien **uudelleensuunnittelun** lähtökohdaksi otettiin muutostarpeiden etsiminen kolmeen ensimmäiseen edellä mainittuun osaprosessiin. Ainoastaan tuotteistamisprosessi suunniteltiin niin sanotusti puhtaalta pöydältä lähtien. Ensimmäiset kolme osaprosessia ovat laajoja kokonaisuuksia, siten vanhoista käytännöistä luopuminen ja kokonaan uusien toimintatapojen suunnittelu ja käyttöönotto voisi olla mahdotonta. Tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessia muutettiin kuitenkin radikaalisti. Prosesseja kehitettiin neljässä workshopissa ja yritysosaapuolten keskinäisissä kehittämissalavereissa.

Uusien prosessien käyttöönottoa suunniteltiin workshopissa tammikuussa 2003. Tilaisuudessa arvioitiin muutosten riskejä ja vaikuttavuutta sekä nimettiin työmaat, joilla muutoksia testattiin. Käyttöönottoon liittyy myös yritysosaapuolten keskenään laatima kolmikantakumppanuussopimus, jonka yksi tavoite on ollut mahdollistaa tässä tutkimuksessa esitettyjen prosessien mukainen toiminta.

1.4 Tutkimusraportin rakenne

Tutkimuksen teoriatausta ja tutkimuksessa käytetyt menetelmät esitetään luvussa 2. Luvussa 3 kuvataan ja analysoidaan runkorakentamisessa käytössä olleita prosesseja ja toimintatapoja. Lisäksi lukuun on listattu tutkimuksessa esiinnousseet ongelmakohdat ja kehitysideat. Luvussa 4 esitetään uusien prosessien kehittämisen tulokset eli uudet toimintatavat rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa ja työmaan yhteistoiminnassa. Suunnitelma tulosten käyttöön saamiseksi ja osallistujien arvioita tutkimuksen tuloksista esitetään luvussa 5. Tulosten käyttökelpoisuutta, yleistettävyyttä ja vaikuttavuutta tarkastellaan luvussa 6.

2. Prosessien re-engineering

Tässä tutkimuksessa käsiteltiin liiketoiminta- ja toimintaprosessien (tuotantoprosessien) re-engineeringiä. *Liiketoimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla saadaan aikaan liiketoiminnan tulokset* (Laamanen & Tinnilä 1998). *Toimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavat resurssit, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset* (Laamanen 2001). Toiminnot koostuvat tehtävistä. Toimintojen ja tehtävien ero on lähinnä siinä, että tehtävän suorittaa yksi henkilö mutta toiminnon suorittamiseen voi osallistua useampia henkilöitä.

Re-engineering on suomeksi uudelleenajattelua tai uudelleensuunnittelua. Prosessien re-engineeringillä tarkoitetaan prosessien eli toimintojen ja tehtävien järjestämistä uudelta pohjalta ja tavoitteena siinä ovat harppauksenomaiset kehitysaskleet. Myös sopivan haasteellisen tavoitteen asettaminen ja osallistujien sitoutuminen tavoitteisiin ovat oleellisia seikkoja (kuva 3). Prosessien re-engineering-hankkeille on tyypillistä (Roberts 1994), että

- kehittämisessä tarkastellaan pitkiä prosesseja eli toimintaketjuja organisaatorajojen yli
- nykyiset toimintatavat kyseenalaistetaan ja tavoitellaan suuria parannuksia
- asiakkaan näkökulmaa painotetaan prosessien uudelleensuunnittelussa
- organisaation ja sen osien tarkoituksena on tuottaa lisäarvoa tuotantoketjussa; lisäarvoa tuottamattomia tehtäviä karsitaan pois
- koko organisaatio sitoutetaan kehittämiseen
- tavoitteiden tulee olla organisaation strategisten tavoitteiden mukaisia
- prosessiin keskeisesti osallistuvat henkilöt suunnittelevat itse uuden prosessin.

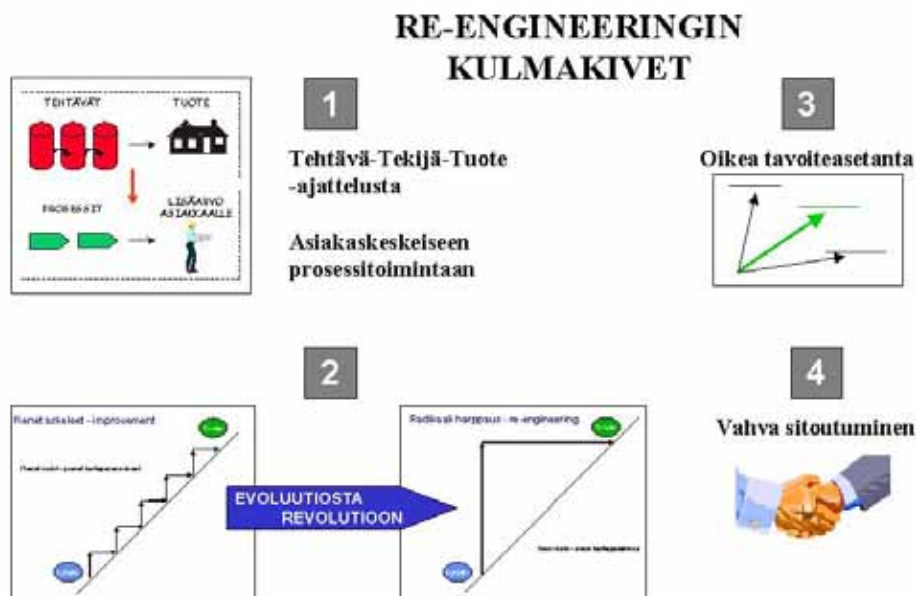
Tässä tutkimuksessa prosessit jaettiin liiketoimintaprosesseihin, kuten tarjousprosessiin ja suunnitteluprosessiin sekä työmaaprosesseihin, kuten elementtien asennusprosessiin. Seuraavassa on muissa re-engineering-tutkimuksissa (Roberts 1994) havaittuja prosessien tyypillisiä piirteitä ja kehittämismahdollisuuksia:

Liiketoimintaprosessit

- Prosessi kulkee useiden osastojen läpi.
- On yleensä kehitetty vähän, byrokratia pyrkii lisääntymään.
- Tuottaa vähän lisäarvoa asiakkaalle.
- Mahdollisuuksia on mm. organisoinnissa sekä tiedonkulussa.

Tuotantoprosessit

- Prosessi on paikkasidonnainen.
- Kehitetty pienillä askelilla.
- Tuottaa paljon lisäarvoa asiakkaalle.
- Mahdollisuuksia on mm. organisoinnissa, häiriöiden vähentämisessä ja piilokustannuksissa.



Kuva 3. Työmaaprosessin re-engineering-tutkimuksessa kehittämisen keskeisimmät kulmakivet ovat (1) prosessimainen toiminnan ajattelu, (2) pyrkimys radikaaleihin parannuksiin, (3) haasteelliset, mutta kuitenkin realistiset tavoitteet ja (4) osallistujien sitoutuminen kehittämiseen ja uusiin toimintatapoihin.

2.1 Runkorakentamisen prosessien tutkimus

Runkorakentamisen prosesseja on tutkittu aiemminkin. Petri Suutarinen (Suutarinen 1990) on käsitellyt diplomityössään Betonielementtirungon rakentamisen nopeuttamista. Työn tarkoituksena oli selvittää betonielementtirungon häiriöt ja näin nopeuttaa työmaa-asennusta. Tutkimuksen keskeisiä johtopäätöksiä olivat:

- Elementtikauppa tehdään hankkeessa liian myöhään, mistä aiheutuu suunnittelu- ja valmistusvirheitä.
- Elementtisuunnittelun ja -valmistuksen välinen merkittävin häiriö on suunnitelmien viivästyminen ja muutospäätökset.
- Tuotannon pahimpina ongelmina koettiin asennusjärjestyksen muuttuminen, erikoismateriaalien hankinta ja tuotantosarjojen puutteelliset hyödyntämismahdollisuudet.

Kehitysehdotuksina Suutarinen esittää elementtitoimituksen kaupan aikaistamista tuote-kaupan avulla, jolloin suunnittelun, valmistuksen ja asennuksen yhteensovittaminen on selkeämpää elementtitoimittajan päävastuun ansiosta. Lisäksi nopeuttamista voidaan tehdä keskitetyn tilauskeskuksen perustamisella, asennussuunnitteluun panostamalla, jäykistävien rakenneosien uusilla suunnitteluratkaisuilla sekä useammalla asennusryhmällä. Onnistuminen edellyttää piirustusajataulun, tuotannon ohjelmoinnin ja asennussuunnittelun yhdistämistä uudeksi prosessin ohjausjärjestelmäksi.

Merja Laitisen (1993) "Elementtijulkisivun tietovirrat ja toimitus" -tutkimuksessa kuvataan betonielementtien logistiikka- ja tiedonhallintaprosessit kokonaisvaltaisesti sekä esitetään toimenpiteitä niiden parantamiseksi. Ongelmat ja kehitysehdotukset ovat samansuuntaisia kuin Suutarisella, mutta joitakin uusia näkökulmia Laitinen esittää raportissaan. Tällaisia uusia näkökulmia ovat:

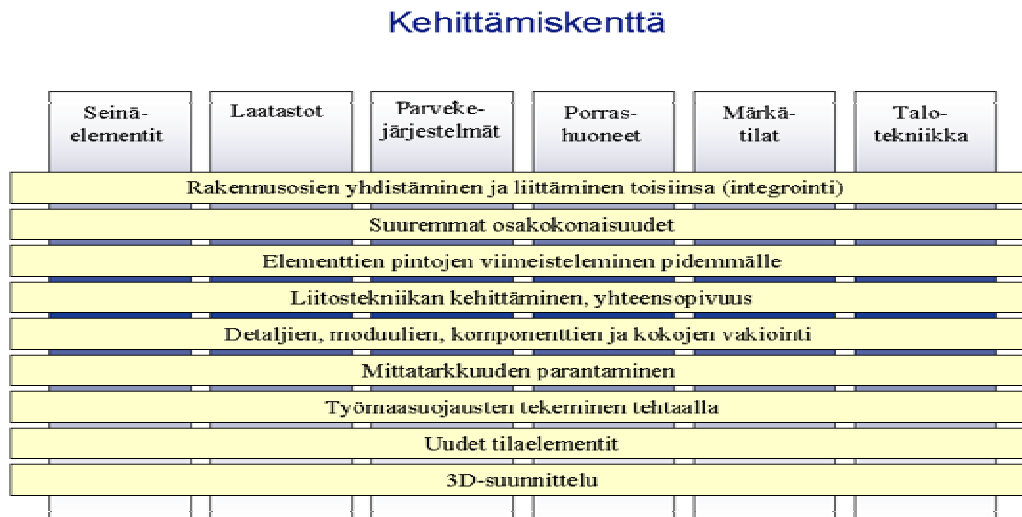
- Kukin osapuoli lisää aikatauluihin pitkiä pelivaroja, jolloin tavoiteajat menettävät merkityksen.
- Suurimmat kustannussäästöt saadaan aikaan hankkeen kokonaisaikaa lyhentämällä. Tähän päästään valitsemalla toteuttaja riittävän ajoissa, lohkottamalla suunnittelu, valmistus ja asennus, poistamalla valmistus-toimitusprosessista tarpeettomat siirrot ja varastoinnit sekä varaamalla riittävästi aikaa elementtisuunnittelulle hankeaikatauluja tehtäessä.

Laitisen jatkotutkimuksessa "Elementtitoimitusten hallinta" (Laitinen 1995) kuvataan uusi toimintamalli, jonka tekemisessä on keskitytty hallitsemaan ja ohjaamaan toimintaa kokonaisuutena eikä eri osapuolien näkökulmasta. Toimintamalli testattiin laajamittakaavaisessa vientikohteessa ja kotimaisessa asuinrakennushankkeessa. Kokemukset olivat myönteisiä: kaikki mukana olleet tahot olivat halukkaita käyttämään toimintamallia myös jatkossa.

Mikäli edellä mainittujen tutkimusten tulokset olisi saatu laajamittaiseen käyttöön, olisi tämä tutkimus pääosin täysin tarpeeton. Mikäli vielä viimevuosina tehdyt tutkimukset ja kehityshankkeet laadun ja turvallisuuden parissa olisi saatu käyttöön, niin voitaisiin arvioida, että tämä tutkimus on täysin tarpeeton. Muutoksen aikaansaanti näyttää kuitenkin olevan erittäin vaikeaa ellei mahdotonta. Kuka tahansa käydessään rakennustyömaalla rungon asennusaikana voi havaita, että tiedonkulussa on ollut katkoksia ja laadussa sekä turvallisuudessa on parantamisen varaa melkoisesti.

Viimeisin tutkimus betonivalmisosarakentamisen alueella Suomessa on keskittynyt muun muassa tiiviin ja matalan asuinrakentamisen rakennejärjestelmien kehittämiseen, rakentamisen aikaisen kosteuden hallintaan ja betonirakentamisen esivalmistusasteen nostoon. Omassa aiemmassa tutkimuksessani (Teriö 2002) olen käsitellyt muun muassa

betonivalmisisarakentamisen esivalmistusasteen nostomahdollisuuksia teknisillä ratkaisuilla (kuva 4).



Kuva 4. Asuinkerrostalorakentamisen kehittämiskenttä täyselementtitekniikalla. Kuvasa rakentajien ja valmistajien keskeisiä näkemyksiä kehittämisen ajankohtaisista osaluista.

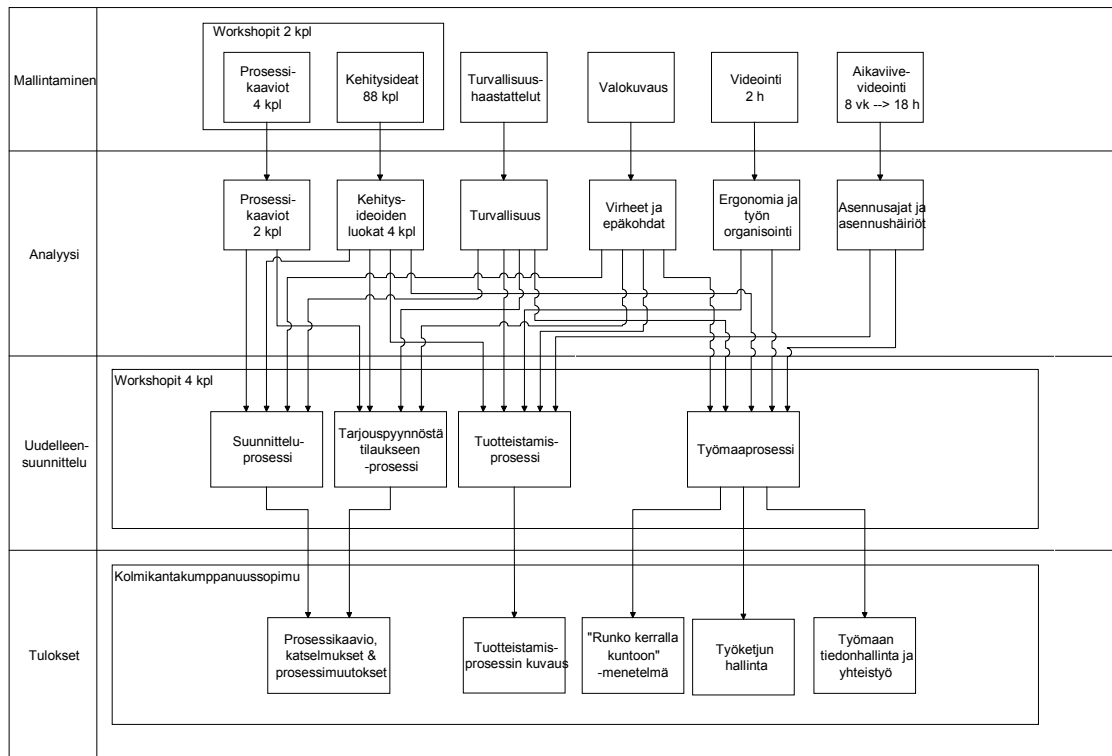
2.2 Tutkimuksessa käytettyjen menetelmien kuvaus

Runkoprosessin re-engineeringissä kehitystyöllä oli seuraavat pääperiaatteet: toimintaa tarkasteltiin organisaatorajat ylittävinä prosesseina ja niitä pyrittiin uudistamaan radikaalilla tavalla.

Tutkimus toteutettiin seuraavissa osissa:

1. Valittiin alustavasti kehitettävät prosessit.
2. Mallinnettiin nykyiset runkorakentamisen liiketoiminta- ja tuotantoprosessit.
3. Analysoitiin keskeiset osaprosessit ja määritettiin kehittämiskohteet sekä -tavoitteet.
4. Suunniteltiin prosesseja ja toimintatapoja uudelleen.
5. Testattiin uudistettuja toimintatapoja.
6. Suunniteltiin ja ohjeistettiin uusien prosessien käyttöönotto.
7. Seurattiin prosessien käyttöönottoa.

Painopiste tutkimuksessa oli prosessien mallintamisessa ja analysoinnissa sekä uusien prosessien suunnittelussa. Kuvassa 5 esitetään tutkimusprosessin kulku keskeisimmiltä osiltaan.



Kuva 5. Tutkimusprosessin keskeisimpiä osia olivat prosessien mallintaminen ja analysointi sekä uusien prosessien suunnittelu. Analyysivaiheessa osallistujien esittämät kehitysideat luokiteltiin ja niistä syntyi jaottelu uudelleen suunnittelun pohjaksi. Tulokset syntyivät osallistujien yhteistyönä.

Kehitettävien prosessien **alustava valinta** syntyi osallistuneiden yritysten johdon toimesta. Prosessien **mallintaminen** ja **analysointi** olivat pääasiassa tutkijoiden vastuulla. Kehittämiskohteiden määrittäminen ja **tavoitteiden** asettaminen tapahtui tutkimuksen ohjausryhmässä toisaalta yritysten johdon näkemysten ja toisaalta tutkijoiden ehdotusten perusteella. **Uusien prosessien suunnittelun** ja niiden **käyttöönoton suunnittelun** tekivät yrityksistä tutkimukseen osallistuneet henkilöt tutkijoiden toimiessa pääasiassa koordinaattoreina ja kirjureina. Uudistettujen **prosessinosien testausta** tehtiin rinnakkain **käyttöönoton suunnittelun** ja vielä **käyttöönoton** yhteydessä yritysosallistujien toimesta.

2.2.1 Kehitettävien prosessien alustava valinta

Re-engineering-hankkeissa kehittäminen tehdään top-down-periaatteella. Tämä tarkoittaa sitä, että yrityksen johto antaa kehittämiskohteet ja -tavoitteet. Kun tavoitteet annetaan ylhäältä alaspäin, voidaan olettaa, että tavoitteet ovat yritysten strategisten tavoitteiden mukaisia ja siten kehittämiselle saadaan ylimmän johdon tuki. Varsinainen kehittäminen tapahtuu kuitenkin prosesseja käytännössä hoitavien toimesta.

Yritysten johto valitsi kehitettävät prosessit alustavasti tutkimuksen tukiryhmässä 7.3.2002 Kehitettävien prosessien valintaan vaikutti ennen kaikkea yritysten johdon näkemys tutkimuksen suuntaamisesta. Toisaalta myös tutkijoiden ennakkokäsitys kehitettävistä prosesseista oli samansuuntainen tehtyjen päätösten kanssa. Kehitettävien prosessien alustava valinta esitetään yksityiskohtaisesti kohdassa 3.1.

2.2.2 Mallintaminen

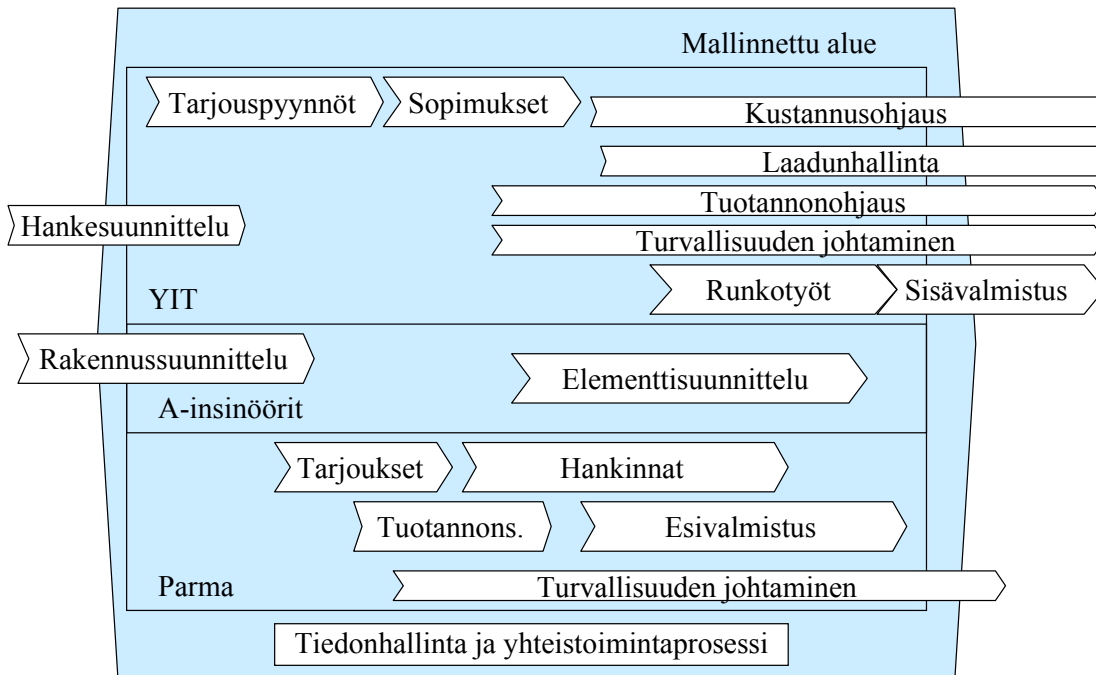
Runkoprosessi mallinnettiin ja kehityskohteita etsittiin kahdella tasolla: runkorakentamisen liiketoimintaprosessit ja rungon tuotantoprosessit. Käytännössä on havaittu (Roberts 1994), että liiketoimintaprosessien uudelleen suunnittelulla päästään yleensä selvästi merkittävimpiin tuloksiin kuin keskittymällä pelkästään tuotantoprosesseihin. Vaikka "Työmaaprosessin re-engineering" -hankkeen nimi viittaa voimakkaasti tuotantoprosessien kehittämiseen, mallinnettiin ja kehitettiin tässä tutkimuksessa merkittävästi myös liiketoimintaprosesseja.

Tässä tutkimuksessa liiketoimintaprosesseilla tarkoitetaan työkohteiden ulkopuolella tapahtuvaa runkorakentamisen mahdollistavaa toimintaa, kuten suunnittelua, hankintojen hoitamista, tarjous- ja tilaustoimintaa sekä tuotannonohjausta. Tutkimuksessa käsitellyt liiketoimintaprosessit painoutuivat ajallisesti työmaavaiheen edelle.

Rungon tuotantoprosessilla tarkoitetaan esimerkiksi elementtien valmistusta, kuljetusta ja asentamista. Mallintamisessa käytettiin apuna **workshopeja, valokuvausta, videokuvausta ja haastatteluja**.

Käytössä olleiden prosessien (kuva 6) mallintaminen tapahtui 18.4.2002 ja 9.9.2002 välisenä aikana. Alustavat analyysit prosesseista tehtiin kesäkuussa siten, että tutkijoiden ensimmäiset johtopäätökset mallinnuksesta esitettiin tutkimuksen tukiryhmälle 19.6. Analyysivaiheen voidaan katsoa päättyneeksi 27.9., jolloin tutkimuksen ohjausryhmässä päätettiin kehitettävistä prosesseista ja teemoista.

PROSESSIKARTTA



Kuva 6. Tutkimuksessa mallinnetut osaprosessit.

Mallinnuksen tarkoituksena oli löytää oikeaa ja oleellista tietoa uusien prosessien kehittämisen pohjaksi. Yhtenä tärkeimpänä tavoitteena oli havainnollistaa nykyistä toimintatapaa ja saada siten osallistujille yhteinen näkemys vallitsevista käytännöistä. Samoin yhteisen kielen löytäminen, tutustuminen muiden osapuolten toimintaan ja kehittämissilmäpiirin luominen olivat mallinnuksen tavoitteita ja saavutuksia.

Workshopit

Runkorakentamisen liiketoimintaprosesseja mallinnettiin kahdessa päivän mittaisessa workshopissa. Ensimmäisessä workshopissa kuvattiin ajallisesti ennen työmaan perustamista tapahtuvat keskeiset runkorakentamiseen liittyvät liiketoimintaprosessit. Toisessa workshopissa kuvattiin työmaan ohjausprosessit. Tutkijat valmistelivat workshopien tehtävät, ja ne hyväksyttiin tutkimuksen ohjausryhmässä pienillä muutoksilla täydennettynä. Workshopeissa tutkijat alustivat tehtävät ja toimivat kirjureina.

Osallistujiksi workshopeihin valittiin yrityksistä pääasiassa sellaisia henkilöitä, jotka tekevät eniten yhteistyötä kaupallisissa asioissa ja rakennusprojekteissa. Mallinnuksella tavoiteltiin yhteisen näkemyksen syntymistä yritysten todellisesta toiminnasta. Lisäksi mallinnuksella tavoiteltiin mm. avoimen ja luottamuksellisen kehitysilmäpiirin luomista sekä yhteisen kielen löytämistä.

Liiketoimintaprosessin mallintamisessa keskityttiin rakennushankkeen valmisteluvaiheeseen. Mallinnuksessa vastattiin kysymykseen: Mitä tehdään ennen kuin rakentaminen voidaan aloittaa? Mallinnuksessa kartoitettiin osapuolet, keskeiset osaprosessit ja toiminnot sekä tietovirrat. Lisäksi keskusteluissa esiin nousseet kehittämisehdotukset ja ongelmakohdat tallennettiin ja ne esitetään taulukoissa 1–3. Mallinnus tapahtui YIT Rakennus Oy:n ja Parma Oy:n yhteisessä workshopissa. Kuvassa 11 on yhteenveto suunnittelijan, elementtitoimittajan ja rakentajan yhteisestä hankkeen valmisteluprosessista.

Ensimmäisessä mallinnusworkshopissa 18.4.2002 tehtiin seuraavat ryhmätyöt:

1. Laadittiin seinäteknikalla Parma Oy:n ja YIT Rakennus Oy:n yhteisten toimintojen prosessikaavio ennen työmaan perustamisvaihetta. Kaaviossa esitettiin muun muassa "tarjouspyynnöstä tilaukseen" -prosessi sekä elementtien suunnitteluprosessi. Mallinnuksen yhteydessä tallennettiin myös osallistujien mainitsemat kehitysehdotukset ja prosessin ongelmakohdat muistiin. Liite 1.
2. Yritysosapuolet listasivat toistensa vahvuuksia ja kehittämistarpeita seinätaululle ja esittelivät tulokset toisilleen.
3. Laadittiin seinäteknikalla YIT Rakennus Oy:n sisäinen ja kolmansiin osapuoliin kohdistuva hankkeen valmisteluprosessi. Keskeisin sisältö oli asuntotuotannon markkinoinnin kuvaamisessa. Liite 2.
4. Laadittiin seinäteknikalla Parma Oy:n sisäinen ja kolmansiin osapuoliin kohdistuva hankkeen valmisteluprosessi. Keskeisintä sisältöä olivat tarjouslaskennan ja elementtisuunnittelun prosessit. Liite 3.

Workshopiin osallistui seitsemän henkilöä YIT Rakennus Oy:stä, viisi Parma Oy:stä ja kolme VTT:ltä. Vaikka osallistujien lukumäärä oli varsin suuri ja heti alusta alkaen mallintamiseen osallistui henkilöitä molemmista yrityksistä, oli ilmapiiri avoin ja luottamuksellinen. Osallistuminen ryhmiin vaikutti myös tasa-arvoiselta, ja kaikki osallistujat olivat ennakkoluulottomasti ja tasapuolisesti mukana keskusteluissa. Avoin ja ennakkoluuloton ilmapiiri säilyi pääsääntöisesti kaikissa myöhemmissäkin workshoppeissa.

Keväällä 2002 järjestetyssä toisessa workshopissa mallinnettiin työmaan ohjausprosessit sellaisena kuin osallistujat sen käsittivät. Samalla kerättiin tietoa prosessin ongelmakohdista ja kehitysideoita (taulukko 4).

Toisessa mallinnusworkshopissa 29.4.2002 tehtiin seuraavat ryhmätyöt:

1. Laadittiin seinätekniikalla runkorakentamisen tuotannon sisältö (tuotantoprosessi) ja työmaan ohjausprosessien nykytilanteen kaavio. Kaaviossa esitettiin tuotannon-suunnittelu-, kustannusohjaus-, laadunhallinta-, tiedonhallinta- ja yhteistoimintaprosessit sekä prosessien kehitysideat ja ongelmakohdat. Liite 4.
2. Mallinnettiin työmaan turvallisuusjohtamisprosessit turvallisuustutkijan johtamalla keskustelulla. Keskustelun tulokset esitetään myös liitteessä 4.

Mallinnuksen jälkeen pidettiin vielä ohjausryhmän kokous, jossa käsiteltiin ohjausryhmän arvio liiketoimintaprosessien mallinnuksen riittävydestä ja jatkotoimenpiteistä. Seuraavassa on ohjausryhmän kommentteja liiketoimintaprosessien mallintamisesta:

- Onko oltu riittävän rehellisiä?
- Aina ei mene, niin kuin on ohjeistettu.
- Hankekohtaisia eroavaisuuksia on.
- Omaa suunnittelunohjausta parannettava.
- Työnjakoa muuttamalla voidaan vähentää työmäärää.
- Työmaalla työskentely toimii.
- Valmistelutyö lisää kiinteitä kustannuksia; vaikea perustella.
- Kustannusseuranta ja ennusteet pitävät hyvin paikkansa.
- Yleisaikataulu ei pidä; ensimmäiset kerrokset ovat hitaampia.
- "Pakkopisteet" (eli katselmukset) on hyvä sopia.

Ohjausryhmä totesi lopuksi mallinnuksen olleen riittävää, mutta kehitettävien prosessien mallinnusta voitaisiin tarvittaessa jatkaa tarkemmin. Myöhemmin tutkijat tutustuivat vielä yksityiskohtaisemmin elementtien suunnitteluprosessiin ja turvallisuustutkijat tutustuivat turvallisuusjohtamisprosessin käytännön toteutukseen ja selvittivät yksityiskohtaisesti yrityksen turvallisuuskulttuuria. Elokuussa 2002 pidettiin workshop, jossa YIT Rakennus Oy:n Tampereen talonrakennusyksikön johdon edustajat arvioivat yksikön turvallisuuskulttuurin piirteitä ja niiden ilmenemistä käytännön työskentelyssä. Arvioinnissa käytettiin VTT:n kehittämää turvallisuuskulttuurin arviointimittaria.

Videointi

Runkorakentamisen tuotantoprosessia havainnoitiin videoimalla kahdella työmaalla elementtien asennusta. Asunto Oy Aleksandranhovin kolmannesta asennuslohkosta videoitiin 16.4. ja 31.5.2002 välisenä aikana kerrokset 2–6 ja Asunto Oy Koskenkohinan toisesta asennuslohkosta 2.8. ja 9.9.2002 välisenä aikana kerrokset 3–6. Viimemainitulla työmaalla noudatettiin tuotannossa ns. "kerralla valmis holvi" -menetelmää, jossa kaikki välipohjan asennukset tehdään ennen saumavaluja ja märkätilojen pintabetonoinnit tehdään ennen seuraavan holvin asentamista. Työmaiden videoinnissa käytettiin menetel-

mänä aikaviivevideointia, jossa viikon seuranta nauhoitettiin nopeutettuna kolmen tunnin kasetille. Aleksandranhovin työmaalla videoitiin lisäksi julkisivu-, väliseinä-, parveke- ja hormielementtien asennusta normaalinopeudella.

Aikaviivevideoinnista tallennettiin yksittäisten elementtien asennuksen alkuaika taulukkoon tilastollista käsittelyä varten. Peräkkäisten elementtien asennuksen alkuaikojen erotus kertoi yksittäisten elementtien asennusajan (T2-ajan). Taulukko analysoitiin SPSS-ohjelmalla. Aineistoa analysoimalla saatiin tietoa mm. elementtien asennusaikojen keskiarvoista sekä jakaumista. Myös taukojen ja häiriöiden merkityksestä saatiin esiin merkittävää tietoa. Liitteissä 6a ja 6b on tilastoja aikaviivevideoinnista.

Elementtityyppikohtaisista videoista arvioitiin subjektiivisesti työn organisointia, tehokkuutta, ergonomiaa ja turvallisuutta.

Valokuvaus

Elementtityön mallintamisessa kolmas havainnointimenetelmä oli yhden viikon ajalta rungon sisällä tehtävien töiden seuranta, valokuvaaminen ja ongelmakohtien kartoitus. Seuranta suoritettiin, kun elementtiasennus oli edennyt viidenteen kerrokseen. Seurannalla ja valokuvauksella saatiin aikaan kattava kooste runkorakentamisen ongelmakohtista. Kuvassa 7 on esimerkki piikkaustyöstä. Vaikka piikkaustyö on vähäinen, on sen merkitys kuitenkin melkoinen. Piikkaustyön aikana torninosturi seisoo ja asennusryhmän muiden jäsenten työskentely on tehotonta. Piikkaaminen osoittaa myös sen, että suunnittelu-, valmistus- tai asennusprosessissa on ollut häiriö jo aikaisemmassa vaiheessa.



Kuva 7. Parvekkeen kannakkeen paikoilleen sovittaminen on vaatinut piikkausta. Periaatteessa kaikki tarvittava on olemassa eli kannake ja suunniteltu varaus. Valmistus- ja asennustarkkuus tai toleranssit eivät kuitenkaan ole olleet riittäviä. Tällaisten ongelmien ratkaiseminen ei ole vaikeaa, kun suunnittelu-, valmistus- ja asennusosapuolet saadaan yhdessä ratkomaan ongelmaa.

Valokuvia käytettiin apuna ohjaus- ja tukiryhmän kokouksissa sekä työpalaverissa ja workshoppeissa. Tutkimuksessa otettiin digitaalikameralla yhteensä noin 270 valokuvaa 18 erillisellä työmaakäynnillä. Valokuvat esittävät pääasiassa tyypillisiä ja hyviä työtapoja, mutta joukossa oli myös esimerkkejä suunnittelu-, valmistus- ja asennusvirheistä sekä työjärjestyksestä aiheutuvista ongelmista.

Haastattelut

Videoinnin ja valokuvaamisen yhteydessä työnjohtajia ja asentajia haastateltiin vapaamuotoisesti. Keskustelut painottuivat ongelmakohtien kartoittamiseen ja kehitysehdotusten esiin saamiseen.

Turvallisuusjohtamisprosessia mallinnettiin työmaan ohjausprosesseja selvittävässä workshopissa, jolloin yleisesti todettiin, että aina kaikki ei mene ohjeistuksen mukaan. Työmaahenkilöstön haastatteluilla haluttiin selvittää tarkemmin työmaan turvallisuuskäytäntöjä.

Haastattelut toteutettiin Asunto Oy Aleksandranhovin työmaalla ryhmä- ja yksilöhaastatteluina. Asennusryhmästä haastateltavana olivat asennusryhmän nokkamies ja asennusryhmään kuuluva työntekijä, joka vastasi kaiteiden asennuksesta. Jälkimmäinen toimi myös työmaan työsuojeluvalltuutettuna. Työnjohdosta haastatteluihin osallistuivat vastaava mestari ja työmaan asennustyönjohtaja, joka toimi asennustyönjohtajana työmaan aloituksessa ja kahden ensimmäisen portaan runkovaiheen aikana. Urakoitsijoiden työntekijöistä haastateltiin sähköasentajien nokkamiestä.

Haastattelutilanteessa tiedonkeruu kytkettiin vahvasti työn kulkuun ja työn tekemiseen. Samalla selvitettiin henkilöstön käsityksiä ja näkemyksiä riskeistä, turvallisuudesta ja turvallisuuden varmistamisesta.

2.2.3 Keskeisten osaprosessien ja kehityskohteiden arviointi

Nykykyvykkyyden arviointi perustuu prosessien mallinnukseen ja mittaamiseen. Mallintamisen tulokset on esitetty luvussa 3. Mallintamisvaiheen jälkeen tutkimuksen ohjausryhmässä valittiin kehitettävät osaprosessit. Ne tarkistettiin ja hyväksyttiin vielä tukiryhmän kokouksessa, jossa oli edustettuna YIT Rakennus Oy:n, Parma Oy:n ja A-Insinöörit Oy:n ylintä johtoa. Kehitettäväksi osaprosesseiksi valittiin

- tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessi
- suunnitteluprosessi
- työmaaprosessi
- ratkaisujen tuotteistamisprosessi.

2.2.4 Prosessien uudelleensuunnittelu

Prosessien uudelleensuunnittelu aloitettiin tavoitteiden asettamisella. Kehittämisessä ideoitiin ja suunniteltiin keinoja, joilla nykytilasta päästään tavoitettiin. Lähestymistapana oli muutostarpeiden ja mahdollisuuksien kartoittaminen ja niistä parhaimpien kehittäminen ja käyttöönotto.

Prosessien uudelleensuunnittelua tehtiin syksyllä 2002 neljässä puolen päivän mittaisessa workshopissa. Tutkijat valmistelivat workshopien aiheet ja keskeisimmät tehtävät. Tutkimuksen ohjausryhmässä ehdotukset viimeisteltiin.

Suunnitteluprosessia ja tarjouspyynnöstä tilaukseen -prosessia kehitettiin rinnakkain kahdessa ensimmäisessä workshopissa, koska niillä oli useita keskinäisiä riippuvuuksia. Tuotteistamis- ja työmaaprosessi olivat sen sijaan selkeämmin omia kokonaisuuksia, jotka kuitenkin piti linkittää "kokonaisprosessiin".

Workshopeissa tutkijat pyrkivät kannustamaan osallistujia ennakkoluulottomaan ja radikaaliin kehittämiseen. Ensimmäisten teemojen osalta kuitenkin oli pakko jättää pääosa vanhoista toimintatavoista ennalleen, koska esimerkiksi suunnitteluprosessin uudistaminen kokonaan puhtaalta pöydältä olisi ollut liian suuritöinen kehitysprojekti ja toisaalta myös lähtötilanteen prosesseissa valtaosa toiminnoista tehtiin tehokkaasti ja hyvin. Workshopeissa kysymys kuuluikin pelkistetysti ilmaistuna: "Minkä on muututtava kehitettävässä prosessissa?"

Ideointia aktivoitiin muun muassa seuraavilla (Tieturi 2002) lisäkysymyksillä:

- Onko prosesseissa turhia tai tarpeettomia tehtäviä?
- Onko osapuolten työnjako tarkoituksen mukainen?
- Kuinka hankintatoimi järjestetään?
- Kannattaisiko toimintoja keskittää tai hajauttaa?
- Tehostaisiko tehtävien hajauttaminen tai rinnakkaistaminen toimintaa?
- Voisiko kontrollin siirtää myöhemmäksi?
- Pitäisikö toimintoja siirtää asiakkaalle tai toimittajalle?
- Pitäisikö vaihtoehtoja vähentää tai lisätä?
- Voidaanko päätöksentekoa aikaistaa tai kannattaisiko päätöksentekoa siirtää myöhemmäksi?
- Voidaanko poistaa lisäarvoa tuottamattomia tehtäviä, kuten tulostaminen, kopiointi, hyväksyminen, tarkastaminen, lajittelu, järjesteleminen, lähettäminen, siirtäminen, vastaanottaminen, tallentaminen, korjaaminen, mittaaminen tai palauttaminen?

Suunnitteluprosessi

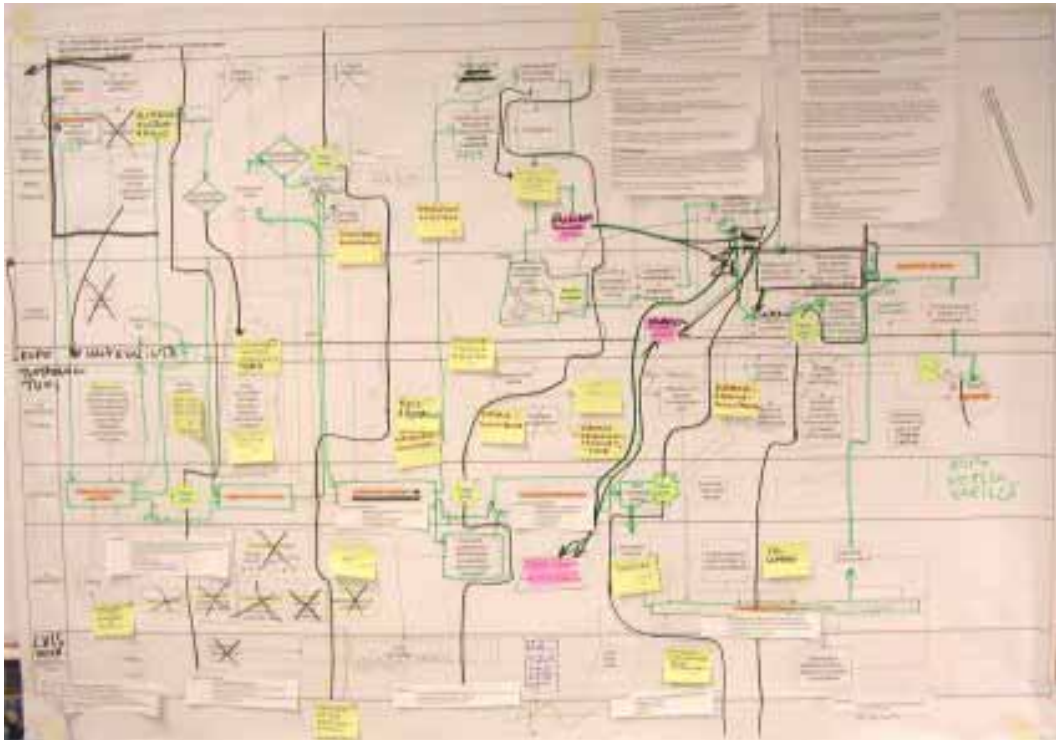
Nykytilan mallinnusvaiheessa suunnitteluprosessin ongelmina nähtiin mm. aikataulukysymykset, suunnitteluedellytysten puuttuminen ja yhteistyön puute.

Suunnitteluprosessin uudelleensuunnittelussa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

- 1) Mitkä ovat tärkeimmät muutokset nykyiseen suunnitteluprosessiin? Mitä konkreettisia muutoksia tehdään, jotta:
 - Suunnittelijoiden suunnitteluedellytykset voidaan taata?
 - Suunnitelmien yhteensovittamisessa onnistutaan?
 - Työmaan, elementtitehtaan ja elementtisuunnittelijoiden tarpeita voidaan ottaa paremmin huomioon jo rakennussuunnittelun alkuvaiheessa?
 - Rakennushankkeen valmisteluaikaa voidaan lyhentää suunnitteluaikaa vähentämättä?
- 2) Mitä katselmuksia (pakkopisteitä) prosessissa tarvitaan? Mitkä ovat edellytykset prosessin eri vaiheiden etenemiseksi ja mitä tuloksia eri vaiheissa syntyy?
- 3) Mitä muutoksia prosessiympäristöön pitää tehdä?

- 4) Kuinka muutokset viedään käytäntöön, aikataulu, mitä tarvitaan,..., työryhmien jatkokyöskentely.

Suunnitteluprosessin kehittämisessä keskityttiin siis suunnitteluedellytysten varmistamiseen ja selvittämään entistä tarkemmin sitä, miten tietovirtojen tulee kulkea. Kuvassa 8 on esimerkki suunnitteluprosessin muutosten kehittelystä.



Kuva 8. Suunnitteluprosessi- ja tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessikaaviot yhdistettiin ja pelkistettiin workshopeissa yhdeksi prosessikaavioksi.

Tarjouksesta tilaukseen -prosessi

Tarjouspyyntö-tarjous-tarjousten käsittely-tilausprosessissa keskeisimpiä kysymyksiä olivat aikataulut, hinnoitteluperusteet ja suunnittelusopimukset. Kustannusten hallinta ja ennakointi koettiin vaikeaksi elementtitoimituksissa. Tinkiminen ja epävarmuus rakentamisen lopullisesta alkamisesta olivat usein viivästyttäneet päätösten tekoa siten, että lopulta oli päädytty kiiretoimituksiin.

Tarjouspyyntö-tarjous-tarjousten käsittely-tilausprosessin uudelleensuunnittelussa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

1. Mitkä ovat tärkeimmät muutokset nykyiseen tarjouspyyntö-, tarjous- ja tilausprosessiin?
2. Mitä katselmuksia (pakkopisteitä) prosessissa tarvitaan? Mitkä ovat edellytykset prosessin eri vaiheiden etenemiseksi ja mitä tuloksia eri vaiheissa syntyy?
3. Mitä muutoksia prosessiympäristöön pitää tehdä?
4. Kuinka muutokset viedään käytäntöön, aikataulu, mitä tarvitaan,..., työryhmien jatkokyöskentely.

Työmaaprosessi

Työmaaprosessin kehittämisessä etsittiin keinoja piikkauksen, oikomisen ja jälkivalujen vähentämiseen sekä työturvallisuuden parantamiseen. Kehittämistä ohjattiin kahdella periaatteella, "runko kerralla kuntoon" ja "työketjun hallinta". "Runko kerralla kuntoon"-menetelmällä tavoitellaan suurempia työkokonaisuuksia, joissa oikealla työjärjestyksellä ja huolellisella viimeistelyllä pyritään luovuttamaan oma työkokonaisuus seuraajille virheettömästi. Työketjun hallinnalla pyritään siihen, että kukin työvaihe voidaan suorittaa alusta loppuun häiriöttömästi.

Nykytilan mallintamisessa kehittämisalueiksi nousivat yhteisen aikataulun aikaansaaminen ja siitä kiinnipitäminen sekä tiedonkulun kehittäminen.

Työmaaprosessin uudelleensuunnittelussa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

1. Mitä hyvää ja mitä kehitettävää on "kerralla valmis holvi" -menetelmässä?
2. Mihin muuhun "kerralla valmista" -menetelmää voidaan soveltaa?
3. Työketjun hallinta – kuinka tekemisen edellytykset varmistetaan työmaalla?
4. Työmaan tiedonhallinta ja yhteistyö – Mitä tietoa eri osapuolet haluavat saada työmaalta, ja mitä tietoa työnjohtajat haluavat kertoa eri osapuolille?
5. Kuinka päivän päätökset viedään käytäntöön; aikataulu, mitä tarvitaan...?

Workshopissa kehittämistä ohjattiin mm. seuraavilla lisäkysymyksillä:

- Kuinka elementtien optimaalisen valmistusjärjestyksen ja työmaalla tehtävän asennusjärjestyksen välinen ristiriita ratkaistaan?
- Kuinka elementtien valmistajien ja elementtien asentajien välillä tarvittavaa tiedonkulkua parannetaan?
- Kuinka häiriöitä vähennetään asennusprosessissa?
- Kuinka työtapaturmien määrää vähennetään?
- Kuinka työntekijöiden sitouttaminen tehokkaan prosessin edellyttämiin toimintatapoihin (esim. kerralla valmis välipohja) hoidetaan?
- Kuinka asennusprosessin teknisten ratkaisujen kehittäminen (esimerkiksi pidemmälle esivalmistetut rakennusosat, jälkiasennettavat parvekkeet) hoidetaan?

Tuotteistamisprosessi

Nykytilan mallintamisessa pidettiin tärkeänä tuotekehityksen tehostamista, palautekäytännön parantamista ja hyvien suunnitteluratkaisujen käytön lisäämistä. Ratkaisujen tuotteistamis-workshopissa tavoiteltiin työmaalla syntyvien ideoiden nykyistä tehokkaampaa käsittelyä ja niiden nopeampaa käyttöön saamista.

Ratkaisujen tuotteistamisprosessin uudelleensuunnittelussa pohdittiin seuraavia kysymyksiä:

1. Kuinka kehitystoiminnan yhteistyö järjestetään Tampereella kolmikannassa?
2. Kuinka aloitteiden ja palautteen käsittelyä voidaan tehostaa?
3. Kuinka tuotteistettujen runkoratkaisujen käyttöönottoa voidaan tehostaa?
4. Kuinka muutokset viedään käytäntöön? Aikataulu, mitä tarvitaan..., työryhmien perustaminen.

2.2.5 Uusien prosessien käyttöönoton suunnittelu ja ohjeistaminen

Tammikuussa 2003 järjestettiin yhteenveto-workshop, jossa arvioitiin prosessien muutosten vaikutuksia, hyötyjä, riskejä ja onnistumisen edellytyksiä. Tilaisuudessa määritettiin myös se, keitä muutokset koskevat ja kuka muutoksia johtaa sekä missä muutosten käyttöönottoa testataan ja mikä on testaamisen aikataulu.

2.2.6 Uudistettujen toimintatapojen testaaminen

Uudistettuja toimintatapoja eli lähinnä uusia katselmuksia kokeiltiin keväällä 2003 Asunto Oy Herrainhovin ja Asunto Oy Herrainmäen työmailla. Herrainmäen työmaalla testattiin prosessin loppupään katselmuksia, koska hankkeen suunnittelu oli jo valmistumassa. Herrainmäen työmaalla noudatettiin uutta prosessikaaviota ja tarkennettiin sen uudistettuja osia laajempaa käyttöä varten.

2.2.7 Tutkimuksen arviointi

Keskeisin menetelmä tutkimuksen arviointiin oli **tuki- ja ohjausryhmätyöskentely**. Ohjausryhmässä arvioitiin muun muassa tutkimusmenetelmiä, mallintamisen riittävyttä ja luotettavuutta sekä tutkijoiden ehdotuksia kehitettäväksi teemoiksi. Ohjausryhmä kokoontui vähintään silloin, kun tutkimuksessa siirryttiin vaiheesta seuraavaan.

Tutkimuksen tulosten käyttöönottoa seurattiin syksyyn 2003 asti puhelinhaastatteluilla ja sähköpostikyselyillä.

3. Kehitettävien prosessien alustava valinta, mallintamisen tulokset ja prosessien analysointi

3.1 Kehitettävien prosessien alustava valinta

Kehitettävien prosessien alustava valinta tehtiin yritysten johdon näkemysten perusteella. Seuraavassa esitetään yritysten johdon saatesanoja tutkimuksen toteutukseen.

YIT Rakennus Oy:n talonrakennuksen liiketoimintaryhmän johtaja Timo Lehmus kertoi YIT Rakennus Oy:llä olevan hankkeessa kaksi keskeistä näkökulmaa: asiakkuudet ja kumppanuudet. Tavoitteena on nostaa avoimuus ja luottamus uudelle tasolle sekä päästä osien optimoinnista kokonaisuuden optimointiin. Kytkenä turvallisuuteen ja ergonomiaan sopii erittäin hyvin runkoprosessihankkeeseen, koska YIT Rakennus Oy:llä on tavoitteena vähentää työtapaturmia vuosittain 10 % viiden vuoden aikajänteellä.

Muita tutkimuksessa huomioitavia seikkoja YIT Rakennus Oy:n kannalta ovat

- käytön ajan asiat
- asunnon ostajan toiveet
- toteutussuunnitelmien kehitystarpeet
- molemmille osapuolille paremman liiketoiminnan synnyttäminen
- avoimuus ja luottamus.

YIT Rakennus Oy:n talonrakentamisen tavoitteet vuodelle 2002 ovat: Paras palvelu, jatkuva oppiminen, hyvä tulos ja toimiva yhteistyö. Kaikki teemat sopivat hyvin alka-vaan re-engineering-hankkeeseen.

Parma Oy:n varatoimitusjohtaja Kari Laukkanen kertoi Parma Oy:n lähtökohdan sopivan hyvin YIT Rakennus Oy:n lähtökohdan kanssa yhteen. Yritysten välillä on ole-massa valtakunnallinen kumppanuussopimus, jonka periaatteita pyritään tässä tutki-muksessa konkretisoimaan. Parma Oy:ssä kehitystoiminta on hajautettu eri yksiköihin ja eri henkilöille. Kehitystoimintaa tehdään asiakkaiden kanssa yhdessä.

Parma Oy:n asuntorakentamisen ydinstrategia koostuu

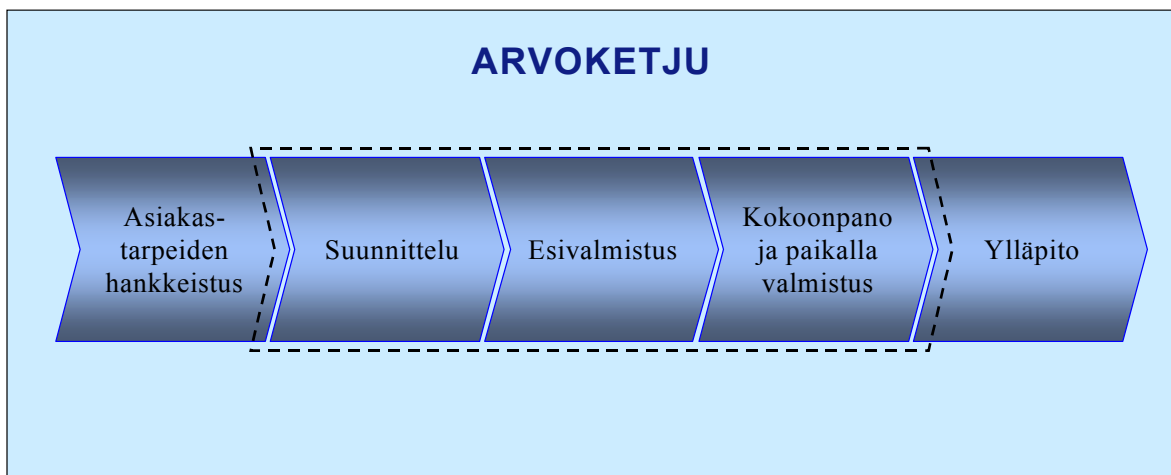
- asiakkuudesta & lisäarvon tuottamisesta
- verkottumisesta ja asiakkaan strategian huomioonotosta
- vastuu-, ohjaus- ja palautekäytännön kehittämistavoitteista.

Parma Oy:n tuotekehitystoiminnalla tähdätään

- kokonaisratkaisuihin
- sujuvaan paikalla rakentamiseen
- työmaalähtöiseen ajatteluun
- elinkaariominaisuuksien parantamiseen.

Vuoden 2001 ja edelleen vuonna 2002 ajankohtaisia tavoitteita ovat ekotehokkuus, laatujohtajuus, suunnitteluosaamisen ja vastuun laajentaminen sekä ICT ja kustannustehokkuus.

Tutkimuksen ohjausryhmässä päätettiin edellisten perusteella ottaa mallinnettaviksi tuotantoprosesseiksi elementtityöt ja täyselementtitekniikkaan liittyvät betonityöt sekä betonipintojen jälkityöt. Liiketoimintaprosesseissa päätettiin aloittaa YIT Rakennus Oy:n ja Parma Oy:n välisestä yhteisestä yleisen tason prosessista. Työturvallisuus päätettiin pitää edellisiin sisään kuuluvana kehittämisen osana eikä erillisenä ulkopuolisena kehittämistavoitteena. Yleisesti ottaen tutkimuksen kohteeksi muodostui siten kuvassa 9 esitetty rakentamisen arvoketjun keskiosa.

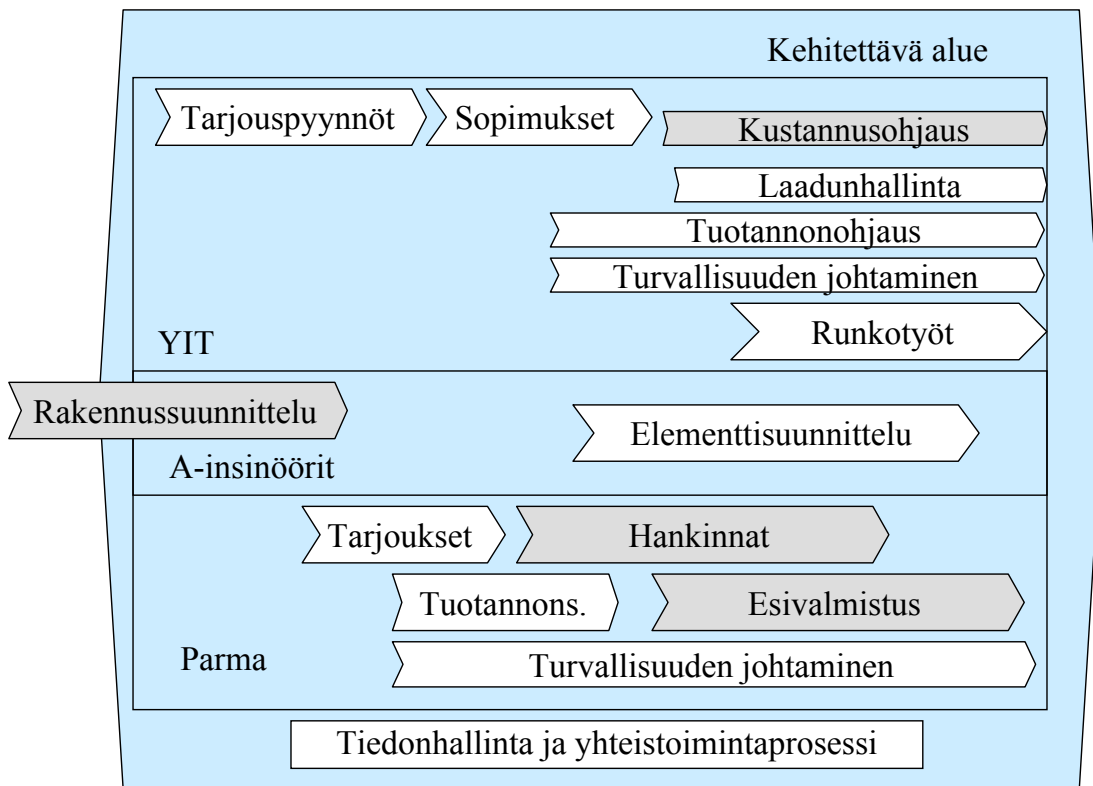


Kuva 9. Re-engineerin-hankeissa tarkastellaan pitkiä organisaatorajat ylittäviä prosesseja ja niissä pyritään lisäarvoa tuottavien toimintojen maksimointiin ja lisäarvoa tuottamattomien tehtävien karsimiseen. Tässä tutkimuksessa keskityttiin suunnittelu-esivalmistus-kokoonpanoprosessiin. Myös asiakkaiden tarpeet ja ylläpidon vaatimukset olivat mukana keskusteluissa.

3.2 Prosessien mallintamisen keskeisimmät tulokset

Mallinnus-workshopeissa keskeisiksi osaprosesseiksi nousivat hankkeen valmisteluvaiheesta suunnitteluprosessi ja "tarjouspyynnöstä tilaukseen" -prosessi. Työmaan ohjausprosessista turvallisuusprosessi oli jo etukäteen päätetty ottaa erityisesti tarkasteltavaksi. Etukäteen tiedettiin myös työmaan tuotannonohjaus-, laadunhallinta- ja kustannus-seurantaprosessien olevan oleellisia prosesseja. Mallinnuksen aikana edellisten rinnalle nousivat vielä tiedonhallinta- ja yhteistoimintaprosessit. Liitteissä 1–4 esitetään mallinnuksessa laaditut prosessikaaviot. Lisäksi mallinnus-workshopeissa saatiin 88 kehittämisidea tai mainintaa ongelmakohdista. Ne painottuivat suunnittelu-, suunnittelunoh-

jaus-, tuotannosuunnittelu- ja yhteistyökysymyksiin. Kuvassa 10 esitetään tutkimuksessa mallinnetuista prosesseista uudelleensuunnitteluun valitut prosessit.



Kuva 10. Kehittämisen painopisteeksi muodostui yritysten välisen yhteistyön parantaminen. Kehitettävät osaprosessit ovat valkoisella pohjalla.

Rungon aikaviivevideoinnista nähtiin, että seinien, ontelolaattojen, hormien ja portaiden asennustyö oli varsin tehokasta. Sen sijaan parvekepilareiden ja -laattojen asennuksessa esiintyi paljon häiriöitä. Ontelolaattojen paikoilleen nostoa seuraavat kaksi työpäivää herättivät seuraavia kysymyksiä:

- Nosturilla on vain vähän nostoja. Voisiko nosturin seisonta-aikaa lyhentää?
- Työntekijät kävelevät paljon ja ovat vain lyhyitä hetkiä työskentelemässä. Mistä tämä johtuu?
- Voisiko töitä limittää enemmän keston lyhentämiseksi?

Liitteissä 6a ja 6b esitetään aikaviivevideoinnista talletettuja asennusaikoja.

Asennustyövaiheiden videointi nosti esiin suunnitteluun, työn ergonomiaan ja työkaluihin liittyviä kysymyksiä. Työskentelyn seuranta rungon sisällä herätti ajatuksia kerralla valmiimman rungon aikaansaamiseksi ja jälkitöiden vähentämiseksi. Valokuvaamalla saatiin esiin suunnitteluprosessissa, elementtien valmistuksessa tai asennuksessa tapah-

tuneita virheitä ja puutteita eli piikkausta tai jälkivaluja vaativia yksityiskohtia. Työmaalla tehty seuranta osoitti suunnittelun merkityksen työn tehokkuuteen, turvallisuuden ja laatuun.

3.3 Prosessien analysointi

Eri mallinnus- ja havainnointimenetelmiä käyttämällä saatiin monipuolinen kuva nykyisestä runkorakentamisen prosesseista. Kullakin menetelmällä löytyi runsaasti kehittämistarpeita. Analyysivaiheessa haastavinta oli erotella oleelliset asiat epäoleellisista. Käytännössä tämä lajittelu tapahtui hyvässä vuorovaikutuksessa tutkijoiden ja tutkimuksen ohjausryhmän välillä. Vuorovaikutusta lisäsi se, että kaikki ohjausryhmän jäsenet osallistuivat molempiin mallinnus-workshopeihin.

Prosessien mallintamis-workshopeissa kuvattiin osallistujien näkemys todellisista toimintatavoista rakennushankkeissa. Sen lisäksi osallistujat esittivät kehittämistarpeita ja -ideoita prosesseihin. Näiden ideoiden perusteella nousivat **suunnittelu- ja sopimusky-symykset** keskeisimmiksi kehittämisen kohteiksi. Myös **yhteistyön, tiedonhallinnan ja tuotteistamisen** kehittämistarpeet olivat usein esillä.

3.3.1 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessin keskeisimmiksi kehittämiskohteiksi nousivat suunnittelunohjaus, suunnittelu, suunnittelusopimukset ja -aikataulut sekä yhteistyö. Kehittämisen tavoitteiksi muodostuivat suunnitteluedellytysten varmistaminen sekä eri suunnittelualojen suunnittelun oikea-aikaisuus, järjestys ja sopiva kesto.

Ryhmätöissä käydyissä keskusteluissa tuotannosuunnitteluprosessin ja rakennussuunnitteluprosessin limittämisellä ja osittaisella toisiinsa integroinnilla nähtiin olevan mahdollisuuksia saada rakennushankkeita paremmin haltuun. Eri osapuolten yhteistoiminnalla ja tiedonhallinnalla katsottiin olevan suuri merkitys tulevassa kehittämissvaiheessa. Merkittävä kysymys oli myös se, kuinka osapuolet saadaan sitoutumaan yhteisiin aikatauluihin. Taulukossa 1 esitetään mallinnuksessa esiinnousseet suunnittelualan kehittämistarpeet ja kehitysideat.

Taulukko 1. Nykytilan mallinnusworkshopeissa esitetyt suunnittelualan kehittämistarpeet ja kehitysideat.

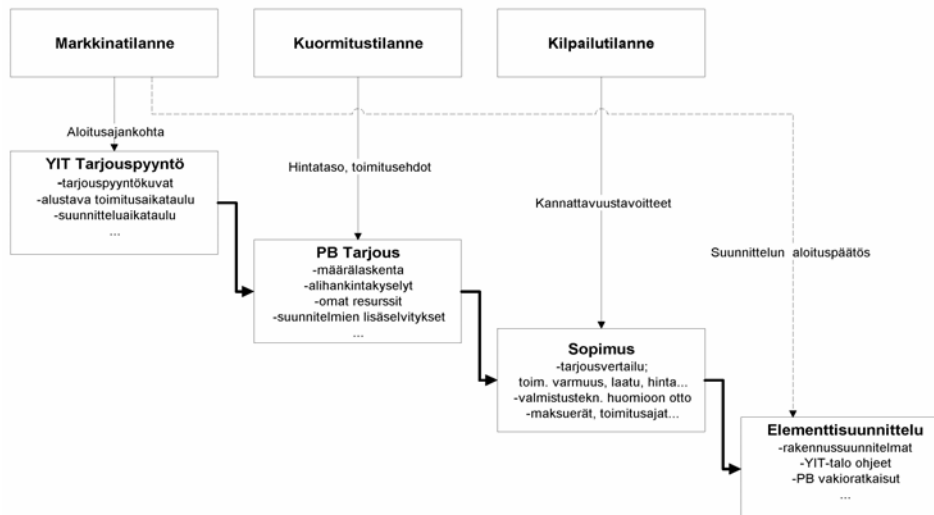
Suunnittelu	6–8 viikon ennako kuvissa – voidaan lyhentää
	Elementtisuunnittelusta vastuu Parmalle, Parman alihankintaa
	Elementtitarjouspyyntökuvat tehdään mitoittamattomien ark. pohjien perusteella
	Esitetäänkö suunnitelmissa oikeat asiat?
	Massamäärät? – Parman arvio, yksikköhinta tarjoukset
	Normaalista poikkeavat kivet
	S-suunnittelijan – S-urakoitsijan – elementtisuunnittelijan välinen työnjako
	Suunnitelmaristiriidat
	Suunnittelijoiden erot – sisältö – luotettavuus
	Suunnittelijoiden kilpailuttamisen lopettaminen
	Työselityksen sisältö – nyt on normikokoelma
	Viitteelliset suunnitelmat – hinnassa on epävarmuutta
	Välipohjan suunnittelunohjaus ontuu
Suunnittelu-aikataulu	Suunnitellaan oikeita asioita oikeaan aikaan – suunnittelu-aika tarvitaan
	Suunnittelu-aikataulu: 3–5 kuvaa / henkilötyöpäivä
	Suunnittelu-aikataulusta kiinni pitäminen
	Suunnittelu-aikataulu sopimukseen
Suunnittelu-edellytykset	Aloituspäätöksen lykkäys Hki – pp – aluejohtaja
	Elementtisuunnittelun lähtötietojen viivästyminen viivästyttää elementtisuunnittelua
	Lohkosuunnittelun – valmistuksen – asennuksen yhteensovitus
	Loppupäivämäärä tiedetään – kumppanuushankkeissa voitaisiin olla kaikki heti alussa mukana
	LVIS-suunnittelu mukaan aiemmin luonnossuunnitteluun
	LVIS-tarjouspyyntösuunnitelmien tilanne? LVIS-suunnitelmien vaikutukset elementtisuunnitteluun. Oikea suunnittelujärjestys.
	Lähtötiedot pitäisi olla valmiina ennen elementtisuunnittelun aloittamista
	Mitä elementtisuunnitteluun todella tarvitaan
	Rakennesuunnittelija enemmän mukaan luonnossuunnitteluvaiheeseen.
	Suunnitelmien valmiusaste
	Suunnittelijoiden välinen työnjako ristiriidassa käytännön kanssa / tarve
	Suunnittelukustannus on pieni, mutta suunnittelulla voi pilata paljon
	Voisiko elementtisuunnittelun lähtötiedot limittää
Suunnittelun ohjaus	Mahdottomat työmenetelmät suunnitelmissa
	Suunnittelun ohjaus: kattomuoto, pohjat ja parvekkeet aikaisemmaksi
	Suunnittelunohjauksen jämäköittäminen
	Väestön suojan ja sen osien suunnittelu on elementtityön 1. tehtävä
Tiedon siirto	Ehjä tiedonkulku suunnittelussa
	Epäsäännölliset puhelut--> netti ja työmaakatselmukset
	LVI-reikäkierto – urakoitsijat eivät tarkista
	Mittakuvat välipohjista – ScaleCAD-suunnittelu (Parma)
	Projektipankki, projektikeskus
	ScaleCAD & projektikeskus käyttöön
	Sähkökierto
	Tieto aikataulumuutoksista
	Uudet suunnitteluvälineet
	YIT Rakennus Oy:n puolelta nimetty yhteyshenkilö

Kehittämistarpeita luokittelemalla päädyttiin seuraaviin kehittämisteemoihin:

- Suunnittelun kilpailuttamistarve kyseenalaistetaan samoin kuin suunnittelijoiden työnjako, suunnitelmien esitystapa ja niiden yhteensovittamismenettelyt. Kehittämissä etsitään menetelmiä suunnittelu-, valmistus-, asennus- ja kuljetusaikataulujen laatimiseen realistisiksi ja aikatauluista kiinni pitämiseen. Muutoksista sopimiseen laaditaan pelisäännöt. Suunnittelua tullaan tekemään vastaisuudessa **kolmitahoisena yhteistyönä: rakentaja – suunnittelija – elementtitoimittaja**.
- Tuotannosuunnittelua pyritään aikaistamaan. Asennus- ja valmistusteknisiä sekä turvallisuuteen liittyviä seikkoja pyritään tuomaan paremmin esille tuotesuunnittelun yhteydessä. Esimerkiksi lohkojako ja elementtien asennussuunta sekä väestönsuojan ja teknisten tilojen sijoittelu tulisi ottaa huomioon jo luonnossuunnittelussa. Tavoitteeksi asetetaan **tuotannosuunnittelun ja tuotesuunnittelun integrointi**
- Eri suunnittelijoiden tarvitsemat suunnittelun lähtötiedot käydään läpi ja prosessiin sovitaan tarvittavat katselmukset **suunnitteluedellytysten varmistamiseksi**.
- **Uusien suunnittelutyökalujen ja tiedonsiirtotekniikoiden käyttöönotolla** tuetaan runkoprosessin hallintaa. Esimerkiksi ScaleCADin ja Projektikeskuksen käyttöönotto suunnitellaan prosesseihin mukaan.

3.3.2 Tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessi

Kuvassa 11 on workshopien osallistujien näkemys keskeisistä hankkeen valmisteluprosesseista ja toiminnoista pelkistetyksi. Markkina-, kuormitus- ja kilpailutilanne ohjaavat prosessien toteutumista.



Kuva 11. Mallinnusworkshopissa rakennushankkeen keskeisimmiksi nousseet liiketoimintaprosessit runkorakentamisen näkökulmasta.

Kustannusten hallinta ja ennakointi koettiin vaikeaksi elementtitoimituksissa. Ontelolaattatoimitusten yksikköhintakaupoissa lopullinen tieto kustannuksista saadaan vasta koko hankkeen asennusten jälkeen. Tinkiminen ja epävarmuus rakentamisen lopullisesta alkamisesta viivästyttävät päätösten tekoa siten, että lopulta päädytään "kiiretoimituksiin". Taulukossa 2 esitetään mallinnuksessa esiin nousseet tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessin kehittämistarpeet ja kehitysideat.

Taulukko 2. Nykytilan mallinnusworkshopeissa esitetyt tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessin ongelmakohdat ja kehitysideat.

Hankeaikataulu	Kaikille yksi ja yhteinen suunnittelu- ja toimitusaikataulu
	Koko hankkeen aikataulu
	Tarjouksen teossa kiire
	Tarjous- ja sopimusaika on sopimuskysymys
	Toimitusajan tarkempi määrittäminen
Sopimus	Elementtikaupan hinta
	Julkisivuista myös yksikköhintakauppoja
	Kuinka elementtisuunnittelu tilataan – elementtisuunnittelun alkaminen
	Pilkkomisesta hallittuihin kokonaisuuksiin
	Seinien tarjouslaskennan kehittäminen; elementin hintaan vaikuttavat mm. sarjan pituus, aukot, pintamateriaali, rakennuksen muoto, hionnat, laatuluokka, toleranssiluokka
	Tarjouksen ehtojen läpikäynti; tarjouspyyntö <-> tarjous
	Toimituksen loppukustannusten tarkempi ennuste
	Vakiohinnoittelu – vakioratkaisuille vakiohinnat

Kehittämistarpeiden perusteella tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessin kehittämistavoiksi muodostuivat **elementtitarjousten hinnoittelun ja toimituksen loppukustannusten ennustamisen kehittäminen sekä toimitusten ja suunnittelun kilpailuttamistarpeen kyseenalaistaminen.**

3.3.3 Tuotteistamisprosessi

On yleisesti tiedossa, että tietyt ongelmat toistuvat projekti projektin jälkeen. Tässä tutkimuksessa etsittiin menetelmiä palautteen välittämiseksi osapuolilta toisille. Esimerkiksi kerroksen asennusten valmistuttua voitaisiin pitää määrämuotoinen katselmus, jossa mitattaisiin mm. suunnittelun, elementtien ja asennuksen laatua. Työmaan alussa palaute voisi vaikuttaa vielä samalle työmaalle, mutta pääpaino olisi kehittää tuleville projekteille parempia toimintatapoja.

Taulukko 3. Mallinnusworkshopeissa esitetyt tuotteistamisprosessin ongelmakohdat ja kehitysideat.

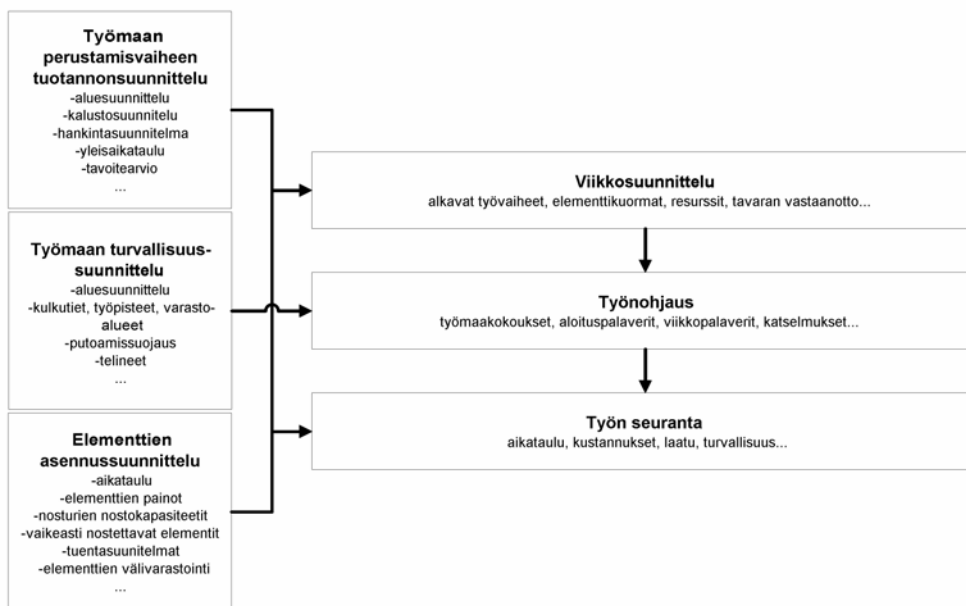
Palaute	Digi-silmä työmaalle; esimerkiksi reklamaatiot
	Elementtien mittavirheiden vähentäminen
	Kumppanuuspalaute usean arvioinnin tai palautteen sijaan
	Reklamaatiot: reagoitava heti --> palautejärjestelmä
	Suunnittelureklamointi Parma Oy -->YIT Rakennus Oy --> suunnittelija
	Työmaan palaute suunnittelijalle; myös positiivinen
Tuotekehitys	Elementtisuunnittelunohjauksen kehityshanke on käynnissä
	Markkinointi: YIT koti – Parma Paraati – Pintamateriaalit
	Parman vakioratkaisujen parempi hyväksikäyttö – enemmän aikaa
	Suunnitelmissa KH-ratkaisu – kolon suuruus
	Vaikeat porraselementit ja parvekkeet – jälkiasennus
	Yhteiset YIT-talokonseptit käyttöön
	YIT-talo / vakioratkaisut (3 mainintaa)
Katselmukset	Mallielementtikatselmuksesta tehdaskatselmukseen
	Pakkopisteet – katselmukset
	Tehdaskatselmuskäytäntö

Mallinnus-workshopeissa pidettiin tärkeänä tuotekehityksen tehostamista, palautekäytännön parantamista ja hyvien suunnitteluratkaisujen käytön lisäämistä (taulukko 3). Kehittämisen teemoiksi päätettiin:

- **Aloitetoimintaa aktivoidaan** kannustamalla työntekijöitä uusien turvallisuutta ja tuottavuutta parantavien työmenetelmien ja tuoteideoiden kehittämiseen. Työntekijöille annetaan nopea palaute siitä, kuinka omat ideat etenevät organisaatiossa.
- **Aloitteiden jatkokäsittelyssä** tarvitaan eri näkökulmien huomioonottamista ja mahdollista jatkokehittelyä, ennen kuin aloite voidaan ottaa käyttöön. Esimerkiksi valmistajien ja suunnittelijoiden osallistuminen jatkokäsittelyyn on usein suotavaa.
- Hyvät aloitteet ja käytännössä hyviksi todetut suunnittelu- ja toteutusratkaisut **tuotteistetaan** ja viedään suunnitteluprosessiin vakiokäytännöiksi.

3.3.4 Työmaan ohjausprosessit

Työmaan ohjaamiseen on olemassa useita hyviä menetelmiä. Kuvassa 12 esitetään workshopin perusteella keskeisiksi tunnistetut työmaan runkorakentamisen ohjausprosessit.



Kuva 12. Työmaan keskeiset ohjausprosessit workshopin perusteella.

Mallintamisen keskeisin johtopäätös oli se, että työmaan ongelmat johtuvat yleensä suunnitteluvaiheen puutteista. Näiden ongelmien korjaamiseksi työntekijöiden palaute suunnittelijoille pitää saada prosessiksi. ”Kerralla valmista” -menetelmä saataisiin näin myös suunnitteluun. Taulukossa 4 esitetään workshopissa esitetyt työmaaprosessin kehittämistarpeet.

Taulukko 4. Mallinnus-workshopeissa esitetyt työmaaprosessin kehittämistarpeet ja kehitysideat.

Koulutus	Asennusryhmä koulutuksen lisäys yhteistyönä
Tiedon siirto	Asennusjärjestyksen muutokset --> ylimääräiset valmistus kustannukset
	Elementtien valmistumisen seuranta
	Toimittavia tehtaita n on kpl (7) – koordinointi
	Toimitus eri tehtailta – käytäntö työmaalla
	Yksi toimittaja työmaalle --> yksi lasku määrävälein
Tuotannon suunnittelu	Elementtien väliavarastointi asianmukaiseksi
	Varautuminen häiriöihin toimitus- ja asennussuunnitelmissa
	Lohkottaminen (2 mainintaa)
	Tuotannosuunnittelun edellytysten parantaminen
Työmaan aikataulut	Asennus- / kuorman suunnittelu
	Kuljetus tehokkaammaksi
	Kuljetuskaluston tehoton käyttö
	Pitävä yhteinen asennusaikataulu
	Työmaa-aikataulu tarkemmin elementtien osalta

Nykytilan mallintamisessa tärkeimmiksi **kehittämisteemoiksi nousivat yhteisen aikataulun aikaansaaminen ja siitä kiinnipitäminen sekä tiedonkulun kehittäminen.**

3.3.5 Runkorakentamisen työmaaprosessi

Tehokkuus

Runkorakentamisen tuotantoprosessia havainnoitiin videoimalla kahdella työmaalla elementtien asennusta (kuvat 13 ja 14). Aikaviivevideoinnin tuloksista laskettiin elementtien asentamisen keskiarvoajat ja ylä- ja alakvartiiliajat.



Kuvat 13 ja 14. Runkoprosessia videoitiin torninosturista, mikä antaa hyvän näkökulman tuotantoprosessiin. Vasemmalla kuva Aleksandranhovin asennuslohkosta ja oikealla Koskenkohinasta.

Videoiden katseluvaiheessa voitiin tehdä joitakin johtopäätöksiä rungon asennusprosessista. Seuraavat havainnot tulivat selkeästi esiin videoista:

- Seinäelementtien ja ontelolaattojen asennus on nopeata ja tehokasta.
- Parveke-elementtien asennukseen liittyy monenlaisia ongelmia.
- Alimpien kerrosten porrasedimenttien asennus on huomattavasti hitaampaa kuin ylempien kerrosten.
- Hormielementtien asennus on nopeaa (jos niitä on saatu työmaalle).
- Ennen saumausta holvin ja alempien kerrosten välillä esiintyy paljon liikennettä. Ilmeisesti tarvikkeita ja työkaluja joudutaan etsiskelemään.
- Suunnitteluratkaisuilla, lohkojaolla ja "kerralla valmista" -menetelmällä on mahdollista nostaa tuottavuutta merkittävästi.

Aleksandranhovissa asennuslohkossa yhden kerroksen likimääräinen toteutusaikataulu oli seuraavanlainen:

- ulkoseinät 1 työpäivä
- väliseinät 1 työpäivä
- parveke-, hormi- ja porrasedimenttien asennus sekä holvin rauditus ja s-putkitukset 1,5 työpäivää
- saumaus 0,5 työpäivää.

Yksi kerros valmistui siten viidessä työpäivässä. Koskenkohinassa, jossa noudatettiin "kerralla valmista" -menetelmää, vastaavasti yksi kerros valmistui likimäärin kuudessa työpäivässä. Asennus poikkesi työmailla myös siten, että Aleksandranhovissa esimerkiksi yhden kerroksen ulkoseinät asennettiin yleensä yhden työpäivän aikana, samoin kuin väliseinät ja ontelolaatat. Koskenkohinassa sen sijaan vain ontelolaatat asennettiin yhden työpäivän aikana. Ulko- sekä väliseiniä asennus tapahtui 2–3 työpäivän aikana. Myöhemmin tehdystä tilastollisesta käsittelystä kävi ilmi, että Koskenkohinassa elementtikohtaiset asennusajat olivat pienemmät mutta lyhyitä taukoja oli enemmän.

Aikaviivevideoinnista tallennettiin asennuksen T2-ajat taulukkoon tilastollista käsittelyä varten. Taulukko analysoitiin SPSS-ohjelmalla. Aineistoa analysoimalla saatiin tietoa mm. elementtien asennusaikojen keskiarvoista sekä jakaumista. Myös taukojen ja häiriöiden merkityksestä saatiin tietoa. Uusien prosessien suunnitteluvaiheen ehdittiin saada käyttöön vain elementtien keskimääräiset asennusajat ja ylä- ja alakvartiilipisteet. Tässä luvussa esitettävät kuvat 15–20 laadittiin vasta tutkimusraportin kirjoitusvaiheessa.

Elementtien asennusajat talletettiin elementin saapumisesta kuvaruudulle seuraavan elementin saapumiseen. Yli kolmen minuutin pituiset tauot asennuksessa pyrittiin poistamaan elementtien asennusajoista. Asennusaikojen keskeisimmät tunnusluvut ovat taulukossa 5.

Taulukko 5. Videoanalyysin perustiedot. Molemmat työmaat yhteensä.

Toiminto / tehtävä	Havainnot [kpl]	Keskiarvo [h:min:s]	Keskihajonta [h:min:s]	Kokonaisaika [h:min]
Hormien asennus	87	0:06:19	0:02:59	9:10
Hormien siirto	7	0:24:42	0:17:43	2:53
Kylpyhuonevalut	4	3:17:15	0:40:28	13:09
Laataston saumaus	9	2:51:40	1:08:33	25:45
Ontelolaatat	356	0:04:32	0:03:00	26:56
Parvekelaatat	51	0:38:48	1:03:14	32:59
Parvekepielet	14	0:12:47	0:04:56	2:59
Parvekepilarit	46	0:11:20	0:22:18	8:42
Porrash. laatat	16	0:06:45	0:03:36	1:48
Portaan asennus	7	0:35:08	0:15:23	4:06
US-elementit	188	0:11:51	0:04:13	37:10
VS-elementit	160	0:10:46	0:05:17	28:44
Välivarastoinnit	9	1:34:20	0:41:37	14:09

Taulukossa 5 hormien asennuksella tarkoitetaan hormielementtien nostamista holvilta paikoilleen. Havaintojen tallennuksessa aika otettiin hormin irtoamisesta holvista seu-

raavan hormin irtoamiseen. Myös muiden elementtien aikahavaintojen tallennus on tapahtunut vastaavanlaisten jaksojen tallentamisena.

Hormien siirto tarkoittaa horminippujen nostoa työmaavarastosta holville. Kylpyhuoneevalut tehtiin toisella työmaalla ennen seuraavan holvin asennusta, minkä vuoksi havain-toja on vain neljän kerroksen osalta. Kerrosta käsiteltiin yhtenä havaintona, koska kerroksen märkätiloissa oli yhtä aikaa käynnissä eri työvaiheita. Kylpyhuoneevalun aika esitetään tässä betonin pumppauksen tai valuastialla siirron alkamisesta ensimmäisestä kylpyhuoneesta viimeisen kylpyhuoneen lattian betonipinnan hierron loppumiseen. Laastaston saumausta tehtiin sekä pumppubetonointina että valuastialla. Välivarastoinnilla tarkoitetaan kerrokseen varastoitavien täydentävien rakennusosien nostoaikaa kerrosta kohti. Tällaisia rakennusosia olivat ikkunat, saunojen kevyet seinäelementit, väliseinä-rangat ja kipsilevyt.

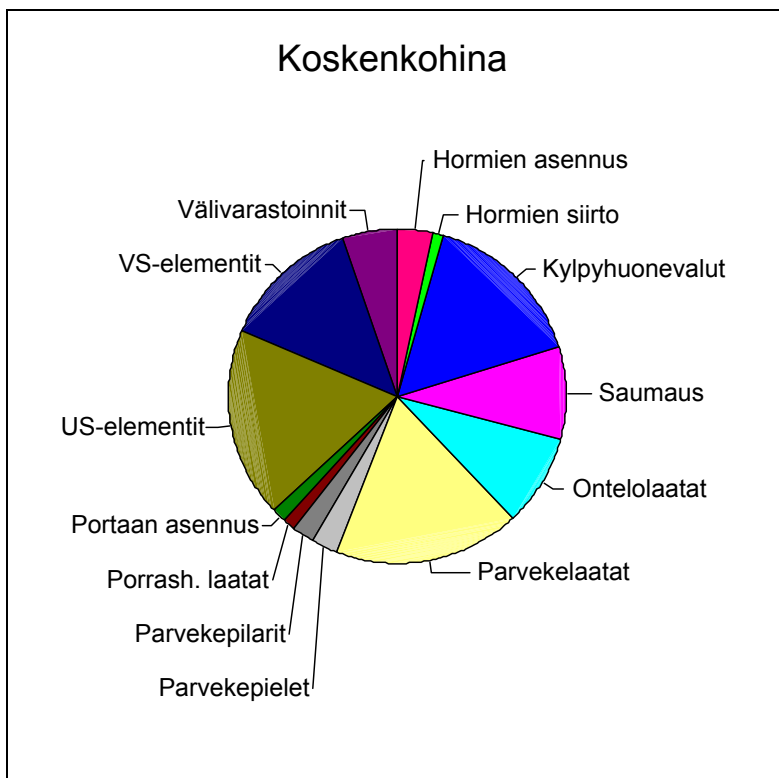
Hormien asennusaikojen keskiarvo oli 6 minuuttia 19 sekuntia ja keskihajonta 2 minuuttia 59 sekuntia. Keskihajonnalla tarkoitetaan sitä väliä, jonka sisällä on 2/3 havainnoista, mikäli aineisto on normaalijakauman mukainen. Elementtien asennuksessa näin ei kuitenkaan yleensä ole. Valtaosa elementeistä asennetaan nopeasti, mutta häiriöt ja ongelmat venyttävät joidenkin elementtien asennusaikaa erittäin paljon ja jakauma vinooutuu. Kuvissa 16–19 on havaittavissa tällaista lievää vinoutumista. Vaikka keskihajonnalla ei tässä yhteydessä ole tilastollista merkitystä, suuri keskihajonta verrattuna keskiarvoon paljastaa sen, että elementtien asennusajoissa on merkittäviä ajallisia eroja, mikä käytännössä tarkoittaa asennuksessa olevia häiriöitä. Tällainen tilanne on varsinkin parvekepilareiden ja -laattojen ollessa kyseessä.

Taulukossa esitetty kokonaisaika tarkoittaa kahdella työmaalla kyseisiin työvaiheisiin kokonaisuudessa käytettyä aikaa. Eniten aikaa käytettiin ulkoseinäelementtien asentamiseen, ja melkein yhtä paljon aikaa käytettiin parvekelaattojen asentamiseen, vaikka niitä oli määrällisesti vain hieman yli neljäsosa ulkoseinien määrästä. Sen lisäksi, että parvekkeiden asennuksessa esiintyi paljon häiriöitä, suurta asennuksen kokonaisaika selittää ehkä se, että parvekelaattojen asentaminen ei ole kriittisellä polulla.

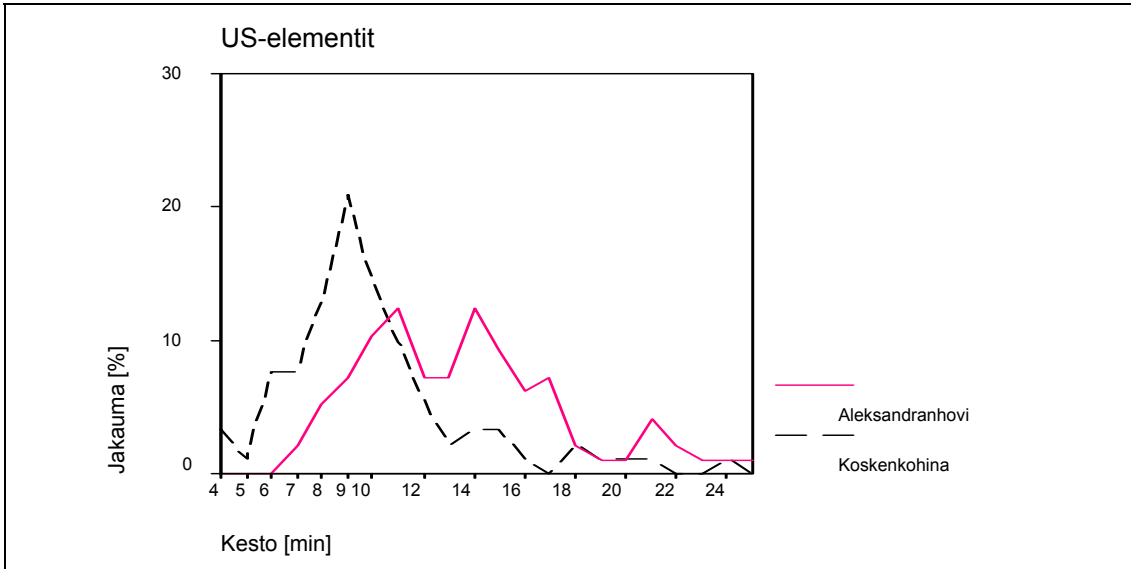
Kuvissa 15–16 esitetään rungon asennustöiden jakautuminen eri elementtitöihin. Kuvista nähdään, että ulkoseinä-, väliseinä-, parvekelaatta- ja ontelolaattaelementtien asentamiseen sekä holvin saumaukseen ja kylpyhuoneevaluihin kuluu eniten asennusaikaa. Kuvissa 17–20 esitetään kappalemäärällisesti laajimpien elementtitöiden asennusaikojen jakaumat.



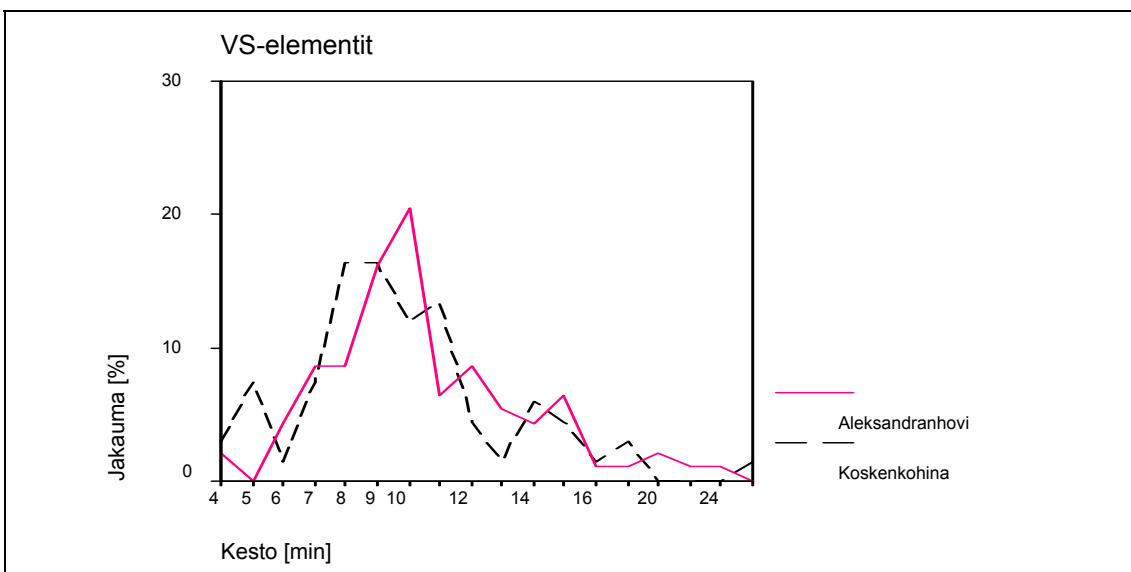
Kuva 15. Elementtityön keston jakautuminen eri työvaiheisiin ensimmäisellä mallinnustyömaalla. Huom. Osa työvaiheista voi olla yhtä aikaa käynnissä.



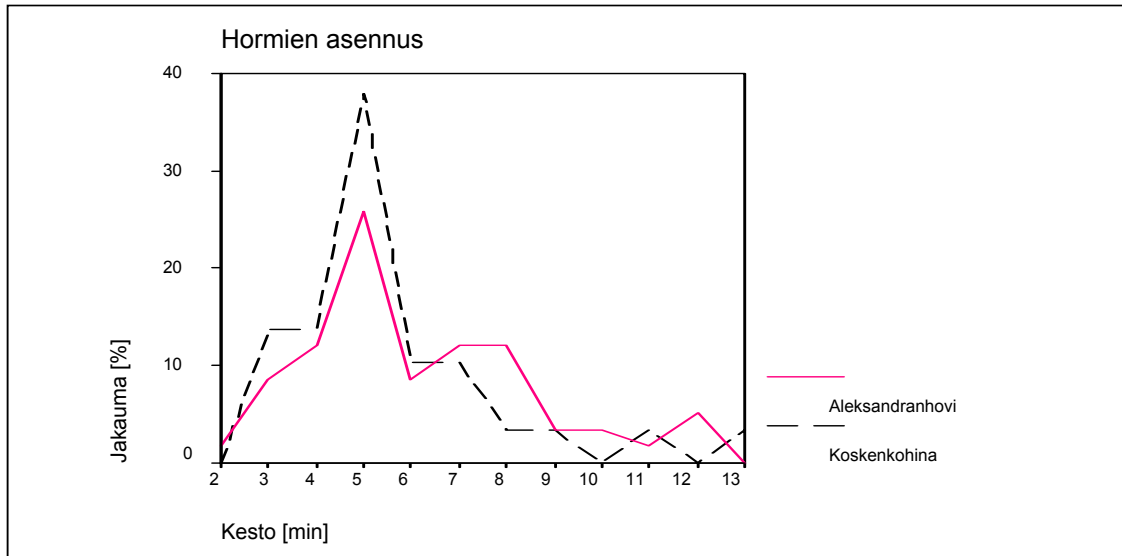
Kuva 16. Elementtityön keston jakautuminen eri työvaiheisiin toisella mallinnustyömaalla. Työmaalla noudatettiin ns. kerralla valmis holvi -menetelmää.



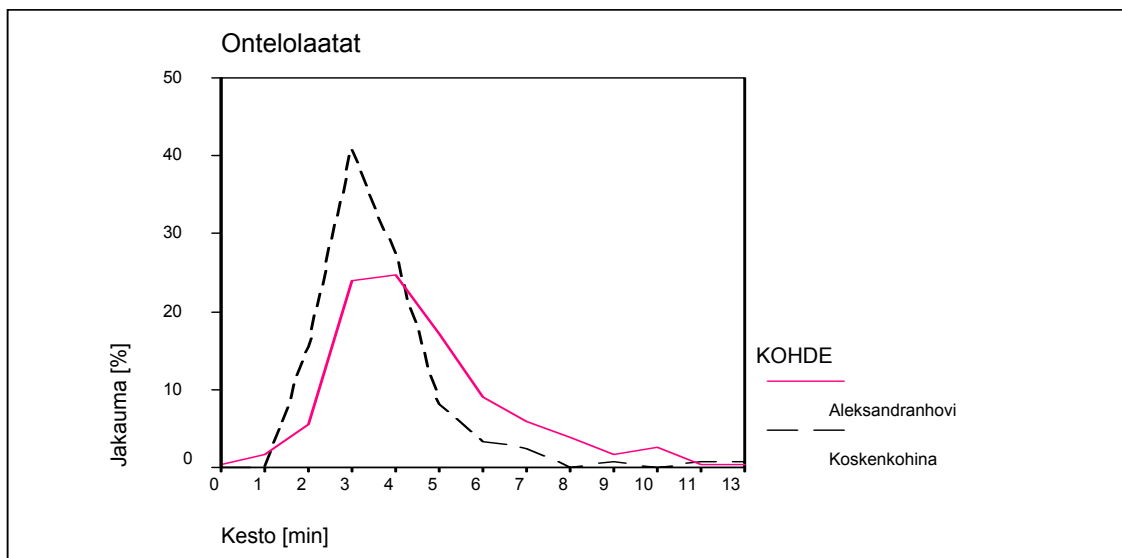
Kuva 17. Ulkoseinäelementtien keskimääräinen asennusaika oli 11 min 51 s. Asennusaikojen erot työmaiden välillä olivat tilastollisesti merkitseviä. Eron syytä ei analysoitu, mutta merkille pantavaa on että kerralla valmis holvi -menetelmää noudattaneella työmaalla asennusajat olivat lyhyemmät.



Kuva 18. Väliseinäelementtien keskimääräinen asennusaika oli 10 min 46 s. Asennusaikojen erot työmaiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 19. Hormielementtien keskimääräinen asennusaika oli 6 min 19 s. Asennusaikojen erot työmaiden välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 20. Ontelolaattojen keskimääräinen asennusaika oli 4 min 32 s. Ontelolaattojen asentaminen oli nopeampaa Koskenkohinan työmaalla, jolla noudatettiin kerralla valmista -menetelmää.

Turvallisuus

Keskeinen johtopäätös on, että hyvälle työmaan turvallisuustoiminnalle luodaan pohja jo suunnitteluvaiheessa. Riittävät lähtötiedot ja täsmennetyt vaatimukset turvallisuuden huomioimisesta kaikille hankkeen osapuolille luovat edellytyksiä työmaan turvallisuussuunnittelulle. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu jatkuu ja tarkentuu vaiheittain

koko rakennushankkeen ajan. Paremmalla suunnittelulla ja yhteistyöllä voidaan vähentää rakentamisajan turvallisuusongelmia.

Turvallisuuden ennakkosuunnittelu. YIT Rakennus Oy:n toimintajärjestelmässä on valmiita menettelyitä, joiden avulla on mahdollista huolehtia turvallisuuden ennakkosuunnittelusta. Näitä ei kuitenkaan hyödynnetä täysipainoisesti. Valinta on työmaan, joka voi kohdentaa resurssit turvallisuuden kannalta hyvin tai huonosti. Turvallisuuden hallintajärjestelmät ja turvallisuusjohtamiskäytännöt eivät varmista riittävästi sitä, että kaikki työmaat ovat tavoitellulla tasolla.

Suunnitelmat ja lähtötiedot. Työmaahenkilöstö kritisoi runsaasti suunnittelun virheitä ja suunnitelmien ennakkotarkastelun ja yhteensovittamisen puuttumista. Suunnittelun ongelmana voi kuitenkin olla tarvittavien lähtötietojen puutteellisuus.

Tilaaaja voisi vaatia, että suunnitelmissa esimerkiksi määritellään se, minkälaisella kaidetyypillä rakenneratkaisut on tarkoitus toteuttaa. Tai tilaaja voisi esittää käytettävissä olevat kaidetyypit, joille tulee rakenneratkaisuissa määrittää kiinnityspisteet. Näiden tietojen pohjalta suunnittelija voisi laatia rakennesuunnitelmat ottamalla huomioon puotamissuojauksen toteutuksen rakentamisvaiheessa.

Systemaattinen palaute työmaalta suunnittelijoille. Suunnittelijat eivät välttämättä saa systemaattisesti palautetietoa työmaalta rakentamisen aikana toimimattomista ratkaisuista. Kun yhteistyötä ollaan kehittämässä suunnittelijoiden ja työmaan välille, voisi turvallisuusratkaisujen tarkastelu olla yksi luonteva osa tätä toimintaa. Turvallisuusongelmat ovat kiinteässä yhteydessä muiden ongelmien esiintymiseen. Tarkasteltaessa laatuun tai työn tekemiseen liittyviä virhetilanteita eri osapuolten yhteisessä katselmuksessa voisi samalla varmistaa työn tekeminen turvallisesti – ilman riskin ottoa.

Järjestys ja siisteys. Työmaan järjestyksestä ja siisteydestä huolehtiminen tulisi ottaa näkyvämmiin kaikkien kanssa yhteiseksi tavoitteeksi. Jokaiselle tulisi määrittellä selkeät vastualueet ja tehtävät. Esineisiin satuttaminen sekä kaatuminen ja kompastuminen olivat vuoden 2001 tapaturmissa merkittävimmät tapaturmatyypit Tampereen alueyksikössä.

Vaaratekijät ja riskinotto. Siisteyden ja järjestyksen lisäksi kaikkia työmaalla työskenteleviä tulisi entistä paremmin kannustaa vaaratekijöiden ilmoittamiseen. Turvallisuustavoitteita laadittaessa tulisi asettaa määrällisiä tavoitteita myös turvallisuuteen liittyvien epäkohtien ja vaaratilanteiden (läheltä-piti-tilanteiden) ilmoittamiselle. Ilmoitusten tekemiseen voitaisiin motivoida esimerkiksi yksiköiden välisin kilpailuin.

TR-mittariin voisi lisätä havaintokohteita niin, että myös toiminta- ja työtavoista sekä käyttäytymisestä saataisiin laajemmin tietoja.

Nostotekniikka. Ontelolaattojen nostoihin liittyy paljon vaaratilanteita. Nostotekniikka ei ole kuitenkaan muuttunut vuosien varrella. Olisiko tässä jonkun teknisen kehitysratkaisun mahdollisuus?

Käyttäytyminen. Tukiryhmässä nostettiin esille myös jokaisen henkilökohtainen käyttäytyminen. Erityisesti esimiesten esimerkki ja myönteinen turvallisuusasenne kannustavat turvallisten työtapojen käyttöön. Lisäksi on oltava selkeät pelisäännöt, joita kaikki noudattavat.

Laatu

Asennustöitä seurattiin Asunto Oy Aleksandranhovin työmaalla yhden viikon aikana tehdyillä työmaakäynneillä. Käynneillä videoitiin elementtien asennustöitä ja valokuvattiin runkorakentamisen ongelmakohtia. Samalla keskusteltiin työntekijöiden kanssa runkorakentamisen kehittämistarpeista. Seuranta suoritettiin, kun elementtiasennus oli edennyt viidenteen kerrokseen. Keskeisimpinä johtopäätöksinä tästä seurannasta voidaan mainita:

- Varausten korkeusasemissa esiintyy paljon ongelmia.
- Piikkaus, oikomiset ja jälkivalut tuovat esiin koko prosessin ongelmat. Edellä mainituista töistä piikkaus ja jälkivalut ovat erittäin raskaita työntekijöille ja niiden vähentyminen näkyisi tehokkuuden parantumisen lisäksi myös työilmapiirin parane misena ja ehkä jopa sairauspoissaolojen määrässä.
- Piikkaustyö ei sinänsä ole suuri kustannuserä, mutta yleensä se on merkki siitä, että jokin työ on keskeytynyt, on etsitty piikkaajaa ja työntekijä on siirtynyt toiseen työhön. Varsinaisen tekemisen tehokkuus on laskenut tällöin erittäin merkittävästi.
- Ergonomian kehittämisessä on mahdollisuuksia.
- Työntekijöiden palaute suunnittelijoille pitää saada prosessiksi. "Kerralla valmista" -periaate voitaisiin saada siten myös suunnitteluun.
- Työturvallisuus, laatu ja tehokkuus eivät ole vastakkaisia tavoitteita. Päinvastoin oikein yhdistettynä ne tukevat toisiaan.

Kuvissa 21–25 esitetään tyypillisimpiä esimerkkejä elementtirakentamisen ongelmista. Vastaavanlaisia ongelmia esiintyy eri työmailla vuodesta toiseen jatkuvasti.



Kuva 21. Parvekeasennuksissa esiintyy usein erilaisia ongelmia, joiden ratkaiseminen vaatii paljon käsityötä.



Kuva 22. Rungon sisällä tehtävät jälkivalut ovat raskaita ja vaikeasti organisoitavia sekä turhia tehtäviä prosessissa.



Kuvat 23 ja 24. LVIS-varausten korkeusasemissa esiintyy paljon piikkaustarvetta, jota suunnittelijoiden ja asentajien yhteistyöllä voitaisiin varmasti vähentää. Muutoinkin yksi merkittävimmistä suunnittelun puutteista on korkeusasemien riittämätön huomioonotto järjestelmien (julkisivujen, parvekkeiden ja laatastojen) välillä.



Kuva 25. Asentajien työ on raskasta. Ergonomian parantamiseen löytyi tutkimuksessa useita keinoja.

Työmaaprosessin kehittäminen

Kehittämisen teemoiksi päätettiin analyysin jälkeen seuraavat asiakokonaisuudet:

- "Holvi kerralla kuntoon" -toteutustavasta on saatu hyviä kokemuksia Koskenkohinan työmaalta. Toteutustapaa kehitetään edelleen ja samalla sitä pyritään laajentamaan koko runkorakentamisen periaatteeksi: **"Runko kerralla kuntoon"**.
- **Asennuskatselmuksella** pyritään löytämään korjattavat ja piikattavat kohteet mahdollisimman nopeasti. Nopeilla korjauksilla saadaan varsinaisten edistävien työvaiheiden tekeminen nykyistä tehokkaammaksi ja turvallisemmaksi (betonia pyritään käsittelemään tuoreena eikä kovettuneena piikkaamalla). Jos virheet huomataan vasta seuraavaa työtä aloitettaessa, työ keskeytyy, korjaajan etsimiseen kuluu aikaa ja työskentelyä jatketaan ehkä epätarkoituksenmukaisessa järjestyksessä. Työmaan sujuva eteneminen varmistetaan **työketjun hallinnalla**.
- Työmaaprosessin keskeisimpiä haasteita ovat mm. aikatauluista kiinni pitäminen, laadun aikaansaanti, työturvallisuudesta huolehtiminen ja kannattavuus. Edellisten haasteiden saavuttaminen vaatii **yhteistyötä ja tiedonhallintaa**.

3.3.6 Työn tekeminen ja käytännön turvallisuusmenettelyt

Tulokset – työmaahenkilökunnan esille tuomat käsitykset työn tekemisestä ja käytännön turvallisuusmenettelyistä – on jaettu kahteen ryhmään: hyviin käytäntöihin ja ongelmatilanteisiin. Teksti pohjautuu haastateltavien käsityksiin ja kuvaa hyviä käytäntöjä ja ongelmia heidän kokeminaan myös silloin, kun niihin ei ole erikseen viitattu (esimerkiksi toteamalla: haastateltavien mielestä, haastateltavat kertoivat tms.).

Hyvät ja toimivat käytännöt

Haastateltavilla oli hyvä ja myönteinen kuva työn ja yhteistoiminnan sujumisesta YIT Rakennus Oy:n työmaalla. Eri työntekijäryhmien (elementtiasentajien, raudoittajien, sähköasentajien, ilmastointiasentajien, putkimiesten) töiden yhteensovittaminen on heidän mukaansa runkovaiheessa toiminut hyvin. Työmaan aloitusvaiheessa eri työryhmät olivat sopineet keskinäisestä yhteistoiminnasta.

YIT Rakennus Oy:llä on olemassa turvallisuusjärjestelmä, jonka puitteissa on hyvät mahdollisuudet huolehtia työmaan turvallisuudesta. Koetaan, että turvallisuuteen myös kannustetaan ja että yrityksessä on olemassa resursseja turvallisuudesta huolehtimiseen.

Koneisiin ja laitteisiin liittyen YIT Rakennus Oy:n työmaalla on selkeät käytännöt. Koneita on hyvin saatavilla, ja niiden rikkoutuessa korjauksesta huolehditaan välittömästi.

YIT Rakennus Oy:llä on oma kalustokeskus, josta on mahdollista saada työmaalle erilaisia turvallisuusvälineitä, esim. erityyppisiä kaiteita ja turvavaljaita.

Työmaan turvallisuusohjeen pohja löytyy turvallisuusjärjestelmän dokumenteista. Turvallisuusohje jaetaan kaikille työntekijöille ja urakoitsijoille jaettavaksi omille työntekijöilleen.

Runkorakentamisessa käytetään kokeneita ja ammattitaitoisia asennusryhmiä. Ryhmässä on aina nimettynä henkilö, joka vastaa kaiteiden asennuksesta sekä aukkojen suojauksista ja merkitsemisestä. Tämä koetaan hyväksi käytännöksi, näin kaiteet tulevat ripeästi asennettua ja aukot suojattua. Ryhmässä on sovittu selvä vastuujako työn tekemisessä. Yksi henkilö vetää asennustyötä ja tarkastaa, että asennuksessa kaikki menee asianmukaisesti.

TR-mittari on käytössä kaikilla työmailla. Arvioinnin tuloksia seurataan ja esille tulleita asioita käydään läpi viikkopalavereissa. TR-mittarilla saatuja prosenttilukuja arvostellaan sen vuoksi, että merkittävyydeltään erilaisia asioita arvioidaan samoilla arvoilla. Käytännön hyöty tulee kuitenkin siitä, että havaittuja puutteita ja vikoja kirjataan muistiin ja nimetään henkilö, jonka vastuulla on niiden korjaaminen.

Ongelmatilanteita

Työmaalla on erittäin vahva näkemys siitä, että arkkitehti- ja rakennesuunnitteluvaiheessa ei huomioida riittävästi käytännön toteutusta eli sitä, miten työ tehdään turvallisesti. Muun muassa elementteihin ei aina suunnitella kaiteiden kiinnityspisteitä. Koetaan myös, ettei eri suunnittelijoiden suunnitelmien yhteensovittamista tehdä ennakkoon. Työmaalla joudutaan usein ratkaisemaan toimimattomien suunnitelmien ongelmia. Näistä tilanteista ei anneta systemaattisesti palautetietoa suunnittelijoille. Haastateltavien mielestä merkittävimmät turvallisuusongelmat johtuvat juuri suunnittelun ongelmista.

Turvallisuuden ennakkosuunnittelu voi rakennushankkeessa jäädä melko pinnalliseksi. Käytännön toteutus työmaalla voi olla vaikeaa tai mahdotonta. Esimerkiksi Aleksandranhovin työmaalla suunniteltiin aloituspalaveri-katselmuksessa, että kierreportaat asennetaan paikalleen kaiteilla varustettuna. Työmaalla näin ei kuitenkaan pystytty tekemään vaan toteutus tehtiin toisin. Kierreportaasta ei käytetty kulkutienä ennen kaiteiden asennusta, koska tunnistettiin putoamisriski. Tässä tilanteessa päätettiin käyttää kulkutienä nojatikkaita, jotka eivät kuitenkaan täyttäneet työturvallisuusmääräyksiä. Kierreportaaseen saatiin asennettua kaiteet kahden päivän kuluessa. *Nojatikkaita saadaan käyttää vain tilapäisinä kulkuteinä, nostoapuvälineiden kiinnittämiseen ja irrottamiseen sekä muihin vastaaviin lyhytaikaisiin, kertaluonteisiin töihin, VNp 629/1994, 25 § 3 mom.*

Elementteihin liittyvät rakentamisen aikana esille tulevat virheet ja ongelmat aiheuttavat merkittävimmät turvallisuusriskit – sen lisäksi, että ne johtavat katkoksiin työssä ja hidastavat asennustyön etenemistä.

Määrällisesti merkittävin osuus elementtien ongelmista liittyy ontelolaattoihin. Ontelolaattojen nostojen turvallisuus on kyseenalaista silloin, kun nostetaan vakio mitoista poikkeavia laattoja. Kavennetuissa ja ohuemmissa ontelolaatoissa ei ole aina tarvittavia nostolenkkejä. Muita vikoja ovat ontelolaattojen murtumat. Ontelolaattojen urat poikkeavat toisistaan elementtejä toimittavasta tehtaasta riippuen, mikä vaikuttaa nostoapuvälineiden valintaan. Kiitosta sai kuitenkin se, että elementtitoimittaja oli järjestänyt asennustyöntekijöille koulutusta mm. siitä, miten huolehditaan paremmin turvallisuudesta elementtejä nostettaessa.

Normaaleissa perusrakennusratkaisuissa työmaalla huolehditaan turvallisuudesta yleensä hyvin. Poikkeavissa erikoisrakenteissa lipsutaan helpommin turvallisista menettelyistä.

Rakennustyöhön liittyy paljon määräyksiä ja vaatimuksia erilaisten asiakirjojen laatimiseksi. Dokumentoitujen suunnitelmien tarkoituksena on tukea käytännön turvallisuusmenettelyitä työmaalla. Näin ei kuitenkaan tilanne käytännössä aina ole. Turvallisuuteen liittyvät dokumentit laaditaan joskus yleisellä tasolla. Esimerkkinä on asennussuunnitelmassa esitetty putoamissuojaussuunnitelma: "huolehditaan putoamissuojauksista tarvittavissa paikoissa". Suunnittelua ei laadita kohteen yksilöllisistä tarpeista lähtien. Käytännössä työn tekeminen ja ongelmatilanteiden käsittely ovat asennustyöryhmän kokemuksen ja ammattitaidon varassa.

Työmaan aluesuunnitelma oli asennustyönjohtajan ja vastaavan mestarin mukaan laadittu työmaan runkovaiheessa. Sitä ei kuitenkaan ollut päivitetty rakennusvaiheittain rakentamisen edetessä. Työntekijät eivät muistaneet nähneensä runkovaiheeseen laadittua aluesuunnitelmaa.

Vaikka työmaan järjestys ja siisteys koetaan YIT Rakennus Oy:n työmailla yleensä hyväksi, niissä on kuitenkin kaikkien mielestä kehittämisen varaa. Järjestyksestä ja siisteydestä huolehtiminen yhteisesti ja sovitusti vähentää tyypillisten rakennustyömaalla sattuvien kompastumis- ja satuttamistapaturmien määrää.

Haastateltavat toivat esille vahvasti sen, että työmaan turvallisuustoiminnan tasoon vaikuttavat kaikki työmaalla työskentelevät ja heidän asenteensa. Hyvästä turvallisuusjärjestelmästä huolimatta vastuu turvallisuudesta huolehtimiseen jää työmaalle. Resurssit ovat käytettävissä – budjetissa pysyen. Mahdollisuudet turvallisuudesta huolehtimiseen ovat hyvät, mutta hyvät käytännöt voi vesittää huonolla asenteella ja hoitamalla turvallisuusasiat rimaa hipoen. Kaivataan jämakkaa ja turvallisuutta arvostavaa johtamista.

Hyvästä työmaan turvallisuuden hoidosta ei anneta palautetta. Sen sijaan palautetta annetaan varmasti, jos työmaan turvallisuudesta ei huolehdita asianmukaisesti. Tulospalkkiokeskusteluissa voi turvallisuudesta huolehtimisen itse niin halutessaan ottaa yhdeksi avaintulokseksi.

Työmaahenkilöstö esitti lisäksi seuraavat yksittäiset kehittämissuositukset:

- *laitekannan parantaminen*
- *työturvallisuuteen liittyvän palautetiedon vastaanotto ja käsittely*
- *toimivampia työtelineitä*
- *asennustyöhön halutaan kokeiltavaksi käytössä kevyempää alumiinirunkoista kankea*
- *sähköputkien ja raudoituksen asentamisen helpottamiseksi ehdotettiin ontelolaattojen reunan viistämistä.*

Turvallisuus päätettiin ottaa huomioon kaikissa edellä mainituissa kehittämissuosituksissa ja turvallisuuden kehittämisessä otettiin tavoitteeksi **rakentaa hyvät turvallisuusmenettelyt sisään uudelleensuunniteltaviin prosesseihin.**

4. Uudistetut prosessit

4.1 Prosessien kehittämisen tavoitteet

Mallintamisen ja analysoinnin seurauksena valittiin kehitettäväksi prosesseiksi 1) suunnittelu-tarjouspyyntö-tarjous-toimitusprosessi 2) ratkaisujen tuotteistamisprosessi ja 3) työmaaprosessi.

Uusien prosessien kehittäminen aloitettiin prosessien tavoitteiden alustavalla määrittämisellä, jotka on esitetty kuvassa 26. Tavoitteiden määrittämiseksi piti esittää alustavasti myös mahdollisia keinoja, kuinka tavoitteisiin päästäisiin.

Kehitettävä prosessi	SUUNNITTELUPROSESSI JA TARJOUSPYYNTÖ-TARJOUS-TILAUSPROSESSI	RATKAISUJEN TUOTTEISTAMINEN	TYÖMAAPROSESSI
Päätavoite ja kehittämis-näkökulmat	Prosessin tehostaminen paremman tiedonhallinnan avulla	Kehittämisen aktivointi yritysten yhteistyön avulla	Työn tuottavuuden ja turvallisuuden parantaminen yksinkertaistamalla prosessia
Keinoja	Kolmitahoinen yhteistyö: rakentaja - suunnittelija – elementtitoimittaja Tuotannosuunnittelun ja tuotesuunnittelun integrointi Uudet suunnittelutyökalut ja tiedonsiirtotekniikat Palauteprosessin kehittäminen ja ratkaisujen tuotteistaminen Turvallisuusjohtaminen		
	Suunnitteluedellytysten varmistaminen Katselmusten määrittäminen	Aloitetoiminnan aktivointi Aloitetoiminnan jalostaminen prosessiksi	Runko kerralla kuntoon Työketjun hallinta
Mittaus-kehikko ja viitteelliset tavoitteet	Aikatauluviivästyks ² (kpl) –50 % Tarjous-tilausprosessin läpimenoaika –3 vko Suunnittelupros. läpimenoaika –2 vko Suunnittelu-aika +10% Suunnittelu- ja valmistusvirheet –50 % Asennuskatselmuksen mittaristo	Edistettyjen aloitteiden määrä +100 % Käyttöön otetut uudistukset +20 %	Piikkaustyön määrä –50 % Tapaturmataajuus –50 % Turvallisuusriskit –50 % Runkovaiheen työtunnit –10 %

Kuva 26. Kehitettävät prosessit, päätavoitteet ja alustavia keinoja tavoitteisiin pääsemiseksi sekä alustavat mittarit.

Prosessien kehittämisessä tavoiteltiin tiedonhallinnan ja yhteistyön parantamista sekä toiminnan selkeyttämistä yksinkertaistamalla prosesseja. Kehittämisen vaikuttavuutta voidaan arvioida vain mittaamalla prosessien positiivisia tai negatiivisia tuloksia. Kuvan 26 alaosassa esitetään kehitettävien osaprosessien mittaamiseen soveltuvia mittareita ja esimerkinomaisia lukuja tavoitteiksi. Mittareiden laskentaperusteita selvitetään liitteessä 8.

4.2 Uudet prosessikuvaukset

Uusien prosessien suunnittelua tehtiin neljässä workshopissa marras–joulukuussa 2002 ja workshopien välillä pienryhmätyöskentelynä. Ennen workshoppeja osallistujille lähetettiin myös ennakkokysymyksiä kehitettävistä prosesseista.

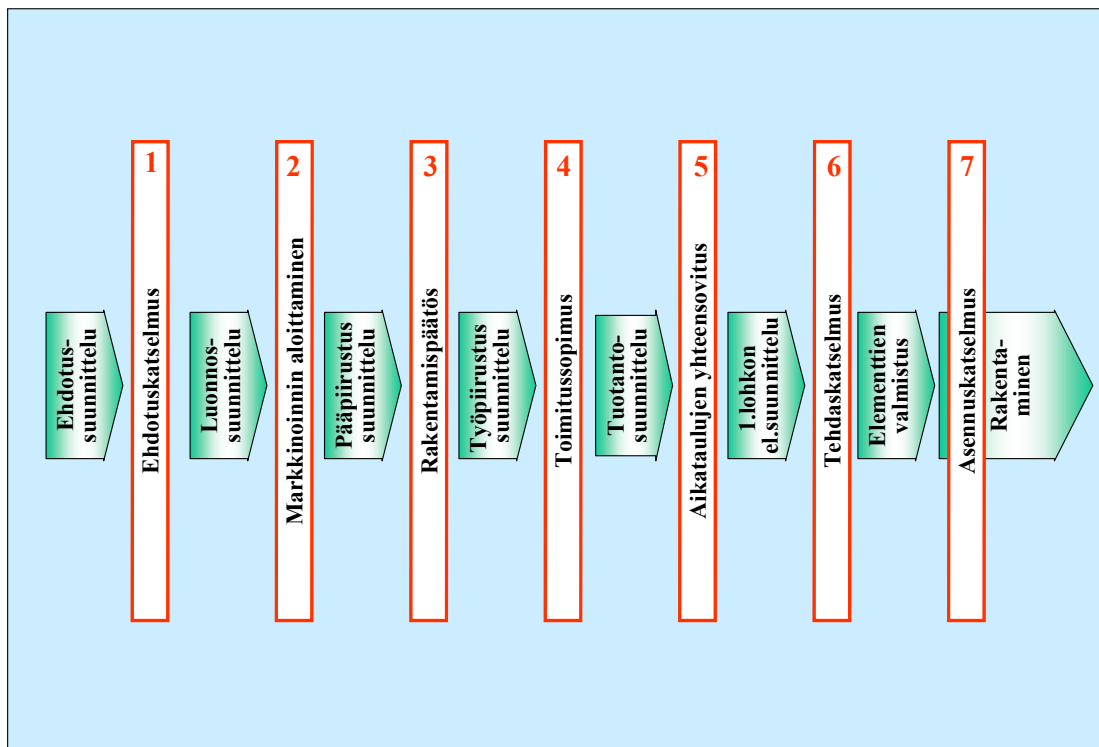
4.2.1 Suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessissa oli kehittämisen alussa lukuisia ongelmia. Ratkaisujen etsiminen aloitettiin tuplatiimitehtävällä: "Mitä suunnitteluprosessissa pitää muuttaa?" Nopeasti päädyttiin siihen, että yhteistyötä on tehtävä enemmän ja aikatauluista on pidettävä kiinni. Tuplatiimitehtävän tulokset esitetään taulukossa 6.

Taulukko 6. Tuplatiimitehtävän: "Mitä suunnitteluprosessissa muutetaan?" tulokset. Keskeisimmiksi muutosalueiksi nousivat suunnittelun ja aikataulun hallinta. Keinoista muiden yläpuolelle nousi yhteistyö eri osapuolien välillä. Tietotekniikan osuudeksi jäi prosessin tukeminen.

SUUNNITTELUN HALLINTA	AIKATAULUN HALLINTA	EHJÄ, REAALI-AIKAINEN TIEDONKULKU
Suunnittelupalaveri heti alussa & suunnitteluohjeet (eri osapuolet mukana & aikataulut) ++++ (SP)	Suunnitteluvaiheen vaiheistus (luonnosvaihe, urakkalaskentavaihe, toteutusvaihe) ++++++ (SP)	
Luonnosvaiheeseen elementti-tekniikan asiantuntemusta (peruslinjaukset lähtevät oikeaan suuntaan; arkkitehtiä silti kunnioittaen) ++ (SP)	Nykyistä selvästi voimakkaampi limittäminen (esivalmistus, yhteistyö) + (SP)	Tiedonsiirto sähköisesti ++ (SP)
Työmaan ja tehtaan edustaja suunnittelukokouksiin + (SP)		
ScaleCAD ++ (SP)		

Ideoinnissa päädyttiin katselmusten lisäämiseen prosessiin. Katselmuksia nimitettiin ensin "pakkopisteiksi" ja nimi jalostui nopeasti muotoon "rintamalinja". Pakkopiste kuvaa prosessissa olevia tiettyjä tehtäviä, jotka on pakko hoitaa hyvin, jotta prosessi voisi edetä tehokkaasti. Rintamalinja kuvaa hyvin sitä, että prosessissa on yhtä aikaa käynnissä useita osaprosesseja, joiden järjestyksen ja keskinäisten riippuvuuksien on oltava hyvin selvillä ja ne on otettava huomioon prosessin etenemisessä. Katselmuksissa siten varmistetaan, että tarvittavat selvitykset ja päätökset ovat valmiina prosessissa etenemisen kannalta.



Kuva 27. Suunnitteluprosessin uudistamisessa keskeisiksi menetelmiksi nousivat katselmukset, joissa varmistetaan, että suunnittelun, valmistuksen ja asentamisen edellytykset ovat kunnossa.

Prosessien muutosten suunnittelussa syntyi prosessin avainkohtiin katselmuksia ja joi-takin tehtäviä karsittiin pois (kuva 27). Lopuksi jäljelle jääneet tehtävät jaksotettiin pro-ssettiin katselmusten suhteen. Uudessa prosessissa päädyttiin seitsemään katselmukseen, jotka ovat

1. ehdotuskatselmus (3-kanta)
2. markkinoinnin aloittaminen (YIT)
3. rakentamisen aloituspäätös (YIT)
4. toimitussisällöstä sopiminen (3-kanta)
5. runko-, valmistus- ja suunnittelu-aikataulujen yhteensovitus (3-kanta)
6. tehdaskatselmus (3-kanta)
7. asennuskatselmus (3-kanta).

Seuraavassa kerrotaan yksityiskohtaisemmin siitä, mitkä tehtävät suunnitteluprosessissa on oltava kuhunkin katselmukseen mennessä tehtyinä – mukana on myös ko. prosessi-vaiheen keskeinen sisältö turvallisuuden näkökulmasta.

1. Ehdotuskatselmus kolmikannassa



Ehdotuskatselmuksessa on suurimmat mahdollisuudet vaikuttaa hankkeen rakennettavuuteen. Ensimmäisten arkkitehdin tekemien vaihtoehtoisten tontinkäyttösuunnitelmien perusteella voidaan arvioida esimerkiksi,

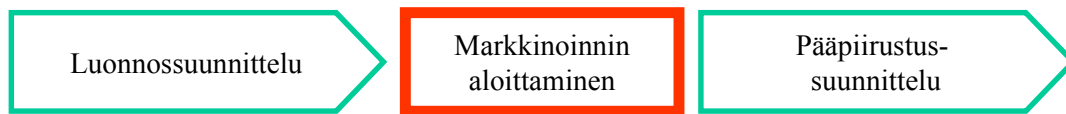
- kuinka varastoalueet, työmaatiet ja kulkureitit sijoitetaan
- mitä riskejä työmaalla ja sen lähiympäristössä on
- mitkä ovat torninosturin mahdolliset paikat
- mikä olisi tarkoituksenmukainen etenemisjärjestys rakentamisen kannalta ja mihin silloin kannattaa sijoittaa mm. väestönsuoja, lämmönjakuhuone ja muut tekniset tilat
- kuinka rakentaminen ja sen mukainen suunnittelu ja valmistus kannattaa lohkottaa.

Näiden asioiden käsittelyllä on mahdollisuus parantaa sekä taloudellisuutta että turvallisuutta. On selvää, että helposti rakennettava kohde on myös turvallinen rakentaa.

Katselmuksessa valitaan arkkitehdin tontinkäyttöehdotuksista toimivin suunnittelun pohjaksi ja arkkitehdille laaditaan muistio keskeisimmistä suunnittelussa huomioon otettavista seikoista. Ennen ehdotuskatselmusta tehdään myös päätös siitä, toimitaanko hankkeessa tämän uuden prosessimallin mukaan vai perinteisillä kilpailuttamismenetelmillä.

Kaikilla rakennushankkeeseen osallistuvilla on omat tehtävänsä rakennustyön turvallisuuden varmistamiseksi. Tässä rakentamisessa YIT Rakennus Oy:llä on sekä rakennuttajan että päätoteuttajan velvollisuudet. Rakennuttajana YIT Rakennus Oy edellyttää suunnittelijoilta työntekijöiden turvallisuuden ja terveellisyyden huomioon ottamista suunnittelun kaikissa vaiheissa. Suunnittelutoimeksiantoon sisällytetään vaatimus työturvallisuuden sisällyttämisestä piirustuksiin ja selostuksiin eli tuotesuunnitteluun. Näitä voidaan täydentää suunnitteluohjeella. Yksityiskohtaisesti vaatimukset voidaan esittää suunnitteluohjeessa, jossa esimerkiksi suunnittelijalta edellytetään työturvallisuuteen, mm. putoamissuojaukseen ja elementtiasennukseen, vaikuttavien seikkojen sisällyttämistä suunnitelmiin.

2. Markkinoinnin aloittaminen



Markkinoinnin aloittaminen on YIT Rakennus Oy:n sisäinen päätös projektin eteenpäin viennistä. Ennen päätöksen tekemistä tulee kuitenkin tiettyjen asioiden, kuten luonnossuunnittelun hankeaikataulun ja alustavan kustannusarvion, olla valmiina. Luonnossuunnittelua ohjataan uudella "hankeoptimointi"-periaatteella, jossa elementtisuunnittelijan ja -toimittajan sekä tuotannon asiantuntemusta käytetään entistä enemmän hyväksi.

Ennen markkinoinnin aloittamista olisi suositeltavaa olla sopimukset geotekniikka-, rakenne- ja LVIS-suunnittelusta valmiina. Osapuolet voivat kuitenkin olla mukana myös laskutusperiaatteella. Markkinoinnin aloituspäätöstä ovat tekemässä aluejohtaja, rakennuttajapäällikkö, projektipäällikkö ja asuntomyynti.

Hankeoptimoinnissa huomioidaan YIT Rakennus Oy:n esille tuomat turvallisuuteen vaikuttavat asiat sekä rakennuttajana että päätoteuttajana. Elementtisuunnittelijan ja -toimittajan näkemykset huomioidaan myös turvallisuusnäkökulmasta.

Työnaikaiseen turvallisuuteen vaikutetaan muun muassa seuraavilla tuotesuunnittelussa tehtävillä päätöksillä (Aitomaa et al. 2002):

- perustamistapa
- rungon rakenneratkaisu
- rakenteiden asennusjärjestys
- rakenteiden työnaikaiset kuormitukset
- asennettavien elementtien ja rakennusosien koko ja käsiteltävyys
- julkisivurakenteet ja -materiaalit.

Turvallisuus huomioidaan hankeaikataulua laadittaessa. Hankeaikatauluun varataan riittävästi aikaa työn suunnitteluun, joka sisältää myös turvallisuussuunnittelua ennen työmaan aloittamista. Aikataulussa on varattava aikaa myös työvaihekohtaisille riskinarvioinneille. Aikataulun suunnittelussa on varmistettava, että eri osapuolien turvallisuustehtävien hoitamiselle on riittävästi aikaa.

3. Rakentamisen aloituspäätös



Rakentamisen aloituspäätös tarkoittaa lähes samaa kuin päätös rakennusluvan hakemisesta. Kysyntätilanteen muutokset saattavat kuitenkin erottaa varsinaisen rakentamisen aloituspäätöksen rakennusluvan käsittelystä. Päätöksen tekee YIT Rakennus Oy sisäisesti.

Prosessin etenemisen edellytyksiä ovat muun muassa, että ensimmäinen suunnittelukokous on pidetty, työnsuunnittelu on käynnistynyt ja turvallisuusasiakirjan teko on laitettu vireille. Viimeistään ennen rakentamisen aloituspäätöstä tulee suunnittelusopimusten olla valmiina.

Suunnittelusopimuksia laadittaessa tulee yhtenä suunnittelijoiden valintaperusteena olla tieto siitä, että heillä on ammattitaitoa ottaa rakentamisaikainen työturvallisuus huomioon suunnittelussa. Suunnittelijoita voidaan vaatia osoittamaan, miten rakennustyön turvallisuus on otettu huomioon suunnitelmissa. Turvallisuuden huomioimisen voi osoittaa esim. vaaratekijöiden arviointi- ja tarkastuslistalla (SKOL 2001), ja tieto on näin vietävissä eteenpäin kaikille eri osapuolille.

Työnsuunnittelussa huomioidaan työn turvallinen toteutus. Turvallisuussuunnittelu on osa muuta työsuunnittelua, joka tarkentuu suunnitelmien ja työn edetessä.

Töiden ja työvaiheiden ajoitusta suunniteltaessa

- varaudutaan siihen, että turvallisuuden varmistaminen saattaa edellyttää aikaa vievien työmenetelmien käyttämistä,
- otetaan huomioon sään ym. olosuhteiden vaikutus työmenetelmien turvallisuuteen ja työn viivästyksiin
- huomioidaan, että ympäristölleen vaaraa aiheuttavat työvaiheet tehdään eri aikaan kuin muut työt.

Kun rakentaminen toteutetaan erillisinä urakoina, YIT Rakennus Oy rakennuttajana määrittelee eri urakoitsijoiden töiden ja työvaiheiden yhteensovittamisen säännöt työntekijöiden ja muiden työmaalla työskentelevien turvallisuuden varmistamiseksi. Tässä sovellettavissa hankkeissa erillisurakoita ovat ainakin LVI- ja sähkötyöt.

Turvallisuusasiakirja on rakennustyön suunnittelua ja valmistelua varten laadittava asiakirja, joka sisältää rakennushankkeen ominaisuuksista ja luonteesta aiheutuvat ja sen toteuttamiseen liittyvät tarpeelliset turvallisuustiedot, esim. kohteen erityisominaisuu-

det. YIT Rakennus Oy rakennuttajana vastaa turvallisuusasiakirjan laatimisesta. Asiakirjaan kootaan sellaiset hankkeelle erityiset turvallisuustiedot, joita urakoitsija ei voi muuten tietää. Tarkoitus on, että turvallisuusasiakirja on annettavissa jokaiselle hankkeen osapuolelle käytettäväksi oman turvallisuussuunnittelun pohjaksi. Kyseessä ei siis ole rakentamisen säädös- tai vaaraluettelo vaan kyseisen rakennushankkeen riskit sisältävä asiakirja. Siihen sisällytettävät tiedot saadaan pääasiassa suunnittelijoilta.

Asiakirjan sisältö ja muoto määräytyvät rakennushankkeen laadun ja laajuuden mukaan. Turvallisuusasiakirjassa käsiteltäviä asioita ovat esimerkiksi (Lappalainen et al. 1997)

- kohteesta aiheutuvat vaarat
- rakennustoiminnasta aiheutuvat vaarat
- olosuhteista aiheutuvat vaarat
- ympäristöstä aiheutuvat vaarat.

Asiakirja voi sisältää tietoja mm. (Markkanen 2000):

- rakennuksen välipohjien tai työmaa-alueen maapohjan kantavuuden aiheuttamista rajoituksista työnaikaiselle kuormittamiselle
- rakennuselementtien siirtämiseen, kuljettamiseen ja nostamiseen liittyvistä erikoiskysymyksistä.

Turvallisuusasiakirjaan kirjataan myös reunaehdot ja tavoitteet rakennushankkeen työturvallisuudelle, joita YIT Rakennus Oy rakennuttajana voi asettaa rakentamisen eri osapuolille:

- työmaalle asetettu turvallisuustaso TR-mittarilla mitattuna
- pölyn ja muiden työilma epäpuhtauksien leviämisen estäminen
- työn vaikutuspiirissä olevien henkilöiden ja ympäristön suojaus
- paloturvallisuuden järjestäminen
- sattuneiden tapaturmien ja vaaratilanteiden raportointi.

YIT Rakennus Oy:n tulee rakennuttajana huolehtia suunnittelun koordinoinnista ja suunnittelijoiden yhteistyöstä. Siihen kuuluvat seuraavat työsuojeluun liittyvät tehtävät:

- varmistaa, että kaikki turvallisen toteutuksen vaatimat tuotesuunnitelmat ovat olemassa
- varmistaa, että suunnitelmat ovat riittävän kattavia turvallisen toteutuksen kannalta
- varmistaa, että suunnitelmat ovat yhteensopivia
- varmistaa, että muut suunnittelijat ovat ottaneet turvallisuuden huomioon omilla suunnitelmissaan
- huolehtia, että työsuojeluasiat ovat osana suunnittelijakokousten työjärjestystä.

Suunnittelukokousten asialistalla on vakioasiana turvallisuusasioiden käsittely. Kokouksessa esille tulleiden suunnitteluratkaisujen turvallisuusvaikutukset arvioidaan ja kirjaan kokouksen muistioon tai pöytäkirjaan.

4. Toimitussisällöstä sopiminen kolmikannassa



Toimitussisällöstä sopiminen on ensisijaisesti YIT Rakennus Oy:n ja Parma Oy:n välinen asia. Sopimisesta seuraa kuitenkin suunnittelutyölle vaatimuksia ja lähtötietoja, joten elementtisuunnittelijan on perusteltua olla "katselmuksessa" mukana. Elementtisuunnittelija voi ottaa myös suunnittelun kannalta oleellisia asioita esille tässä vaiheessa. Elementtitoimittajan kannalta toimitussisällön sopiminen tuottaa lähtötiedon tehtaiden karkeakuormitukselle ja toimituksen jakamiselle eri tehtaille tai jopa alihankkijoille.

Prosessin etenemisen edellytyksiä ovat muun muassa alustavan toimitusaikataulun ja lohkojaon sekä asennusjärjestyksen sopiminen. Tässä vaiheessa on ajankohtaista myös kohteen elementointi eli pääpiirteissään elementtien koon ja painon määrittäminen sekä elementtijaon sopiminen. Elementointiin liittyvät myös työmaanosturin nostokapasiteetti, työmaan aluesuunnittelu ja työturvallisuus, joissa kysymyksissä vastaava mestari on paras asiantuntija. Suunnittelija tekee elementoinnista ehdotuksen, jolle tarvitaan eri osapuolien hyväksyntä ja sitoutuminen. Suunnittelun etenemiselle on erityisen tärkeää, että kaikki osapuolet hyväksyvät elementtijaon.

Tässä vaiheessa prosessissa ovat myös alihankintatarjouskyselyt. Urakkakyselyihin liitetään rakennushanketta koskevat turvallisuustiedot eli kohteesta laadittu turvallisuusasiakirja.

Tarjouspyyntöihin liitetään urakoitsijalle tulevat turvallisuusvaatimukset eli turvallisuussuunnitelmien laatiminen omista töistä ennen työn aloittamista. Tarjouspyynnöt kohdistetaan vain niille yrityksille, joiden tiedetään huolehtivan turvallisuudesta. Aliurakoitsijoiden turvallisuussuunnittelussa yhtenä menettelynä voi olla suunnitelmien laatiminen yhteistyössä siinä tapauksessa, että kyseessä on pieni yksikkö, jolla ei ole osaamista tai mahdollisuuksia laatia itsenäisesti turvallisuussuunnittelua. Ennen työn aloittamista tulee myös alirakoitsijoiden turvallisuussuunnitelmat tarkastaa ja hyväksyä.

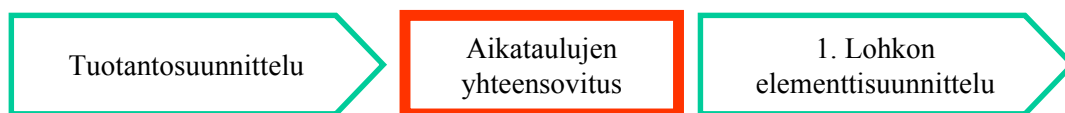
YIT Rakennus Oy:n on päätoteuttajana suunniteltava rakennustyön turvallinen suorittaminen ennen rakentamisen aloittamista. Yleisaikataulun ja runkoaikataulun laatimi-

seen liitetään työmaan turvallisuussuunnittelu eli kytketään työsuojelu työnsuunnitteluun. Turvallisuussuunnittelun pohjana on turvallisuusasiakirja. Tavoitteena on suunnitella eri töiden ja työvaiheiden tekeminen sekä niiden ajoitus siten, että työt ja työvaiheet voidaan tehdä turvallisesti ja aiheuttamatta vaaraa työmaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville.

Turvallisuussuunnitteluun kuuluvat – keskeisiltä osiltaan kirjallisesti dokumentoituina

- työturvallisuussuunnitelma
- rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelu
- elementtiasennussuunnitelma
- purkutöiden suunnittelu
- räjäytystöiden suunnittelu.

5. Runko-, valmistus- ja suunnittelu-aikataulujen yhteensovitus



Aikataulujen yhteensovitus on työmaan sujumisen kannalta yksi keskeisimmistä tehtävistä. Elementtitehdas haluaa valmistaa elementit linjoittain alhaalta ylöspäin toistuvuuden aikaan saamiseksi. Työmaalla elementit asennetaan luonnollisesti vaakasuunnassa kerroksittain. Kompromissin tekeminen näiden kahden tavoitteen kesken vaatii riittävän elementtien valmistusajan ja selkeän käsityksen asennusjärjestyksestä. Lohkojaolla voidaan auttaa sopivien tuotantosarjojen muodostamista. Selkeä sopimus rakentamisjärjestyksestä edistää myös suunnitteluresurssien tehokasta käyttöä.

Hankkeen etenemisen edellytys on, että elementtien toimitussopimus ja toimituksen kokonaishinta-arvio on olemassa samoin kuin työmaasuunnitelma järjestelypiirroksena, jossa esitetään miten hallitaan järjestys ja siisteys, yleinen turvallisuus, materiaalivirrat sekä jätteiden käsittely ja lajittelu. Tässä yhteydessä on sopiva hetki myös tarkistaa työmaan turvallisuussäännöt ja -ohje. Ennen prosessin etenemistä on varmistettava vielä se, että seuraavat lähtötiedot ovat olemassa:

- mitoitettut arkkitehdin pohjat
- porrastyypit, hissit
- lopulliset julkisivut
- varauspiirustukset
- riittävällä infolla varustetut sähkösuunnitelmat
- ikkuna- ja ovikaaviot
- mahdolliset erikoispiirustukset.

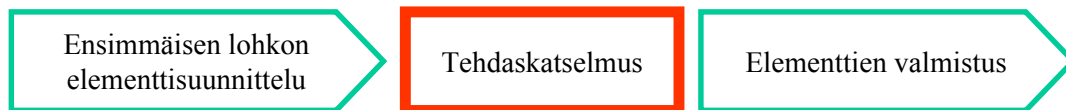
Työmaa-alueen käytön suunnitelmassa kiinnitetään erityistä huomiota ainakin seuraaviin seikkoihin:

- elementtien vastaanotto- ja varastointialueisiin
- putoamissuojaukseen
- nostureiden ja nostopaikkojen sijoitukseen ja tällöin nostotyötä tekevien mahdollisimman esteettömään näköyhteyteen elementtivarastoon ja asennuskohteeseen
- nostureiden nostosäteisiin ja -kapasiteetteihin
- työmaaliikenteen ja henkilöliikenteen liittymiskohtiin
- kulku- ja nousuteihin.

Työmaa-alueen suunnitelma päivitetään esim. kuukauden tai kahden viikon välein. Suunnitelma sijoitetaan näkyvälle paikalle esim. henkilöstötiloihin.

YIT Rakennus Oy laatii päätoteuttajana yhteiselle työmaalle koko työmaata koskevia sääntöjä niistä asioista, joihin voi liittyä merkittäviä turvallisuusriskejä työskenneltäessä ja liikuttaessa samoissa työoloissa. Työntekijät ja aliurakoitsijoiden nokkamiehet otetaan mukaan sääntöjen ja ohjeen suunnitteluun.

6. Tehdaskatselmus



Parma Oy kutsuu tehdaskatselmuksen koolle, kun elementtien valmistus on aloitettu. Katselmukseen osallistuu henkilöitä Parma Oy:n myynti ja tuotanto-organisaatioista, **YIT Rakennus Oy**:n tuotantopäällikkö, projektipäällikkö vastaava mestari ja laatupalvelumestari, kohteen arkkitehti, elementtisuunnittelija ja mahdollisesti rakennesuunnittelija.

Mikäli prosessi on edennyt tähän asti hallitusti, voidaan tehdaskatselmuksessa todeta, että kaikki on kunnossa. Toisaalta tämä on viimeinen hetki, jolloin mahdollisia ongelmia voidaan ratkoa ilman, että työmaan toiminta häiriintyy. Joka tapauksessa elementtitoimituksen ja työmaan aikataulujen sekä turvallisuusasioiden käsittely on tärkeää tehdaskatselmuksessa. Perinteinen mallielementtikatselmus voitaneen jättää pois YIT-Parma asuntokohdeprojekteissa, arkkitehti voi katsoa aiemmin elementtien pintojen värimallit.

Tehdaskatselmuksen yhteydessä voidaan käsitellä myös seuraavia ajankohtaisia asioita:

- työmaan kulkureitit, työmaateiden ja varastoalueiden kunto ja sijainti
- rakennus- tai asennussuunnitelmiin tulleet viime hetken muutokset
- palaute suunnittelijalle elementtikuvien esitystavasta.

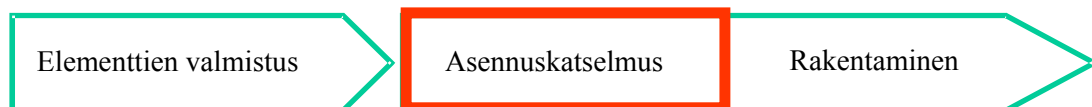
Ennen asennustöiden aloittamista laadittavassa elementtiasennussuunnitelmassa huomioidaan mm seuraavat työmaakohtaiset turvallisuusasiat:

- kohdetiedot työmaasta
- elementit, nostoapuvälineet ja erityistoimenpiteet
- elementtien kuljetus työmaalla, kuorman purku, vastaanotto ja työmaavarastointi
- asennusjärjestys
- toleranssit ja seurantamittaukset
- asennuksen aikainen tuenta ja vähimmäistukipinnat
- elementtien lopulliset kiinnitykset
- asennuksessa tarvittavat työtasot ja putoamissuojaukset
- suunnittelun varmentaminen.

Rakennesuunnittelijan mukanaolo asennussuunnitelman laadinnassa varmistaa suunnitelman luotettavuuden ja toimintavarmuuden lujuus- ja vakavuustarkastelujen osalta. Elementtiasennussuunnitelman tarkastaminen ja hyväksyminen kuuluvat pääsuunnittelijan tehtäviin.

Elementtien asennussuunnitelmasta on hyötyä työn tekemisessä, kun sitä päivitetään työmaan edistyessä ja käsitellään säännöllisesti työmaa- tai urakoitsijakokouksessa. Asennussuunnitelman sisältö selvitetään myös työmaan työsuojeluhenkilöstölle sekä elementtiasennustyön suorittajille.

7. Asennuskatselmus



Asennuskatselmuksessa käydään läpi tyypillisimmät elementtirakentamisen ongelmatkohdat. Vastaava mestari kutsuu asennuskatselmuksen koolle, kun ensimmäisen lohkon asennukset on aloitettu. Sopiva ajankohta katselmukselle on, kun ensimmäisen pääpiirteissään toistuvan kerroksen elementit on nostettu paikoilleen. Esimerkiksi ensimmäisen kerroksen asentamisen yhteydessä ei katselmusta kannata pitää, jos kerros käsittää pääasiassa liiketiloja.

Katselmukseen osallistuu henkilöitä Parma Oy:n myynti- ja tuotanto-organisaatioista, **YIT Rakennus Oy:n** tuotantopäällikkö, vastaava mestari, asennustyönjohto, laatupalvelumestari, kohteen arkkitehti, elementtisuunnittelija ja mahdollisesti rakennesuunnittelija sekä LVIS-urakoitsija.

Katselmuksen keskeisimpänä tarkoituksena on poistaa työmaalta toiselle toistuvia virheitä. Katselmuksessa voidaan myös havaita sellaisia ongelmia, jotka voidaan ottaa huomioon ylempien kerrosten tai asennuslohkojen suunnittelussa ja elementtien valmistuksessa. Kolmantena tavoitteena on havaita mahdolliset työmaalla korjausta vaativat kohdat mahdollisimman aikaisin ja systemaattisesti, jolloin korjaaminen voidaan tehdä ajoissa myöhempien työvaiheiden niistä häiriintymättä.

Tutkimuksessa laadittiin muistilista (liite 7), johon oli kerätty suunnittelijoita, tehtaan edustajia ja työnjohtajia haastatteleamalla keskeisimpiä katselmointia vaativia kohtia.

Asennuskatselmuksen mittaristo

Asennuskatselmuksessa (tai siihen valmistauduttaessa) pyritään löytämään oleellisia laatuun, tehokkuuteen, turvallisuuteen tai korjaustarpeeseen vaikuttavia tekijöitä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Niitä arvioidaan kahdella tarkkuustasolla, jotka ovat

- asentajien haastattelut
- silmämääräinen tarkastelu.

Asentajien haastattelulla kartoitetaan asennusta vaikeuttavia ja turvallisuutta parantavia/vaarantavia tekijöitä. Haastattelu tehdään muistilistan pohjalta. Elementtejä ja asennustyötä arvioidaan asteikolla hyvä-normaali-korjattava.

Silmämääräisessä tarkastelussa arvioidaan mm. julkisivuja. Tarkoituksena on varmistaa, ettei rakennuksen luovutusvaiheessa kohdata yllätyksiä. Samoin elementtien viimeistelyn laatu arvioidaan silmämääräisesti.

4.2.2 Tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessi

Mallinnuksen perusteella tiedettiin hankeaikatauluissa ja kustannusten hallinnassa olevan kehittämistarpeita. Uusien prosessien suunnittelu aloitettiin tuplatiimitehtävällä: "Mitä tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessissa pitää muuttaa?" Tehtävän tulokset ovat taulukossa 7. Tuplatiimitehtävän tuloksien perusteella workshopien osallistujat jatkoivat muutosten suunnittelua prosessikaavioihin.

Merkittävin muutosehdotus oli nykyisen elementtitoimitusten kilpailuttamiskäytännön lopettaminen YIT Rakennus Oy:n omassa asuntotuotannossa. Kumppanuusperiaatteella haluttiin siirtyä jo hankkeen alkuvaiheessa kustannusten optimointiin ja kokonaisuuksien hallintaan kilpailuttamisen ja osaoptimoinnin sijasta.

Taulukko 7. Tuplatiimitehtävän: "Mitä tarjouspyyntö-tarjous-tilausprosessissa muutetaan?" tulokset.

KUSTANNUSHALLINTA	
Tehtaan hinta-arvio jo luonnosvaiheessa (tyyppielementtihinnasto ++)	Sovittava riittävän laaja kumppaniryhmä ajoissa (mm. hinnat) +
Työkalut toimituksen loppukustannusten ennakoinniseksi ++	Määrälaskenta pääurakoitsijan toimesta ++
Tavoitehintaurakkamallin hyödyntäminen +	

4.2.3 Työmaaprosessi

Työmaaprosessin kehittämisessä etsittiin keinoja piikkauksen, oikomisen ja ämpäriarvojen vähentämiseen sekä työturvallisuuden parantamiseen. Kehittämistä ohjattiin kahdella periaatteella: "runko kerralla kuntoon" ja "työketjun hallinta". "Runko kerralla kuntoon" -menetelmällä tavoitellaan suurempia työkokonaisuuksia, joissa oikealla työjärjestyksellä ja huolellisella viimeistelyllä pyritään luovuttamaan oma työkokonaisuus seuraaville työvaiheille virheettömästi. "Työketjun hallinnalla" pyritään siihen, että kukin työvaihe voidaan suorittaa alusta loppuun häiriöttömästi.

Työketjun hallinta

Työketjun hallinta otettiin kehitettäväksi teemaksi, koska videoiden perusteella työntekijöiltä kului paljon aikaa holvilla ja portaissa kävelemiseen. Kehittämisessä keskityttiin tekemisen edellytysten parantamiseen, koska työmaan työntekijät eivät osallistuneet workshopiin vaan heidän esimiehensä ja suunnittelijat sekä elementtitoimittajan projektihenkilöt. Kuvassa 28 esitetään osallistujien ideoita työketjun hallintaan eli työskentelyn edellytysten parantamiseen.



Kuva 28. Työmaan työskentelymenetelmiin etsittiin parannuksia kysymyksellä: "Kuinka tekemisen edellytykset varmistetaan työmaalla?" Ruuduissa esitetään workshopissa saadut vastaukset.

Työketjun hallinnassa tuli selkeästi esiin ennalta suunnittelun merkitys. Jos aikataulut tai suunnitelmat ovat puutteelliset, voidaan työmaalla tehdä hyvin vähän työketjun hallitsemiseksi. Päin vastoin edellä mainitun mukaiset puutteet aiheuttavat töihin keskeytyksiä ja ylimääräisiä siirtymisiä työvaiheesta toiseen. Työmaille on kehittynyt ns. varamestojen hyväksikäyttökulttuuri, jolla häiriöiden merkitystä pyritään vähentämään. Tehokkuus tällaisia varamestojä käytettäessä laskee kuitenkin melkoisesti verrattuna suunnitellussa työjärjestyksessä työskentelyyn.

Työmaaseurannan aikana keskusteltiin myös työntekijöiden kanssa siitä, kuinka työskentelyä voitaisiin kehittää elementtitöissä. Työntekijät esittivät seuraavanlaisia kommentteja:

- Työmaan perustaminen on suunniteltava huolella; mm. aluesuunnittelu, elementtiefakkien paikat ja holvikontissa pidettävä kalusto.
- Suunnitelmat tulee esittää juoksevilla mitoilla.
- Asennus- ja valmistustoleranssit on otettava huomioon suunnittelussa. Asennuksessa on oltava se periaate, että talo pidetään sentin sisällä.
- Nostolenkkien tulee olla siten, että elementit pysyvät pystysuorassa.
- Suunnittelijat voisivat tulla työmaalle asentamaan elementtejä joksikin aikaa.

- Ontelolaattojen laadun on oltava moitteetonta; reunojen lohkeaminen on iso työturvallisuusriski.
- Tuplasaksien käyttäminen myös alle 12 metrin ontelolaatoissa parantaa työturvallisuutta.
- Työntekijöiden asenteessa on parannettavaa siinä mielessä, että tavarat pitää palauttaa takaisin varastoon.
- Ennen urakat sisälsivät myös jälkityöt. Kun itse joutui korjaamaan betonipurseet, niin työ tehtiin vaikka illalla, kun betoni oli työstettävissä. Nykyään työurakkasopimuksia ei enää tehdä.
- S-pistekiinnitys voitaisiin korvata seinäelementissä vaijerilenkillä, ja ontelolaattaan pitäisi kehittää toiminnaltaan vastaava lenkki.
- Elementtitukien yläpään korkeusaseman pitäisi olla korkeintaan 190 cm.
- Elementtitukia ei saisi suunnitella aivan nurkkiin.

Työmaan tiedonhallinta ja yhteistyö

Työmaan tiedonhallintaa ja yhteistyötä aloitettiin kehittämään kysymyksellä: "Mitä tietoa suunnittelijat ja elementtitoimittaja haluavat saada työmaalta ja mitä tietoa työmaan työnjohto haluaa antaa edellisille?" Vastaukset on esitetty kuvassa 29.

Työmaan tiedonhallinta ja yhteistyö		
Toimittaja haluaa saada tietoa työmaalta	Suunnittelijat haluavat saada tietoa työmaalta	Työmaa haluaa kertoa toimittajalle ja suunnittelijoille
<ul style="list-style-type: none"> • Runkoasennussuunnitelman muutokset (viikkotarkkuus) • Lohkoasennussuunnitelman muutokset (päivätarkkuus) • Elementtien toimitusaikataulu tunnin tarkkuudella • Pakkasvaraukset • Palaute ongelmista mahdollisimman nopeasti • Virheistä valokuvia • Kuljetusten ja välivarastoinnin suunnitelmat • Yhteystiedot - osoite • Työmaan erikoisuudet • Kuorman silmämäär. tarkastus ja kuittaus rahtikirjaan • (Suunnittelupalaveri luonnossuunnitelmista) 	<ul style="list-style-type: none"> • Työmaasuunnitelma • Nostokaluston tiedot • Lohkojako • Suunnitelmamuuutoksista tieto, esim. porrastyypin vaihto • Työturvallisuustekijöistä tietoa • Palaute virheistä • Myös positiivinen palaute (kun löytyy hyvä suunnitteluratkaisu, palautetta tarvitaan ratkaisun levittämiseen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Toimimattomat tai vaikeat detaljit • Kalliit suunnitteluratkaisut • Vakuutusyhtiön tarkastusraportti = riskipaikkojen tarkistus • Kuvatarve • Työturvallisuus • Arkkitehdille: <ul style="list-style-type: none"> - käytetään testattuja ratkaisuja - asennus- / saumavarat joskus liian pieniä • Toimittajalle viikkoaikataulut

Kuva 29. Workshopin osallistujilta kysyttiin mitä tietoa he haluavat saada työmaalta säännöllisesti. Lopuksi työnjohto kertoi, mitä tietoa se haluaa jakaa elementtitoimittajalle ja suunnittelijoille.

Tärkein tieto, jota suunnittelijat ja elementtien toimittajat haluavat saada työmaalta, ovat sekä aikatauluja että suunnitelmia koskevat tiedot muutoksista. Jo aiemmin käsitelty asennuskatselmus on myös tehokas keino tehostaa tiedonhallintaa ja yhteistyötä.

Runko kerralla kuntoon

Tutkimushankkeen alkuvaiheessa yritysosaajat tutustuivat pääkaupunkiseudulla "kerralla valmis holvi" -menetelmään. Menetelmässä tiedettiin olevan seuraavia hyviä ominaisuuksia:

- Märkätilan lattia syntyy heti.
- Kuivumisaikaa saadaan lisää.
- Sisävalmistusvaiheen töihin päästään nopeammin.
- Ääneneristysongelmat poistuvat (37-ontelolaatalla).
- Valu voidaan tehdä nosturilla ja valuastialla.
- Aikataulusuunnittelu on tarkempaa.
- Väliseinien lähtötaso on heti kohdallaan.
- Suunnittelijan ei tarvitse merkata reikiä.

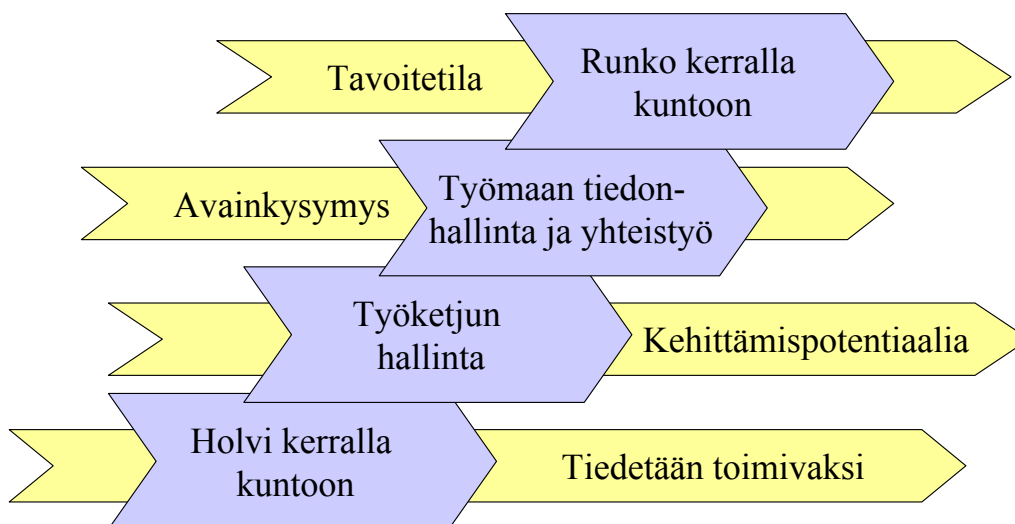
"Holvi kerralla kuntoon" -menetelmä vaikutti oikeansuuntaiselta tavalta toteuttaa elementtirakentamista. Menetelmää päätettiin kokeilla myös tämän tutkimuksen yhteydessä. Ideoinnissa pyrittiin kuitenkin soveltamaan menetelmää koko runkotyöhön. Kuvassa 30 on osallistujien ideoita "kerralla valmis" -periaatteen laajentamiseen.

Työmaaprosessin uudelleensuunnittelussa löytyi nopeasti "Runko kerralla kuntoon" -menetelmään toteutuskelpoisia ajatuksia. Ideoiden jatkotyöstäminen tapahtuu tuotteistamisprosessissa.

<h2 style="text-align: center;">Runko kerralla kuntoon</h2> <p style="text-align: center;">Mihin muuhun kuin holviin voi ”kerralla valmis” -periaatetta soveltaa?</p>		
Parvekekaide valmiiksi asennettuna	Kylpyhuone-elementin käyttö	Porrassyöksyjien suojaus (pantti)
Ikkuna- ja parvekeoviaukkojen suojaus tehtaalla – tuulisuojaus ja työturvakaiteet	Porrashuoneiden L- ja U-elementtien käyttö	LVIS-läpimenot
Viimeistellymmät sisäpinnat – pinnan harjaus tai hionta tehtaalla	Hissikuiluelementtien käyttö & pölynsidontakäsittely ja työturvakaiteet	Parvekkeet: laatta-kaidekiinnitys kaideasennus tehtaalla
Palo-ovien karmit elementteihin	Seinien läpiviennit valmisosista	Parvekkeiden jälkiasennettavuus

Kuva 30. Uuden työmaaprosessin suunnittelu-workshopissa kysyttiin, mihin muuhunkin kuin holviin voi soveltaa ”kerralla valmista” -menetelmää.

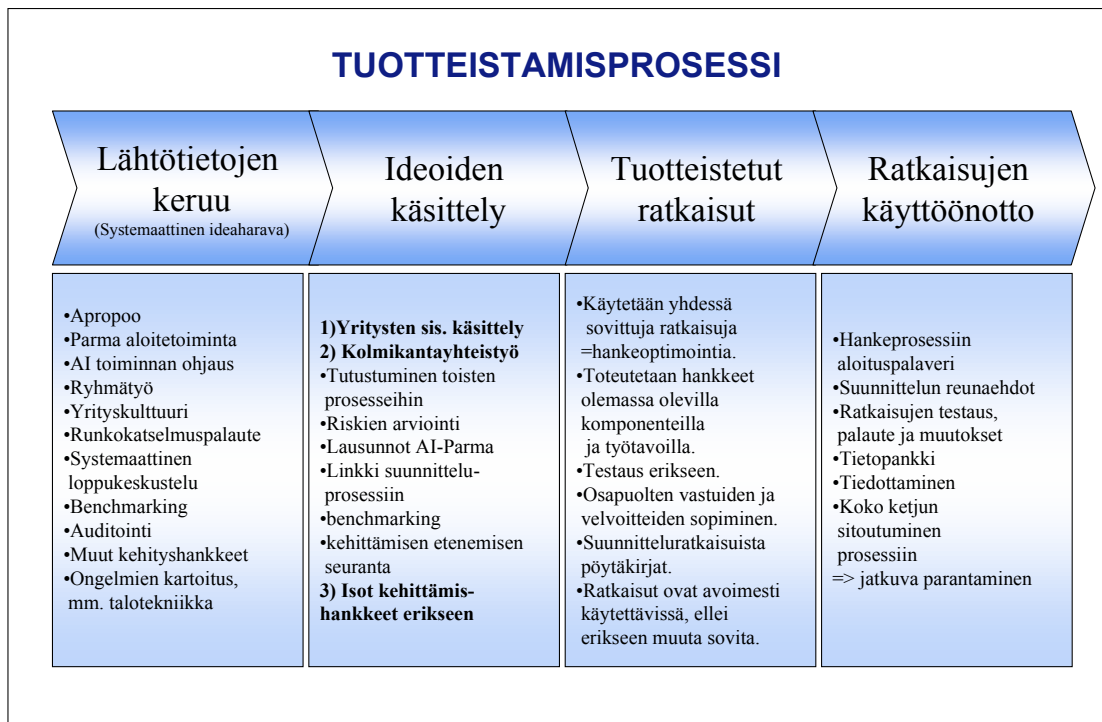
Kuvassa 31 esitetään työmaaprosessin kehittämisteemat ja etenemisjärjestys hallittuun rakentamiseen.



Kuva 31. Työmaan toiminnan kehittämisportaati.

4.2.4 Ratkaisujen tuotteistamisprosessi

Ratkaisujen tuotteistamisprosessin uudelleensuunnittelussa tavoiteltiin kehitystoiminnan yhteistyön parantamista kolmikannassa. Keskeisimpiä kehittämisteemoja olivat aloitteiden ja palautteen käsittelyn sekä tuotteistettujen runkoratkaisujen käyttöönoton tehostaminen (kuva 32).



Kuva 32. Tuotteistamisprosessissa lähtötietoja ja ideoita on helposti saatavilla. Niiden käsittely tuotteistetuiksi ratkaisuiksi vaatii yhteistyötä.

Yritysten henkilöt totesivat, ettei uusien ideoiden löytäminen tuota ongelmaa. Sen sijaan ideoiden jatkokäsittelyssä on kehittämisen varaa. Ideoiden käsittelyssä on tärkeää tarkastella ideoita useista näkökulmista. Säännöllinen eri osapuolten esittämien ideoiden tarkastelu kolmikannassa tuo varmasti monipuolisen näkemyksen ideoiden toteutusmahdollisuuksista ja taloudellisesta kannattavuudesta. Tarkastelussa on tärkeää myös käsittelyn nopeus ja palautetiedon antaminen idean esittäjälle. Tällä motivoidaan työntekijöitä kehitysmuotoisiksi.

Ideoiden käsittelyn tavoitteena on jalostaa parhaat ideat tuotteistetuiksi ratkaisuiksi ja saada ne vakiokäytännöksi tuotantoon. Tämä edellyttää sitä että ratkaisuja kehitetty riittävän pitkälle ja testattu käytännössä. Kun testaus on onnistunut, voidaan ratkaisut kuvata esimerkiksi suunnitteluohjeina, jotka otetaan vakiokäyttöön suunnitteluprosessin hankeoptimoinnissa.

4.3 Prosessien ohjaaminen mittareilla

Tässä tutkimuksessa on kolme näkökulmaa mittareihin:

1. uuden prosessin käyttöönoton mittaaminen
2. yritysten jo käytössä olevat mittarit
3. uuden prosessin seuranta uusilla mittareilla.

Uuden prosessin käyttöönottoa seurataan tarkkailemalla sitä, kuinka paljon uuden prosessikuvauksen mukaisia katselmuksia järjestetään kuukausittain.

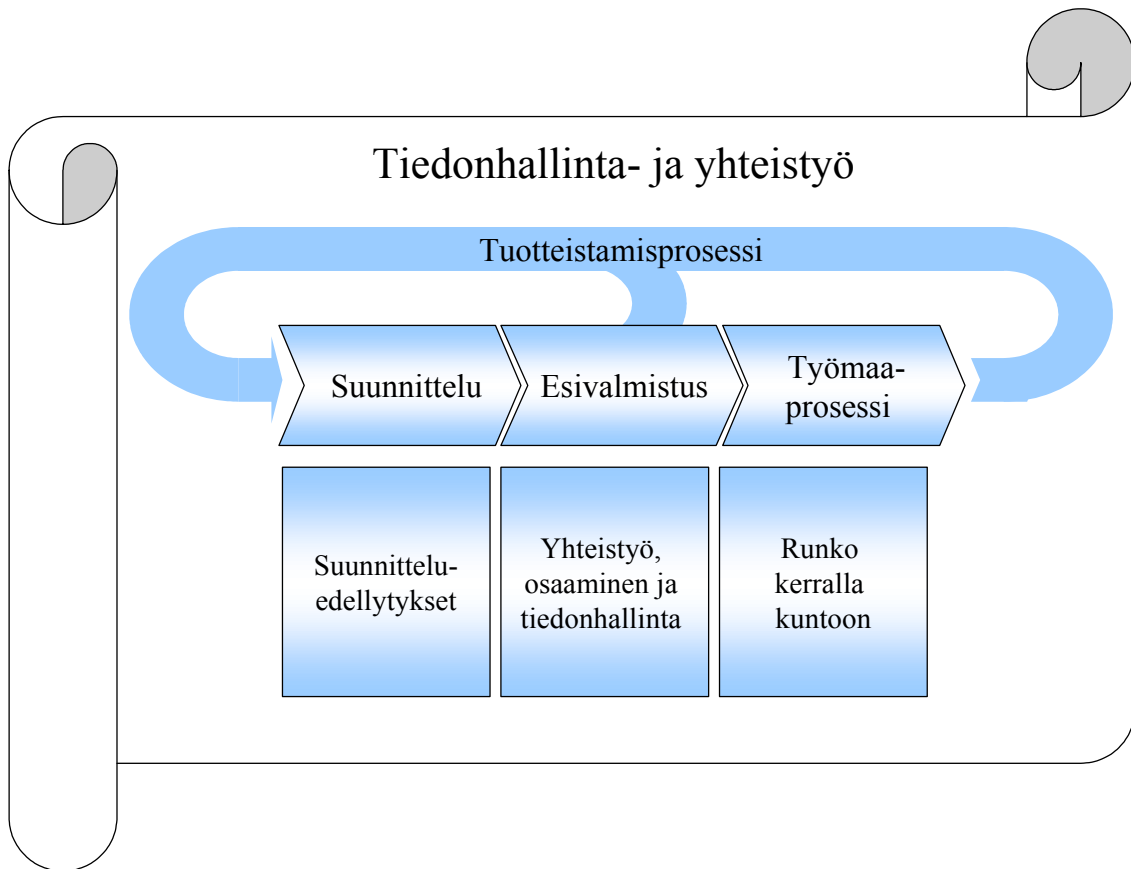
Yrityksissä on toiminnanohjausjärjestelmät, joista saadaan ohjaavaa tunnuslukutietoa. Yritysten yhteistyön yksi mahdollisuus on tutustua toistensa toiminnanohjausjärjestelmiin ja sopia mitä tunnuslukuja voitaisiin antaa myös toisten käyttöön.

Tutkimuksen kuluessa on havaittu tarpeelliseksi saada asennustöiden alkuvaiheesta systemaattista palautetta suunnittelijoille ja elementtitoimittajalle. Tähän työhön on kehitetty asennuskatselmuksen mittaristo, joka esitetään liitteessä 7.

Tutkimuksen kuluessa on lähinnä tutkijoiden toimesta ideoitu uusia mittareita ohjaamaan uutta prosessia. Liitteessä 8 esitetään mittareita, joita yritysten ehdotetaan testattavan ja kehittävän.

4.4 Prosessiyhteenveto

Kuvassa 33 esitetään prosessien uudistamisen viitekehys. Kun suunnittelu-edellytykset ovat kunnossa, saadaan tuotantoprosessille hyvä lähtökohta. Elementtitoimittajan osamista tulee käyttää aiempaa enemmän hyväksi muun muassa rakennussuunnitteluprosessissa. Kun prosessin alkupään toiminnoissa onnistutaan, on mahdollista tehdä "runko kerralla kuntoon" työmaalla. Työmaiden ja elementtitehtaiden kokemukset suunnittelusta ja suunnitteluratkaisuista ohjataan tuotteistamisprosessin kautta parantamaan seuraavien hankkeiden suunnittelua. Kokonaisuus kehystetään tiedonhallinnalla ja yhteistyöllä, jotka ovat keskeisimmät edellytykset prosessien toimivuudelle.



Kuva 33. Runkoprosessin re-engineeringin keskeisimmät kehittämisalueet ja niiden liittyminen toisiinsa.

5. Tutkimuksessa kehitettyjen prosessien käyttöönotto

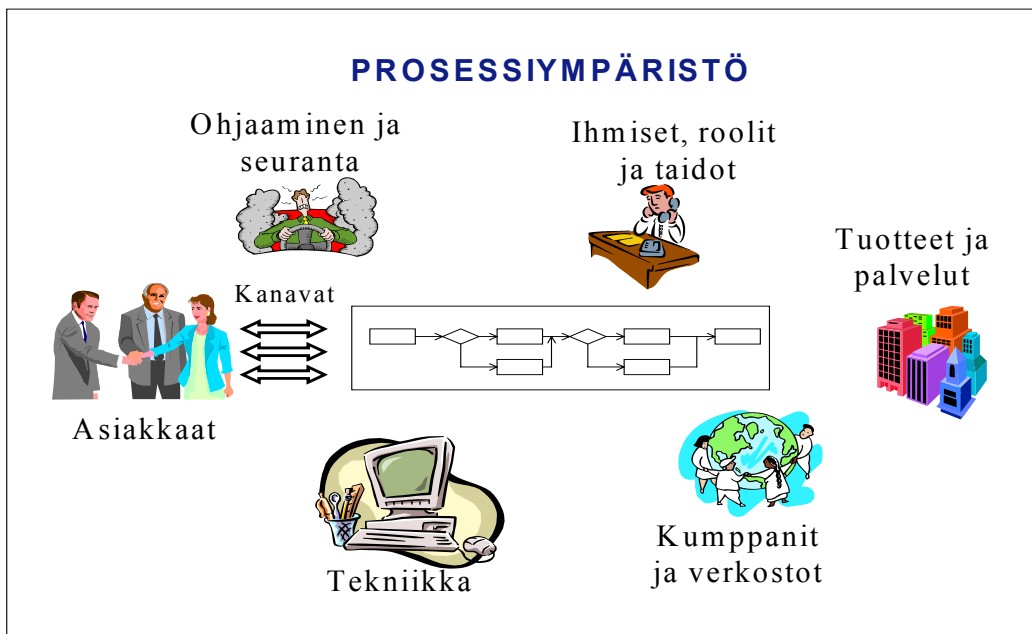
5.1 Käyttöönoton suunnittelu

5.1.1 Riski- ja vaikutusarviointi

Re-engineering-hankkeet sisältävät usein isompia riskejä kuin kehittäminen ns. pienten askelten menetelmillä. Ennen uuden prosessin pilotointia ja käytäntöön vientiä on tunnistettava riskit ja arvioitava niiden todennäköisyydet sekä mahdolliset vaikutukset prosessiin, organisaatioon, tuotteeseen ja asiakkaaseen (taulukko 9). Samassa yhteydessä arvioidaan myös uudistetusta prosessista saatavat hyödyt sekä päätetään siitä, palataan-ko kehityshankkeessa taaksepäin vai jatketaanko kohti pilotointia.

5.1.2 Käyttöönottosuunnitelma

Käyttöönottosuunnitelmassa esitetään, kuinka organisaatorakennetta on mahdollisesti muutettava, miten prosessin muutokset vaiheistetaan, kuinka uudistetun prosessin edellyttämä henkilöstön koulutus toteutetaan sekä kuinka uutta prosessia seurataan ja mitataan. Ennen uuden prosessin lopullista käyttöönottoa tehdään vielä tarvittavat muutokset ja hankinnat liittyen esimerkiksi työvälineisiin ja organisaatioon (kuva 34). Tässä yhteydessä toteutetaan myös uudistetun prosessin aiheuttamat muutostarpeet muihin prosesseihin.



Kuva 34. Prosesseja muutettaessa on otettava huomioon myös toimintaympäristö.

Prosesseihin tehtäviä merkittävimpiä muutoksia ovat:

- Tarjouspyyntö-tarjous-tinkimis-tilausprosessista siirrytään **toimitussisällöstä sopimiseen**.
- Suunnittelun alkupäähän vaikutetaan kolmikannalla, ja **päätösten tekoa aikaistetaan**.
- Suunnittelun, valmistamisen ja rakentamisen edellytykset **varmistetaan kolmikan-takatselmuksilla**.
- Virheistä otetaan oppia, ja jatkuvalla, systemaattisella menettelyllä ja **yhteistyöllä kehitetään tuotteistettuja ratkaisuja**.
- **Tiedonhallintaa ja yhteistyötä parannetaan** systemaattisilla yhteisesti sovitulla toimintatavoilla.

Edellä mainittujen muutosten käytäntöön saamiseksi tehtiin suunnitelma, joka esitetään taulukossa 8. Taulukoissa 9–12 on suunnitelma yksittäisten muutosten läpivientiin.

Taulukko 8. Prosessien käyttöönoton suunnittelussa ohjelmoitiin keskeisimpien muutosten toteutus.

Muutos	Työryhmä (workshop)	Aikataulu	Pilotointiprojekti	Prosessin omistaja
Hankeoptimointi	Panu Lampinen, Jouko Hietanen, Juhani Toivonen			Rakennuttajapäällikkö
Hankevalinta		Syksy 2003	Herrainhovi	M. Rautaharkko
Ehdotuskatselmus		Huhtikuu 2003	Herrainhovi	Proj. p. YIT
ScaleCAD		Kesäkuu 2003...	Herrainhovi / laatat	Proj. p. AINS
Luonnossuunnittelun asiantuntijaohjaus		Toukokuu 2003	Herrainhovi	Proj. p. YIT
Aikataulusuunnittelu ja toimittamis-	Jarmo Murtonen, Kari Rämö, Matti Ketola			
Rintamalinjat		Heti -->	Herrainmäki (linjat 5–7) ja Herrainhovi (linjat 1–7)	Projektipäällikkö
Toimitussisältö ja hinnoittelu		Kevät 2003	Kortteli 951	Projektipäällikkö
Runkoaikataulun yhteensovitus		Heti -->	Herrainmäki	Projektipäällikkö / Mikko Kaunisto
Tehdas- ja asennuskatsel-	Heikki Sarin, Erkki Ala-Paavola, Mikko Kaunisto, Pasi Urvanta, Arto Pitkänen			Valmiit asiakirjamallit hyödynnetään
Tehdaskatselmus		Helmikuu 2003	Herrainmäki	Juhani Toivonen / Kari Rämö
Asennuskatselmus		Huhtikuu 2003	Herrainmäki	Pasi Urvanta / Jari
Asennuskatselmuksen mittarit		Helmikuu 2003	Herrainmäki	Pasi Urvanta / Jari
Tuotteistaminen ja työmaaprosessi	Petri Moksén, Matti Raukola, Ismo Jussila, Kari Ylönen			
Tuotteistaminen		helmikuu 2003 – huhtikuu 2003	Herrainmäki (aloitus 01/2003)	Parma: Matti Raukola (mm. S-piste), YIT: Panu Lampinen (väliseinät ja parvekkeet)
Runko kerralla kuntoon		maaliskuu 2003 – toukokuu 2003	Tampellan asuinkerrostalo (Herrainhovi, aloitus syksy 2003)	Parma: Juhani Toivonen
Työketjun hallinta		huhtikuu 2003 – kesäkuu 2003	Herrainmäki ja Herrainhovi (ja 951 ?)	YIT: Jari Lehto
Työmaan tiedonhallinta ja yhteistyö		toukokuu 2003 – elokuu 2003	Herrainmäki	YIT: Jari Lehto

Taulukko 9. Valmisteluprosessin alkupäähän tehtävien muutosten suunnittelu.

Muutos	Muutokseen osallistuvat henkilöt	Vaikutukset ja hyödyt	Riskit	Edellytykset
Hankevalinta	YIT projekti-, hankinta- ja tuotantopäälliköt sekä Antti Varpe. Parma: Jarmo Murtonen, projektipäällikkö.	Tuotannon resurssien varaaminen oikeaan aikaan.	Suunnitteluresurssien riittävyys	Koko toimitusketjun sitouttaminen
Ehdotuskatselmus	YIT: projekti- ja myyntipäälliköt ja Mikko Kaunisto	"Onko järkeä jatkaa"	"Väärät valinnat"	Hankeohjelman pitää olla laadittu
Hankeoptimointi ja luonnossuunnittelun asiantuntijaohjaus	YIT, Parma ja AINS-projektipäälliköt, YIT-hankintapäällikkö sekä arkkitehti	Tuoteosatoimittajan asiat saadaan esille. Runko muotoutuu alusta alkaen tarkoituksenmukaiseksi. Rungon toteutuksen riskit minimoidaan. Hinta-laatusuhde saadaan paremmaksi.	Markkinatilanteen muutokset. Vaihtoehtojen tutkiminen?	Taustaselvitysten muutokset (as.-myynti)

Taulukko 10. Valmisteluprosessin keskivaiheille tehtävien muutosten suunnittelu.

Muutos	Muutokseen osallistuvat henkilöt	Vaikutukset ja hyödyt	Riskit	Edellytykset
Rintamalinjat	Vastuu rintamalinjoittain.	Selkeä toimintakuvaus. Aikatauluhallinta paranee. Kokonaiskustannukset alenevat.	Vastuut jäävät epäselviksi.	Tiukka valvonta.
Toimitussisältö ja hinnoittelu	Yhteistyösopimus: Varpe, Tarkiainen ja Murtonen. Tuoteosakohtaiset kausisopimukset: Mke, Mka, AKu, Mur, Toi, (YIT-P), MRh + A-Ins	Kustannusohjaus helpottuu ja tarkentuu. Vähentää työtä ja säästää aikaa.	Kausisopimushinnoittelun monimutkaisuus. Huonot kokemukset suhdannemuutoksista.	Sopimuksia "harkittava" riittävästi. Sopimushenki keskusteltava kunnolla.
Runkoaikataulun yhteensovitus	Projektipäällikkö, vastaava mestari, Juhani Toivonen, Kari Rämö, Jouko Hietanen.	Aikataulu tulee kerralla kuntoon ja on realistinen.	Ei jakseta paneutua riittävästi. (Liian kevyesti)	Otettava vakavasti.
ScaleCAD	Arkkitehti, A-Ins, Talotekn. => Projektipäällikkö. TOI/KR/EAP	Tiedonsiirto nopeutuu, virheet vähenevät. Massatiedot saadaan kerralla. Kopiokulut vähenevät.	Pitkä siirtymävaihe. Jatkuva muutos järjestelmissä.	Koulutus. Parman ja YIT:n aktiivisuus.

Taulukko 11. Valmisteluprosessin loppupäähän tehtävien muutosten suunnittelu.

Muutos	Muutokseen osallistuvat henkilöt	Vaikutukset ja hyödyt	Riskit	Edellytykset
Tehdaskatselmus	Parma, YIT, AINS, Arkkitehti	Aikataulut, työturvallisuus, viimeajan virheet karsitaan. Tehtaan tuntemus lisääntyy.	Pitäydytään vanhassa mallielementtikatselmuksessa. Riskien tunnistettavuus. Ei dokumentoida.	Aktiivinen ennakovalmistelu. Käsiteltävät asiat tiedossa. Aiemmat asiat kunnossa.
Asennuskatselmus	Parma, YIT, AINS, LVIS-nokkamiehet, asennustyönjohtaja +asennusnokkamies.	Mittamaailman sopivuus, varauksien sopivuus, aikataulujen tarkistus ja asennustekninen hienosäätö. Työmaatuntemuksen lisääntyminen.	Huono osallistuminen, 12 osallistujaa / tilat / välineet.	Vastaavan mestarin sitoutuminen.
Mittarit	Osallistumisaktiivisuus läsnä/poissa	Aikataulujen pitävyys. Muistioon lista keskeneräisistä asioista ja vastuullisten nimeäminen.	Vastaako muistio todellista tilannetta.	Sovitut mittarit. Liian työläs mittari on mittauksen pahin vihollinen.

Taulukko 12. Tuotteistamiseen ja työmaaprosessiin tehtävien muutosten suunnittelu.

Muutos	Muutokseen osallistuvat henkilöt	Vaikutukset ja hyödyt	Riskit	Edellytykset
Tuotteistamisprosessi	Kolmikanta (lisäksi yrityksissä saattaa olla omia tuotteistamisprosesseja). Tähän mennessä workshoppeihin osallistuneet henkilöt ja heidän lisäksi yrityksistä muita henkilöitä (kuormituksen tasaaminen).	Helpottaa suunnittelua, tuottamista ja rakentamista. Kerran opittua systeemiä ei tarvitse enää oppia. Työmenekki vähenee ja muutenkin syntyy taloudellista hyötyä kaikille osapuolille (kustannushallinta paranee).	Kokonaishyöty prosessille, mutta yhdelle osapuolelle lisäkustannus (josta ei päästä sopuun). Ei sitouduta, kun hyötyä ei nähdä > vähitellen siirrytään takaisin vanhaan käytäntöön. Muutosvastarinta omien työntekijöiden osalta (sama kommentti kuin edellä). Määräystenmuuttuminen, viranomaisten tulkinnan muuttuminen.	Kolmikannan kaikkien osapuolien panostus ja sitoutuminen. Pitkäjänteisyys (ensimmäinen kerta ei välttämättä ole halvempi/parempi/nopeampi/jne.)
Runko kerralla kuntoon	Parman tai työmaan ideoiden kautta liikkeelle (koskee kaikkia kolmikannan yrityksiä). LVIS-urakoitsijat ja muut aliurakoitsijat, joita muuttuva/muuttunut toimintatapa koskee.	Aikataulu nopeutuu. Ympäristöystävällisempi vaihtoehto perinteiseen verrattuna. Työmäärä pienenee (työturvallisuus paranee). HALLITTAVUUS	Toimittajan aikataulun pettäminen jostain syystä johtuen: korjaustoi- menpiteisiin on vähemmän aikaa; AIKATAULUJEN PITO.	Kehityshankkeiden kautta käytäntöön. Tuotteistettuja tuotteita.
Työketjun hallinta (työmaaprosessi)	Kolmikanta (koskee kaikkia tasoja)	Aikataulu nopeutuu. HALLITTAVUUS ja työn tekemisen selkeytyminen (turha miettiminen ja epäselvät vastuukysymykset jäävät pois).	Henkilöstön vaihtuminen (asiat opittava uudelleen).	Yhteinen sitoutuminen tavoitteisiin. Osaava henkilöstö.
Työmaan tiedonhallinta ja yhteistyö	YIT:n/työmaan johdolla koskee kaikkia kolmikannan osapuolia: työketjun hallinnan ja työmaan kautta syntyvät reunaehdot	Kaikki ovat tietoisia asioista ja varsinkin nopeista muutoksista (yhteiset tietokannat, joista tietoa löytyy).	Passiivisesti asioita hoitava osapuoli ei tiedä eikä tiedota muutoksista -> ongelmia itselle ja muille. Organisaatioiden sisäinen vastustus muutoksiin.	Yhteisesti sovittu, mitä tietoa ja missä muilla on käytössä. Yhteensopivat tietotekniset järjestelmät.

5.1.3 Prosessien testaus ja käyttöönotto

Pian uusien prosessikuvausten syntyminen jälkeen kävi ilmi, että sitoutuminen prosessiin oli niin vahvaa, että osallistujat eivät nähneet tarpeelliseksi pilotoida prosessia vaan se päätettiin ottaa vaiheittain käyttöön. Vaikka prosessia ei haluttu kokonaisuudessaan testata, niin joitakin sen osia kuitenkin pilotoitiin. Toisaalta ymmärrettiin myös se, että prosessi vaatii vielä edelleen kehittämistä ja tarkennuksia.

5.2 Käyttöönoton seuranta

Helmikuussa 2003 yritykset pitivät suunnittelu- ja valmistusaikataulujen yhteensovituspalaverin "Kortteli 951" -hankkeessa ja tehdaskatselmuksen Herrainmäen hankkeen osalta. Maaliskuussa pidettiin kaksi tehdaskatselmusta ja vuosisopimusneuvottelu.

Viimeisessä tukiryhmän kokouksessa 19.3.2003 todettiin, että re-engineering-tutkimus on johtanut kolmikantakumppanuussopimuksen laadintaan YIT Rakennus Oy:n, Parma Oy:n ja A-Insinöörit Oy:n kesken. Yhtenä sopimuksen tarkoituksena oli tässä tutkimuksessa kuvattujen prosessien käytön tekeminen mahdolliseksi. Yritykset olivat lisäksi perustaneet tuotteistamisprosessiin työryhmiä. YIT Rakennus Oy:n tuotantopäällikön mukaan prosessien saaminen käytäntöön oli edennyt paremmin tutkikseen osallistuneiden keskuudessa kuin tutkimukseen osallistumattomien keskuudessa.

Huhtikuussa pidettiin valmistus- ja asennusaikataulujen yhteensovituspalaveri "Kortteli 951:n" osalta ja palaveri Herrainmäen työmaan asennusvalmiudesta ja varastoinnista sekä kaksi vuosisopimusneuvottelua.

Toukokuussa pidettiin Herrainmäen asennuskatselmus ja yksi vuosisopimusneuvottelu.

Syksyllä 2003 osapuolilta kysyttiin sähköpostilla käyttöönoton tilannetta. YIT Rakennus Oy:n ja Parma Oy:n ensimmäiset (Parma 1) vastaukset ovat elokuulta ja A-Insinöörit Oy:n vastaukset sekä Parma Oy:n toiset (Parma 2) vastaukset ovat marraskuulta.

1. Prosessikaavio

Kuinka re-engineering-hankkeessa kehitettyä prosessikaavioita on käytetty?

YIT: *"Kaaviota on muuteltu. Esimerkiksi tyyppikaaviot tuleekin jo pääpiirustuksista ja mahdollistaa monen muunkin asian aikaistamisen. Olemme tiedostaneet jo useassa kokouksessa katselmusten merkityksen ja aloitamme järjestelmällisen katselmuskäytännön pilottikohteessamme."*

Parma 1: *"Prosessikaavio on mallina keskusteluissa muistuttamassa koko prosessin eri vaiheista ja riippuvuussuhteista. Vaikutuksena on ollut ainakin suunnittelun aikaistamispyrkimykset. Muuten aikataulujen suhteen ei vielä ole kehitystä havaittu."*

AINS: *"Kolmikantapalavereissa on koko ajan pidetty prosessikaavio mielessä ja jopa pyritty kehittämään sitä. On tavallista, että aika-ajoin joku vertaa tilannetta projektissa prosessikaavioon."*

Tiedotetaanko aikataulu- ja suunnitelmamuutoksista nyt paremmin tai saadaanko niistä muuten paremmin tietoa?

AINS: *"Tiedonkulku on parantunut selvästi sekä toisten työnkuvan ymmärtäminen on laajentunut. Ilmapiiri on parempi kuin aikoihin. Vastaavat mestarit ovat myös ottaneet ison roolin tässä prosessissa viedäkseen tulevia työmaitaan paremmin eteenpäin jo projektin suunnitteluvaiheessa. Tämä on mielestäni poikkeuksellisen hyvä asia."*

Onko kesälomien jälkeen pidetty uuden prosessin mukaisia kolmikantakatselmuksia?

Parma 1: *"Kolmikantakatselmuksia pidetään mutta myös prosessin edelleen kehittämiseksi perustetut pienryhmät ovat kokoontuneet. Niissä yritetään myös mm. yhdistää YIT:n omaa sisäistä toimintajärjestelmää tähän uuteen prosessikaavioon. Samoin haetaan menettelytapoja käytännön kaupankäyntiin."*

AINS: *"Kolmikantakatselmuksia on pidetty säännöllisesti ja pöytäkirjat jaettu osallistujille. Palavereissa on sovittu tarkemmin koko projektin aikataulutuksesta, mutta arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden (LVIS) "poissaolo" tekee aikataulujen toteutumismahdollisuuksista heikot. Poissaolijoita on vaikea sitouttaa projektin aikatauluun, koska he eivät ole itse päässeet mukaan päättämään heitä koskevista asioista ja aikatauluista."*

Parma 2: *"YIT:ltä kehityshankkeessa mukana ollut projektipäällikkö on suunnitteluttanut kohteitaan hyvin sovittun kaavion mukaisesti. A-Insinööreistä on todettu suunnittelijan kannalta toiminnan kehittyneen."*

Yhteisiä kolmikantahankkeita on sovittu kolme. Ensimmäisessä eli As Oy Herrainhovi-ssa ollaan siinä vaiheessa, että on olemassa ns. tyypitetyt ja yksilöivät kaaviot. Kaavioiden avulla laskemme juuri tällä viikolla kohteen kustannukset. Tämä menettelytapa on jatkokehityksen tulosta siihen mitä aiemmin toimintatapakaavioon piirsimme. Tavoitteena on määrittää kokonaishinta toimituksille kiinteänä ja yllätyksettömänä paljon aiempaa yksikköhinnan sopimustapaa varhemmin. Tavoite sopii sekä meille että YIT:lle ja lisäksi sen avulla suunnitteluttamista ja kohteen ennakkosuunnittelua voidaan ko. tyypitetyillä kuvilla viedä aiempaa tarkemmin eteenpäin. Tämä toimintatapa muutos on mielestäni ISO muutos, joka tuullee mahdollistamaan paremman ja virheettömämmän suunnittelun ja runkototeutuksen. Ollaan selkeästi vaiheessa 2, jos ykkösvaihe oli keralla valmis. Nyt ollaan panostamassa resursseja sinne missä niistä on ollut vajetta ja kiirettä eli suunnitteluun (työmaan tuotannonsuunnittelu – elementtien valmistuksen suunnittelu – suunnittelun suunnittelu). Lisäksi tämä suunnittelutyö kokonaisuudessa tullaan sovittamaan yhteen ja aikataulutamaan siten, että se on kaikkien nähtävissä."

Toinen kolmikantaprojekti alkaa noin kuukausi ensimmäisen jälkeen. Menettelyä sovelletaan myös siinä, vaikka kohteen luonne on paikalla valuineen erilainen. Siinä jos missä suunnitteluun panostaminen on tärkeää.

Kolmas projekti nousee työmaalle ensi syksynä. Toiveissa on, että siinä jo osattaisiin työvaiheiden ketjutus kunnolla."

Onko prosessien kehittäminen ja kumppanuussopimus vaikuttanut esimerkiksi aikataulujen suunnitteluun ja niistä kiinni pitämiseen?

Parma 2: "Kehitystä on tapahtunut, mutta edelleenkin on puutteita toteutuksessa. Ehkä yksi pulma on ollut YIT:n kautta tuleva muiden osapuolien sitouttaminen esim. oikeat arkkitehdit ja LVIS-suunnittelijat, jotka ovat vähän ulkona runkoprosessin kehitystavoitteista. Toinen pulma on ilmiselvästi kolmikannan osapuolien sisäiset sitouttamiset. Mukana olleet ovat edelleen hyvin tavoitteiden takana, mutta on paljon ihmisiä joka organisaatioissa, jotka eivät tunnusta tietävänsä hankkeesta mitään. Innokkuuden siemen ei ole itänyt viereisillä pelloilla. Tässä on meillä kaikilla tekemistä. Nyt olen ymmärtänyt, että tavoitellaan sitoutuneella porukalla onnistunut yhteistyökohde, jota mallina käyttäen asiaa voidaan konkreettisesti viedä muille esimerkinä. Tästä selvin muutos on tyydytetyt kaaviot ja ennakkosuunnittelu niiden avulla."

Tiedotetaanko aikataulu- ja suunnitelmamuutoksista nyt paremmin tai saadaanko niistä muuten paremmin tietoa?

Parma 2: "Tullaan näkemään ensi talven aikana."

Onko kesälomien jälkeen pidetty uuden prosessin mukaisia kolmikantakatselmuksia?

Parma 2: "Herrainmäen loppukatselmusta kolmikannassa ei ole vielä pidetty. Hyvä kun muistutit. Loppuselvityksen yhteydessä suunnittelijat eivät olleet paikalla ja sinne piti palautetta antaa. Tullaan pitämään kokous, jossa käsitellään virheiden lisäksi ainakin uudet kohteessa kokeillut asiat (S-piste, jälkiasennettava parveke, kerralla valmis holvivalu)."

Onko projektikeskus tai ScaleCAD otettu aktiiviseen käyttöön?

Parma 1: "Projektikeskusta tai ScaleCADia ei vielä ole juurikaan hyödynnetty. Sähköinen tiedonsiirto toimii käsittääkseni."

AINS: "ScaleCADia on kokeiltu ontelolaatoissa. Seinäohjelmisto ei ole valmis. Projektikeskusta ei käytetä. Ontelolaattasuunnittelun lähtötiedot siirretään sähköisesti ontelolaattatehtaalle (OLAWIN)."

Parma 2: "Projektikeskusta on kokeiltu ja harjoiteltu, mutta ei ole aktiivisessa käytössä. Uudessa suunnittelujärjestyksessä ko. tavoite on saavutettavissa paremmin, kun saadaan lohkotettua kohde alusta asti yhteisin sävelin. Nyt murhetta on tuottanut projekti-

keskuksen "sorttauksen" rajallisuus. Kohteita ei ole lohkomerkitty siten, että työmaan toteutusjärjestys olisi helposti autettavissa. Järjestelmän tähänastinen lisäarvo on tästä syystä johtuen ollut vähäinen. Herrainhovissa jo pyrkimys parempaan tiedonsiirtoon ja informoimiseen."

ScaleCADissa on ohjelmateknisiä vaikeuksia. Ohjelma ei vieläkään toimi kaikilta osin suunnittelijoiden edellyttämällä tavalla. Hitaita on ohjelmistokehityksen kiireet. Koko ScaleCAD tuntuu olevan jo vitsi suunnittelijakunnassa. Saa nähdä päästäänkö maaliin.

Ontelolaattasuunnittelun lähtötiedot siirretään sähköisesti tehtaalle. Lohkojako tässäkin osiossa on ollut puutteellisesti suunniteltu."

2. Tuotteistaminen

Miten tuotteistamis-workshopissa esiin tulleiden ideoiden tuotteistus on edennyt?

YIT: "Uudesta S-pisteiden kiinnityksestä saatu työmaalta erittäin hyviä kokemuksia."

Parma 1: "S-piste etenee hyvin. Parvekkeiden pintalaatua yritetään miettiä yhdessä paremmin sopivaksi (pesubetonipinnasta johonkin muuhun)"

AINS: "Jälkiasennettavia parvekkeita on toteutettu As Oy Herrainmäessä ja kommentteja odotellaan. Uutta S-piste kiinnitystä on kokeiltu Herrainmäessä. Viranomaiset eivät oikein ole lämmenneet asialle. Jatkosta ei tietoa? Läpivientiosia käytetään jo aika paljon (Sevatek) ja koettu hyväksi. Aukkojen suojausta elementeissä (suojamuovit / työturvakaiteet) ei käytetä. Lisäksi käsittelyssä ovat olleet kylpyhuoneiden rakenteet yleensä, varsinkin välipohjan osalta."

Parma 2: "Yksi kohde on tehty jälkiasennettavilla parvekkeilla. Kokemukset positiiviset joskin suunnittelun ja teräspilarien virheet aiheutti ongelmia työmaalle. Perusajatus vaiheistavan työsuorituksen tekemisestä muita töitä häiritsemättä onnistuu ja vaikuttaa edelleen lupaavalta. Taloudellista tilinpäätöstä aiheelle ei ole vielä kukaan tehnyt."

S-piste kiinnityksessä byrokratia ainoa ongelma. Teknisesti meillä on olemassa kaikkien osapuolien kannalta katsoen parempi ratkaisu olemassa, mutta sen hyväksyttäminen on osoittautunut tosi hitaaksi. Ala on vielä suurissa vaikeuksissa, jos kehitystyö on näin monivaiheista ja viranomaispuolelta näin passiivista. Noin vuoden kestäneen paperisodan jälkeen vaikuttaa siltä, että hyväksynnät laajemmalle käyttöönotolle saadaan vielä tänä vuonna.

LVIS -läpimenoissa ja varauksissa esiintyy virheitä ja yhteen sopimattomuutta edelleen. Asiasta olen viimeaikoina puhunut usean osapuolen kesken ja tullut siihen lopputulokseen, että oikeaa reikäkierrosta ja risteilytarkastusta ei tee kukaan. Vastuut on määritelty, mutta tarkastusta ei varsinaisesti tee systemaattisesti kukaan. Olen esittänyt, että panostetaan aiheeseen tarvittava työtuntimäärä ja tavoitellaan kerrankin sitä, että törmäilyjä ei Herrainhovissa enää tapahtuisi. Vielä on epäselvää kuka ja koska ko. 3D-tarkastelu tehdään.

Aukkojen suojauksesta elementeissä (suojamuovit / työturvakaiteet) ei olla juuri puhuttu.

Muita tuotteistuksessa olevia asioita ovat parvekelaatu ja parvekkeen jatkokehitys teknisiltä ominaisuuksilta. Kylpyhuoneprojekti, jossa yhtenä ratkaisumallina on Herrainhovissa se, että eräs urakoitsija hoitaa koko kylpyhuonetoimituksen kumppanussopimuksella YIT:lle. Meille tässä mallissa ei ole juurikaan uutta. Ellei sitten määritellä kylpyhuoneseinille lisäominaisuuksia. Ideoita muistakin kylpyhuonetoteutuksista on ollut esillä. Kaikkiaan on sovitettu projektiryhmän synnyttämisestä asian ympärille. Ryhmää vetää YIT."

3. Työmaaprosessi

Kuinka tekemisen edellytykset, tiedonhallinta ja "runko kerralla kuntoon"-periaate ovat edistyneet?

Parma 1: "Runko kerralla kuntoon ajatus etenee ja kehittyy mutta muuten ei ole vielä paljoa tapahtunut."

AINS: "Runko kerralla kuntoon -periaatetta pyritään edistämään koko ajan...kokeillaan erilaisia ratkaisuja... paikalla valettu välipohja tai ontelolaatat..."

Parma 2: "Kaksi isoa Tampellan alueen kohdetta on juuri saatu toteutettua. Herrainmäki sujui toimitusten kannalta kuin oli suunniteltu ja valmistus tehtaallakin oli järkevä oloista. Tähän oli syynä ensisijassa se, että elementtisuunnittelu oli kerrankin hyvissä ajoin valmis ja työmaan toteutus suunniteltu 'lohkoittain' pieniin osiin. Murheena ko. kohteessa oli ontelolaattojen laatuvirheet. Toinen kohde ei sitten ollutkaan A-inssien suunnittelema ja kuvat valmistui miten sattui. Tästä seurauksena kevään toteutukseen suunniteltu kohde ajoittui kesälle ja loppusyksylle. Kohteen elementtejä jouduttiin tästä syystä valmistamaan viime hädässä 9:llä eri tehtaalla, joista vieraita oli 4. Kohde saatiin tehdyksi, mutta epätaloudellisesti. Kolmikantaa tässä kohteessa ei ollut yhtään, mikä yhteistyön eduksi on todettava. Usean ja kaukaisen tehtaan käyttö varmisti elementtien saatavuuden, mutta siitä aiheutui ongelmia mm. toimitusten välivarastoinnin järjestämiseen.

"Runko kerralla kuntoon" -periaate on otettu hyvin vastaan ja sovellettu mm. Herrainmäessä ja tullaan käyttämään Herrainhovissa. YIT laajensi tosin ideaa ja päätti toteuttaa Herrainpuiston kokonaan paikalla valamalla.

Työmaan tiedonhallintaa ei oikeastaan ole saatu parannettua, vrt. projektikeskus."

4. Turvallisuus

Kuinka re-engineering-hanke on vaikuttanut työturvallisuusasioiden käsittelyyn?

YIT: "Työturvallisuus on parantunut lukemien perusteella. Syy ilmeisesti asenteissa tapahtuneessa kehityksessä."

Parma 2: "Työturvallisuus on ollut voimakkaasti esillä. Ontelolaattojen valmistuksen työvirhe aiheutti suuria pulmia mm. Herrainmäessä ja tarkastuksen jälkeen muissakin

kohteissa. Asiassa oli kyse laatan kutistumahalkeilusta valmistusvaiheessa. Työmaalle toimitettiin laattoja, jotka olivat tukipinnan vierestä haljenneet siten, että työmaahenkilöstö koki työturvallisuutensa selkeästi uhatuksi – ja syystä. Toimenpiteisiin ryhdyttiin ja vielä toisenkin kerran, kun ongelmat uusiutuivat. Re-engineeringin tai työturvallisuusasioiden esillä pitämisen vuoksi ko. ilmiö löydettiin, eikä vahinkoja onneksi ole sattunut. On vaikea varmasti todeta mikä johti mihinkin, mutta asiat ovat olleet esillä ja toimintaa tehtaalla ollaan muutettu entistä varmempaan suuntaan. Perimmäinen syy eli kutistumahalkeilu ontelotuotannossa on nyt paremmin pakotettu tapahtumaan hallitusti esisahauskohtiin.

Ennakkosuunnittelun kaiken järjen mukaan pitäisi parantaa turvallisuutta, kun yllätyksien määrä huolellisemman paneutumisen kautta pienenee."

5. Mikä on re-engineering-hankkeen merkittävin anti?

YIT: "Re-Engineering-hanke tulee konkretisoitumaan parhaiten pilottihankkeen aikana eli voimme antaa kokemusperäistä tietoa re-engineeringin vaikutuksista vielä syksyn aikana. Kaikki osapuolet ovat toiveikkain mielin prosessin selkiintymisestä kuvauksen avulla."

Parma 1: "Tärkein tulos tähän mennessä on ehdottomasti ollut prosessin eri vaiheiden selkiytyminen eri osapuolille ja siitä seurannut ymmärrys eri toimenpiteiden riippuvuussuhteista ja vaikutuksista. Toiminta on muuttumassa ja jo osittain muuttunut järjestelmällisemmäksi ja ainakin halu tehdä asioita järkevästi on lisääntynyt kaikilla."

AINS: "Asioihin vaikutusmahdollisuus jo hankkeen aikaisessa vaiheessa, jolloin tuntee itsekin pystyvänsä antamaan hankkeelle lisäarvoa. Kannattavuutta on nyt mahdollisuus parantaa, koska voi vaikuttaa enemmän asioihin, kuin ennen"

Parma 2: "Avoimuus keskinäisissä suhteissa on edelleen hyvällä tasolla ja kontaktipinta kasvaa yritysten kesken. Suuri muutos prosessikaavioon tehtiin kesällä, kun päätettiin kokeilla kokonaan uudenlaista kaupankäyntiä. Kaavioiden pohjalta tehtynä sopimukset ovat aiemmin kiinteinä kunnossa, mikä jättää aikaa tuotannon suunnittelulle eritavalla kuin tähän asti on toimittu. Olin kesällä yllättynyt, että tällainen muutos oli YIT:n sisällä kypsytynyt, kun siitä ei ollut merkkiäkään vielä keväällä. Isotkin muutokset on näköjään mahdollisia, kun vaan asioiden kypsymiselle ja toinen toisensa tuntemiselle (luottamuksen kasvulle) jää tarpeeksi aikaa. Tässä ehkä suurin re-engineeringin tähän-astinen muutosvaikutus kumppanuussopimuksen lisäksi."

6. Tutkimuksen ja tulosten tarkastelua

6.1 Saavutettiiniko tavoitteet?

Tutkimukselle antoi hyvän lähtökohdan aiheen sopiminen yritysosapuolten strategisiin tavoitteisiin. Esimerkiksi YIT Rakennus Oy:n edustajat mainitsivat hankkeen alussa YIT Rakennus Oy:llä olevan seuraavanlaisia strategisia tavoitteita: asiakaslähtöisyys, yhteistyön kehittäminen, työntekijöiden osallistuminen kehittämiseen, työturvallisuus ja kokonaisuuksien optimointi. Parma Oy vastaavasti mainitsi mm. lisäarvon tuottamisen asiakkaille, verkottumisen ja asiakkaan strategian huomioonoton strategiseksi tavoitteikseen. Strategisina kehittämistavoitteina Parma Oy mainitsi vastuu-, ohjaus- ja palautekäytäntöjen parantamisen.

6.1.1 Sopimusneuvotteluvaiheen tavoitteet

Paraniko yhteistyö?

Tutkimuksen aikana useat osallistujat totesivat tutkimuksen helpottaneen yritysten välistä yhteistyötä, koska erilaisista ongelmista on voitu keskustella osapuolten välillä avoimesti. Avoimella keskusteluyhteydellä on saatu tuotua myös Parma Oy:n ja YIT Rakennus Oy:n välistä valtakunnallista kumppanuussopimusta käytännön tasolle. Tutkimuksen loppuvaiheessa Parma Oy, YIT Rakennus Oy ja A-Insinöörit Oy laativat alueellisen kolmikantakumppanuussopimuksen, joka toisaalta oli seurausta tästä tutkimuksesta ja toisaalta laadittiin varmistamaan tässä tutkimuksessa esitettyjen prosessikuvausten toteuttamismahdollisuudet.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin paljon yksityiskohtia siitä, kuinka pitäisi toimia ja mitä pitäisi tehdä. Tilannetta voisi kuvata vertauksella "tutkija keskittyy mutteriin ja pulttiin, mutta yritykset näkevät liitoksen". Tutkija on etsinyt menetelmiä yhteistyön edistämiseen, mutta yritysten puolella tuloksina nähdään erityisesti avoimuus ja luottamus, jotka ovat parantuneet tutkimuksen myötä.

Paraniko asiakaslähtöisyys?

Yhtenä pääperiaatteena tutkimuksessa oli, että suunnitellaan muutoksia vain niihin prosessin osiin, joihin osallistujat itse voivat parhaiten vaikuttaa eli omaan tekemiseen. Tutkimukseen eivät juurikaan osallistuneet sellaiset henkilöt, jotka työskentelevät asiakasrajapinnassa (asunnonostajien kanssa). Näin ollen ainakaan suuria parannuksia asiakasrajapintaan ei voinut syntyä.

Toisaalta prosessien re-engineeringissä yksi johtajatus on, että kaikilla toiminnoilla on asiakas ja toimintoja tarkasteltaessa pohditaan toiminnon lisäarvoa ja tarpeellisuutta asiakkaalle. Sellaisia toimintoja, jotka eivät tuota lisäarvoa asiakkaalle eli prosessiketjun seuraavalle lenkille, tuskin tarvitaan. Suunnittelu-valmistus-rakentamisprosessissa näin ollen asiakaslähtöisyys oli voimakkaasti mukana. Kun prosessia tarkasteltiin tästä näkökulmasta, löydettiin myös uusia näkökulmia asiakkuuteen. Normaalistihan rakennusyri-tyks on suunnittelutoimiston asiakas, mutta kun tarkastellaan tiedon kulkua, niin suunnittelutoimisto voi olla rakennusyhtiön sisäinen asiakas; rakennusyhtiö toimittaa suunnittelutoimistolle suunnittelun lähtötiedot. Konkreettinen ilmaus tästä oli rakennusyhtiöstä tullut kommentti: "Suunnitteluprosessin ongelmia ratkottaessa meidän on katsoettava myös peiliin".

6.1.2 Tutkimuksen aikana tarkennetut tavoitteet

Tutkimuksen alkuvaiheessa määritetyt tavoitteet

Tutkimuksen keskeisimpänä tavoitteena oli vastata kysymykseen: **"Kuinka rakennushankkeessa on toimittava, jotta runkorakentaminen olisi tehokastaja turvallista ja tuottaisi laadukkaan lopputuloksen?"** Tutkimuksen tulosten perusteella voidaan sanoa, että **"Hallitulla valmistelulla, tuotteistamisella, yhteistyöllä ja työketjun hallinnalla päästään turvalliseen ja häiriöttömään rakentamisprosessiin."** Hallittu valmistelu tarkoittaa edellytysten luontia tehokkaaseen työskentelyyn hankkeen kaikissa vaiheissa ja niiden varmistamista. Kohdassa 4.2.1 on esitetty tarkemmin, millaisia tehtäviä edelliseen sisältyy. Myös tuotteistaminen, yhteistyö ja työketjun hallinta ovat hallitun valmistelun osakokonaisuuksia, jotka vaativat kolmikantaista yhteistyötä rakentajan, elementtitoimittajan ja elementtisuunnittelijan välillä. Tutkimuksen aikana on jo nähty, että edellytyksiä tutkimuksen tavoitteiden saavuttamiseksi on syntynyt, mutta varsinainen työ tavoitteiden saavuttamiseksi tehdään vasta tulevien vuosien kuluessa. Hallittu valmistelu pitää sisällään varmasti paljon muutakin. Tässä tutkimuksessa esitetyt tulokset ovat kuitenkin osallistujien mielestä ajankohtaisimpia muutoksia hallittuun valmisteluun pääsemiseksi.

Muuttuiko tarjouksesta tilaukseen prosessi, suunnitteluprosessi, tuotteistamisprosessi ja työmaaprosessi?

Osallistujilta saatujen tietojen mukaan kaikilla osa-alueilla tapahtui muutoksia hyvään suuntaan. Tarjouksesta tilaukseen prosessissa siirryttiin tinkimiskulttuurista kumppanuustoiminnan suuntaan. Parma Oy:n myynti-insinööri kertoi syksyllä 2003, että hän piti prosessikaaviossa esitettyä kauppahinnan muodostamisajankohtaa jo tiikerinloikkana entiseen verrattuna, mutta prosessin jatkokehittämisessä oli sitovaa hinnanmuodostusta vielä edelleenkin aikaistettu.

A-Insinööreistä todettiin koko tutkimuksen merkittävimpänä saavutuksena suunnittelijoiden osallistumista hankeprosessiin heti alusta lähtien. Hankkeen onnistumiseen vaikuttavista päätöksistä valtaosahan tehdään hankkeen alussa. Se, että suunnittelijat pääsevät vaikuttamaan näihin päätöksiin, lisää tietysti onnistumisen edellytyksiä mutta myös suunnittelijoiden työn mielekkyyttä.

Tuotteistamisprosessiin on perustettu työryhmiä, ja ensimmäisiä hyviä kokemuksia on saatu jo uusista tuotteistetuista teknisistä ratkaisuista.

Työmaaprosessin osuudesta voidaan mainita työturvallisuutta kuvaavien mittareiden arvoissa syntynyt parannus. Työmaaprosessin muutosten arviointi on kuitenkin vielä liian aikaista. Mahdolliset työmaaprosessin kehitysharppaukset tulevat konkretisoitumaan suunnittelu- ja tuotteistamisprosessien vaikutusten myötä.

Tutkimuksessa konkretisoidut, mitattavat tavoitteet

Kysymykseen, paranivatko laatu, tehokkuus ja turvallisuus, on hyvin vaikea vastata. Näitä osa-alueita pyritään parantamaan jatkuvasti erilaisilla tutkimus- ja kehityshankkeilla sekä kampanjoilla. Olisi luultavasti mahdotonta osoittaa syy-seuraussuhdetta juuri tämän tutkimuksen ja mitattavien arvojen välillä, vaikka sellaista tapahtuisikin. Lisäksi, jos tällaisiin mittauksiin pyrittäisiin, olisi oikea mittaushetki vasta jossakin tulevaisuudessa, kun tulokset on sisäistetty ja opittu. Opiskeluvaihe saattaa jopa laskea esimerkiksi tehokkuutta, ennen kuin harjaantumisen kautta päästään uudelle normaalille tasolle.

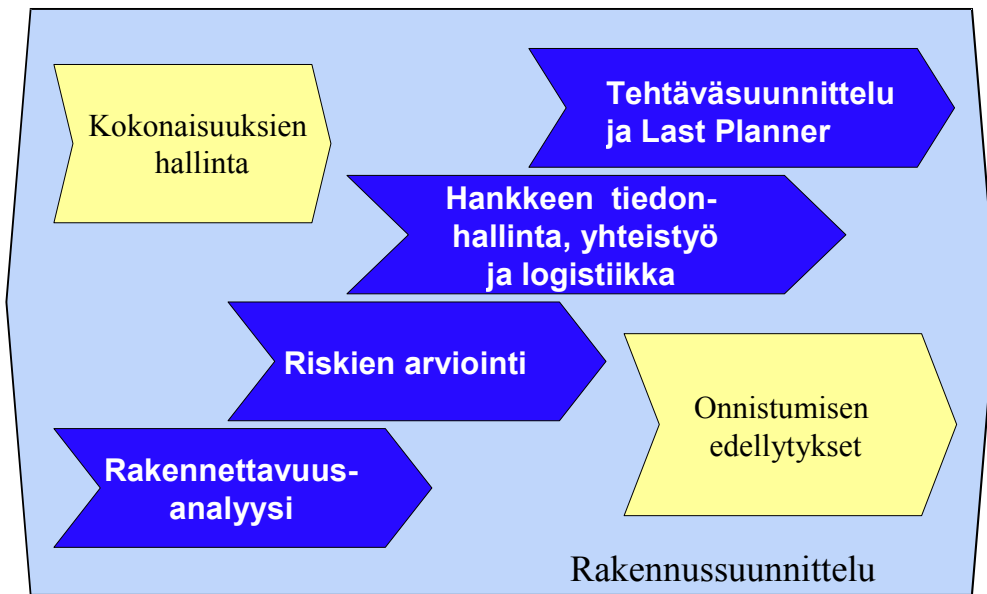
Vaikka edellä mainittuihin tavoitteisiin nimettyjen mittareiden arvoja ja niiden kehittymistä ei lopulta selvitettykään, oli kuitenkin mielestäni hyvä nimetä ne ja asettaa niille numeeriset tavoitearvot. Tällä saatiin abstraktit tavoitteet konkretisoitua paremmin ymmärrettäviksi. Lisäksi laadun, tehokkuuden ja turvallisuuden seuranta pitää nähdä laajempänä kysymyksenä, kuin tämän tutkimuksen validiuden näkökulma on.

6.2 Johtopäätökset ja yleistyksset

6.2.1 Rakennussuunnittelun ja tuotannosuunnittelun integrointi

Prosessien kehittämisen tavoitteena tulee olla rakentamisen laadun, turvallisuuden ja tehokkuuden yhtäaikainen parantaminen.

Keskeisimpänä keinona edellä mainittuun tavoitteeseen pääsemiseksi on tuotannosuunnittelun integrointi rakennussuunnittelun sisään (kuva 35). Integrointi joudutaan luonnollisesti tekemään pala palalta. Tavoitteen onnistuminen saa aikaan kestävä tuotavuuden kasvua.



Kuva 35 . Tuotannon suunnittelun integrointi rakennussuunnittelun sisään vaatii uutta ajattelua rakentamisen osapuolien keskuudessa. Lisäksi vaaditaan asiaan sitoutumista ja muutoksia useisiin aikaisempiin toimintatapoihin.

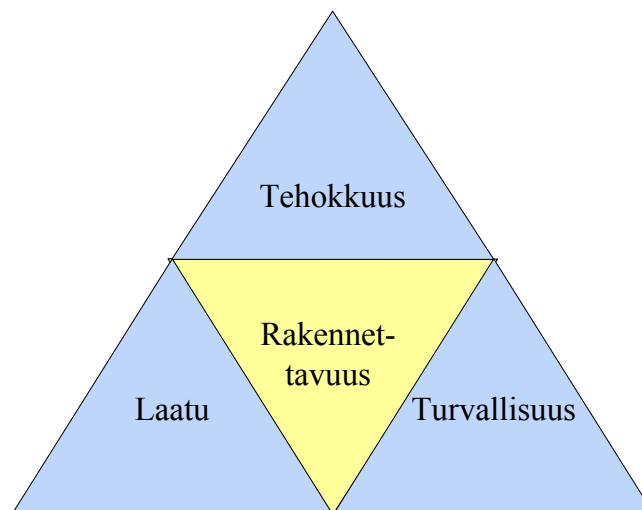
Integroimalla tuotannosuunnittelu rakennussuunnittelun sisään ja vertailemalla vaihtoehtoisia toteutustapoja hyvissä ajoin ennen rakennustyön alkamista luodaan hyvät edellytykset rakennustyön laadulle, tehokkuudelle ja turvallisuudelle toteutusvaiheessa.

6.2.2 Rakennettavuuden arviointi

Johtopäätös: Suunnitteluprosessin toimintatapojen on muututtava siten, että asiakkaat ja rakentajat saadaan osallistumaan prosessiin tehokkaasti heti alusta lähtien.

Rakennettavuus on tiedon, osaamisen ja kokemuksen optimaalinen sekoitus, jolla minimoidaan muutostarpeita, reklamaatioita ja tyytymättömyyttä. Hyvä rakennettavuus vaatii nykyistä tiiviimpää hankkeen osapuolien yhteistyötä. Rakennettavuuteen voidaan parhaiten vaikuttaa hankkeen alussa, kun rakentajat, suunnittelijat ja asiakkaat yhdessä arvioivat arkkitehdin ensimmäisiä vaihtoehtoisia luonnoksia ja ratkaisumalleja. Vaihtoehtoisten tontinkäyttösuunnitelmien perusteella voidaan arvioida esimerkiksi sitä,

- kuinka varastoalueet, työmaatiet ja kulkureitit sijoitetaan
- mitä riskejä työmaalla ja sen lähiympäristössä on
- mitkä ovat torninosturin mahdolliset paikat
- mikä olisi tarkoituksenmukainen etenemisjärjestys rakentamisen kannalta
- kuinka rakentaminen ja sen mukainen suunnittelu ja valmistus kannattaa lohkottaa
- mihin lohkoon sijoitetaan mm. väestönsuoja, lämmönjakohuone ja muut tekniset tilat, jotta rakennuksen lämmittäminen ja sisävalmistusvaihe voitaisiin aloittaa mahdollisimman aikaisin?



Kuva 36. Laatu, tehokkuus ja turvallisuus eivät ole keskenään kilpailevia tavoitteita, vaan hyvässä hankkeessa ne ovat toisiaan tukevia, rakennettavuudella aikaansaattavia ominaisuuksia.

Edellä mainittujen asioiden käsittelyllä on mahdollisuus parantaa sekä tehokkuutta, laatua että turvallisuutta (kuva 36). On selvää että "helposti rakennettava" kohde on mahdollista rakentaa myös turvallisesti.

Rakennettavuutta voidaan parantaa myös rakennussuunnittelun riskienarviointimenetelmiä kehittämällä. Rakennesuunnittelija on suunnitteluprosessin ensimmäinen osapuoli, joka käytännössä tunnistaa hankkeen riskejä; kaikki ratkaisut, jotka ovat rakennesuunnittelijan käsityksen mukaan vaikeita toteuttaa, ovat jonkinasteisia hankkeen riskejä. Nämä havainnot tulee dokumentoida ja siirtää prosessissa eteenpäin joko ratkaistaviksi tai hallittaviksi. Samoin kaikkien muidenkin hankkeen osapuolien havainnot tulee tallettaa ja siirtää hankeprosessissa eteenpäin.

6.2.3 Rakennussuunnitteluvaiheen turvallisuussuunnittelu

Johtopäätös: Hankkeen kaikki osapuolet on saatava osallistumaan hankkeen turvallisuuden maksimoimiseen, ja tiedonvälitykseen on käytettävä tehokkaita ja havainnollisia menetelmiä

Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu aloitetaan pahimmillaan vasta rakennussuunnitelmien valmistuttua, turvallisuussäädösten edellyttämänä ja päätoteuttajan toimesta. Yleensä kaikki turvallisuussuunnittelun kannalta oleelliset tekijät on silloin jo lukittu. Suunnitelmien muuttaminen työturvallisuuden kannalta paremmiksi saattaa olla mahdollista esim. kustannus- tai aikataulusyistä. Tyypillisimmillään tällainen tilanne on kilpailu-urakoissa.

Ennalta suunniteltu rakentaminen on tehokasta, laadukasta ja turvallista rakentamista. Jo suunnitteluvaiheessa huomioitu rakennustyön turvallisuus antaa valmiudet toteutusvaiheessa turvalliseen ja hallittuun rakentamiseen. Turvalliseksi suunniteltu rakentaminen ei lisää toteutusvaiheen kustannuksia eikä vaadi lisää rakentamisaikaa vaan pikemminkin tuo hyötyjä näillekin alueille turhan "säheltämisen" vähenemisenä.

Yksi tärkeimmistä suunnitteluvaiheen keinoista turvallisuuden huomioonottamiseksi on tarkastella työmaan rakennusaikaisen toiminnan vaatimuksia. Toisin sanoen tuotannon suunnittelua on aikaistettava. Parhaiten se onnistuu ottamalla työmaan aluesuunnitelma tarkasteltavaksi jo rakennussuunnittelun alusta lähtien.

Esimerkiksi ensimmäisiä tontinkäyttösuunnitelmia tehdessään suunnittelijoiden tulisi huomioida myös hankkeen toteutusvaihe. Ainakin tonttiin liittyvien riskien kartoittaminen ja havainnollinen esittäminen aluepiirroksena lisäävät todennäköisyyttä, että suunnittelussa riskit otetaan paremmin huomioon. Tällaisia riskejä voivat olla muun muassa kaapelit,

voimajohdot, saastuneet tai häiriöherkät maalajit sekä ympäristön liikenne. Mahdollisesti myös runkotyössä tarvittavien nostimien, työmaateiden ja varastoalueiden sijaintia voidaan suunnitella jo hankkeen alkuvaiheessa. Varsinkin vaikeasti rakennettavilla tonteilla nämä asiat tulee ottaa huomioon jo hankkeen luonnossuunnitteluvaiheessa.

Sen lisäksi, että rakennesuunnittelija tarkastelee rakennuksen vakavuutta asentamisen aikana, hän voisi ottaa suunnittelussa huomioon myös rakentamislohkojen ja elementtien asennusjärjestyksen. Tavoitteena on mahdollistaa rakennusalueen nostot siten, että nostoja ei tehdä työpisteiden yli ja mahdollisimman vähän myös kulkuteiden yli.

Rakentamisen prosesseja tulee kehittää sellaisiksi, että tuotannon näkökulmasta voidaan antaa suunnitteluun palautetta rakennettavuudesta ja työturvallisuudesta jo hankkeen alkuvaiheessa. Rakennettavuus ja työturvallisuus ovat voimakkaasti toisiaan tukevia tavoitteita. Palautteen antamisen menetelmät tarvitsevat kuitenkin kehittämistä nykyisissä rakentamisen käytännöissä. Talonrakennushankkeen työturvallisuuden suunnittelua on tarkasteltava organisaatorajat ja suunnittelualueet ylittävänä prosessina.

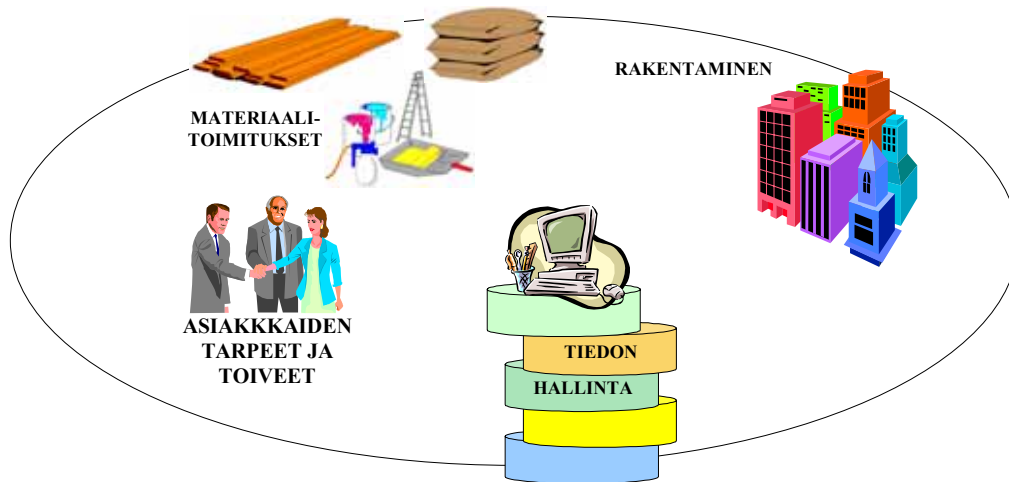
6.2.4 Rakennushankkeen logistiikan ohjausmenetelmät ja työkalut

Johtopäätös: Suunnitteluprosessin avuksi on kehitettävä uusia menetelmiä ja työkaluja, joilla helpotetaan osapuolien välistä yhteistyötä.

Toinen lähestymistapa tuotannosuunnittelun ja rakennussuunnittelun integrointiin on pohtia, kuinka rakentamisvaiheessa voidaan parantaa asiakkaiden, suunnittelijoiden, valmistajien ja rakentajien yhteistoimintaa. Tuotannon nopeutuva rytmi, verkottuminen, kansainvälistyminen, kustannustehokkuus ja ihminen itse asettavat uusia vaatimuksia työvälineille.

Rakentamisen logistiikka edellyttää saumatonta yhteistyötä toimitusketjun eri osapuolten, käyttäjien ja työvälineiden kesken. Toiminnanohjauksen työvälineet ovat tässä keskeisessä asemassa. Työvälineille tulee olla keskeistä kokonaisuuksien hallinta, nopea reagointi muutoksiin ja niiden analysointi sekä tiedon jakaminen. Tämä kaikki on pysyvä tekemään mahdollisimman automaattisesti (kuva 37).

Rakennushankkeen logistiikan hoito vaatii nopeata tiedonkulkua asiakkaiden, rakentajien ja toimittajien välillä



Kuva 37. Uusilla tietoteknisillä työkaluilla on mahdollista parantaa logistiikan toimivuutta rakennushankkeessa.

Re-engineering-menetelmillä on mahdollista parantaa rakennustyömaan materiaalihalintaprosessia radikaalisti. Uudistetussa prosessissa voidaan hyödyntää nykyaikaisia sähköisiä tiedonsiirron järjestelmiä. Uusilla tietokantasovelluksilla mahdollistetaan asiakkaan yksilöllisten valintojen tekeminen ja niiden välittäminen rakennushankkeen aikana. Järjestelmän on toimittava urakoitsijalle materiaalien ja tarvikkeiden kotiinkutsujärjestelmänä ja materiaalitoimittajalle tilausten käsittelyjärjestelmänä. Tuloksena syntyy eräänlainen virtuaalinen kauppaportaali asiakkaan käyttöön.

6.3 Jatkotutkimusehdotukset

Jatkotutkimuksen mahdollisuudet jakaantuvat tämän tutkimuksen lähtökohdasta kahteen osaan. Toisaalta pitäisi tehdä seurantatutkimus tässä julkaisussa kuvatuista prosessimuutoksista ja niiden vaikutuksista työmaaprosessiin. Toisaalta pitäisi selvittää enemmän tutkimuksen tulosten siirrettävyyttä ja yleistettävyyttä.

Prosessimuutosten vaikutukset työmaaprosessiin syntyvät viiveellä ja ovat hyvin vaikeasti osoitettavissa. Kehittämistoimenpiteiden vaikutusten arviointi on kuitenkin tärkeä osa rakentamisen tutkimuskentässä. Tutkimuksen tavoitteena voisi olla tämän tutkimuksen vaikutusten arvioinnin lisäksi arvioimisen ongelmakentän systemaattinen kartoittaminen.

minen sekä vaikutusten arvioinnin menetelmien kehittäminen. Tuloksena voisi syntyä myös uudenlainen rakennusyrityksen toimintaprosessien seuranta järjestelmä.

Tutkimuksen tulosten yleistettävyyden ja siirrettävyyden selvittäminen voisi olla hedelmällistä, kun kohdassa 6.2 tehtyjä johtopäätöksiä ja hypoteeseja pyrittäisiin soveltamaan muihinkin kuin runkorakentamisen prosesseihin.

Lähteet

Aitomaa, K., Luoto, T., Marjamäki, M., Niskanen, T., Patrikainen, H. & Päivärinta, K. 2002. Rakennustöiden turvallisuusmääräykset selityksineen. Helsinki: Rakennusalan Kustantajat RAK. 200 s. ISBN 951-664-110-5

Laamanen, K. 2001. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. Keuruu: Suomen Laatu-keskus Koulutuspalvelut Oy.

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 1998. Prosessijohtamisen käsitteet. 2., uud. p. Vantaa: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Laitinen, M. 1993. Elementtijulkisivun tietovirrat ja toimitus. Kehitys ja tuottavuus -sarjan julkaisu no 12. Rakennusteollisuuden Keskusliitto.

Laitinen, M. 1995. Elementtitoimitusten hallinta. Kehitys ja tuottavuus -sarjan julkaisu no 29. Rakennusteollisuuden Keskusliitto.

Lappalainen, J., Sauni, S., Piispanen, P. & Nurmi, S. 1997. Hyvä turvallisuusjohtaminen yhteisellä rakennustyömaalla: toimintaopas. Tampere: Tampereen aluetyöterveyslaitos, VTT Valmistustekniikka. 51 s.

Markkanen, J. 2000. Rakennustyömaan turvallisuussuunnittelu: Rakennusyrityksen ja rakennusprojektin lakisäätöiset ja sopimukseen perustuvat työsuojelutehtävät ja -toimenpiteet. Helsinki: Vahinkovakuutusosakeyhtiö Pohjola. 151 s. ISBN 951-95854-6-X

Roberts, L. 1994. Process reengineering, the key to achieving breakthrough success. Milwaukee, Wisconsin: ASQC Quality Press. (Prosessi-re-engineering. Suom. Jani Roman ja Rastor-työryhmä.)

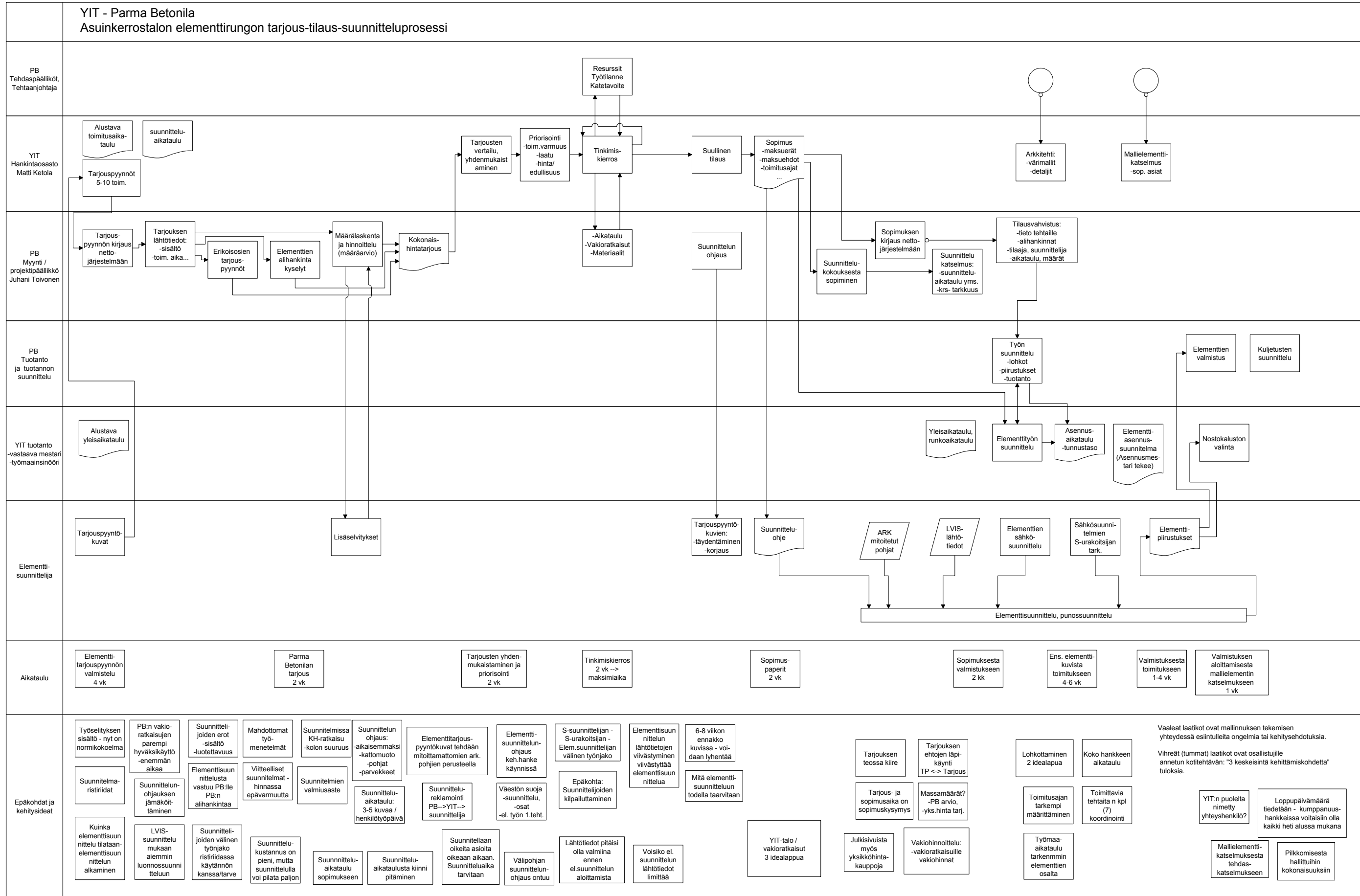
SKOL 2001. Rakennesuunnittelijan turvallisuustehtävät. Helsinki: SKOL ry.

Suutarinen, P. 1990. Betonielementtirungon rakentamisen nopeuttaminen. TKK, Talonrakennustekniikka.

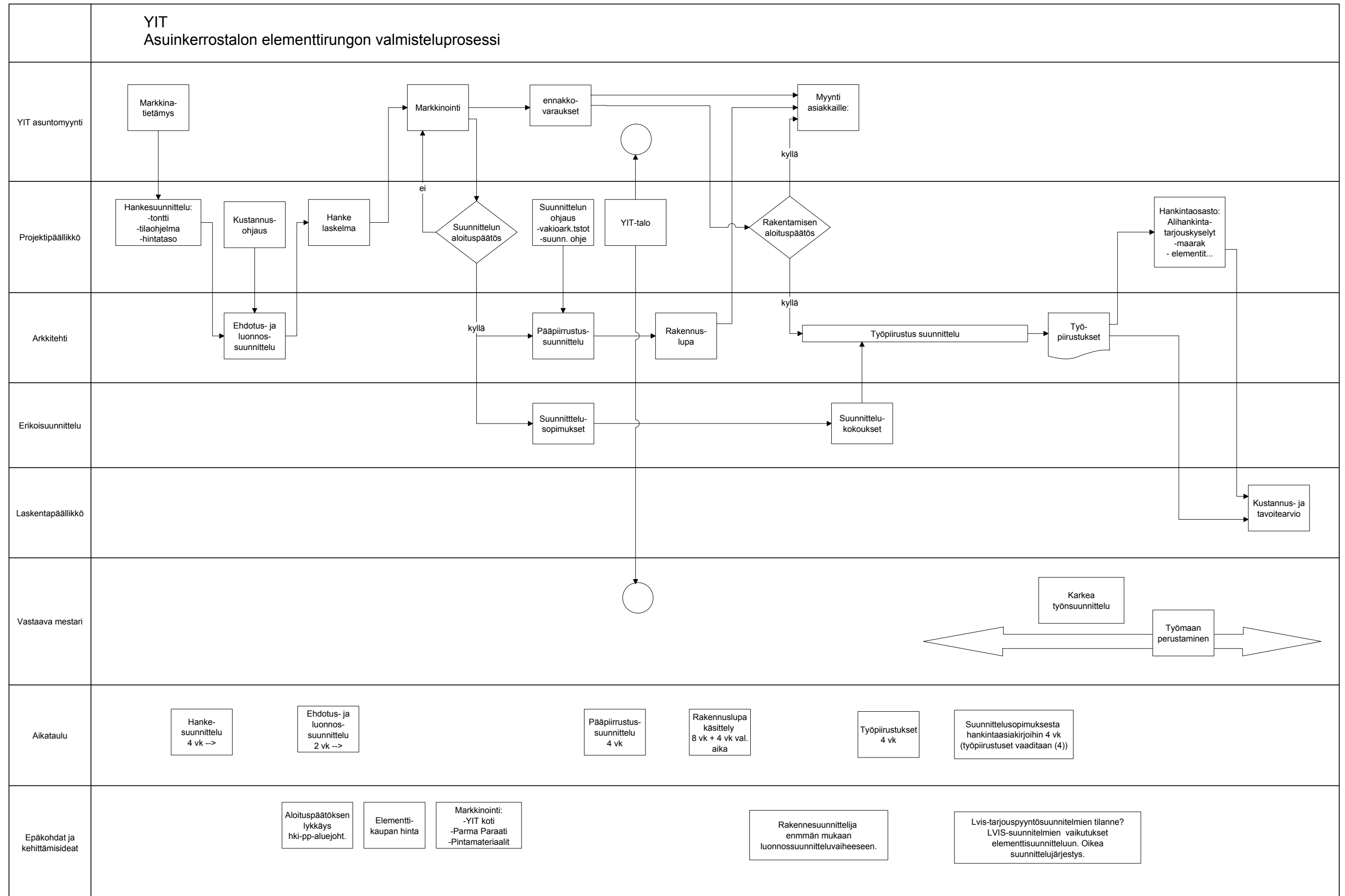
Teriö, O. 2002. Betonirakentamisen esivalmistusasteen nosto. Tampere: VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Tieturi 2002. Liiketoimintaprosessien kehittäminen. Tieturi, kurssiaineisto.

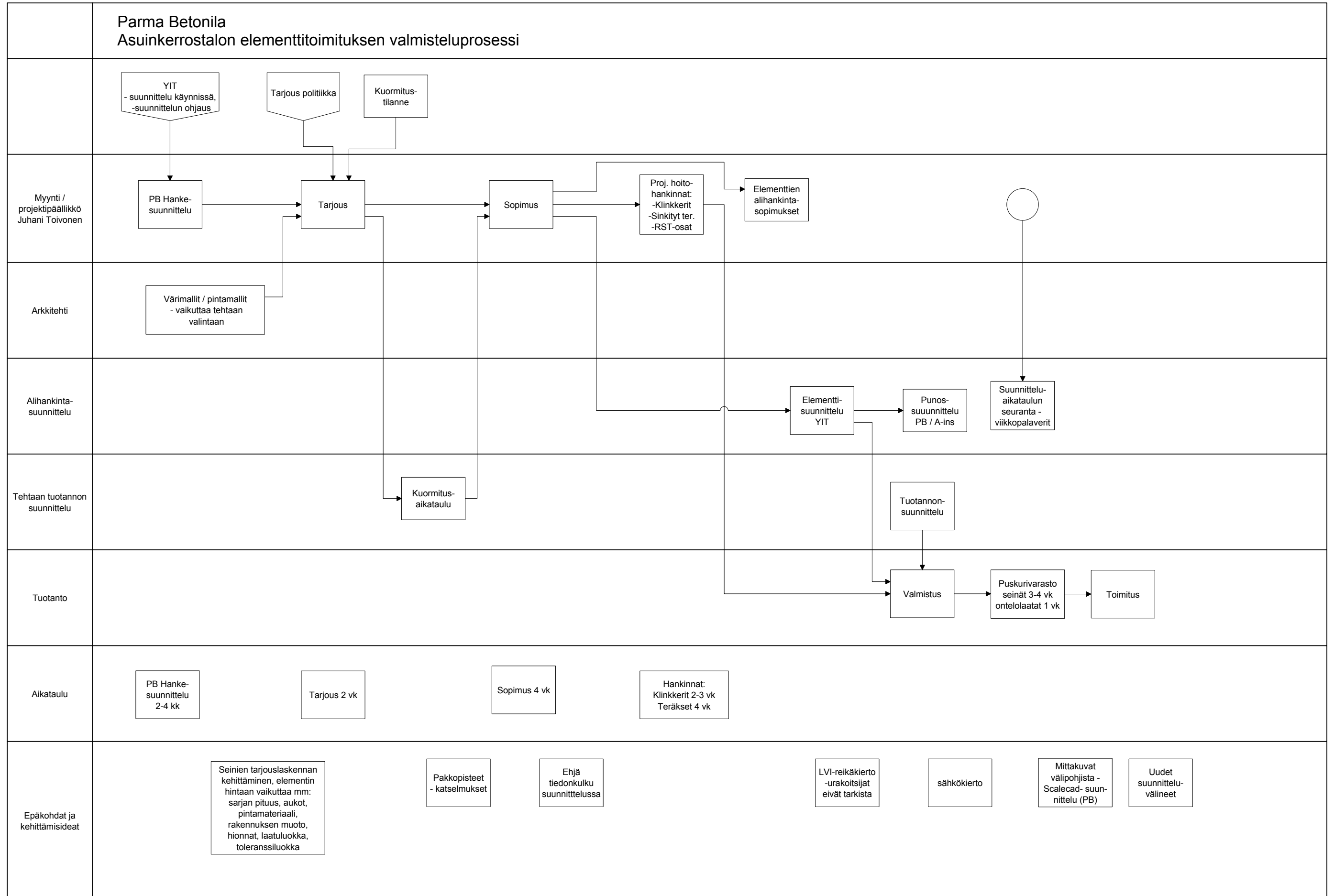
Liite 1: Hankkeen valmisteluprosessi, YIT Rakennus Oy - Parma Oy



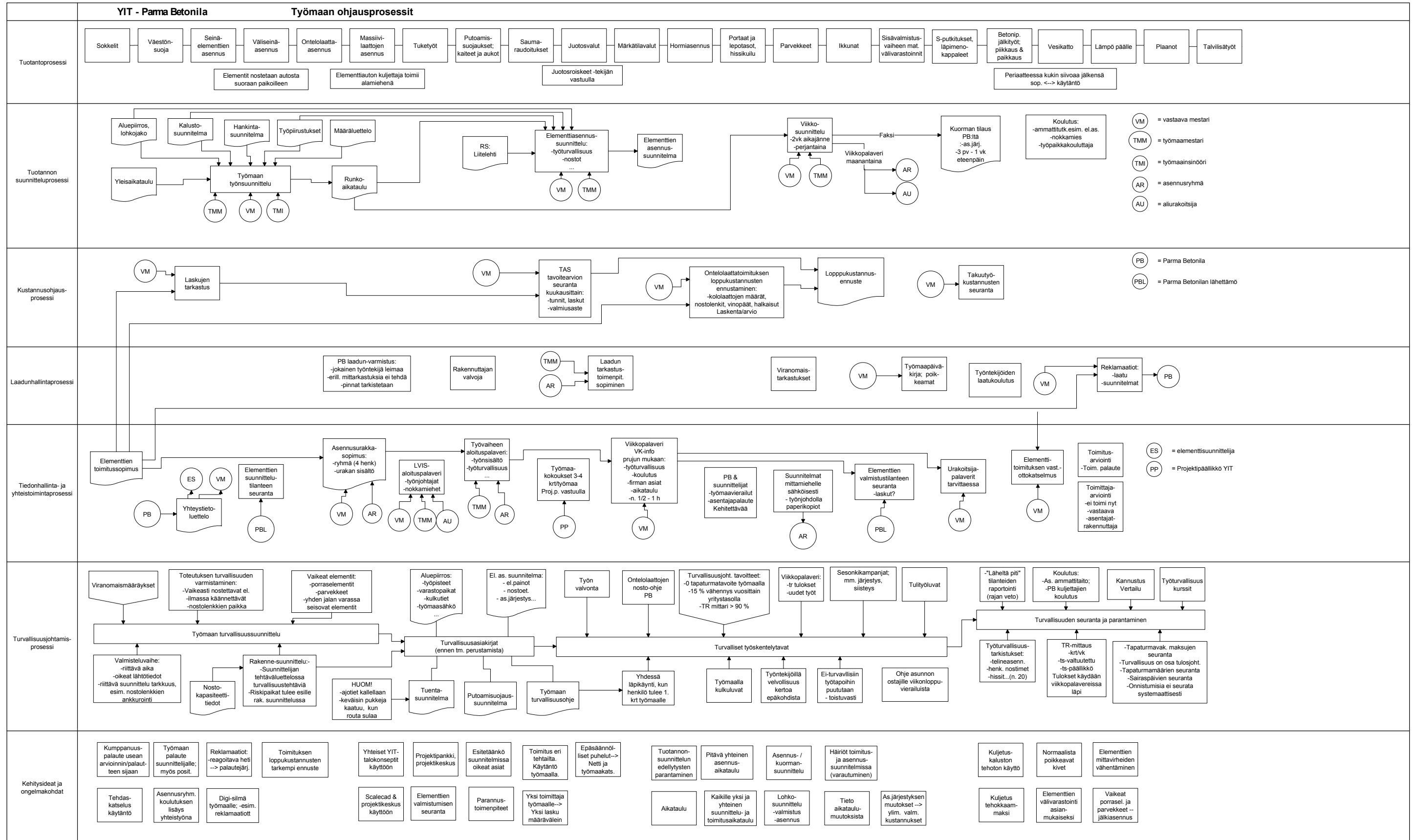
Liite 2: Hankkeen valmisteluprosessi, YIT Rakennus Oy



Liite 3: Hankkeen valmisteluprosessi, Parma Oy



Liite 4: Työmaan ohjausprosessit, YIT Rakennus Oy - Parma Oy



	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi	Tutkimuksen arviointi
Tutkimusryhmä (19.3.2003):												
Tutkimuksen arviointi												
Workshop 8 (20.1.2003): Prosessien käytön oton suunnittelu												
Tutkimusryhmä (18.12.2002): Uusien prosessien käyttöönsäminen												
Workshop 7 (11.12.2002): Työmaan tiedonhallinta ja yhteistoimintaprosessin suunnittelu												
Workshop 6 (27.11.2002): Tuotteistamisprosessin suunnittelu												
Workshop 5 (20.11.2002): Suunnittelu- ja tarjouksesta toimitukseen -prosessin suunnittelu												
Workshop 4 (30.10.2002): Suunnittelu- ja tarjouksesta toimitukseen -prosessin suunnittelu												
Työpöytäseminaari (6.9.2002): "Työmaapaikant"												
Workshop 3 (12.8.2003): Työuravaltuuskyselyt, VTT Riskien hallinta ja YIT												
Tutkimusryhmä (19.6.2002): Tavoitteiden tarkentaminen												
Workshop 2 (29.4.2002): työmaaprosessin mallintaminen												
Workshop 1 (18.4.2002): Valmisteluprosessin mallintaminen												
Ohjausryhmä												
YIT Rakennus Oy												
Liiketoimintaryhmän johtaja Timo Lehmus					x							x
Aluejohtaja Antti Varpe					x							x
Tuotantopäällikkö Mikko Kaunisto	x	x			x				x	x	x	x
Kehityspäällikkö Petri Moksén	x	x	x		x				x	x	x	x
Kehityspäällikkö Jari Lehtonen			x									
Laskentapäällikkö Tarmo Lehtonen		x	x									
Hankintavastaava Matti Ketola		x	x						x			
Projekti-insinööri Panu Lampinen		x	x						x			
Vastaava mestari Arto Pitkänen		x	x						x			
Työmaamestari Pasi Urvanta		x	x						x			
Työmaamestari Ismo Jussila									x			
Parma Oy												
Varatoimitusjohtaja Kari Laukkanen					x							x
Yksikön johtaja Jarmo Murtonen	x	x	x		x				x	x		x
Tehdaspäällikkö Risto Veijalainen		x	x									
Kehityspäällikkö Heikki Sarin	x	x	x		x					x		x
Projektipäällikkö Matti Raukola		x	x						x			
Myynti-insinööri Juhani Toivonen	x	x	x		x				x	x		
Tehdaspäällikkö Kari Rämö												x
Tehdaspäällikkö Erkki Ala-Paavola									x			x
Projektivalvoja Jouko Finne									x			
A-Insinöörit												
Toimitusjohtaja Toimi Tarkainen					x							
Suunnittelupäällikkö Valteri Meriläinen			x									
Osaston johtaja Jouko Hietanen									x			
Suunnittelupäällikkö Kari Ylönen									x			
Tekninen johtaja Seppo Suuriniemi									x			x
VTT												
Erikoistutkija Hannu Koski	x	x	x		x				x	x		x
Erikoistutkija Kaarin ruuhilehto	x	x	x		x				x			
Tutkija Eeva Rantanen	x		x		x				x			x
Tutkija Olli Teriö	x	x	x		x				x	x		x

Liite 5. Tutkimuksen kohderyhmä ja aikataulu

Liite 6 a: Elementtiasennuksen aikoja:

Asunto Oy Aleksandranhovi

Hormien asennus	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		58
		10 %	0:03
		25 %	0:05
		50 %	0:06
		75 %	0:08
		90 %	0:12
Hormien siirto	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		4
		10 %	0:14
		25 %	0:14
		50 %	0:17
		75 %	0:51
		90 %	1:02
Laataston saumaus	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		5
		10 %	2:30
		25 %	2:47
		50 %	4:04
		75 %	4:19
		90 %	4:23
Ontelolaatat	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		234
		10 %	0:03
		25 %	0:03
		50 %	0:04
		75 %	0:06
		90 %	0:08
Parvekelaatat	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		26
		10 %	0:11
		25 %	0:14
		50 %	0:20
		75 %	0:26
		90 %	1:17
Parvekepielet	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		3
		10 %	0:13
		25 %	0:13
		50 %	0:16
		75 %	0:18
		90 %	0:18

Parvekepillarit	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		30
		10 %	0:02
		25 %	0:04
		50 %	0:05
		75 %	0:08
		90 %	0:29
Porrash. laatat	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		10
		10 %	0:02
		25 %	0:03
		50 %	0:05
		75 %	0:07
		90 %	0:11
Portaan asennus	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		4
		10 %	0:34
		25 %	0:34
		50 %	0:39
		75 %	0:59
		90 %	1:05
US-elementit	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		97
		10 %	0:09
		25 %	0:10
		50 %	0:13
		75 %	0:16
		90 %	0:20
VS-elementit	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		93
		10 %	0:07
		25 %	0:09
		50 %	0:10
		75 %	0:12
		90 %	0:15
Välivarastoinnit	Havainnointi [kpl] Fraktoiitit [min]		6
		10 %	0:18
		25 %	1:06
		50 %	1:49
		75 %	2:06
		90 %	2:19

Liite 6 b: Elementtiasennuksen aikoja:
Asunto Oy Koskenkohina

Hormien asennus	Havaintoja [kpl]		29
	Fraktiliit [min]	10 %	0:03
		25 %	0:04
		50 %	0:05
		75 %	0:06
90 %	0:09		
Hormien siirto	Havaintoja [kpl]		3
	Fraktiliit [min]	10 %	0:15
		25 %	0:15
		50 %	0:17
		75 %	0:30
90 %	0:30		
Laataston saumaus	Havaintoja [kpl]		4
	Fraktiliit [min]	10 %	1:28
		25 %	1:29
		50 %	1:51
		75 %	2:13
90 %	2:15		
Ontelolaatat	Havaintoja [kpl]		122
	Fraktiliit [min]	10 %	0:02
		25 %	0:03
		50 %	0:03
		75 %	0:04
90 %	0:05		
Parvekelaatat	Havaintoja [kpl]		25
	Fraktiliit [min]	10 %	0:17
		25 %	0:21
		50 %	0:32
		75 %	0:47
90 %	1:01		
Parvekepielet	Havaintoja [kpl]		11
	Fraktiliit [min]	10 %	0:06
		25 %	0:08
		50 %	0:10
		75 %	0:14
90 %	0:22		
Parvekepilarit	Havaintoja [kpl]		16
	Fraktiliit [min]	10 %	0:01
		25 %	0:02
		50 %	0:04
		75 %	0:05
90 %	0:24		

Porrash. laatat	Havaintoja [kpl]		6
	Fraktiliit [min]	10 %	0:03
		25 %	0:04
		50 %	0:08
		75 %	0:11
90 %	0:14		
Portaan asennus	Havaintoja [kpl]		3
	Fraktiliit [min]	10 %	0:19
		25 %	0:19
		50 %	0:25
		75 %	0:25
90 %	0:25		
US-elementit	Havaintoja [kpl]		91
	Fraktiliit [min]	10 %	0:06
		25 %	0:08
		50 %	0:09
		75 %	0:11
90 %	0:15		
VS-elementit	Havaintoja [kpl]		67
	Fraktiliit [min]	10 %	0:05
		25 %	0:08
		50 %	0:09
		75 %	0:11
90 %	0:15		
Välivarastoinnit	Havaintoja [kpl]		3
	Fraktiliit [min]	10 %	0:38
		25 %	0:38
		50 %	1:39
		75 %	2:11
90 %	2:11		
Kylpyhuonevalut	Havaintoja [kpl]		4
	Fraktiliit [min]	10 %	2:26
		25 %	2:36
		50 %	3:20
		75 %	3:54
90 %	4:01		

Liite 7: Asennuskatselmuksen mittaristo

Työmaa	Arvio				200
Asentajien haastattelut ja katselmoijien silmämääräiset arviot työmaakerroksella	+3	+2	+1	0	Korjaustoimenpide
Työmaa-alue					
Elementtien välivarastojen alustojen suoruus ja routimattomuus					
Työmaateiden kunto, liikennejärjestelyt					
Fakkien riittävyys					
Julkisivut					
Julkisivujen värit ja väriaihtelut, pesusyvyyt					
Järjestelmien yhteensopivuus: parvekkeet					
Elementtien saumaleveydet silmämääräisesti					
Elementtien hammastus silmämääräisesti					
Rungon liittyminen perustuksiin					
Rakennuksen korkeusasema (Pihan kallistukset)					
Perustusten korkeusasemat					
Rungon sisäosat					
Väliseinissä saumojen hammastukset					
Hammastukset välipohjissa					
Varausten sijainnit ja pelivarat					
Lämmönjakohuone ja päälinjat					
Sähköpääkeskus ja kaapelireiitit					
IV-järjestelmä					
Ontelolaattojen vesireiät					
Korkeuserot: ontelolaatasto / märkätilat					
Korkeuserot: ontelolaatasto / porrastaso					
Korkeuserot: portaat / porrastaso					
Märkätilojen kololaatat - määrä					
Järjestelmien yhteensopivuus: hissi					
Järjestelmien yhteensopivuus: hormit					
Ikkunoiden koko, sijainti ja ristimitat					
Ikkuna-aukkojen kehäpuiden tuuletusaukot					
Väliseinien alasauman korkeus (15 mm)					
Väliseinien yläsauman korkeus (30 mm)					
Holvin katselmus					
Lämmöneristeen tuuletus					
SW elementtien lämmöneristeen sääsuojaus					
Järjestelmien yhteensopivuus: parvekkeet					
Korkeuserot: ontelolaatasto / parvekkeet					
Ontelolaattojen tukipinnat seinillä (40-60 mm)					
LVIS-varausten sijainnit ja pelivarat					
Pisteet yhteensä					

- Asteikko
+3 Erittäin hyvä
+2 Hyvä
+1 Normaali
0 Korjattavaa

Muistilista muista asennuskatselmuksessa käsiteltävistä asioista

Asennuskatselmuksen yhteenveto
Työmaan erikoisuudet. Esim. Yli 4 m korkeat elementit, käännettävät elementit, häiriöherkät pohjat
Rakennusteknisten riskipaikkojen läpikäynti: työturvallisuus, stabiilius, kosteustekniikka,...Suunnittelijoiden tietämys ja esim. vakuutusyhtiön tarkastusraportti
Kalliit ja vaikeasti toteutettavat suunnitteluratkaisut
Hyvin toimivat (uudet) suunnitteluratkaisut
YIT-talojärjestelmän detaljit – toimintatapojen yhtenäistäminen
Kuvien esitystapa: elementtikaaviot ja sijoituspiirustukset, mm. mittojen esitystapa, tönärisuunnat, kaidevemot, detaljit, A3,...
Suunnitelmamuutosten tilanne; portaat, märkätilat, keittiöt...
Kuormakirjan kuittausperiaatteet; elementtitoimitusten tarkastusperiaatteet
Aikataulutilanne (seuraavat lohkot)
Suunnittelun "etumatka"
Elementtien valmistuksen "etumatka"
Rakentamisaikataulun mahdolliset muutokset (viikkotarkkuus)

Liite 8: Aihioehdotuksia prosessin seurannan mittareiksi

Aikatauluviivästyks

Lohkojen kerrosten asentamisen edistymistä verrataan runkoaikatauluun elementtityypeittäin. Tarkasteltavia elementtityyppejä ovat:

- ulkoseinät (sandwich tai kuori)
- väliseinät (mukaan lukien hissikuilujen ja porrashuoneiden seinät)
- parvekepillarit ja -pielielementit
- parvekelaatat
- hormielementit
- porraselementit
- ontelolaatat
- muut elementit kuten porrastasolaatat.

Kerroksittain kunkin elementtityypin viimeisen elementin asennuspäivämäärää verrataan suunniteltuun asennusten valmistuspäivämäärään. Viivästysten syyt tallennetaan tarkkuudella: elementtiä ei ole toimitettu / ei ole asennettu. (Toimitustäsmällisyys).

Tarjous-tilausprosessin läpimenoaika

Ennen kuin elementtisuunnittelu voi alkaa siten, että elementit toimittavan tehtaan detaljiratkaisut voidaan ottaa huomioon suunnittelussa, täytyy toimittaja olla tiedossa. Perinteisissä hankintamenettelyissä pitää ainakin arkkitehdin mitoittamattomat työpiirustukset olla elementtitarjouspyynnön liitteenä. Työpiirustusten teon jälkeen tarjouspyynnön, tarjouksen tekemisen, tarjousten vertailun ja tinkimisen ajantarve on voinut olla jopa 12 viikkoa, ja tänä aikana elementtisuunnittelua on voitu viedä tehokkaasti eteenpäin ehkä 4 viikkoa. Kumppanuussopimuksella voidaan sopimisaika lyhentää esimerkiksi kahdeksi viikoksi ja samalla siirtää se pois kriittiseltä polulta, jolloin rakennushankkeeseen on mahdollista saada aikasäästöä 8 viikkoa. Alkuperäisenä tavoitteena ollut 3 viikon aikasäästö on otettava huomioon hankeaikatauluja tehtäessä, mahdollisesti voidaan tavoitella jopa suurempaa ajansäästöä.

Mittaus tapahtuu vertaamalla aiempien rakennushankkeiden toteutuneita hankeaikatauluja uusien hankkeiden toteutuneisiin hankeaikatauluihin.

Suunnitteluprosessin läpimenoaika

Suunnitteluprosessin läpimenoajassa tavoitellaan kahden viikon lyhennystä ja samalla suunnitteluun käytettävää aikaa on tarkoitus lisätä 10 %. Ajansäästöä tavoitellaan sillä, että kumppanuusperiaatteella suunnittelu voidaan aloittaa aiemmin, heti kun suunnitteludellytykset ovat olemassa. Toinen keino on vähentää asteittain täydentyvien lähtötie-

tojen odotusaikoja aikaistamalla myös talotekniikan suunnittelua ja valvomalla suunnittelun etenemistä kolmikannassa.

Mittaus tapahtuu vertaamalla aiempien rakennushankkeiden toteutuneita suunnitteluai-katauluja uusien hankkeiden toteutuneisiin suunnitteluai-katauluihin.

Suunnitteluajan lisääntymistä seurataan A-insinöörien sisäisestä projektiseurannasta. Suunnittelu-aika suhteutetaan hankkeen kokoon esimerkiksi rakennuskuutioihin.

Suunnittelu- ja valmistusvirheet

Suunnitteluvirheitä seurataan kolmesta vaiheesta:

- Suunnittelun aikana ilmenevät suunnitteluvirheet ja puutteet
- Elementtien valmistuksen aikana ilmenevät suunnitteluvirheet ja puutteet
- Työmaalla ilmenevät suunnitteluvirheet ja puutteet.

Valmistusvirheitä seurataan kahdessa vaiheessa:

- Elementtien valmistuksen aikana ilmenevät valmistusvirheet
- Työmaalla ilmenevät valmistusvirheet.

Mittauksen yksikkönä käytetään kpl / m³

Ensisijaisena tavoitteena on vähentää työmaalla ilmenevien virheiden määrää.

Aloitteiden määrä

Aloitteiden määrää seurataan yritysten jo voimassa olevien omien järjestelmien puitteis-sa. Nykyinen tavoite on: 1 aloite / työntekijä / vuosi.

Aloitteiden käsittelyprosessin toimivuus

Ehdotus: Mitataan palautteen määrää, jota annetaan aloitteen tekijälle; Positiivisia pa-lautetapauksia / kk / alueyksikkö.

Vaihtoehtoisesti: Mitataan aloitteiden määrää, joita on testattu tai pilotoitu työmaalla tai valmistajalla.

Käyttöön otetut uudistukset

- YIT-talo-konseptista poikkeavien suunnitteluratkaisujen määrä. Ohjaava vaikutus sekä suunnitteluun, että YIT-talo-konseptin sisältöön.

Ehdotus: Mitataan mm. käyttöön otettujen suunnitteluratkaisujen, toimintatapojen ja työkalujen määrää.

Piikkaustyön määrä

Yritysten omasta seurannasta joko pelkkä piikkaustyö tai betonipintojen jälkityöt rakennuskuutiota kohti.

Tapaturmataajuus

Yritysten omasta seurannasta

Turvallisuusriskien vähentäminen

TR-mittareista. Jos mittarin arvo on nyt 85, niin nostaminen 92,5:een tarkoittaa turvallisuusriskien vähentämistä puolella. $(85 + 0,5 \times (100-85) = 92,5)$.

Turvallisuusriskien korjausnopeus

TR-mittauksissa löydettyjen puutteiden korjausnopeutta seurataan laskemalla viikoittain kuinka monta prosenttia edellisen viikon puutteista on korjattu.

Runkovaiheen työtunnit

YIT:n (yritysten) seurantajärjestelmästä.

Sovittava seurattavat ja yhteenlaskettavat litterat (esim. otetaanko ikkuna-asennus tai vesikattotyöt mukaan.)



Tekijä(t) Teriö, Olli, Koski, Hannu, Rantanen, Eeva & Ruuhilehto, Kaarin			
Nimeke Runkoprosessin re-engineering Betonivalmisisarakentamisen suunnittelu-toteutus-prosessin uudistaminen			
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tavoitteena oli uudistaa täyselementtitekniikalla toteutettavaa runkorakentamista siten, että laatu, tehokkuus ja turvallisuus paranevat nykyiseen verrattuna merkittävästi. Tutkimusongelman lähestymistavassa pyrittiin vastaamaan kysymykseen: "Miksi toimitaan niin kuin toimitaan, ja kuinka ihmisten ja organisaatioiden toimintaa voidaan muuttaa?" Organisaatioiden toimintaprosessien muutoksessa tarvitaan muun muassa piilevän tiedon näkyväksi tekemistä, tietojen yhdistelyä sekä tiedon sisäistämistä yksilön ja organisaation tasolla.</p> <p>Tutkimusongelman käsittelyssä sovellettiin prosessien re-engineering-menetelmiä, joissa tarkastellaan pitkiä prosesseja organisaatorajojen yli, kyseenalaistetaan toimintatapoja sekä painotetaan asiakaslähtöisyyttä, lisäarvon tuottoa ja osallistujien sitouttamista muutokseen.</p> <p>Tutkimuksessa tarkasteltiin sekä liiketoimintaprosesseja että tuotantoprosessia. Aineistoa kerättiin valokuvaamisella, videoinnilla ja haastatteluilla sekä workshop-työskentelyllä. Tutkimuksen alkuosassa mallinnettiin rakennushankkeen valmisteluprosessi ja työmaan ohjausprosessit sekä kerättiin näkemyksiä kehittämistarpeista.</p> <p>Suunnitteluprosessissa ongelmina nähtiin mm. aikataulukysymykset, suunnitteluedellytysten puuttuminen ja yhteistyön puute. Tarjouksesta tilaukseen -prosessissa keskeisimpiä kysymyksiä olivat aikataulut, hinnoitteluperusteet ja suunnittelusopimukset. Kustannusten hallinta ja ennakointi koettiin vaikeaksi elementtitoimituksissa. Työmaaprosessin kehittämiseksi etsittiin keinoja piikkauksen, oikomisen ja jälkivalujen vähentämiseen sekä työturvallisuuden parantamiseen. Tuoteistamisprosessissa pidettiin tärkeänä tuotekehityksen tehostamista, palautekäytännön parantamista ja hyvien suunnitteluratkaisujen käytön lisäämistä.</p> <p>Tutkimuksen tuloksena laadittiin uusi yhteinen prosessimalli yritysten keskinäiseen toimintaan. Keskeisimpiä muutoksia ovat: (1) Tarjouspyyntö-tarjous-tinkimis-tilaus-prosessista siirrytään toimitussisällöstä sopimiseen. (2) Suunnittelun alkupäähän vaikutetaan kolmikantayhteistyöllä ja päätösten tekoa aikaistetaan. (3) Suunnittelun, valmistamisen ja turvallisen rakentamisen edellytykset varmistetaan kolmikantatarkastelmuksilla. (4) Virheistä otetaan oppia systemaattisesti ja yhdessä kehitetään tuotteistettuja ratkaisuja. (5) Tiedonhallintaa ja yhteistyötä parannetaan yhteisesti sovitulla toimintavoilla. (6) Turvallisuusjohtamisen toimintatavat integroidaan tuotannonsuunnittelun sisään. Perimmäinen tavoite on tehdä "runko kerralla kuntoon".</p> <p>Osallistujien mukaan tutkimus on parantanut yritysten välistä yhteistyötä, selkeyttänyt prosessin vaiheiden merkitystä osapuolille ja parantanut ymmärrystä toimintojen riippuvuuksista ja vaikutuksista. Toiminta on muuttunut järjestelmällisemmäksi.</p> <p>Merkittävä tämän tutkimuksen opetus on, että turvallisuus, laatu ja tehokkuus eivät ole kilpailevia tavoitteita vaan ne voivat tukea toisiaan. Tämä onnistuu, kun tuotannon suunnittelu integroidaan rakennussuunnittelun sisään.</p>			
Avainsanat construction, prefabrication, framework, precast concrete, design, construction process, re-engineering, modelling, safety, productizing			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE			
ISBN 951-38-6198-8 (nid.) 951-38-6199-6 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Projektinumero R2SU00382	
Julkaisu-aika Joulukuu 2003	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 96 s. + liitt. 12 s.	Hinta C
Projektin nimi		Toimeksiantaja(t) Teknologian tutkimuskeskus Tekes, Rakennusteollisuus RT, YIT Rakennus Oy, Parma Oy, Työsuojelurahasto	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (nid.) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/)		Myynti: VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404 Faksi (09) 456 4374	



Author(s) Teriö, Olli, Koski, Hannu, Rantanen, Eeva & Ruuhilehto, Kaarin			
Title Process re-engineering in precast construction			
Abstract <p>The aim of the study was to renew fully prefabricated framework construction so as to improve quality, efficiency and safety significantly from the present. The study was also designed to answer the question: "Why do people act the way they do, and how can the actions of people and organisations be changed". The changing of the operating procedures of organisations requires, for instance, making tacit knowledge visible, combining of data and internalising information at the level of the individual and the organisation.</p> <p>The research applied process re-engineering methods which deal with long processes crossing organisational boundaries, question procedures, and stress customer-orientation, generation of added value and getting participants committed to change.</p> <p>The study examined both business processes and the production process. Data was collected by taking photographs, video-taping, interviewing and holding workshops. At the beginning of the study the construction project preparation process and site planning and control processes were modelled and views on development needs were collected.</p> <p>Questions about scheduling, lack of basic data for design, and absence of co-operation, etc. were seen as the problems of the design process. The key questions concerning the "tender to order" process were scheduling, pricing bases and design contracts. Cost control and anticipation were experienced difficult in connection with precast concrete unit deliveries. Ways to reduce chipping, levelling and grouting and to improve occupational safety were sought through the development of the site process. The important features of the productification process were considered increasing the efficiency of product development, improving the feedback process and wider use of good design solutions.</p> <p>A new common process model for inter-company activity was generated as a result of the study. The key changes are: (1) The process involving invitation to tender-tendering-bargaining-order will be replaced by negotiations over delivery content; (2) The early stages of design will be influenced by tripartite co-operation and decision making will be expedited; (3) Preconditions for design, production and safe construction will be secured by tripartite reviews; (4) Errors will be used systematically as a source of learning and good, universal solutions will be developed together; (5) Information management and co-operation will be improved by mutually agree procedures; (6) The procedures of safety management will be integrated into production planning. The ultimate goal is to "build a good frame in one go".</p> <p>According to the participants, the study has improved co-operation between companies, clarified the significance of process stages to the parties and deepened understanding about the interdependencies and effects of activities. The activity has become more systematic.</p> <p>The significant lesson taught by this study is that safety, quality and efficiency are not competing goals but can support one another. This can be realised when production planning is integrated into building design.</p>			
Keywords construction, prefabrication, framework, precast concrete, design, construction process, re-engineering, modelling, safety, productizing			
Activity unit VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland			
ISBN 951-38-6198-8 (soft back ed.) 951-38-6199-6 (URL: http://www.vtt.fi/inf/)		Project number R2SU00382	
Date December 2003	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 96 p. + app. 12 p.	Price C
Name of project		Commissioned by National Technology Agency Tekes, Confederation of Finnish Construction Industries RT, YIT Rakennus Oy, Parma Oy, The Finnish Work Environment Fund	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/)		Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374	

Tutkimuksessa tarkasteltiin betonielementtirakentamisen liiketoiminta- ja tuotantoprosesseja. Tutkimuksen alkuosassa mallinnettiin rakennushankkeen valmisteluprosessi ja työmaan ohjausprosessit sekä kerättiin näkemyksiä kehittämistarpeista. Aineiston keräämisessä ja mallinnustyössä käytettiin valokuvaamista, videointia ja haastatteluja sekä workshop-työskentelyä.

Tutkimuksessa laadittiin uusi yhteinen prosessimalli betonielementti-toimittajan, elementtisuunnittelijan ja rakentajan keskinäiseen toimintaan. Osallistujien mukaan tutkimus on parantanut yritysten välistä yhteistyötä, selkeyttänyt prosessin vaiheiden merkitystä ja lisännyt ymmärrystä toimintojen riippuvuuksista ja vaikutuksista. Yksi tutkimuksen johtopäätöksistä on, että turvallisuus, laatu ja tehokkuus eivät ole kilpailuvia tavoitteita vaan ne voivat tukea toisiaan, kun rakennussuunnittelu ja tuotannon suunnittelu integroidaan.

Tutkimuksesta laadittu kalvoesitys löytyy osoitteesta:
<http://www.vtt.fi/rte/cmp/tutkimus/projektit.htm>

Tätä julkaisua myy
VTT TIETOPALVELU
PL 2000
02044 VTT
Puh. (09) 456 4404
Faksi (09) 456 4374

Denna publikation säljs av
VTT INFORMATIONSTJÄNST
PB 2000
02044 VTT
Tel. (09) 456 4404
Fax (09) 456 4374

This publication is available from
VTT INFORMATION SERVICE
P.O.Box 2000
FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. + 358 9 456 4404
Fax + 358 9 456 4374
