

Hannu Kauranen

Märkätilaprosessin kehittäminen

| Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering

Märkätilaprosessin kehittäminen

Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Hannu Kauranen



ISBN 951-38-6454-5 (nid.)

ISSN 1235-0605 (nid.)

ISBN 951-38-6455-3 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

ISSN 1455-0865 (URL: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>)

Copyright © VTT 2004

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 3497, (03) 316 3445

VTT Bygg och transport, Hermiankatu 8 G, PB 1802, 33101 TAMMERFORS
tel. växel (03) 316 3111, fax (03) 316 3497, (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 3497, + 358 3 316 3445

Toimitus Maini Manninen

Otamedia Oy, Espoo 2004

Kauranen, Hannu. Märkätilaprosessin kehittäminen. Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering [Re-engineering of the wet area process]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2239. 34 s. + liitt. 4 s.

Avainsanat residential buildings, bathrooms, wet areas, wet area process, modeling, design, construction materials, last planner method, quality assurance

Tiivistelmä

Märkätilojen rakentaminen on kehittynyt viime vuosina merkittävästi. On tullut uusia määräyksiä ja uusia tuotteita, joiden avulla voidaan tehdä entistä laadukkaampia rakenteita. Märkätilojen rakentaminen on tullut samalla entistä monimutkaisemmaksi ja vaativammaksi, ja siihen tarvitaan usean eri suunnittelijan ja toteuttajan välistä yhteistyötä. Viimeaikaiset märkätiloihin liittyneet kehitystoimenpiteet ovat kohdistuneet lukuisiin rajattuihin erityiskysymyksiin, eikä rakentamista ole tarkasteltu kokonaisuutena.

Märkätilaprosessin re-engineering-osaprojektin tavoitteena oli tarkastella märkätilan rakentamista organisaatorajojen läpi menevänä prosessina ja kehittää sitä kokonaisuutena siten, että se on tehokas ja joustavasti sovellettavissa erilaisiin toteutusvaihtoehtoihin ja runkoratkaisuihin.

Projekti toteutettiin yhteistyössä Optiroc Oy:n ja NCC Rakennus Oy:n kanssa. Työ tehtiin pääosin osapuolien yhteisissä workshoppeissa, joita järjestettiin yhteensä viisi kpl. Tutkimus sisälsi seuraavat vaiheet: nykyisen märkätilaprosessin mallinnus, nykyiseen prosessiin liittyvien ongelmien määrittäminen, ongelmien syiden ja seurausten määrittäminen, kehitystavoitteiden asettaminen, kehitysehdotusten ideointi, kehittäminen sekä toimenpiteiden vienti käytäntöön.

Tutkimuksen keskeisimpiä havaintoja on, että märkätilojen suunnitteluun ja suunnittelun ohjaukseen tulee panostaa selkeästi nykyistä enemmän. Nykyinen käytäntö jättää työmaille liikaa avoimia kysymyksiä. Etenkin korot ja kallistukset on suunniteltava huolella ja esitettävä asiakirjoissa selkeästi.

Märkätilojen rakentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota käytettävien materiaalien yhteensopivuuteen. Varminta on käyttää saman valmistajan tuotteita, joille on myönnetty järjestelmäsertifikaatti. Tämä on esitettävä suunnitelma- ja urakka-asiakirjoissa. Asia tulee käsitellä myös märkätilatyön aloituspalaverissa.

Märkätilojen rakentaminen on sisävalmistusvaiheen tahdistava työvaihe, joten märkätilojen tuotannon suunnitteluun tulee panostaa nykyistä enemmän. Lyhyen aikavälin tuotannon ohjaukseen kehitetty Last Planner -menetelmä tarjoaa tähän hyvän apuvälineen. Toteutusvaiheen laadunvarmistus on haastava tehtävä, koska dokumentointia tulee tehdä useista eri työvaiheista ja mestoissa. Laadunvarmennusta helpottamaan on laadittu erityinen ohje, joka on ladattavissa Internetistä.

Kauranen, Hannu. Märkätilaprosessin kehittäminen. Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering [Re-engineering of the wet area process]. Espoo 2004. VTT Tiedotteita – Research Notes 2239. 34 p. + app. 4 p.

Keywords residential buildings, bathrooms, wet areas, wet area process, modeling, design, construction materials, last planner method, quality assurance

Abstract

Construction of wet areas has evolved considerably in recent years. New regulations and products have been introduced which allow making structures of ever higher quality. At the same time, the construction of wet areas has become increasingly complicated and demanding requiring cooperation between several designers and the implementer. The latest development efforts vis-à-vis wet areas have focused on numerous special areas, and construction has not been viewed as a whole. The aim of the wet-area-process re-engineering subproject was to examine the construction of wet areas as a cross-organisational process and to develop it as an entity so as to make it efficient and flexibly adaptable to different implementation alternatives and frame solutions.

The project was carried out in cooperation with Optiroc Oy and NCC Construction Finland. The work was mostly done in five organised joint workshops. The research consisted of the following phases: modeling of the present wet area process, definition of the problems related to the present process, definition of the reasons for and consequences of the problems, setting of development goals, ideation of development proposals, development proper, and practical application of measures.

One of the key findings of the research is that clearly more resources need to be directed to the design and design management of wet areas than is the case now. The prevailing practice leaves too many questions for the site to resolve. Especially elevations and slopes must be designed carefully and presented clearly in documents.

The compatibility of the materials used must receive special attention in the building of wet areas. It is best to use the products of a manufacturer who has been awarded a system certificate. This must be mentioned in design and contract documents. The issue is also to be dealt with at the kick-off meeting for wet area work.

The construction of wet areas sets the pace of the indoor work phase which requires investing more resources into wet-area production planning. The Last Planner method, developed for short-term production control, is a useful tool. Implementation phase quality assurance is a challenging task since several work phases and places need to be documented. Special instructions for facilitating quality assurance can be downloaded from the Internet.

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.

Märkätilaprosessin re-engineering-osaprojektissa märkätilaprosessia kehitettiin Optiroc Oy:n ja NCC Rakennus Oy:n Sisä-Suomen alueyksikön kanssa. Projektipäällikkönä toimi erikoistutkija Hannu Koski ja päätutkijana tutkija Hannu Kauranen VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikasta.

Tutkimuksen kehitysryhmän muodostivat seuraavat henkilöt:

Markku Laine, Optiroc Oy
Heikki Kantojärvi, NCC Rakennus Oy
Risto Virtanen, NCC Rakennus Oy
Tapio Peltonen, NCC Rakennus Oy
Marko Virtanen, NCC Rakennus Oy
Joni Laine, NCC Rakennus Oy
Erkki Mäkinen, NCC rakennus Oy
Pekka Pessi, Optiplan Oy
Mika Pääkkönen, Tekmanni Oy
Heikki Siuko, Remonttipalvelu Heikki Siuko Ky

Kehitystyöhön osallistuivat myös Sari Aarnio Optiroc Oy:stä, Mervi Huhtelin-Lahti NCC Rakennus Oy:stä sekä Harri Pohtola Serres Oy:stä.

Kiitämme kaikkia kehitystyöhön osallistuneita.

Sisällysluettelo

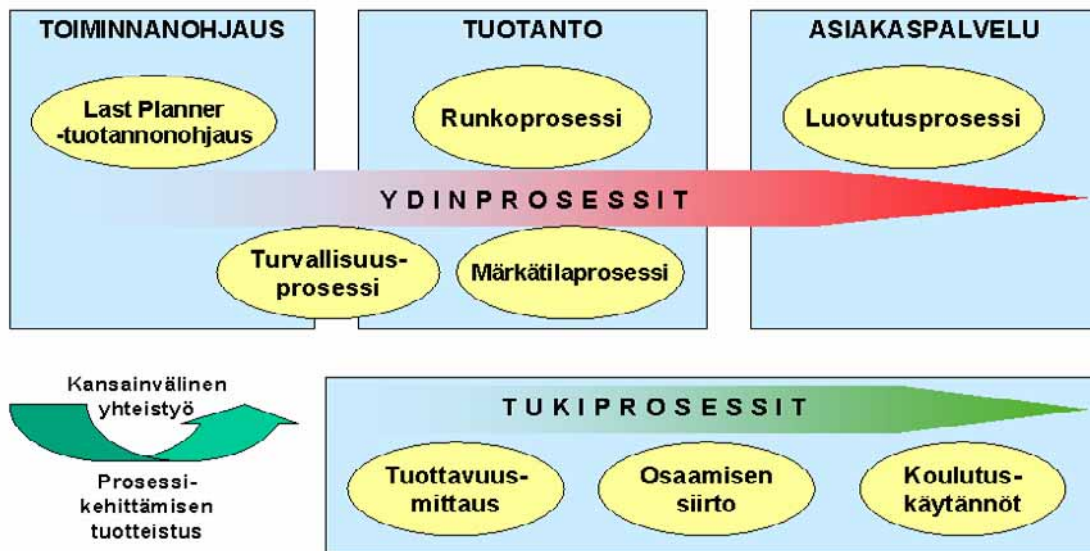
| | |
|---|----|
| Tiivistelmä..... | 3 |
| Abstract..... | 4 |
| Alkusanat..... | 5 |
| Sisällysluettelo..... | 6 |
| 1. Johdanto..... | 7 |
| 1.1 Tausta..... | 7 |
| 1.2 Tavoitteet..... | 8 |
| 1.3 Toteutusperiaate ja kehitystyön rajaus..... | 8 |
| 2. Nykytilan arviointi..... | 11 |
| 2.1 Nykyisen prosessin mallintaminen..... | 11 |
| 2.2 Nykyiseen prosessiin liittyvät ongelmat..... | 12 |
| 2.3 Ongelmien syyt ja seuraukset..... | 14 |
| 2.4 Märkätilaprosessin mittaaminen..... | 16 |
| 3. Kehittäminen..... | 17 |
| 3.1 Suunnitteluvaiheen kehittäminen..... | 18 |
| 3.1.1 Suunnittelijoiden työnjako..... | 18 |
| 3.1.2 Hyvä märkätilasuunnitelma..... | 20 |
| 3.1.3 Toiminnallisesti hyvä märkätila..... | 21 |
| 3.2 Materiaalien ja tuotteiden kehittäminen..... | 21 |
| 3.2.1 Kehitysehdotukset..... | 21 |
| 3.2.2 Kahi-tuotteet ja kuivatuotteet..... | 22 |
| 3.2.3 Vedeneristystuotteet..... | 23 |
| 3.2.4 Lattiakaivojen ja muiden LVI-tuotteiden kehittäminen..... | 25 |
| 3.3 Toteutusvaiheen kehittäminen..... | 27 |
| 3.3.1 Kehitysehdotukset..... | 27 |
| 3.3.2 Urakkarajat ja suuremmat osakokonaisuudet..... | 27 |
| 3.3.3 Aikataulut ja logistiikka..... | 28 |
| 3.3.4 Laadunvarmistus..... | 30 |
| 4. Kehitystoimenpiteiden vieminen käytäntöön..... | 32 |
| 4.1 Suunnitteluvaiheen toimenpiteet..... | 32 |
| 4.2 Materiaaleihin ja tuotteisiin liittyvät toimenpiteet..... | 32 |
| 4.3 Toteutusvaiheen toimenpiteet..... | 33 |
| Lähdeluettelo..... | 34 |
| Liite 1 | |
| Liite 2 | |
| Liite 3 | |

1. Johdanto

1.1 Tausta

Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering-hanke on kaksivuotinen kehitysprojekti, johon osallistuu rakennusliikkeitä, rakennustuoteteollisuuden yrityksiä ja VTT sekä rahoittajina lisäksi Tekes, Rakennusteollisuus RT ry ja Työsuojelurahasto. Hanke toteutetaan osaprojekteina, joista tässä kuvattu Märkätilaprosessin re-engineering on yhteistyössä Optiroc Oy:n ja NCC Rakennus Oy:n kanssa toteutettava kehityshanke (kuva 1).

RE-ENGINEERING -HANKKEEN KEHITTÄMISALUEET JA PROJEKTIT



Kuva 1. Re-engineering-hankkeen osaprojektit.

Märkätilojen rakentaminen on ollut viime vuosina voimakkaassa kehitysvaiheessa. Uudet määräykset (RakMK C2, 1998) ovat asettaneet rakentamiselle runsaasti uusia vaatimuksia, joihin materiaalivalmistajat ovat vastanneet mm. tuomalla markkinoille lukuisia uusia tuotteita. Tuotteille on luotu sertifiointijärjestelmä (Rautiainen & Markelin-Rantala, 1999), märkätila-asentajia on alettu kouluttaa ja heille on luotu henkilösertifiointijärjestelmä. Märkätilarakentamisen laatu onkin parantunut merkittävästi.

Huolimatta viimeaikaisesta kehityksestä märkätilojen rakentaminen on vieläkin erityisen vaativa prosessi ja siihen liittyy lukuisia kehitystarpeita:

- Nykyisistä tuotteista on vielä lyhyet kokemukset.
- Tilojen suunnittelussa ja rakentamisessa tarvitaan useita eri osapuolia, jolloin töiden valvonta ja yhteensovittaminen on vaikeaa.
- Märkätilojen rakentamiseen liittyy vielä paljon lisäarvoa tuottamatonta purkamista ja uudelleen tekemistä.
- Viimeaikaiset kehitystoimenpiteet ovat kohdistuneet rajattuihin osa-alueisiin, jolloin kokonaisuuden hallinta on jäänyt vähemmälle.
- Tieto uusimmista kehitystoimenpiteistä ei ole tavoittanut koko kenttää.

1.2 Tavoitteet

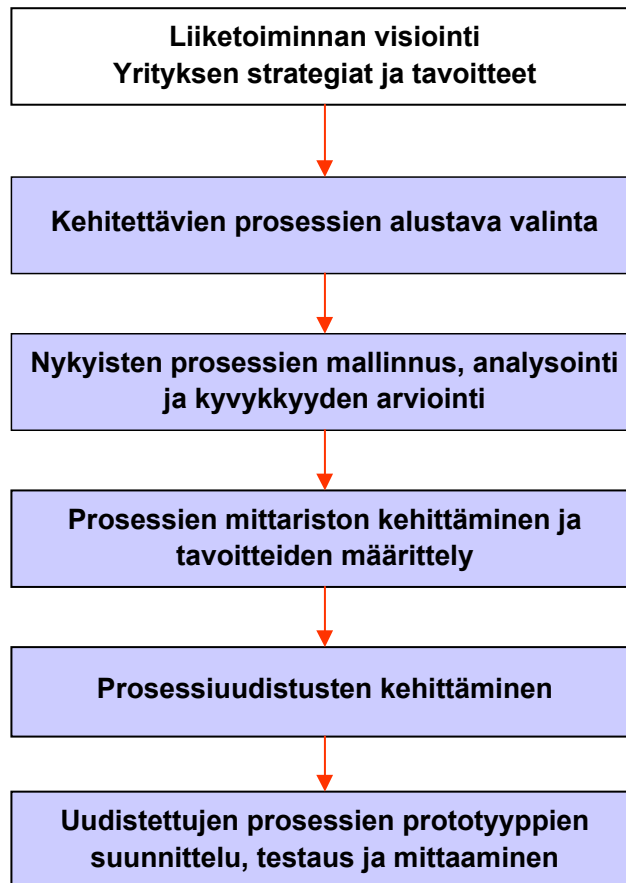
Koko re-engineering-hankkeen tavoitteena on saada aikaan merkittäviä parannuksia rakennustyömaan **tuottavuudessa, turvallisuudessa ja laadussa**.

Märkätilaprosessin re-engineering-osaprojektin tavoitteena oli tarkastella märkätilan rakentamista organisaatorajojen läpi menevänä prosessina ja kehittää sitä kokonaisuutena siten, että se on:

- tehokas
- joustavasti sovellettavissa erilaisiin toteutusvaihtoehtoihin ja runkoratkaisuihin.

1.3 Toteutusperiaate ja kehitystyön rajaus

Re-engineeringissä pääperiaatteina on, että toimintaa tarkastellaan organisaatorajat ylittävänä prosessina ja sitä pyritään uudistamaan radikaalilla tavalla. Kuvassa 2 on esitetty re-engineering-tutkimuksen vaiheet. Tämä tutkimus alkoi vaiheesta kaksi, jolle yritysten jo aiemmin määrittämät strategiat ja kehittämistavoitteet antoivat lähtökohdan ja suunnan. Re-engineering-menetelmää käsitellään hankekokonaisuuden muissa julkaisuissa enemmän.



Kuva 2. Re-engineering-kehitysprosessin päävaiheet.

Märkätilaproessin kehittäminen sisälsi taulukon 1 mukaiset vaiheet. Kehitystyön pääpaino oli prosessin eri osapuolten välisissä yhteisissä workshopeissa, joita järjestettiin yhteensä viisi kpl. VTT:n tutkijoiden tehtävänä oli workshoppien valmistelu, syntyneen tiedon käsittely ja raportointi. Projekti käynnistettiin suunnittelupalaverilla, jossa kehitystyötä rajattiin seuraavasti:

Lähtötilanne

1. Märkätilan alueella tilavaraus putkistolle ja lattiakaadolle
2. Märkätilan rungon rakentaminen voi alkaa (pystyhormit muualla kuin märkätilan seinässä).

Lopputilanne

1. Rakenteet valmiit
2. Tarvittavat dokumentit kunnossa
3. Kohde luovutettu.

Taulukko 1. Kehitysprojektin päävaiheet.

| | | | |
|---------------------------------|---|---|------------------------------|
| Valmistelu-palaveri | <ul style="list-style-type: none"> • Kehitysryhmän nimeäminen • Märkätilaprosessin alustava määrittäminen • Prosessin osapuolten listaus • Alustavien ongelmien määrittäminen • Kehitystyön rajaus • Tavoitteiden määrittäminen | | |
| Workshop 1 | <ul style="list-style-type: none"> • Nykyisen prosessin mallinnus seinätekniikalla | | |
| Workshop 2 | <ul style="list-style-type: none"> • Prosessikaavion tarkastaminen ja täydentäminen • Ongelmien määrittäminen ja alustava luokittelu | | |
| Workshop 3 | <ul style="list-style-type: none"> • Ongelmien syiden ja seurausten määrittäminen | | |
| Workshop 4 | <ul style="list-style-type: none"> • Kehittämiskohteiden valinta ja tavoitteiden asettaminen • Kehitysehdotusten ideointi • Jakaantuminen pienryhmiin | | |
| Kehitysryhmien kokoukset | Suunnitteluvaiheen kehittäminen | Materiaalien ja tuotteiden kehittäminen | Tuotantovaiheen kehittäminen |
| Workshop 5 | <ul style="list-style-type: none"> • Yhteenveto kehittämistoimenpiteistä • Toimenpiteiden suunnittelu | | |
| Kokous pilottityömaalla | <ul style="list-style-type: none"> • Toimenpiteiden vieminen käytäntöön • Jatkokehittämistä vaativat osa-alueet | | |
| Lopetuspalaveri | <ul style="list-style-type: none"> • Palaute osallistujilta • Käytännön toimenpiteet | | |

2. Nykytilan arviointi

2.1 Nykyisen prosessin mallintaminen

Nykyisen prosessin mallintamisella pyritään löytämään osapuolten kesken yhteinen näkemys nykyisestä toimintatavasta.

Mallintaminen tehtiin 12.2.2003 pidetyssä ensimmäisessä workshopissa, johon osallistuivat Markku Laine Optirocista, Heikki Kantojärvi, Risto Virtanen, Marko Virtanen, Tapio Peltonen, Joni Laine ja Erkki Mäkinen NCC:ltä, Pekka Pessi Optiplanista, Mika Pääkkönen Tekmannista sekä Petri Nyberg Tampereen Lattiatyöstä. VTT:n tutkijoista tilaisuuteen osallistuivat Hannu Koski ja Hannu Kauranen.

Tilaisuudessa käytettiin mallinnusmenetelmänä ns. seinätaulutekniikkaa. VTT:n tutkijat kuvasivat prosessin kulkua seinälle tarralapuvin samalla kun osallistujat kertoivat, miten prosessi rakentuu. Tilaisuudessa märkätilan rakentamista käsiteltiin NCC:n tuotantoprosessina, jota mallinnettiin märkätilan näkökulmasta. Prosessi jaoteltiin ajallisesti suunnittelu-, rakentamisen valmistelu-, rakentamis- ja luovutusvaiheisiin.

Prosessin suorittamiseen osallistuu lukuisia eri osapuolia. Niistä mallinnuksessa esitettiin arkkitehti, LVIS-suunnittelijat, rakennesuunnittelija, hankinta, rakennustekniset urakoitsijat, pinnoiteurakoitsija, maalausurakoitsija, LVI-urakoitsija, sähköurakoitsija sekä vastaava työnjohtaja.

Seinätauluille kuvattu prosessi piirrettiin puhtaaksi I Graftix Flowcharter 2000 -ohjelman avulla. Mallinnusta tarkennettiin vielä kehitysryhmän toisessa workshopissa 13.3.2003. Lopullinen versio 1.1 laadittiin 1.4.2003, ja se hyväksyttiin kolmannessa workshopissa 14.4 (Ks. liite 3).

2.2 Nykyiseen prosessiin liittyvät ongelmat

Nykyisen prosessin kyvykkyyttä arvioitiin siihen liittyvien ongelmien kautta. Toisessa workshopissa osallistajat listasivat parityöskentelynä prosessiin liittyviä ongelmia. Ryhmä listasi kaikkiaan 31 ongelmaa, jotka priorisoitiin ja luokiteltiin suunnitteluvaiheeseen, materiaaleihin ja tuotteisiin sekä tuotantovaiheeseen liittyviin ongelmiin. Taulukoissa 2–4 on esitetty ongelmat selityksineen.

Taulukko 2. Suunnitteluvaiheeseen liittyvät ongelmat.

| Ongelma | Selitys |
|--------------------------------------|---|
| Tilankäytön suunnittelu | Toiminnallisessa suunnittelussa on paljon kehitettävää. |
| Suunnitelmien taso vaihtelevaa | Suunnitelmien vaadittavaa tasoa ei ole määritetty missään. Esimerkiksi lattiakallistuksia ei yleensä esitetä suunnitelmissa. |
| Lattiakaadot | Välipohjan rakenneratkaisuista, tilankäytön suunnittelusta ja mm. kynnymääräyksistä johtuen kallistusten tekeminen työmaalla on vaikeaa varsinkin, jos niitä ei ole otettu suunnitelmassa huomioon. |
| Pitkulaiset KPH:t | Pitkulaisissa märkätiloissa on hankalaa täyttää kallistuksille asetettuja vaatimuksia. |
| WC-istuimen sijainti suihkuun nähden | Istuimen sijoittaminen suihkun viereen on toiminnallisesti huono vaihtoehto. Lisäksi lattiakaivon läheisyydessä lattian kallistus muuttuu, jolloin istuinta ei saada asennettua siististi. |
| 45°:n kulmaan asennettu saunan ovi | Asentamalla saunan ovi 45°:n kulmaan saadaan aikaan toiminnallisesti hyvä ja valoisa kylpyhuone. Ratkaisun toteuttaminen nykyisillä tuotteilla on kuitenkin vaikeaa. |
| Hormi kaukana lattiakaivosta | Kynnymääräysten, lattiakaatojen ja viemärikallistusten toteuttaminen mahdotonta. |
| Rakenneratkaisujen monimutkaisuus | Usean eri seinämateriaalin käyttäminen samassa märkätilassa aiheuttaa paljon lisätyötä työmaalla. Lopputuloskaan ei aina ole hyvä. |
| Viemäriäänät | Märkätilojen suunnittelussa tulisi äänitekniset ratkaisut ottaa huomioon. |
| Tilasuunnittelu / toteutettavuus | Suunnittelun tavoitteet ovat usein ristiriidassa keskenään. Toiminnallisesti hyvä märkätila on helposti vaikeasti toteutettavissa ja päinvastoin. |

Taulukko 3. Tuotantovaiheeseen liittyvät ongelmat.

| Ongelma | Selitys |
|--|---|
| Suunnitelmakatselmus | Suunnitelmakatselmukseen ei suhtauduta riittävän vakavasti. Työmaahenkilöstö ei yleensä osallistu suunnitelmakatselmukseen. |
| Paljon osapuolia | Osapuolien paljous tekee valvonnan ja töiden yhteensovittamisen vaikeaksi. |
| Aikataulut | Märkätiloja toteutetaan usein liian karkeilla aikatauluilla. Aikataulutehtäviä ja paikkoja on paljon. |
| Vaikeasti valvottavia työvaiheita | Valvottavia kohteita ja työvaiheita on lukematon määrä. Mestareiden aika ei yksinkertaisesti riitä. |
| Malliasennukset | Malliasennuksia ei useinkaan tehdä tai ne tehdään vain osittaisina. |
| Yksittäinen työntekijä ei tiedä aikataulua | Aikataulujen saattaminen kaikkien märkätilan tekemiseen osallistuvien työntekijöiden tietoon on vaikeaa. |
| Viikkosuunnittelu puutteellista | Märkätiloja tehdään karkealla tasolla olevien aikataulujen mukaan, vaikka viikkosuunnittelusta ja tehtäväsuunnittelusta olisi erityistä hyötyä. |
| Lattiakaatojen onnistuminen PV-holveissa | Paikallavaluholveihin on hankala merkata kaatojen kiintopisteitä. Pumppuvaluissa joudutaan käyttämään kaatojen näkökulmasta liian notkeaa massaa. |
| Lattiakaivon tiiveys | Lattiakaivojen tiiveyden kanssa on edelleen ongelmia. |
| Seinien sisään asennettavat putket | Piiloon asennettavat putket muodostavat aina riskin. |
| Valvonnan perässä pysyminen | Useat työntekijät tekevät samaan aikaan eri työvaiheita eri paikoissa, jolloin työnjohto ei ehdi valvoa kaikkea. |
| Välinpitämättömyys | Kaikki eivät välttämättä suhtaudu riittävän vakavasti märkätilojen rakentamiseen. |
| Dokumentointi kirjavaa | Dokumentoinnista ei ole yhtäläistä käytäntöä, johon kaikki osapuolet olisivat sitoutuneita. |
| Suuritöisyys, vie paljon aikaa | Useita työkohteita ja useita työvaiheita. |
| Viemäriäänät | Vuosikorjauksissa rakenneratkaisuja joudutaan parantelemaan viemäriäänien vuoksi. |
| Laatoitus- ja vedeneristysurakoitsijoiden niukkuus | Sertifioituja asentajia on vielä vähän tarjolla. |

Taulukko 4. Materiaaleihin ja tuotteisiin liittyvät ongelmat.

| Ongelma | Selitys |
|---|--|
| Tuotteiden yhteensopivuus | Järjestelmäsertifikaateista huolimatta työmail- la on usein epäselvyyttä tuotteiden yhteenso- pivuudesta. |
| Lattiakaivon sivuliitännän ja kuivakaivon liitoskorot. | Riittävän kallistuksen aikaansaamiseksi yh- dysputkeen joudutaan lattiakaivoon asenta- maan korokerengas. |
| Vedeneristeiden läpimenot | Läpivientien toteuttaminen nykyisillä ohjeilla koetaan työmailloilla työläiksi ja vaikeasti valvot- taviksi. |
| Nykyisistä ratkaisuksista lyhyet kokemukset | Rakentajilla, rakennuttajilla ja asukkailla on vielä paljon epäluuloja, mikä johtaa helposti "ylirakentamiseen". |
| Laattojen irtoaminen | Laattoja irtoaa yleisesti 5–10 vuotta vanhoista märkätiloista, etenkin betonielementtirakentei- sistä seinistä. |

2.3 Ongelmien syyt ja seuraukset

Ongelmista seuraa helposti virheitä, jotka ilmenevät huonona laatuna, viivästymisinä, turhana työnä, ylimääräisenä kiireenä, tyytymättömyytenä, tapaturmina, kustannusyli-
tyksinä ym.

Ongelmien taustalla on usein jokin syy, ja kun asiaa tarkastellaan vielä syvällisemmin, niin syiden takaa löytyy jokin perussyy. Kehittämisen kannalta näiden asioiden tarkka
analysointi on tärkeää, koska ongelmia voidaan saada poistettua vaikuttamalla näihin
syihin. Kolmannessa workshopissa määritettiin ongelmien syitä ja seurauksia. Tulokset
on esitetty taulukoissa 5–7.

Taulukko 5. Suunnitteluvaiheen liittyvien ongelmien syyt ja seuraukset.

| Ongelma | Seuraus | Syy |
|------------------------------------|---|--|
| Tilankäytön suunnittelu | Kaadot, kynnykset, viemärit | Suunnittelu/ suunnittelun ohjaus |
| Suunnitelmien taso vaihtelevaa | Vaikea toteutettavuus, huono lopputulos | Suunnittelu/ suunnittelun ohjaus |
| Vesikaadot | Reklamaatiot, vuosikorjaukset | Suunnittelu / toteutus |
| WC-pytyn sijainti suihkuun nähden | Pytty vino, virityksiä | Suunnittelu |
| 45°:n kulmaan asennettu saunan ovi | Vaikea toteuttaa | Tilankäyttö |
| Hormi kaukana lattiakaivosta | Kaatojen kanssa tiukkaa | Suunnittelu/ suunnittelun ohjaus |
| Seinien sisälle asetettavat putket | Riskipaikkoja, vaikea valvoa ja toteuttaa | Suunnittelu / suunnittelun ohjaus /ulkonäköpaineet |
| Pitkulaiset KPH:t | Kaadot | Suunnittelu/ suunnittelun ohjaus |
| Viemäriäänät | Reklamaatiot, vuosikorjaukset | Suunnittelu / toteutus |

Taulukko 6. Tuotantovaiheeseen liittyvien ongelmien syyt ja seuraukset.

| Ongelma | Seuraus | Syy |
|--|--|---|
| Suunnitelmakatselmus | Jää liikaa ongelmia työmaalle | Valmistautumien heikkoa, suppea osallistujajoukko |
| Paljon osapuolia | Sähäläys, informaatiokatkoja, vastuukysymykset | Erikoistuminen, pilkkominen, historia |
| Aikataulutus | Sähäläys, kiire, laatuongelmat | Työvaiheita ja osapuolia paljon, riippuvuudet |
| Vaikeasti valvottavia työvaiheita | Laatuvirheet, epätietoisuus | Työvaiheita ja osapuolia paljon |
| Yksittäinen työntekijä ei tiedä aikatauluja | Sähäläys, tehottomuus, tuottavuus kärsii | Paljon osapuolia/ tiedon kulku |
| Viikkosuunnittelu puutteellista | Sähäläys, tehottomuus, tuottavuus kärsii | Paljon osapuolia, menettelytavat kehittymättömiä |
| Kaatojen onnistuminen PV-holveissa | Piikkaus, paikkaus, aikataulu, kustannukset | Kokemuksen puute, suojaukset, talvi |
| Valvonnan perässä pysyminen | Laatuvirheet, epätietoisuus | Työvaiheita ja osapuolia paljon |
| Välinpitämättömyys | Laatuvirheet, vuosikorjauksia | Asenneongelmat |
| Dokumentointi kirjavaa | Korjausten ja syiden selvittäminen vaikeaa | Selkiintymättömät menettelytavat, uudet tuotteet |
| Suuritöisyys | Kustannuksia, aikatauluviiveitä | Laatutasovaatimukset nousevat |
| Laatoitus- / eristysurakoitsijoiden niukkuus | Aikataulutus, työjärjestelyt | Sesonkiluonteisuus |
| Logistiikka | Ylimääräisiä kustannuksia | Menettelytavat, osapuolet |

Taulukko 7. Materiaaleihin ja tuotteisiin liittyvien ongelmien syyt ja seuraukset.

| Ongelma | Seuraus | Syy |
|---|----------------------------------|--|
| Tuotteiden yhteensopivuus | Toimimattomia rakenteita | Tiedon puute/ aliurakoitsijoiden hankinnat |
| Läpivientien kittaus | Vuotokohta | Tiedon puute, välinpitämättömyys |
| Vedeneristeiden läpimenot | Vuotokohta | Tiedon puute, välinpitämättömyys |
| Nykyisistä ratkaisuksista lyhyet kokemukset | Riskit, epätietoisuus | Tiedon puute |
| Laattojen irtoaminen | Korjauksia | Työtekniikka, kutistuvat rakenteet |
| Rakennerratkaisujen monimuotoisuus | Saumakohdat, eläminen, halkeamat | Putkitukset/asennukset/suunnittelun ohjaus |
| Lattiakaivon tiiveys | Kosteusongelmia, korjauksia | Työn toteutus, yhteen sopimattomat osat |

2.4 Märkätilaproessin mittaaminen

Kehitystoimenpiteiden vaikuttavuutta voidaan arvioida mittaamalla kehitettävän prosessin suorituskykyä ennen ja jälkeen uudistuksia. Mittaamista varten tulee kehittää yksinkertainen mittaristo, joka kuvaa prosessin kyvykkyyttä eri näkökulmista (taulukko 8). Nykyisen prosessin mittaamisen jälkeen voidaan asettaa konkreettisia mitattavia tavoitteita uudelle prosessille. Kehitysprojektin aikana mittauksia ei tehty, koska joihinkin mittareihin arvoja saadaan vasta mitattavan kohteen valmistuttua.

Taulukko 8. Ehdotus märkätilaproessin suorituskykymittareista.

| Mittari | Yksikkö | Selitys |
|---------------------|---------|--|
| Suunnitelmat | 1–5 | Onko tarvittavat suunnitelmat tehty ajoissa. Suunnitelmien taso |
| Kustannukset | € | €/märkätila m ² |
| Asiakastyytyväisyys | 1–5 | Ralan palautelomake |
| Laatu | 1–5 | Laadunvarmistus, materiaalit. Valmiin kohteen tarkastelu listan mukaan |
| Sujuvuus | 1–5 | Läpimenoaika (kiertoaika). Työntekijöiden palautekysely |
| Aikataulun pitävyys | % | Poikkeama suunnitellusta |

3. Kehittäminen

Nykytilan mallintamisen ja ongelmiin painottuvan analysoinnin pohjalta kehitysryhmässä alettiin ideoida märkätilaprosessin kehittämistä. Suuntaviivoja ja tavoitteita kehitystyölle jäsenettiin taulukon 9 mukaan.

Taulukko 9. Märkätilaprosessin tärkeimmät kehittämiskohteet.

| Suunnitteluvaihe | Materiaalit ja tuotteet | Toteutusvaihe |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Suunnittelunohjaus • Suunnitelmakatselmus • Palaute toteuttajilta suunnitteluun • Suunnittelun sisältö | <ul style="list-style-type: none"> • Yhteensopivat sertifioidut tuoteperheet • Dokumentointi • Nykyisiin tuotteisiin liittyvien ongelmien poistaminen • Uudet tuotteet | <ul style="list-style-type: none"> • Osapuolien vähentäminen – Suuremmat osakokonaisuudet • Oikea marssijärjestys • Toteutuksen rytmitys jatkuvana prosessina • Toteutuksen onnistumisen varmistaminen jo urakka-neuvottelussa |

Kehittämistä varten muodostettiin kolme pienryhmää (taulukko 10). Ryhmien tehtävinä oli neljännessä workshopissa ideoida aihealueisiinsa liittyviä kehitysehdotuksia. Ideointia alustettiin kuhunkin aiheeseen laaditulla listalla (taulukot 12–14) ja syntyneet ideat tulostettiin tarralapuilla seinätauluille (kuvat 3, 5 ja 10). Ehdotusten pohjalta valmisteltiin ryhmien kokoukset, joissa kehitysideoita jalostettiin edelleen.

Taulukko 10. Pienryhmien kokoonpanot.

| Suunnitteluvaiheen kehittämisryhmä | Materiaalien ja tuotteiden kehittämisryhmä | Tuotantovaiheen kehittämisryhmä |
|--|---|--|
| Heikki Kantojärvi, NCC Mervi Huhtelin-Lahti, NCC Pekka Pessi, Optiplan Erkki Mäkinen, NCC | Markku Laine, Optiroc Sari Aarnio, Optiroc Risto Virtanen, NCC Marko Virtanen, NCC | Mika Pääkkönen, Tekmanni Tapio Peltonen, NCC Joni Laine, NCC Heikki Siuko, Remonttipalvelu Heikki Siuko |

3.1 Suunnitteluvaiheen kehittäminen

Taulukko 11. Suunnitteluvaiheen kehitysehdotusten alustus.

| | |
|---|--|
| <p>Suunnittelun ohjaus</p> <ul style="list-style-type: none">• Miten palautetietoa hyödynnetään• Lähtötiedot suunnittelijoille• Suunnittelijoiden työnjako• Pääsuunnittelijan tehtävät• Keskeisimmät asiat, joiden tulee olla kunnossa <p>Suunnitelmaakatselmus</p> <ul style="list-style-type: none">• Milloin pidetään ja keitä tilaisuuteen osallistuu• Kuka toimii koordinaattorina• Mihin sitoudutaan• Suunnitelmaakatselmuksen asialista | <p>Suunnitelmien sisältö</p> <ul style="list-style-type: none">• Mitä kaikkea suunnitelmissa tulee esittää• Minkälainen on hyvä suunnitelma• Löytyykö esimerkkejä |
|---|--|

| | | |
|---|---|---|
| Koulutetaan märkätilojen suunnittelijat | Palaute haetaan toteutuksesta | Suunnitellaan pakolliset läpimenot kunnolla |
| Märkätila rajataan piirustuksiin | Minimoidaan vesieristeen lävistyksen | Lävistysten oikea suoritusohje |
| Märkätilojen muodot normitetaan | Suunnitellaan kaadoille tila | Kaadot pitää laskea etukäteen |
| Valitaan vedenpitävät tuotteet | Listaus kuvien tarkastuksesta - vertailu lähtötietoihin | Valitaan vedenpitävät tuotteet |
| Märkätilojen käyttöohje | | |

Kuva 3. Suunnitteluvaiheen kehitysehdotukset.

3.1.1 Suunnittelijoiden työnjako

Märkätilojen suunnittelu vaatii rakennuttajan ja kaikkien hankkeessa työskentelevien suunnittelijoiden saumatonta yhteistyötä. Suunnitelmien tulee olla yhteensopivia ja täyttää rakennuttajan asettamat tekniset ja toiminnalliset vaatimukset. Rakennuttaja ohjaa ja valvoo suunnittelua, ja pääsuunnittelija puolestaan koordinoi eri suunnittelijoiden välistä yhteistyötä. Suunnitteluvaiheen kehittämissuunnitelmassa määritettiin eri osapuolien vastuut (taulukko 12).

Taulukko 12. Suunnittelijoiden vastuut ja työnjako.

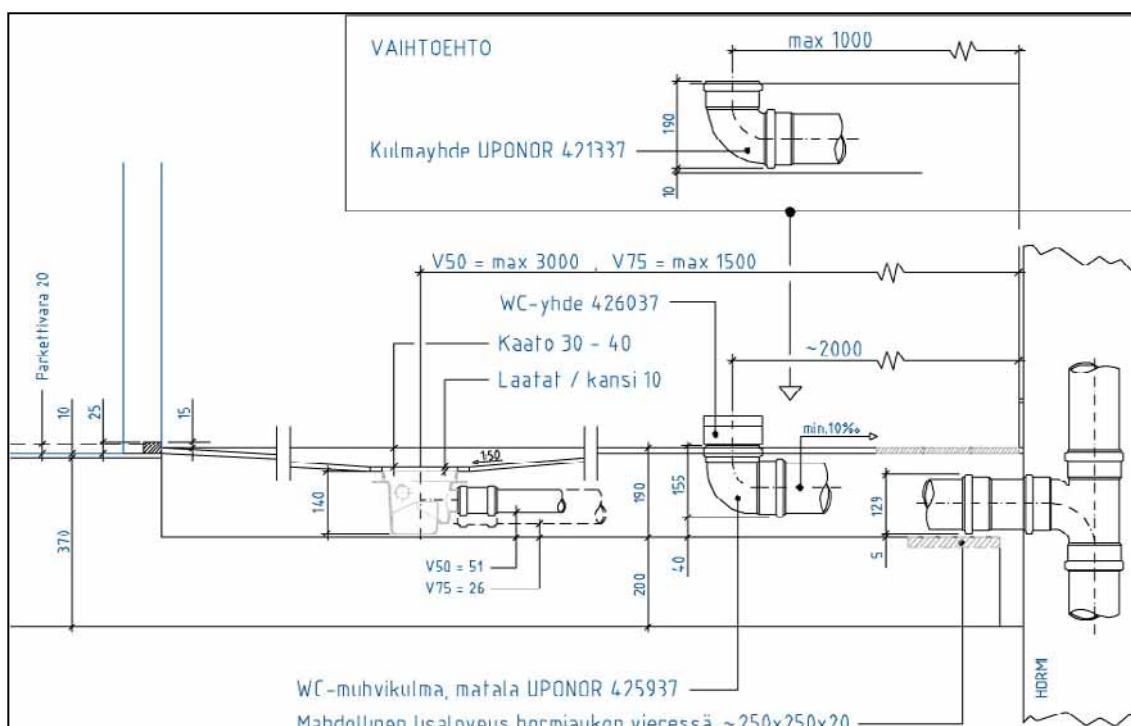
| | Rakennuttaja | Arkkitehti (pääsuunnittelija) | Rakennesuunnittelija | LVI | Sähkö |
|--|--------------|----------------------------------|----------------------|-----|-------|
| Pääsuunnittelija | | X | | | |
| Suunnittelijoiden valinta | X | | | | |
| Lähtötiedot suunnittelijoille | H | X | K | O | K |
| Tilankäyttösuunnitelma | H | X | K | O | |
| Rakennejärjestelmä | X | O | O | | |
| Luonnospohjat | H | X | | | |
| Hormien mitoitus ja kalusteiden paikat | H | X | K | O | |
| Rakennetyypit | X | O | O | | |
| Työpohjat | H | X | | | |
| Rakennesuunnitelmat | H | K | X | K | K |
| Kaatopiirustukset | H | X | O | | |
| Elementtisuunnitelmat | H | H | X | O | O |
| LVI-suunnittelu | H | | | X | |
| Sähkösuunnittelu | H | | | | X |
| Kylpyhuonekaaviot | H | X | | | |
| Kaavioiden täydennys | H | | X | X | X |
| Suunnitelmien virallistaminen | H | X | X | X | X |
| Suunnitelmakatselmus | X | X | X | X | X |
| Materiaalivalinnat | H | X | O | | |
| Työselostukset | H | X | X | X | X |
| Palautteen haku urakoitsijoilta | X | X | X | X | X |
| Käyttöohjeet | X | | | | |

Selitykset:

| | |
|----------------------|---|
| Vastuullinen toimija | X |
| Osallistuu | O |
| Hyväksyy | H |
| Kommentoi | K |

3.1.2 Hyvä märkätilasuunnitelma

Korot ja kallistukset ovat märkätilassa aina kriittisiä. Niinpä ne täytyy suunnitella huolellisesti ja esittää suunnitelmissa selkeästi. Nykyisessä prosessissa tämä on jätetty työmaan selvittäväksi. Esim. ontelolaattarakenteisissa välipohjissa viemäriasennuksille varattu tila on rajallinen, ja sekaan täytyy saada mahtumaan vielä raudoitukset ja mahdollinen lattialämmitysjärjestelmä. Kaikkien suunnittelijoiden ja rakentajien tulee löytää yhteinen näkemys korkomaailmasta. Hormien liitoskorot, viemärikallistukset, lattiakallistukset, lattiakaivot ja kuivakaivot sekä kynnymääräykset asettavat kaikki reunaehdoita suunnitteluun. (Kuva 4).



Kuva 4. Ontelolaattavälipohjan korkojen reunaehdoja. (Parma Oy)

Märkätilan suunnitelma koostuu piirustuksista ja työselostuksesta. Hyvän suunnitelman tulisi sisältää ainakin seuraavat piirustukset:

- Pohjapiirros 1:20
- Seinien naamakuvat 1:20
- Naamakuviin myös leikkaus lattiarakenteesta ja kynnyksestä
- Kaadot ja lattiakaivojen korot sekä hormielementin liitoskoroko
- Kalusteet ja varusteet mitoitettuna.

Piirustuksilla esitetään, mitä tehdään. Niitä täydennetään työselostuksella, jolla esitetään, miten työ tehdään. Siinä kerrotaan mm. käytettävät työmenetelmät ja oikea työjär-

jestys. Työselostuksessa märkätilan rakentamista käsitellään useassa eri kohdassa, jolloin ristiriitaisuuksien vaara on ilmeinen.

3.1.3 Toiminnallisesti hyvä märkätila

Märkätilojen toiminnalliseen suunnitteluun tulee kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Toiminnallisesti hyvä märkätila saattaa olla vaikeasti toteutettavissa, joten usein joudutaan tekemään jonkinasteisia kompromisseja. Ryhmässä mietittiin toiminnallisesti hyvän märkätilan ominaispiirteitä:

- Suihkutila ja kodinhoitotoiminnot kaukana toisistaan
- WC-istuin ja pesuallas vierekkäin tai ainakin lähekkäin
- WC-istuin ja suihku kaukana toisistaan
- WC-istuimella kodinhoitotiloissa tulee voida asioida "kuivin jaloin"
- Saunan ovelta lyhyt matka suihkuun
- Pesukone pesualtaan vieressä
- Saunasta ei näköyhteyttä WC-istuimeen
- Suihku mahdollisimman erillään ja rakenteilla rajattu
- Ikkuna saunassa ja pesuhuoneessa
- Matala kynnyks
- Sopiva myös erityisryhmille
- Lattiakaivot sijoitettu suihkutilaan.

3.2 Materiaalien ja tuotteiden kehittäminen

3.2.1 Kehitysehdotukset

Taulukko 13. Materiaalien ja tuotteiden kehitysehdotusten alustus.

| | |
|---|---|
| Sertifioidut ja yhteensopivat tuoteperheet <ul style="list-style-type: none">• Tuoteperheitä on mutta onko tietoa riittävästi• Lattiakaivot• Tuoteperheiden täydentäminen Nykyisiin tuotteisiin liittyvien ongelmien poistaminen <ul style="list-style-type: none">• Miten käsittelykertoja voidaan vähentää• Lattiakaivot | Uudet tuotteet <ul style="list-style-type: none">• Löytyykö märkätiloissa tilaa uusille innovaatioille• Esivalmistetut osat 45 asteen kulmassa olevalle saunan ovelle• Esivalmistetut kaatolattiaelementit kololaatan päälle, joissa on LVIS-asennukset valmiina |
|---|---|

| | | |
|---|--|---|
| Kertakäsittelyllä vedeneriste valmiiksi | Ontelolaatan saumaus ja kallistusvalut kuivatuotteilla | Lattialaataan valmiit kaadot |
| Läpivientikappaleet valmisosia | Mittari kalvopaksuuden määrittämiseen | Tuoteperheiden sopivuuteen esim. värikoodi |
| Itse-eristävä kiinnitysruuvi / -märkätilaproppu | Kromattujen putkien käyttö pinta-asennuksissa | Putkien liitoskappaleet ylös lattiapinnasta |
| Kaivon kiinnitys oikeaan korkoon hallitusti | Pielielementti saunan oveen | Kynnykset vakiomallisiksi |
| Käyttöveden suihkuelementti | Pesuhuoneen karmi voitava asentaa jälkikäteen | Seinäelementit paremmiksi |

Kuva 5. Materiaaleihin ja tuotteisiin liittyvät kehitysehdotukset.

3.2.2 Kahi-tuotteet ja kuivatuotteet

Kahi-tuotteiden todettiin olevan hyviä, ja järjestelmällä rakennetut märkätilat ovat kaikin puolin laadukkaita. Työmaatekniikkaan ja logistiikkaan ei kaivattu suurempia muutoksia. Rakennusliikkeen näkökulmasta tuotteiden käytön lisääminen edellyttäisi, että tuotteita voitaisiin hankkia, kuten kilpaileviakin tuotteita, asennettuna. Tämä vaatisi erityisen asennusurakoitsijaverkoston luomista. Optiroc Oy:n mukaan verkoston tarve on tunnistettu ja sitä on tarkoitus kehittää. Urakoitsijoille ja asentajille on tarjolla myös ohutsaumamuuraukseen liittyvää koulutusta. Kiinnostus koulutukseen on kuitenkin ollut vielä vähäistä. Urakoitsijoita pyritään aktivoimaan mm. lehti-ilmoittelulla.

Rakennusliike kaipaisi valmiita muotokiviä märkätiloihin, joissa saunan ovi asennetaan 45°:n kulmaan. Työmaalla harkkojen työstäminen on työlästä ja epätarkkaa, jolloin seurauksena on paljon piikkaus- ja paikkaustyötä. Optiroc Oy:n mukaan valmiita muotoharkkoja voidaan valmistaa. Erikoistuotteiden menekki on kuitenkin ollut perinteisesti vähäistä. Muototiiliä voidaan valmistaa sahaamalla (kuva 6), ja jos tuotteiden menekki on riittävä, niin erikoismuotin hankkiminenkin olisi perusteltua.



Kuva 6. Tehdasolosuhteissa sahaamalla valmistettu viisteharkko.

3.2.3 Vedeneristystuotteet

Nykyisistä vedeneristystuotteista on vielä lyhyet kokemukset verrattuna niiden tavoiteltavaan käyttöikään, jonka tulisi olla noin 20–30 v. Toisaalta tuotteita on tutkittu viime vuosina runsaasti ja niille on luotu sertifiointijärjestelmä, jonka piiriin lähes kaikki markkinoilla olevat tuotteet kuuluvat. Lisäksi tuotteet muodostavat sertifioituja ja taatusti yhteensopivia tuoteperheitä.

Rakennusliikkeen näkökulmasta ongelmaksi koetaan lähinnä se, että vedeneristystyö sisältää monta eri työvaihetta, mikä lisää kustannuksia ja rakentamiseen tarvittavaa aikaa. Lisäksi töiden valvonta ja yhteensovittaminen koettiin tämän vuoksi ongelmalliseksi. Toiveena olisikin tuote, jolla vedeneristyskerros saataisiin kertakäsittelyllä valmiiksi. Kyseistä järjestelmää ei kuitenkaan pidetty nykytietämyksen mukaan mahdollisena.

Kalvopaksuus on vedeneristeen toimivuuden kannalta keskeisimpiä asioita. Niinpä se on yksi tärkeimmistä tarkastuskohteista märkätilojen laadunvalvonnassa. Nykyisin kalvopaksuutta tarkkaillaan seuraamalla materiaalimenekkiä ja leikkaamalla valmiista vedeneristeestä koepaloja, jotka mitataan mauser-mitalla. Koepalan leikkaaminen koetaan työmaalla hankalaksi toimenpiteeksi. Niinpä työmaille kaivattaisiin menetelmää, jolla paksuutta voitaisiin mitata ainetta rikkomattomilla menetelmillä.

Nykyisin markkinoilla olevat pinnoitepaksuusmittarit mittaavat kalvopaksuutta vain metallipinnoilta. Märkätiloissa niiden käyttö edellyttää pienen metallipalasan (2 x 2 cm²) asentamista vedeneristeen alle. Se voi olla pieni pellinpalanen, jolloin mitattava kohta näkyy pienenä kohoumana eristeen alla (kuva 7). Mittaus voidaan tehdä myös esim. alumiiniteipin päältä. Tällöin mittauspiste tulee merkitä muistiin, koska se ei näy eristeen alta.

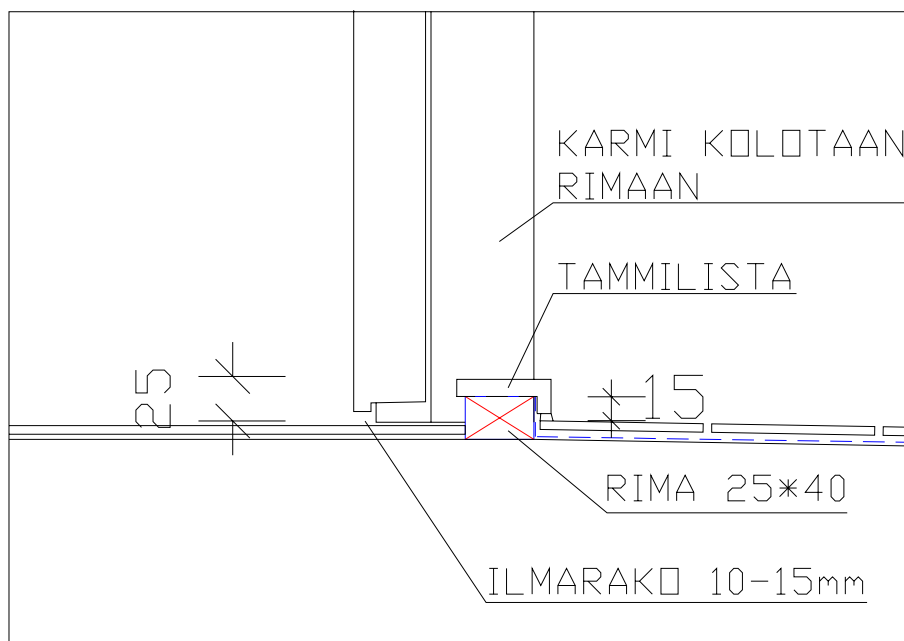
Mittarin käyttöä tulee vielä testata työmaaolosuhteissa ja arvioida sen perusteella menetelmän toimivuutta. Metallipinnoilta mittaavien mittareiden lähtöhinta on noin 600 €. Tietävästi Saksassa on jo markkinoilla mittareita, joilla voidaan mitata pinnoitepaksuuksia myös betonialustoilta. Tällaisen mittarin hinta on kuitenkin lähes kymmenkertainen.



Kuva 7. Kalvopaksuuden mittaaminen pinnoitepaksuusmittarilla. Mittarin käyttö edellyttää metallipalasan asentamista vedeneristeen alle.

Rakennusliike toivoi myös läpimenojen tekemiseen erikokoisia valmiita tiivistekappaleita, joiden käyttö helpottaisi työtä ja sen valvontaa. Ruotsissa on käytössä valmiita kumilaipallisia tiivistekappaleita ja niitä voidaan hankkia myös Suomeen. Niihin liittyy kuitenkin muutamia ongelmia. Kumilaippa mm. estää massan kuivumista. Märkätilaurakoitsijan mukaan nykyinen ohjeiden mukainen menetelmä on toimiva. Läpimenoja on niin montaa eri kokoa, että oikeankokoisen valmiin kappaleen löytäminen työmaaolosuhteissa on epätodennäköistä. Oikeiden työmenetelmien hallitseminen on keskeistä. Optirocin järjestämällä kursseilla paneudutaan asiaan.

Märkätilan kynnyksen on vaativa rakenne. Vedeneristeen täytyy nousta 15 mm märkätilan lattian yläpuolelle, ja toisaalta valmis kynnyksen ei saa olla 25:tä mm korkeampi (kuva 8). Nykyisin osa työmaista haluaa asentaa märkätilan ovenkarmin ennen kynnyksen rakentamista. Tämä edellyttää karmien ennakkotoimitusta. Osa työmaista rakentaa kynnyksen etukäteen ja koloaa karmia asennuksen yhteydessä. Ratkaisu jää aina työmaan mietittäväksi eikä yhtenäisiä ohjeita ole olemassa. Lisäksi kynnyksen suunniteltaessa tulee huolehtia siitä, että oven alle jää riittävä rako (10–15 mm), jotta tilaan saadaan riittävästi korvausilmaa.



Kuva 8. Periaatepiirustus oikeaoppisesta kynnysratkaisusta.

3.2.4 Lattiakaivojen ja muiden LVI-tuotteiden kehittäminen

Lattiakaivon asentaminen oikeaan korkoon siten, että se pysyy varmuudella paikoillaan valun aikana, on osoittautunut vaikeaksi. Työmailla kaivoja tuetaan usein tiilenpalasilla ja reikävanteilla paikoilleen. Serres Oy:n valmistamien Upovieser lattiakaivojen aseointi oikeaan korkoon voidaan tehdä käyttäen apuna 110 mm viemärintputken pätkää, johon on tehty valuaukkoja. Kaivon nouseminen valun aikana estetään kolmeen suuntaan kiristettävillä nippusiteillä. Myös viemäreiden asennusaikaiseen tukemiseen on markkinoilla valmiita säädettäviä valutukia. Kuivakaivon ja 32 mm yhdysputken tukemiseen ei ole saatavissa valmiita asennusosia (kuva 9).

Lattiakaivon sivuliitännän ja kuivakaivon putkilähdön korkeusasemat ovat samassa tasossa. Tämä edellyttää korokerenkaan käyttöä lattiakaivossa tai kuivakaivon yläpinnan asentamista pari senttiä ylemmäksi riittävän kallistuksen aikaansaamiseksi yhdysput-

keen. Mikäli saunan kuivakaivo on ylempänä, täytyy siellä tehdä tasoitteilla lisäkallistuksia. Tähän ei ole teknistä estettä mutta se sotii hyvää "kerralla valmista" -periaatetta vastaan. Korokerengasta ei useinkaan ole suunnitelmissa esitetty eikä sitä myöskään viemäriasennusten yhteydessä asenneta, jolloin lattiakaivo saatetaan painaa lattiapinnan alapuolelle. Tämä aiheuttaa ongelmia vedeneristeen asentamiselle. Sivuliitännällistä lattiakaivoa tulisikin kehittää siten, että yhdysputkeen saadaan tarvittava kaato ilman korokerenkaita kaivojen yläpintojen ollessa samassa tasossa.



Kuva 9. Lattiakaivon ja viemärin mallikiinnitys nippusiteiden ja valutukien (Toimex Oy) avulla.

3.3 Toteutusvaiheen kehittäminen

3.3.1 Kehitysehdotukset

Taulukko 13. Tuotantovaiheen kehitysehdotusten alustus.

| | |
|---|--|
| <p>Osapuolten vähentäminen</p> <ul style="list-style-type: none">• Miten päästään suurempiin osakokonaisuuksiin• Voidaanko nykyisiä urakkarajoja kyseenalaistaa• Dokumentointi <p>Toteutus jatkuvana prosessina</p> <ul style="list-style-type: none">• Aikataulut• Sähköiset työkalut• Vinoviiva-aikataulu?• Seuranta ja valvonta• Tehtäväsuunnittelu• Viikkosuunnitelma• Varamestat | <p>Oikea marssijärjestys</p> <ul style="list-style-type: none">• Aliurakoitsijoiden sitouttaminen yhteisiin tavoitteisiin• Valvonta ja varhainen puuttuminen• Sopimustekniikka, maksupostit ja sanktiot |
|---|--|

| | | |
|---|--|--|
| Laatoitusurakoitsija hoitaa isomman kokonaisuuden: tasoitus, vedeneristys, laatoitus, pesu, silikonit | Tunnetut ja luotettavat aliurakoitsijat | Kylpyhuoneen rakentaminen elementeistä |
| Aloituspääläpikäynnissä käydään materiaalit läpi sekä kuka tekee ja milloin | Sakolliset välitavoitteet sovitaan aloituspääläpikäynnissä | Valumies vastaa lopputuloksestaan |
| | Pidetään kiinni välitavoitteista | Urakoitsijalla jatkuva miehitys |

Kuva 10. Toteutusvaiheeseen liittyvät kehitysehdotukset.

3.3.2 Urakkarajat ja suuremmat osakokonaisuudet

Märkätilan rakentamiseen osallistuu nykyisin niin monta erikoisurakoitsijaa, että työmaan johdolla on vaikeuksia hallita tilannetta. Rakennusliikkeen näkökulmasta olisi toivottavaa, että yksi urakoitsija voisi ottaa vastuulleen suuremman osakokonaisuuden. Erityisille märkätilaurakoitsijoille olisi kysyntää muurareiden, vedeneristäjien, laattamiesten ja saumareiden sijaan. Märkätilaurakka sisältäisi seuraavat työvaiheet:

- (ohutsaumamuuuraus)
- lattian kallistuskorjaukset tasoitteella
- (seinien tasoitus)
- vedeneristys
- laatoitus
- saumaus
- pesu
- (silikonisaumaus).

Suluissa olevat työvaiheet eivät nykyisellään sisälly laatoitusurakkaan. Ohutsaumamuurauksen ajatellaan vielä vaativan muurarin ammattitaitoa. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Ohutsaumamuuraukseen järjestetään koulutusta, ja sen voi hallita kirvesmies tai laattamies.

Märkätilan seinien tasoitus kuuluu useimmiten maalaus-/tasoiteurakoitsijalle. Tätä voidaan pitää perusteltuna, koska urakoitsijalla on työmaalla työtä nopeuttava ruiskutuskalusto. Työmaan johdon tulee kuitenkin varmistua siitä, että urakoitsijat käyttävät keskenään yhteensopivia materiaaleja. Esim. Optirocin Vetonit-vedeneristysjärjestelmä on sertifioitu Vetonit MT -tasoitealustalle.

Silikonisaumaus on työ, jonka tehokas ja laadukas suorittaminen vaatii vuosien kokemuksella saavutettavaa erityisosaamista. Laatoitusurakoitsijat eivät ole halukkaita ottamaan silikonisaumausta kontolleen, koska he eivät pärjää hintakilpailussa erityisurakoitsijoille.

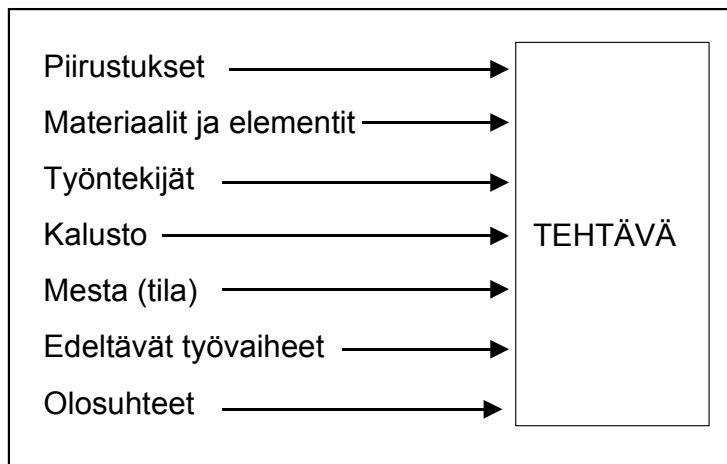
Laatoitusurakoitsijan mukaan kaikki märkätilaurakkaan kaavaillut työt vaativat erityisosaamista. Yksi mies on yleensä vain yhden alan erityisosaaja, joten urakoitsijalla täytyy olla palveluksessaan kaikkien erityisalojen ammattilaisia, mikäli hän ottaisi hoidettavakseen laajemman kokonaisuuden. Vaihtoehtoisesti hän joutuisi käyttämään aliurakoitsijoita, mikä vaikeuttaisi valvontaa ja tiedonvälitystä.

3.3.3 Aikataulut ja logistiikka

Märkätilat ovat tuotannosuunnittelun kannalta kriittisiä kohteita. Niihin liittyy useita työvaiheita, joiden välillä on useita riippuvuuksia. Työkohteita on monia, ja töitä tekevät useat urakoitsijat ja työntekijät. Yhteensovittaminen vaatii työnjohdolta paljon. Märkätilan rakentamisesta on syytä laatia aina kunnollinen työvaihe aikataulu. Aikataulutekniikoista parhaiten tähän soveltuu vinoviiva-aikataulu, joka paljastaa mahdolliset päällekkäiset työt samassa tilassa.

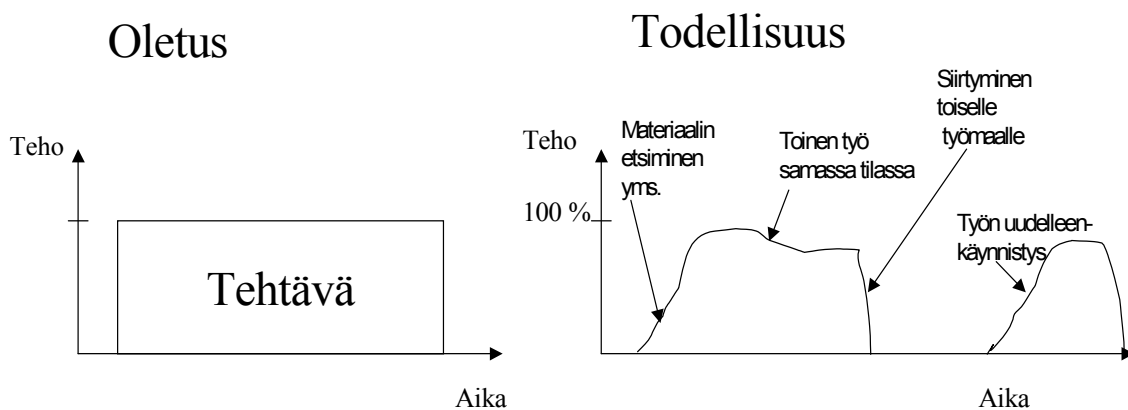
Pääurakoitsijan tulee ennen töiden aloittamista järjestää aloituspalaveri, johon osallistuvat kaikki märkätilan rakentamiseen liittyvät aliurakoitsijat. Palaverissä urakoitsijat si-

toutuvat laadittuun aikatauluun ja varaavat työhön tarvittavat resurssit. Pääurakoitsijan tulee omalta osalta varmistaa, että aloitusedellytykset ovat kunnossa (kuva 11).



Kuva 11. Rakennustehtävän aloitusedellytykset. (Koskela & Koskenvesa 2003).

Tehtävän aloittamisesta ilman kunnollisia edellytyksiä seuraa useimmiten häiriöitä ja tuottavuuden alenemista. Märkätilarakentamisessa yleisin ongelmakohta liittyy olosuhteisiin. Betonilattian kosteus havaitaan usein liian suureksi vedeneristystöitä aloitettaessa. Tästä seuraa välittömästi tehottomuutta ja töiden uudelleensuunnittelua (kuva 12).



Kuva 12. Tuotannosuunnittelun teorian ja todellisuuden välinen ristiriita. (Koskela & Koskenvesa. 2003)

Seuranta on suunnittelun ohella tuotannonohjauksen keskeisiä tehtäviä. Märkätilaproessin seurannassa voidaan käyttää Last Planner -tuotannonohjausmenetelmää, joka keskittyy lyhyen aikavälin suunnitteluun ja ohjaukseen. Erilaisin säännöin ja menettelytavooin pyritään siihen, että viikkosuunnitelman jokaisen tehtävän käynnistyessä kaikki sen aloitusedellytykset ovat kunnossa, että tehtävä voidaan suorittaa häiriöttä ja että se valmistuu suunnitelman mukaisesti. Menetelmässä seurataan myös

valmistuu suunnitelman mukaisesti. Menetelmässä seurataan myös viikkosuunnitelman tehtävien toteutumisastetta ja selvitetään tehtävien toteutumatta jäämiseen.

3.3.4 Laadunvarmistus

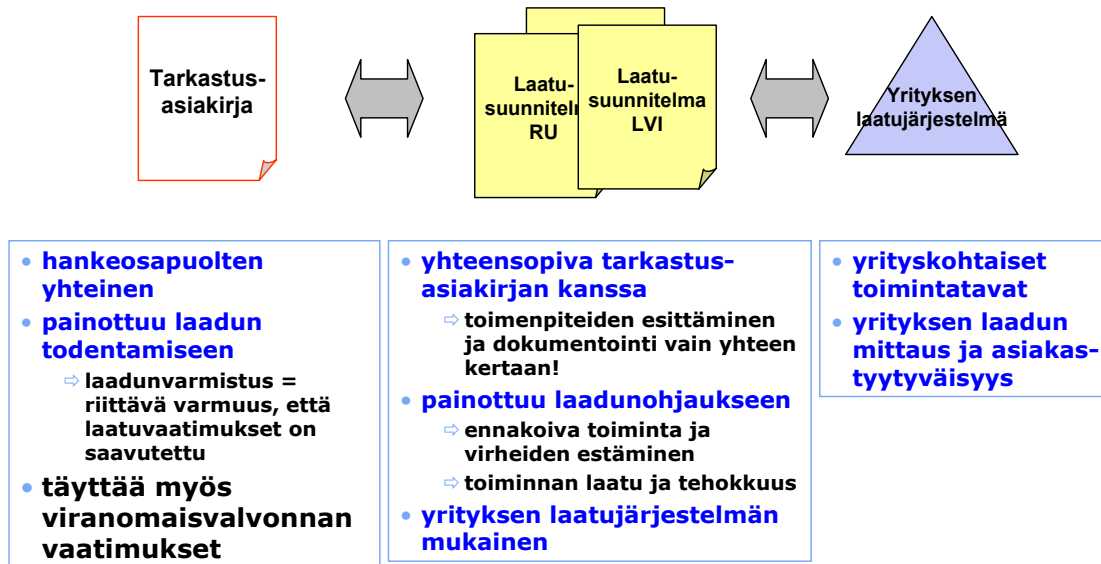
Märkätilojen rakentamiseen liittyvät lukuisia laadunvarmistustehtäviä, jotka toistuvat jokaisessa märkätilassa. Työnjohto ei ehdi tarkastaa jokaista kohdetta erikseen, vaan sen täytyy delegoida pääosa tarkastuksista työntekijöiden hoidettavaksi. Tämä edellyttää, että työntekijät ovat ammattitaitoisia ja perehdytettyjä tähän vaativaan tehtävään. Märkätila-asentajan henkilösertifikaatti antaa tähän hyvät valmiudet.

Laadunvarmistusta ja dokumentointia tehdään usean eri osapuolen tarpeisiin, jolloin niitä katsotaan hieman eri näkökulmasta (taulukko 15).

Taulukko 15. Laadunvarmistuksen osapuolet.

| Osapuoli | Näkökulma |
|----------------------|---|
| Viranomaiset | Edellyttää virheetöntä ja määräysten mukaista lopputuotetta. Edellyttää, että työmaa pitää tarkastusasiakirjaa. |
| Rakennuttaja | Rakennuttaja haluaa varmuuden tuotteen virheettömyydestä ja edellyttää urakoitsijoilta suunnitelmallista laadunvarmistusta. |
| Pääurakoitsijat | Toimintajärjestelmän ja työmaan laatusuunnitelman mukainen laadunvarmistus. |
| LVI-urakoitsija | Toimintajärjestelmän ja työmaan laatusuunnitelman mukainen laadunvarmistus. |
| Sertifioitu asentaja | Sertifikaatin voimassaolo edellyttää työpäiväkirjan pitämistä. Tekee laatusuunnitelman mukaisia laadunvarmistustehtäviä. |
| Käyttäjä | Edellyttää virheetöntä lopputuotetta ja selkeitä käyttöohjeita. |

Laadunvarmistuksessa syntyy helposti päällekkäisiä toimintoja. Tämän vuoksi eri osapuolten yhteistyö työmaan suunnitteluvaiheessa on välttämätöntä. Lähtökohdaksi voidaan ottaa tarkastusasiakirja, jonka tarpeisiin laaditaan työmaan laatusuunnitelma (kuva 13).



Kuva 13. Tarkastusasiakirjan, laatusuunnitelmien ja laatujärjestelmien välinen yhteys.

Märkätilojen laadunvarmistusta helpottamaan VTT on laatinut Optirocin toimeksiantosta märkätilarakentamisen laadunvarmistusohjeen, joka käsittelee märkätilojen laadunvarmistusta yleisesti ja antaa seikkaperäiset ohjeet Vetonit-vedeneristysjärjestelmällä toteutetun märkätilan tuotteista, suunnittelusta ja asennustyöstä. Ohjeesta on ladattavissa kaksi lomakepohjaa. Lomake 1 (liite 1) sisältää hankekohtaiset tiedot ja sitä voidaan käyttää esimerkiksi aloituspalaverin pöytäkirjana. Lomake 2 (liite 2) on tilakohtainen valvontalomake, johon asentajat ja työnjohtajat kirjaavat suorittamansa työvaiheet ja tarkastukset.

4. Kehitystoimenpiteiden vieminen käytäntöön

Projektissa ei saavutettu re-engineering-tyyppisiä uudistuksia. Eli prosessia ei varsinaisesti suunniteltu uudelleen. Kehitystoimenpiteet kohdentuvat vanhan prosessin lukuisiin yksityiskohtiin. Mikäli kaikki tässä ehdotetut toimenpiteet saadaan siirrettyä käytäntöön, voidaan katsoa, että prosessi on parantunut merkittävästi.

Raporttiin on listattu vielä lukuisia märkätilan rakentamiseen liittyviä ongelmakohtia ja kehitysideoita, joita ei tässä saatu ratkaistua. Niitä tulee hyödyntää tulevissa kehityshankkeissa.

4.1 Suunnitteluvaiheen toimenpiteet

Märkätilojen suunnittelu on nykyisellään kovin puutteellista. Kehittämistä on etenkin suunnittelun ohjauksessa ja suunnittelijoiden välisessä yhteistyössä. Liikaa keskeisiä asioita jää työmaan ratkottaviksi. Kohdassa 3.1 on esitetty suunnitteluvaiheen vastuumatriisi ja hyvältä märkätilasuunnitelmalta vaadittavat asiat.

Keskeisin puute suunnitteluvaiheessa liittyy korkoihin ja kallistuksiin, joita ei yleensä suunnitelmissa esitetä. Korot täytyy ehdottomasti suunnitella suunnitteluvaiheessa, koska ne vaikuttavat mm. Elpo-hormien liitoskorkoihin. Virheet paljastuvat yleensä vasta viimeistelyvaiheessa. Muutoksen aikaansaaminen edellyttää toimenpiteitä suunnittelu-sopimukseen ja suunnittelun ohjaukseen. Projektissa syntynyt osaaminen tulee saattaa suunnittelun ohjaajien ja suunnittelijoiden tietoon.

4.2 Materiaaleihin ja tuotteisiin liittyvät toimenpiteet

Kahi-tuotteista uutta viisteharkkoa kokeillaan sopivassa kohteessa. Käyttökokemusten perusteella arvioidaan tuotteen mahdollista menekkiä ja päätetään jatkotoimista. Kahi-tuotteiden käyttöä märkätilojen seinärakenteissa rajoittaa lähinnä asentajien niukkuus. Rakennusliikkeet voivat hankkia kilpailevaa tuotetta asennettuna, mikä antaa sille jonkinasteisen kilpailuedun. Optiroc Oy on aloittanut asennusyrittönsä luomisen, ja sen kilpailuedellytyksiä selvitetään NCC:n pilottikohteessa.

Vedeneristystuotteiden kalvopaksuuden mittausta kokeillaan työmaaolosuhteissa ja mittaustuloksia verrataan näytepaloista mitattuihin. Menetelmän laajempaa käyttöä harmitaan kokemuksen pohjalta. Kuvan 8 mukaista kaikki vaatimukset täyttävää kynnyksratkaisua kokeillaan pilottikohteessa. Ongelmat vedeneristystuotteiden käytössä johtuvat useimmiten tiedon puutteesta. Sertifioiduilla ja tuotevalmistajan koulutuksen läpikäyneillä asentajilla on nykyisin enemmän tietoa kuin työmaiden työnjohtajilla, valvojilla

tai suunnittelijoilla. Märkätiloihin liittyvää koulutusta tulisikin järjestää myös näille osapuolille.

Lattiakaivojen ja viemäreiden asennusaikaiseen tukemiseen on esitetty toimiva menetelmä kuvassa 9. Menetelmää testataan pilottityömaalla ja viemäriputkien valutukien käyttöä aletaan vaatia jo tulevien kohteiden LVI työselostuksissa. Serres Oy puolestaan kehittää edelleen lattiakaivon asennusaikaista tuentaa sekä ratkaisua kaivon ja kuivakaivon liitoskorkoihin. Kuivakaivon ja 32 mm yhdysputken tuenta vaatii vielä kehittämistä.

4.3 Toteutusvaiheen toimenpiteet

Märkätilaurakoitsijat eivät ole valmiita ottamaan vastuulleen laajempia osakokonaisuuksia. Prosessia tulee kehittää nykyisen työnjaon pohjalta. Märkätilojen rakentaminen sisältää nykyisellään niin monta työvaihetta, että sitä voidaan pitää koko työmaata tahdistavana työvaiheena. Tämän vuoksi tuotannosuunnitteluun täytyy myös panostaa merkittävästi nykyistä enemmän. Kunnollisen rakennusvaiheikataulun laatimista voidaan pitää perusteltuna. Kohteen lohkoittaminen sopiviin osakokonaisuuksiin luo hyvän pohjan suunnittelulle. Aikataulutekniikoista märkätiloihin soveltuu parhaiten vinoviiva- aikataulu. Urakoitsijat tulee saada sitoutumaan aikatauluun jo aloituspalaverissa.

Lyhyen aikavälin ohjaukseen Last Planner tarjoaa hyvän työkalun. Menetelmä perustuu viikkosuunnitelman tehtävien aloitusedellytysten varmistamiseen, millä luodaan edellytykset tehtävän häiriöttömälle läpiviennille.

Laadunvarmistuksessa tulisi hyödyntää märkätilojen laadunvarmistusohjetta ja sen sisältämiä lomakkeita. Ohje löytyy Optiroc Oy:n Internetsivuilta www.optiroc.fi. Sivuilta on ladattavissa myös aktiiviset pdf-muotoiset tarkastuslomakkeet, jotka ovat myös tämän julkaisun liitteinä 1–2. Ohjetta on tarkoitus käyttää sähköisessä muodossa, jolloin sen sisältämät linkit Vetonit-vedeneristystuotteiden työohjeisiin ja sertifikaatteihin ovat toiminnassa.

Lähdeluettelo

RakMK C2, Kosteus.

Rautiainen, Liisa & Markelin-Rantala, Lina. Kosteusvarma kylpyhuone. RTK 1999. Kehitys & Tuottavuus 61. ISBN 952-9831-59-5.

Koskela, Lauri & Koskenvesa, Anssi. Last Planner -tuotannonohjaus rakennustyömaalla. 2003. VTT Tiedotteita 2197. 82 s. + liitt. 20 s. ISBN 951-38-6147-3.

Muuta kirjallisuutta

RT 84-10759, Märkätilojen rakenteet.

Vetonit vedeneristys -työohjeet. Optiroc Oy 2002. Ohje 3-76.

Terveen kylpyhuoneen rakenteet. Optiroc Oy 2002. Ohje 1-38.

Märkätilojen laadunvarmistus -ohje. Optiroc Oy 2003.

Parma Parel Ontelolaattojen suunnitteluohje. Parma Oy 1.8.2002 (Päivitetty 1.10.2003).

Liite 1

MÄRKÄTILATYÖN HANKEKOHTAISET TIEDOT

| | | |
|---------------------|---------|------|
| Lomakkeen täyttäjä: | Yritys: | pvm: |
|---------------------|---------|------|

RAKENNUSKOHTEEN TIEDOT

| | | |
|---------------------------------|----------------------|--|
| Rakennuskohteen nimi ja osoite: | | |
| OSAPUOLI | YHTEYSHENKILÖ | |
| Rakennuttaja: | | |
| Valvoja: | | |
| Pääurakoitsija: | | |
| Vastaava työnjohtaja: | | |
| Märkätilojen työnjohtaja: | | |
| Märkätilaurakoitsija: | | |
| Muut osapuolet: | | |

MÄRKÄTILARAKENTAMISEN SUUNNITELMA-ASIAKIRJAT

| | |
|-------|------|
| Nimi: | pvm: |
| | |
| | |
| | |

SOPIMUSASIAKIRJOISSA MÄÄRITELLYT LAATUVAATIMUKSET

| |
|---|
| Yleiset laatuvaatimukset: RakMK C2 Kosteus, Määräykset ja Ohjeet RT 84-10759, Märkätilojen rakenteet RIL 107-2000, Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet SisäRYL2000; 632 Rakennusten sisäpuolinen vedeneristys |
| Hankekohtaiset laatuvaatimukset: |

MÄRKÄTILA-ASENTAJIEN PÄTEVYYS

| | | |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|
| Nimi: | VTT:n sertifikaatin numero: | Optirocin kurssitodistuksen nro: |
| | | |
| | | |

MALLITYÖMENETTELY

| |
|--|
| |
|--|

KÄYTETTÄVÄT MATERIAALIT

SEINÄT

Runko ja laatoitusalue:

Tasoite:

Kiinnityslaasti:

Kosteussulku (nimi ja suunniteltu menekki):

Laatat:

_____ l/m²

Vedeneristysmassa (nimi ja suunniteltu menekki):

Saumalaasti:

_____ l/m²

Saumasilikoni:

Kuitukangas:

LATTIAT

Runko ja laatoitusalue:

Primeri:

Kuitukangas:

Tasoite/Lattiamassa:

Kiinnityslaasti:

Kosteussulku (nimi ja suunniteltu menekki):

Laatat:

_____ l/m²

Vedeneristysmassa (nimi ja suunniteltu menekki):

Saumalaasti:

_____ l/m²

Saumasilikoni:

MUUT

Lattiakaivon tyyppi:

Vesikalusteet ja niiden kiinnitys:

Levyseinien kalustevahvikkeet:

TYÖOHJEET SEKÄ MATERIAALIEN KÄYTTÖTURVALLISUUSTIEDOTTEET

Nimi:

pvm:

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

TYÖMAALLA TEHTÄVÄT TARKASTUKSET

Kalvopaksuuden määrittäminen menetelmäohjeen mukaan

Kosteudenmittaus RT 14-10675 mukaan

Näytetiheys: _____

Näytetiheys: _____

Tämä lomake on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä tilakohtaisten tarkastuslomakkeiden kanssa. Työnjohtajan tulee huolehtia, että tässä lomakkeessa mainitut tiedot ovat märkätila-asentajan käytössä.

Liite 2

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| MÄRKÄTILATYÖN TARKASTUSLOMAKE | HUONEISTO N:O |
| Märkätila-asentajan nimi: | Työnjohtajan/tarkastajan nimi: |

A. TYÖTÄ EDELTÄVÄ LAADUNVARMISTUS (Työnjohtaja)

| | Tarkastanut / pvm | Huom. |
|--|--|-------|
| Suunnitelmat, ohjeet ja käyttöturvallisuustiedotteet asentajilla | | |
| Läpiviennit ja kalustetuet paikoillaan | | |
| Kallistukset: kaivon lähellä 1:50, muualla 1:80 | | |
| Alustan puhtaus ja tasaisuus | | |
| Alustan lujuus naulatestillä | | |
| Alustan kosteus < RH 85 % | Arvo: <input type="text"/> % | |
| Alustan ja ilman lämpötila + 15 °C...+30 °C | | |
| Materiaalien virheettömyys | | |
| Pinta-alat | Seinää: <input type="text"/> m ² Lattiaa: <input type="text"/> m ² | |

B. LAADUNVARMISTUS TYÖN AIKANA (Asentaja)

| | Tehnyt / pvm | Huom. |
|--|--|-------|
| Työtilan lämpötilan seuranta | Arvo: <input type="text"/> °C | |
| VEDENERISTYKSET | | |
| Seinien kosteussulkukäsittely | | |
| Saumojen, nurkkien ja kulmien tiivistäminen vedeneristysmassalla ja kuitukankaalla | | |
| Seinien vedeneristysmassakäsittelyt | Kulutus: <input type="text"/> l/m ² | |
| Lattian kosteussulkukäsittelyt | | |
| Lattiakaivon, läpivientien, seinän ja lattian rajan sekä kynnyksen tiivistäminen | | |
| Lattian vedeneristysmassakäsittelyt | Kulutus: <input type="text"/> l/m ² | |
| Vedeneristeen kunnon ja tiiveyden tarkastus | | |
| LAATOITUS | | |
| Laattojen kiinnitys, tartuntapinta > 80 %, tarkistettu ajoittain | | |
| Saumaus | | |
| Silikonisaumaus | | |

C. LAADUNVARMISTUS TYÖN JÄLKEEN (Työnjohtaja ja asentaja)

| | Tarkastanut / pvm | Huom! |
|--|-------------------|-------|
| Pinnat täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset | | |
| Kallistukset ovat suunnitelmien mukaiset | | |
| Ruuvien reiät ja muut lävistyksset tiivistetty saniteettisilikonilla | | |

MUUTA HUOMIOITAVAA

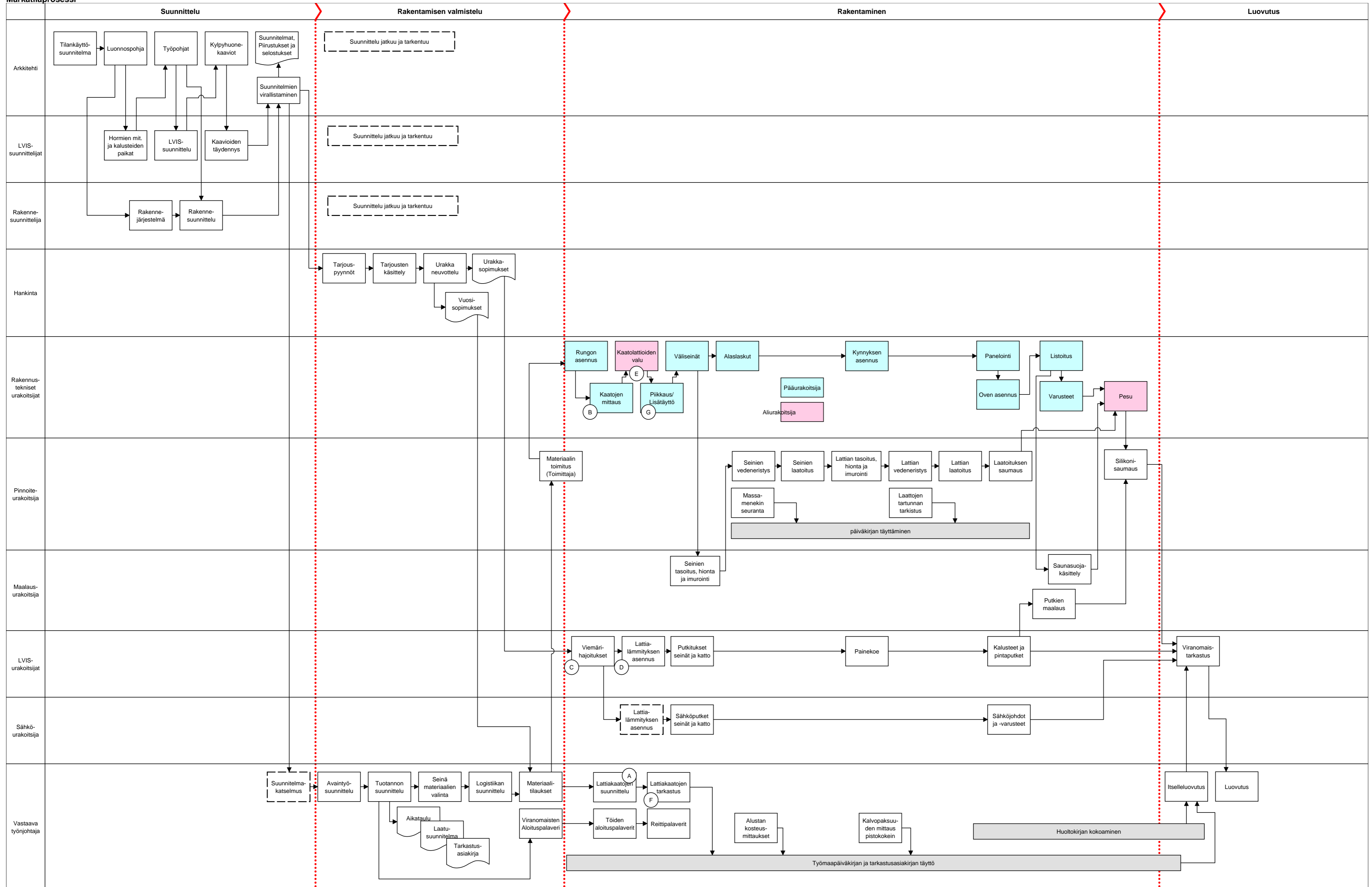
| |
|--|
| |
|--|

Liite 3: Märkätilan rakentamisen prosessikuvaus

MTprocess2.igx

NCC

Märkätilaprosessi



| | | | |
|--|-----------------------------|--|------------|
| Tekijä(t) Kauranen, Hannu | | | |
| Nimeke Märkätilaproessin kehittäminen Talonrakentamisen työmaaprosessin re-engineering | | | |
| Tiivistelmä Märkätilojen rakentaminen on kehittynyt viime vuosina merkittävästi. On tullut uusia määräyksiä ja uusia tuotteita, joiden avulla voidaan tehdä entistä laadukkaampia rakenteita. Märkätilojen rakentaminen on tullut samalla entistä monimutkaisemmaksi ja vaativammaksi, ja siihen tarvitaan usean eri suunnittelijan ja toteuttajan välistä yhteistyötä. Viimeaikaiset märkätiloihin liittyneet kehitystoimenpiteet ovat kohdistuneet lukuisiin rajattuihin erityiskysymyksiin, eikä rakentamista ole tarkasteltu kokonaisuutena. Märkätilaproessin re-engineering-osaprojektin tavoitteena oli tarkastella märkätilan rakentamista organisaatorajojen läpi menevänä prosessina ja kehittää sitä kokonaisuutena siten, että se on tehokas ja joustavasti sovellettavissa erilaisiin toteutusvaihtoehtoihin ja runkoratkaisuihin. Projekti toteutettiin yhteistyössä Optiroc Oy:n ja NCC Rakennus Oy:n kanssa. Työ tehtiin pääosin osapuolien yhteisissä workshoppeissa, joita järjestettiin yhteensä viisi kpl. Tutkimus sisälsi seuraavat vaiheet: nykyisen märkätilaproessin mallinnus, nykyiseen prosessiin liittyvien ongelmien määrittäminen, ongelmien syiden ja seurausten määrittäminen, kehitystavoitteiden asettaminen, kehitysehdotusten ideointi, kehittäminen sekä toimenpiteiden vienti käytäntöön. Tutkimuksen keskeisimpiä havaintoja on, että märkätilojen suunnitteluun ja suunnittelun ohjaukseen tulee panostaa selkeästi nykyistä enemmän. Nykyinen käytäntö jättää työmaille liikaa avoimia kysymyksiä. Etenkin korot ja kallistukset on suunniteltava huolella ja esitettävä asiakirjoissa selkeästi. Märkätilojen rakentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota käytettävien materiaalien yhteensopivuuteen. Varminta on käyttää saman valmistajan tuotteita, joille on myönnetty järjestelmäsertifikaatti. Tämä on esitettävä suunnitelma- ja urakka-asiakirjoissa. Asia tulee käsitellä myös märkätilatyön aloituspalaverissa. Märkätilojen rakentaminen on sisävalmistusvaiheen tahdistava työvaihe, joten märkätilojen tuotannosuunnitteluun tulee panostaa nykyistä enemmän. Lyhyen aikavälin tuotannonohjaukseen kehitetty Last Planner -menetelmä tarjoaa tähän hyvän apuvälineen. Toteutusvaiheen laadunvarmistus on haastava tehtävä, koska dokumentointia tulee tehdä useista eri työvaiheista ja mestoissa. Laadunvarmennusta helpottamaan on laadittu erityinen ohje, joka on ladattavissa Internetistä. | | | |
| Avainsanat residential buildings, bathrooms, wet areas, wet area process, modeling, design, construction materials, last planner method, quality assurance | | | |
| Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntateknikka, Hermiankatu 8 G, PL 1802, 33101 TAMPERE | | | |
| ISBN 951-38-6454-5 (nid.) 951-38-6455-3 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Projektinumero R2SU00383 | |
| Julkaisu-aika Huhtikuu 2004 | Kieli Suomi, engl. tiiv. | Sivu- ja 34 s. + liitt. 4 s. | Hinta A |
| Projektin nimi RecPro/5B M-TILA | | Toimeksiantaja(t) Tekes, Optiroc Oy, NCC Rakennus Oy | |
| 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) Kauranen, Hannu | | | |
| Title Re-engineering of the wet area process | | | |
| Abstract <p>Construction of wet areas has evolved considerably in recent years. New regulations and products have been introduced which allow making structures of ever higher quality. At the same time, the construction of wet areas has become increasingly complicated and demanding requiring cooperation between several designers and the implementer. The latest development efforts vis-à-vis wet areas have focused on numerous special areas, and construction has not been viewed as a whole. The aim of the wet-area-process re-engineering subproject was to examine the construction of wet areas as a cross-organisational process and to develop it as an entity so as to make it efficient and flexibly adaptable to different implementation alternatives and frame solutions.</p> <p>The project was carried out in cooperation with Optiroc Oy and NCC Construction Finland. The work was mostly done in five organised joint workshops. The research consisted of the following phases: modeling of the present wet area process, definition of the problems related to the present process, definition of the reasons for and consequences of the problems, setting of development goals, ideation of development proposals, development proper, and practical application of measures.</p> <p>One of the key findings of the research is that clearly more resources need to be directed to the design and design management of wet areas than is the case now. The prevailing practice leaves too many questions for the site to resolve. Especially elevations and slopes must be designed carefully and presented clearly in documents.</p> <p>The compatibility of the materials used must receive special attention in the building of wet areas. It is best to use the products of a manufacturer who has been awarded a system certificate. This must be mentioned in design and contract documents. The issue is also to be dealt with at the kick-off meeting for wet area work.</p> <p>The construction of wet areas sets the pace of the indoor work phase which requires investing more resources into wet-area production planning. The Last Planner method, developed for short-term production control, is a useful tool. Implementation phase quality assurance is a challenging task since several work phases and places need to be documented. Special instructions for facilitating quality assurance can be downloaded from the Internet.</p> | | | |
| Keywords residential buildings, bathrooms, wet areas, wet area process, modeling, design, construction materials, last planner method, quality assurance | | | |
| Activity unit VTT Building and Transport, Hermiankatu 8 G, P.O.Box 1802, FIN-33101 TAMPERE, Finland | | | |
| ISBN 951-38-6454-5 (soft back ed.) 951-38-6455-3 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Project number R2SU00383 | |
| Date April 2004 | Language Finnish, engl. abstr. | Pages 34 p. + app. 4 p. | Price A |
| Name of project RecPro/5B M-TILA | | Commissioned by Tekes, Optiroc Oy, NCC Rakennus Oy | |
| Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1235-0605 (soft back edition) 1455-0865 (URL: http://www.vtt.fi/inf/pdf/) | | Sold by VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374 | |

Märkätilojen rakentaminen on kehittynyt viime vuosina merkittävästi. On tullut uusia määräyksiä ja uusia tuotteita, joiden avulla voidaan tehdä entistä laadukkaampia rakenteita. Märkätilojen rakentaminen on tullut samalla entistä monimutkaisemmaksi ja vaativammaksi.

Märkätilaprosessin re-engineering-osaprojektin tavoitteena oli tarkastella märkätilan rakentamista organisaatorajojen läpi menevänä prosessina ja kehittää sitä kokonaisuutena. Työ tehtiin pääosin osapuolien yhteisissä workshoppeissa. Tutkimus sisälsi seuraavat vaiheet: nykyisen märkätilaprosessin mallinnus, nykyiseen prosessiin liittyvien ongelmien määrittäminen, ongelmien syiden ja seurausten määrittäminen, kehitystavoitteiden asettaminen, kehitysehdotusten ideointi, kehittäminen sekä toimenpiteiden vienti käytäntöön.

Tutkimuksen keskeisimpiä havaintoja on, että märkätilojen suunnitteluun ja suunnittelun ohjaukseen tulee panostaa selkeästi nykyistä enemmän. Nykyinen käytäntö jättää työmaille liikaa avoimia kysymyksiä. Etenkin korot ja kallistukset on suunniteltava huolella ja esitettävä asiakirjoissa selkeästi.

Märkätilojen rakentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota käytettävien materiaalien yhteensopivuuteen. Varminta on käyttää saman valmistajan tuotteita, joille on myönnetty järjestelmäsertifikaatti.

Märkätilojen rakentaminen on sisävalmistusvaiheen tahdistava työvaihe, joten märkätilojen tuotannosuunnitteluun tulee panostaa nykyistä enemmän. Toteutusvaiheen laadunvarmistus on haastava tehtävä, koska dokumentointia tulee tehdä useista eri työvaiheista ja mestoissa. Laadunvarmennusta helpottamaan on laadittu erityinen ohje, joka on ladattavissa Internetistä.

| | | |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Tätä julkaisua myy | Denna publikation säljs av | This publication is available from |
| VTT TIETOPALVELU | VTT INFORMATIONSTJÄNST | VTT INFORMATION SERVICE |
| PL 2000 | PB 2000 | P.O.Box 2000 |
| 02044 VTT | 02044 VTT | FIN-02044 VTT, Finland |
| Puh. (09) 456 4404 | Tel. (09) 456 4404 | Phone internat. + 358 9 456 4404 |
| Faksi (09) 456 4374 | Fax (09) 456 4374 | Fax + 358 9 456 4374 |
