



Mikko Lehtineva

Työmaan laadunhallinnan tehostaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

28.2.2020

Tekijä Otsikko	Mikko Lehtineva Työmaan laadunhallinnan tehostaminen
Sivumäärä Aika	68 sivua + 11 liitettä 28.2.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Projektinhallinta
Ohjaajat	Työpäällikkö Janne Iikkanen Lehtori Kimmo Sani
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa työmaan laadunhallintaa Westpro cc Oy:llä. Työssä valittiin kymmenen tärkeää työvaihetta, joiden toteutusta käsiteltiin työn tekijän tulevaa Saunalahden uudiskohdetta varten. Näiden työvaiheiden onnistuminen ohjaa koko työmaan laadunhallintaa.</p> <p>Taloteknisiä työvaiheita ei käsitelty omana työvaiheenaan, mutta ne huomioitiin muiden tehtävien yhteydessä. Aikataulu- tai kustannushallintaan ei syvennynyt tarkemmin, vaikka niiden vaikutus työvaiheisiin huomioitiin yleisellä tasolla.</p> <p>Tehtävien tarkasteluissa käytettiin apuna vanhoista kohteista saatuja tietoja ja omiin kokemuksiin perustuvaa tietoa. Aktiivinen keskustelu muiden asiantuntijoiden kanssa oli tärkeää yksityiskohtien oikein saamisessa. Lisäksi tarkempia tietoja on etsitty kirjallisuudesta ja netistä.</p> <p>Lopputuloksena työstä saatiin tärkeiden työvaiheiden laadunvarmistusmatriisi ja muistilistat. Laadunvarmistusmatriisi kertoo käsiteltyjen tärkeiden työvaiheiden laadunvarmistusmenpiteet. Muistilistoja voidaan käyttää työnjohtajien tehtäväsuunnitelmien ja laadunvarmistuksen pohjana. Matriisi ja muistilistat ovat työn liitteinä.</p> <p>Työ antoi hyvän pohjan työmaan tärkeiden työvaiheiden tehtäväsuunnitteluun ja työmaan laadunvarmistukselle. Työn tekijälle työ antoi mahdollisuuden syventyä eri työvaiheiden toteutukseen ja antoi hyvää pohjaa toimia tulevaisuudessa myös työnjohtajana. Työmaainsinöörinä työstä oli hyötyä laadunvarmistuksessa, aikataulujen tekoon ja kustannusten arviointia ja muuta tuotannonsuunnittelua varten.</p>	
Avainsanat	laadunhallinta, tehostaminen, tärkeät työvaiheet, muistilista, laadunhallintamatriisi

Author Title	Mikko Lehtineva Improving Quality Management at the Work site
Number of Pages Date	68 pages + 11 appendices 28.2.2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Janne Iikkanen, Construction Manager Kimmo Sani, Senior Lecturer
<p>This bachelor's thesis was made for Westpro cc Oy to improve quality management on work site. Ten important tasks were chosen for closer inspection for the upcoming new project in Saunalahti. Managing the quality of these important tasks will lead the whole work site to success.</p> <p>Building service tasks, such as electricity, plumbing, heating, water, air conditioning and automation were not inspected as separate tasks, but they were noted in connection other tasks. Schedule or costs management were not studied in more detail in this thesis although their impact on important tasks were noted on a general level.</p> <p>Data from old projects and the author's own accumulated knowledge were used as a basis for this thesis project. Active conversation with other professionals also played an important role in getting the details right. Information was also gathered from existing literature and from the internet.</p> <p>As a result of this thesis project, task checklists that can be used as a basis for task plan and quality management were compiled. These checklists can be found in the appendices of this thesis and can be used not only for the upcoming project but also other future projects. In addition, a quality management matrix created to show the quality management documentation for the important tasks.</p> <p>This thesis provides a good basis for task planning and quality management on work site. It was a good opportunity for the author to deepen his knowledge of different tasks, which helps working as a foreman in future. As a work site engineer the author found this thesis helpful for planning quality management, making schedules, estimating costs and performing other planning.</p>	
Keywords	quality management, improving, important tasks, checklist, quality management matrix

Esipuhe

Oma tieni työmaainsinööriksi on ollut pitkä ja kivinen. Hankaluuksia on muodostunut alkuvaiheessa oman kiinnostuksen löytämisestä alaan ja koulussa opitun teorian ja työelämän käytäntöjen yhdistämisessä.

Siinä vaiheessa, kun muut hakivat päätösjuhlassa todistuksensa, lähdin itse nöyrästi lautta kantamaan ja oppimaan käytännön työmaa-asioita kantapään kautta. Vuoden kiertelyn jälkeen päädyin nykyiselle työnantajalleni apumieheksi, josta nousin harjoittelun kautta lopulta työmaainsinööriksi.

Työn ohessa suoritin puuttuvat kurssit, mikä osoittautui opetussuunnitelmamuutosten takia erittäin tuskaiseksi prosessiksi. Haluaisinkin kiittää Metropolian ammattikorkeakoulua, joka antoi mahdollisuuden hoitaa koulun pitkästä yliajasta huolimatta loppuun.

Ensikosketuksen rakennusalan käytäntöihin olen saanut kesätöissä kummisetäni Tasle Oy:ssä ja myöhemmin apumiehenä ja työnojohtoharjoittelijana Värväämö Oy:n kautta. Ilman edellä mainittuja en olisi koskaan päässyt alkua pidemmälle.

Suurin kiitos kuuluu kuitenkin Westpro cc Oy:lle ja vastaavalle mestarille Aleksi Uutelalle, joka antoi minulle mahdollisuuden työnojohtoharjoittelupaikkaan. Hän on myös joutunut lähes kyllästymiseen asti keskustelemaan lopputyön työvaiheiden detaljeista. Kiitos myös työn ohjaajille työpäällikkö Janne Ikkaselle ja valvojaopettaja Kimmo Sanille, joiden kanssa työ on hiottu lopulliseen muotoonsa.

Työstä tuli paljon laajempi kuin alun perin suunniteltiin. Olen kuitenkin tyytyväinen, että tälle vuosikymmenen korpivaellukselle saatiin kunniakas lopetus.

Mikko Lehtineva

Espoossa 11.11.2019

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	6
1.1	Tausta	6
1.2	Tavoite, rajaus ja menetelmät	7
1.3	Yritys	8
2	Laadun teoria	9
2.1	Laatu käsitteenä	9
2.2	Rakentamisen laatu	9
2.3	Tuotannonsuunnittelu	11
2.4	Laadunvarmistus	13
2.5	Työmaan johtaminen tehtävien kautta	15
2.5.1	Tehtävän aloitusedellytykset	15
2.5.2	Lähtötiedot	16
2.5.3	Aikataulu ja kustannukset	16
2.5.4	Laatuvaatimukset	17
2.5.5	Ongelmiin varautuminen	17
2.5.6	Työturvallisuus	18
2.5.7	Logistiikka	18
2.5.8	Työnohjaus	18
3	Case kohde: Sanstugan tarkasteltavat työvaiheet	20
3.1	Tarkasteltavat työvaiheet	20
3.2	Malliasunto	22
3.3	Laadunvarmistusmatriisi	22
3.4	Työvaiheiden muistilistat	22
4	Kriittiset työvaiheet ja laadunhallinta	23
4.1	Maarakentaminen ja louhinta	23
4.2	Perustukset	26
4.3	Elementtiasennus	27
4.3.1	Rungon työjärjestys	28

4.3.2	Elementtiasennustyön laadunvarmistustoimenpiteet	30
4.3.3	Ennen aloitusta	30
4.3.4	Elementtien vastaanotto	30
4.3.5	Nostot	31
4.3.6	Mitat	33
4.3.7	Saumavalut	33
4.3.8	Tuennat	34
4.3.9	Työturvallisuus	35
4.3.10	Muita huomioitavia asioita	35
4.4	Vesikattotyöt	36
4.5	Kipsilevyväliseinät ja -alakatot	38
4.6	Lattiavalut	40
4.6.1	Maanvaraiset lattiat	40
4.6.2	Kylpyhuoneiden kaatovalut	41
4.6.3	Plaanovalut	43
4.7	Laatoitus- ja vedeneristystyöt	45
4.8	Tasoite- ja maalaustyöt	48
4.8.1	Tasoitetyöt	49
4.8.2	Maalaustyöt	51
4.9	Saunat ja paneloidut alakatot	54
4.9.1	Paneloidut alakatot	54
4.9.2	Saunojen puutyöt	56
4.10	Keittiöt ja kalusteet	60
4.10.1	Keittiökalusteet	60
4.10.2	Komerokalusteet	62
4.10.3	Kylpyhuonekalusteet	63
5	Johtopäätökset	65
6	Yhteenvedo	66
	Lähteet	67
	Liitteet	
	Liite 1. Laadunvarmistusmatriisi	
	Liite 2. Työvaiheen muistilista – Maarakennus ja louhinta	
	Liite 3. Työvaiheen muistilista – Perustukset	

- Liite 4. Työvaiheen muistilista – Elementtiasennus
- Liite 5. Työvaiheen muistilista – Vesikattotyöt
- Liite 6. Työvaiheen muistilista – Kipsilevyväliseinät ja -alakatot
- Liite 7. Työvaiheen muistilista – Lattiavalut
- Liite 8. Työvaiheen muistilista – Laatoitus ja vedeneristystyöt
- Liite 9. Työvaiheen muistilista – Tasoite- ja maalaustyöt
- Liite 10. Työvaiheen muistilista – Saunat ja paneloidut alakatot
- Liite 11. Työvaiheen muistilista – Keittiöt ja kalusteet

Lyhenteet

EPS	Lämmöneristykseen käytettyä paisutettua polystyreeniä, tunnetaan myös nimellä styrox. Öljypohjainen muovieriste.
LVISA	Talotekniset työvaiheet: L = lämpö V = vesi, viemäri I = ilmastointi S = sähkö A = automaatio
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
PDCA	Plan – Do – Check – Act. Klassinen ongelmanratkaisun ja kehäoppimisen malli. Kutsutaan usein myös Demingin tai Shewhartin kehittämissympyräksi tai -kehäksi.
RakMk	Suomen rakentamismääräyskokoelma
Ratu	Ratu-kortisto on Talonrakennusteollisuus ry:n ja Rakennustieto Oy:n julkaisema rakennustuotannon ammattilaisille tarkoitettu tietopankki
RS-kohde	Rahalaitosten neuvottelukunnan Suosittelema. Asuntoja voidaan myydä jo rakentamisvaiheessa ja ostajien ja yhtiön turvaksi on asetettu asuntokauppalain vaatimat turvajärjestelmät. Perustajaosakas tallettaa konkurssin tai rakennusvirheiden varalle pankkiin vakuuden. Tarkoitus on varmistaa kohteen rakentaminen suunnitelmien mukaan.
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset
YSE	Rakennusalan yleiset sopimusehdot urakkasopimusten tulkintaan, velvollisuuksien määrittämiseen ja mahdollisten erimielisyyksien ratkaisemiseksi.

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rakennusala on viime vuosina ollut paljon otsikoissa pääosin negatiivisessa sävyssä. Suuri osa suomalaisista on sitä mieltä, että alan maine on mennyt ja ennen rakennettiin paremmin. Vuosisatoja vanhoissa rakennuksissa idyllisyys ja kauniit muodot luovat tunteen laadusta ja mahtavista ammattilypeistä tekijöistä. Suoruutta tai kaltevuutta ei mitata millimetreissä, vaan ihastellaan suunnittelijan upeaa luomusta ja rakentajan mahtavaa käsityötä.

Maailma on kuitenkin muuttunut merkittävästi noista ajoista - se mikä toimi ennen ei välttämättä toimi enää tänä päivänä. Rakentamisen yleiset vaatimukset, tekniset ratkaisut, materiaalit ja työtavat ovat muuttuneet täysin. Teollistumisen kautta rakennusalan tuotavuus nousi aivan uudelle tasolle, kun monessa kohtaa koneet korvasivat vanhan käsityön. Pelkästään käsityön hinnan moninkertaisen nousun takia ihmisillä ei olisi enää varaa vanhaan tapaan rakennettuihin asuntoihin.

Kovimman rakennusbuumin aikana muutama vuosikymmen taaksepäin laadunvarmistus ei kuitenkaan pysynyt tahdissa mukana ja lisäksi rakennusala aina varjostanut harmaa talous oli voimissaan. Aikakaudella on myös kokeiltu paljon erilaisia rakenneratkaisuja ja materiaaleja, jotka ovat myöhemmin osoittautuneet kelvottomiksi. Suuret korjaustarpeet ja median mehustelu rakennusalan ongelmilla ovat luoneet ihmisille kuvan ammattilypeiden ja -taidon katoamisesta ja laadun jatkuvasta heikkenemisestä.

Todellisuudessa laadunvarmistus, suunnittelu ja materiaalit sekä harmaan talouden torjunta ovat menneet paljon eteenpäin viimeisen 20 vuoden aikana, mutta se jää mediassa aina huonojen asioiden varjoon. Kehityksestä huolimatta on sanomattakin selvää, että laadunhallinnassa riittää rakennusosalalla vielä paljon parannettavaa.

Tuotannon laadunhallintaa helpottamaan on kehitetty paljon erilaisia toimintatapoja, dokumentteja ja ohjelmistoja. Työmaalla kuitenkin usein kiireen keskellä laadunvarmistus kärsii, kun on monia työvaiheita yhtä aikaa käynnissä ja kaikkea ei ehdi valvomaan.

Työnjohtajilla saattaa olla omia tapoja valvoa laatua ja usein dokumentointi jää puutteelliseksi.

1.2 Tavoite, rajausta ja menetelmät

Työn tavoitteena on tehostaa Westpro cc Oy:n tuotannon laadunhallintaa As Oy Sans-tugan rakennuskohteessa. Yrityksellä on laadunhallintaa varten jo olemassa erilaisia työkaluja, mutta työn tarkoitus on tehostaa laadunhallintaa käsittelemällä kohteen tärkeiden työvaiheiden toteutusta ja niihin liittyviä kriittisiä asioita. Tärkeiden työvaiheiden laadunvarmistuksen onnistuminen ohjaa koko työmaan laadukasta onnistumista. Työn liitteiksi on tärkeistä asioista koottu muistilistat, joita voidaan käyttää tehtäväsuunnitelmien pohjana.

Työmaan työvaiheista on poimittu yhdessä kohteen vastaavan mestarin kanssa kymmenen tärkeintä tehtävää tarkasteluja varten. Tehtävien tarkasteluissa on käytetty apuna vanhoista kohteista saatuja tietoja, omiin kokemuksiin perustuvaa tietoa sekä aktiivista keskustelua muiden asiantuntijoiden kanssa. Lisäksi tarkempia tietoja on etsitty kirjallisuudesta ja netistä.

Taloteknisiä työvaiheita (LVISA) ei ole käsitelty omana työvaiheenaan, mutta niiden vaikutusta on pyritty huomioimaan muiden työvaiheiden käsittelyssä. Taloteknisten työvaiheiden urakoitsijoilla on omat työnjohtajansa, jotka sovittavat työnsä työmaan muuhun aikatauluun. Lisäksi yrityksellä on omat talotekniset asiantuntijat, joiden ammattitaitoa hyödynnetään laadunvarmistuksessa.

Laatua on hankalaa käsitellä rajaamalla aikataulut ja kustannukset täysin pois, koska ne liittyvät tiiviisti toisiinsa. Aikataulu- tai kustannushallintaan ei ole työssä tarkemmin syvennytty, mutta niiden merkitys on tuotu esiin työvaiheiden käsittelyssä. Laadun teoriaa on käsitelty omana osuutenaan sisältäen laatuun liittyvän dokumentoinnin ja yleiset laadunvarmistustoimenpiteet. Tärkeiden tehtävien käsittelyssä on keskitytty ensisijaisesti tehtävien suorittamiseen liittyviin asioihin ja kaikkia laadunvarmistustoimenpiteitä tai dokumentointeja ei välttämättä ole mainittu. Työn liitteiksi on koottu tärkeistä työvaiheista laadunvarmistusmatriisi, josta näkyy tarvittavat laadunvarmistustoimenpiteet ja tarkasteltujen työvaiheiden tärkeistä asioista muistilistat.

1.3 Yritys

Westpro cc Oy on pääkaupunkiseudulla, pääosin Espoossa ja Helsingissä toimiva rakennusalan yritys, joka keskittyy korkean varustelu- ja laatutason perustajaurakointiin. Kahden kaveruksen unelmasta rakentaa jotain sellaista mistä ihmiset haaveilevat tuli kuluneeksi 20 vuotta. Vuonna 1999 perustettu yritys on vuosien saatossa kasvanut keskiuureksi rakennusliikkeeksi, joka työllistää tällä hetkellä noin 60 rakennusalan ammattilaista ja vuoden 2018 liikevaihto oli noin 62 miljoonaa euroa. Yrityksen vuodesta 2013 täysin omistanut suomalainen Ultivista-konserni varmistaa vakavaraisuuden ja mahdollisuuden rakentaa seudun parhaille tonteille.

Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt Westpro cc Oy:llä ensin harjoittelijana As. Oy Meltemissä ja As. Oy Casa Orassa, jonka jälkeen työmaainsinöörinä As. Oy Kapellissa. Työssä on hyödynnetty valmistuneista kohteista saatua tietoa sekä työn tekijän suunnitteluvaiheessa olevaa seuraavaa kohdetta As Oy Sanstugaa, jonka laadunhallintaan työ pohjautuu.

2 Laadun teoria

2.1 Laatu käsitteenä

Laadulle ei ole yksiselitteistä määritelmää, vaan se on usein tulkinnanvarainen moniulotteinen käsite. Yleisesti laatu ymmärretään tuotteen tai palvelun tasoksi, joka täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset sekä sille asetetut vaatimukset käyttötarkoituksessaan. [Rakennustöiden laatu 2017, s.7]

Laatua on perinteisesti mitattu lopputuotteen virheettömyydellä, mutta nykyään ajattelua on laajennettu kokonaisvaltaiseksi liikkeen johtamiseksi. Asiakkaalla ei tarkoiteta enää pelkästään loppukäyttäjää, vaan myös organisaation sisäisiä toimijoita kuten seuraava työvaihetta ja sen tekijöitä. Toiminnan laatu on keskeinen tekijä tuotannon tehostamisessa ja tuloksen parantamisessa. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 7]

Laatu on tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset sekä tuottaa valmistajalleen voittoa. Laatu tuo tyytyväisyyttä ja rahaa.

Harry, Mikel (2000)

2.2 Rakentamisen laatu

Rakentamisen laatua voidaan yhtä lailla tarkastella useasta näkökulmasta kuten laatua yleensä. Joillekin laatu on sitä, että työt tehdään kerralla kunnolla. Toisille laatu on sitä, että pidetään kiinni siitä mitä luvataan. Toisille sitä, että on opittu virheistä ja yhdessä mietitty järkevä tapa toimia. [Rakentamistöiden laatu 2017, s.11]

Suomessa rakentamisen laatukriteerit on määritetty rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa eli RYL:ssä. Se ei ole virallinen määräys, mutta sitä käytetään yleisesti rakennuttajan ja urakoitsijan välisissä sopimuksissa sitovana laatumäärittelynä. Juridisesti RYL:n yläpuolella ovat varsinaiset lait, viranomaismääräykset ja asetukset eli maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) ja sitä täydentävä RakMk (Suomen rakentamismääräyskokoelma). Myös itse kohteen suunnitelmat ohittavat pääsääntöisesti RYL:n. RYL:n

määräykset määrittävät niin sanotun ”hyvän rakennustavan” minimin. [RYL – rakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Rakennustieto]

Rakentamisen laatukäsitteen voi jakaa neljään osaan:

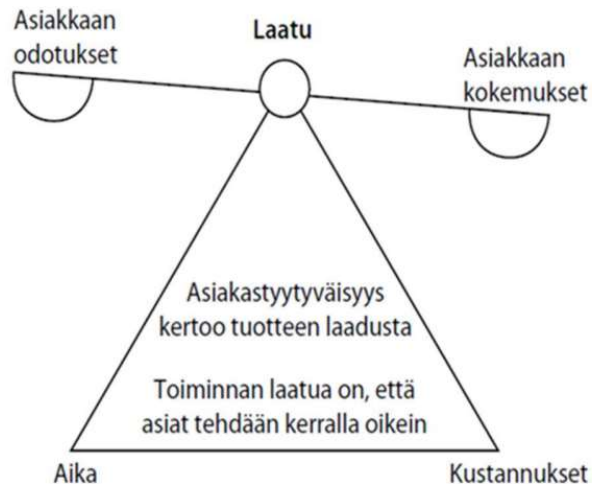
- suunnittelun laatu
- tuotannon laatu
- ympäristön laatu
- asiakkaan laatu

Rakennushankkeen suunnitelmien ja rakennustoimenpiteiden tulee täyttää tilaajan tarpeet ja toivomukset sekä viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Suunnitelmien tulee olla toteutuskelpoisia ja ristiriidattomia sekä riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Rakenteet on suunniteltava turvallisiksi ja kestämään koko rakennuksen elinkaaren ajan. Suunnitelmat ovat asiakkaalle lupaus laatutasosta ja vaikuttaa siten myös suoraan hintaan, joka tuotteesta ollaan valmiita maksamaan. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 11], [Laatuajattelu, s. 28]

Työmaalla laatuun on aina kytköksissä aikataulu, kustannukset ja työturvallisuus. Rakennustyöt tehdään suunnitellussa aikataulussa ja kustannustavoitteessa sekä turvallisesti ja laatutavoitteiden mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen. Tuotannossa tavoitellaan virheetöntä määräysten ja suunnitelmien mukaista lopputulosta, johon pohjautuu rakennusalaalla paljon esillä ollut nollavirheajattelu. Virheiden esiintyminen johtaa lähes poikkeuksetta lisäkustannuksiin mm. takuukorjauksien tai vahingonkorvauksien muodossa ja samalla tuottavuus ja tulos kärsivät. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 11], [Laatuajattelu, s. 28]

Ympäristön laatu tarkoittaa yhteiskunnan ja toimintaympäristön asettamia vaatimuksia rakennushankkeelle. Ajatus perustuu ympäristöhaittojen minimoimiseen ja -vaatimusten täyttämiseen, lähinnä rakennusjätteiden asianmukaiseen kierrättämiseen ja turvallisten rakennusmateriaalien käyttöön. Lisäksi voi olla vaatimuksia esimerkiksi hankkeen

rakennusvaiheen työturvallisuuteen. Vaikutukset ovat kustannuksia lisääviä ja tuottavuutta heikentäviä, mikä saattaa helposti johtaa oikomiseen tässä kohdassa. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 11], [Laatuajattelu, s. 28]



Kuva 1. Laatu on aina yhteydessä aikaan ja kustannuksiin [Rakennustöiden laatu 2017, s.10]

Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu kuvaa koetun laadun suhdetta odotettuun laatuun koko tuotteen elinkaaren ajalta. Esimerkiksi uuden asunnon ostajan kokema laatu suhteessa saatuihin ennakko-odotuksiin suunnitelmien ja markkinoinnin perusteella. Lisä- ja muutostöiden hallinta ja asukastarkastukset ovat tärkeä osa asiakkaan kokemaa toiminnan laatua. Joskus suunnitelmien ja vaatimusten mukainen toteutus ei vastaakaan asiakkaan ennakko-odotuksia, jolloin muuten laadukas tuote voidaan kokea laadultaan huonommaksi. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 11], [Laatuajattelu, s. 28]

2.3 Tuotannonsuunnittelu

Hyvällä tuotannonsuunnittelulla varmistetaan hankkeen toteutus sopimusasiakirjojen mukaisesti asetetut tavoitteet ja vaatimukset saavuttaen. Rakennustuotannon laatua on

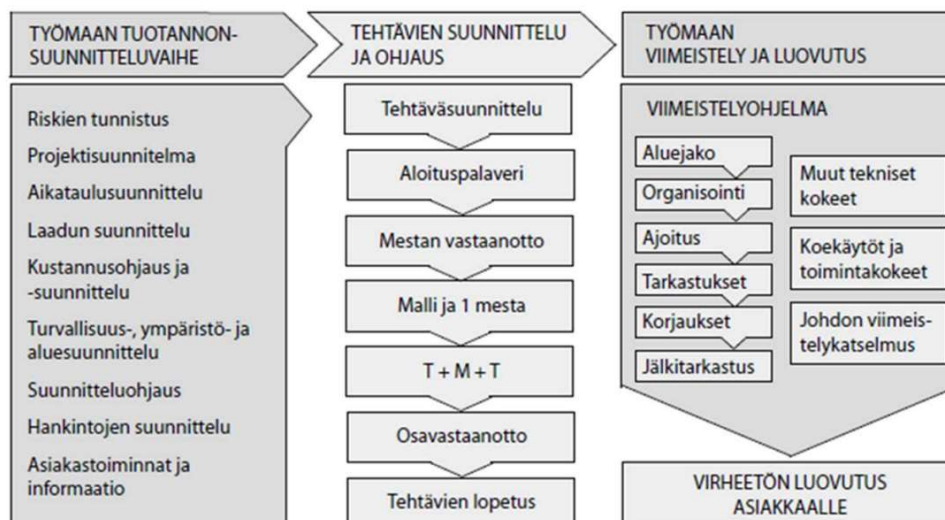
- aikataulu- ja kustannustavoitteiden saavuttaminen

- työn turvallisuus ja suunnitelmien mukaisuus
- lopputuotteen sopimuksenmukaisuus mittatarkkuuden, pintojen laadun, ulkonäön ja toiminnallisuuden osalta.

Tuotannonsuunnittelu perustuu ongelmien ennaltaehkäisemiseen esimerkiksi riskianalyyysien kautta. Näin erilaisiin ongelmatilanteisiin on etsitty ratkaisuja jo hyvissä ajoin, eikä kaikkia ongelmia tarvitse selvittää työmaalla muun kiireen keskellä. Tällöin työnjohtajille jää myös enemmän aikaa työmaan aikaiseen tuotannonsuunnitteluun ja muuhun laadunvarmistukseen. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 13]

Tuotannonsuunnittelua tehdään läpi hankkeen ajallisesti neljässä vaiheessa: tarjousvaiheessa, ennen rakennustöiden aloitusta, ennen yksittäisen työvaiheen aloitusta ja työn aikaisten ongelmien ratkaisemisessa. Viimeistely- ja luovutusvaihetta käsitellään nykyään omana rakentamisvaiheenaan, jonka huolellinen tuotannonsuunnittelu on erityisen tärkeää koko rakennushankkeen laadun ja hallitun luovutuksen kannalta. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 13]

Pääpaino tuotannonsuunnittelussa on kuitenkin ennen rakennustöiden aloitusta, sillä kohteen huolellisella ennakkosuunnittelulla voidaan välttää virheet, jotka myöhemmin aiheuttaisivat työmaalla yllättäviä viivästyksiä ja lisäkustannuksia sekä suurella todennäköisyydellä laatupoikkeamia. Tuotannonsuunnitteluvaiheessa määritetään rakennushankkeelle raamit ja aloitusedellytykset: aikataulu, kustannukset, projektiorganisaatio, tuotantomenetelmät, aluesuunnitelma, turvallisuus- ja ympäristöasiat sekä suunnittelun ohjaus. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 13]



Kuva 2. Tuotannonsuunnittelu rakentamisen eri vaiheissa. [Rakennustöiden laatu 2017, s.13]

Tuotannonsuunnittelua tarkennetaan yleissuunnitelmien pohjalta ennen rakennusvaiheen aloitusta. Yksityiskohtaisilla suunnitelmilla varmistetaan tuotannon eteneminen suunnitellulla tavalla ja osakokonaisuuksien ohjaus- ja toteutusvastuu annetaan niistä vastaaville henkilöille. Yksittäisten tehtävien suunnittelussa pääpaino on aloitusedellytysten ja suorituksen varmistamisessa. Ennaltaehkäisemällä häiriöitä vähennetään laatu- poikkeamia, joista esimerkiksi mallikatselmuksessa havaitut loput virheet korjataan niin, että luovutettava työ on virheetön sekä aikataulujen ja sopimusten mukainen. [Rakennustöiden laatu 2017, s.16]

2.4 Laadunvarmistus

Laadunvarmistustoimilla varmistetaan ja todennetaan tehdyn tuotteen vastaavan sopimuksenmukaista laatua. Aloituspäätöksen yhteydessä laadittavassa laadunvarmistusmatriisissa esitetään omat ja urakoitsijan laadunvarmistustoimet. Matriisin käytössä on huomioitava rakennusvalvonnan aloituskokouksessa ilmenneet vaatimukset, sopimusasiakirjojen vaatimukset sekä riskianalyysin tulokset. Tarkoituksena on varmistaa riittävä laadun ohjaaminen ja todennus, eikä niinkään poikkeamien välttäminen. Matriisissa määritellään, minkälaisia laadunvarmistustoimenpiteitä eri työmaan tehtävät vaativat. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 18]

Tehtäväsuunnitelman tarkoitus on näyttää tehtävän ajalliset ja taloudelliset tavoitteet, laatuvaatimukset, aloitusedellytykset, potentiaalisten ongelmien analyysi, työturvallisuus yms. ja etsiä keinot niiden saavuttamiseksi. Mallityön avulla konkretisoidaan haluttu työn laatutaso. Ensimmäinen työkohde tarkastetaan mallikatselmuksessa ja korjataan haluttuun tasoon ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä. Hyväksyttyä mallia käytetään referenssinä seuraaviin kohteisiin. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 18]

Työn tarkastusasiakirja eli ns. laaturaportti toimii muistilistana, jonka avulla selvennetään tehtävien laatuvaatimukset ennen tehtävän aloitusta, ohjataan ja valvotaan laadun toteutumista. Laaturaportit toimitetaan työryhmälle ennen työn aloitusta. Työryhmä ja työnjohtaja kuittaavat tehdyn laadun laaturaporttiin, joka tallennetaan työmaan laatukansioon. [Rakennustöiden Laatu 2017, s. 18]

Aloituspääläpö (laatujiiri) käydään läpi urakoitsijan ja työntekijöiden kanssa rakennuttajan vaatimukset urakan suorittamiseen liittyen. Yhteistyössä etsitään ratkaisuja vaatimusten saavuttamiseksi ja potentiaalisten ongelmien ehkäisemiseksi. Mikäli toiminnassa ilmenee puutteita, järjestetään uusi korvaava pääläpö tilanteen korjaamiseksi. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 18]

Vastaanottokatselmukseen osallistuvat työnjohtajan lisäksi aloittavan ja edeltävän työvaiheen edustaja. Katselmuksessa tarkastetaan luovutettavan kohteen suunnitelmien mukaisuus ja valmius. Puutteet kirjataan muistioon ja korjataan haluttuun laatutasoon ennen kohteen vastaanottoa. Urakoitsija on vastuussa mahdollisista kokeista, mittauksista, koneista ja mittalaitteista. Aliurakoitsija toimittaa dokumentit toimenpiteistä pääurakoitsijalle arkistoitavaksi. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 18]

Rakentamisvaiheessa kukin osapuoli on vastuussa itselleen kuuluvista rakennustöiden ja suunniteltujen laadunvarmistustoimien toteutuksesta ja dokumentoinnista. Havaituista poikkeamista ja muutoksista on tiedotettava eri osapuolia ja tehty toimenpiteet ja päätökset dokumentoidaan tarkastusasiakirjaan ja työmaakokousten pöytäkirjoihin. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 18]

Laadunvarmistusmatriisi									
Aikataulu-tehtävä	Laadun-varmistus-toimi								
		Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäälähti	Mallityö	Tarkemmittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset
Maarakennustyöt			X						X
Perustustyöt		X	X	X	X	X	X		X
Elementtiasennus		X	X	X	X	X	X		X
Vesikattotyöt		X	X	X		X	X	X	X
LVI- ja sähkötyöt			X		X	X		X	X
Ikkuna-asennus			X	X	X				X
Väliseinätyö			X	X			X		X
Tasoite ja maalaus			X	X		X	X	X	X

Kuva 3. Laadunvarmistusmatriisi [Rakennustöiden Laatu 2017, s. 18]

2.5 Työmaan johtaminen tehtävien kautta

Työmaalla laatu, aika ja kustannukset ovat aina sidoksissa toisiinsa. Aikataulussa pysyminen poistaa kiireen, jolloin todennäköisemmin saavutetaan haluttu laatutaso ja myös kustannuksia säästyy. Laadusta tai turvallisuudesta ei kuitenkaan voi tinkiä aikataulun saavuttamiseksi. Tehtäväsuunnittelun tarkoitus on luoda keinot toimia turvallisesti hyvän rakennustavan mukaisesti asetetut tavoitteet saavuttaen. Työnjohdolla ja työntekijöillä on oltava yhteinen käsitys tehtävän suorittamisesta laajuudeltaan, laadultaan ja tavoitteiltaan. [Laadukasta rakentamista, s. 20]

2.5.1 Tehtävän aloitusedellytykset

Ennen työvaiheen aloitusta on varmistettava, että tehtävän aloitusedellytykset ovat kunnossa. Edellytyksiin kuuluvat suunnitelmien ajantasaisuus, työkohteen valmius, tarvittavat resurssit ja työturvallisuus. Eri työvaiheiden yhteensovittamista ja aloitusedellytyksiä voidaan lisäksi käydä läpi esimerkiksi viikkosuunnittelupalaverissa. [Laadukasta rakentamista, s. 8]



Kuva 4. Tehtävän aloitusedellytykset. [Rakennustöiden Laatu, s. 24]

Aloitusedellytyksien täyttymistä kannattaa seurata esimerkiksi valvontavinjetillä. Kaikille aloitusedellytyksille määritetään viikko, jolloin niiden täytyy olla kunnossa. Kun aloitusedellytyksen valmius on varmistettu, sen päälle vedetään rasti. Yhdenkin edellytyksen puuttuminen estää tehtävän toteutumisen suunnitellusti, joten kaikki on syytä varmistaa ennen aloitusta. [Laadukasta rakentamista, s. 9]

2.5.2 Lähtötiedot

Tehtäväsuunnitelman lähtötiedot voidaan jakaa yleisiin, yrityskohtaisiin ja hankekohtaisiin. Yleisiä ovat esimerkiksi erilaiset RYL-julkaisut ja Ratu-kortistot. Yrityksellä voi puolestaan olla omia toimintamalleja, menekkejä tai menetelmiä vanhoista kohteista saadun kokemuksen perusteella. Hankekohtaisia lähtötietoja ovat puolestaan yleis- ja rakentamisvaihe aikataulu, tavoitearvio, rakennustyömaan projektisuunnitelma, hankintojen alustavat toimitusaikataulut, työselostukset, yleissuunnittelun muistiinpanot sekä tehdyt katselmukset ja tarkastukset. [Rakennustöiden Laatu 2017, s. 22]

2.5.3 Aikataulu ja kustannukset

Aikataulu- ja kustannustavoitteet saadaan tavoitearviosta, hankintasuunnitelmasta, aikatauluista ja muista sopimusasiakirjoista. Suunnitellun työmenetelmän, työryhmän sekä materiaali- ja kalustotietojen pohjalta tarkastetaan, onko asetetut tavoitteet mahdollista saavuttaa. Toteutettavuuden tarkastukseen voidaan käyttää apuna joko yrityskohtaisia menekkejä tai yleisiä Ratu-tiedostoja. Jos tavoitteet eivät toteudu suunniteluilla resursseilla, on muutettava materiaalivalintoja, työryhmän kokoa, tehtävän sisältöä tai

työnjärjestelyä. Toteutuksen seuraamiselle laaditaan välitavoitteet. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 22]



Kuva 5. Laadunvarmistus jatkuu työtehtävän läpi aloitusedellytysten täyttämisestä vastaanottoon. [Rakennustöiden Laatu 2017, s. 24]

2.5.4 Laatuvaatimukset

Tehtäväsuunnitelmassa esitettävä laatuvaatimustaso saadaan Rakennustöiden yleisistä laatuvaatimuksista (RYL) ja hankekohtaisista laatuvaatimuksista. Työselostuksesta ja muista hankeasiakirjoista saadaan tehtävälle mitta- ja sijaintivaatimukset, visuaaliset, toiminnalliset ja materiaalivaatimukset, jotka avataan tarkemmin ja helpommin ymmärrettäväksi tehtäväsuunnitelmaan. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 22]

2.5.5 Ongelmiin varautuminen

Tehtävien mahdollisia ongelmia kartoitetaan teknisistä, toiminnallisista tai hankinnallisista näkökulmista. Ongelmia pyritään ensisijaisesti ehkäisemään, mutta on myös

varauduttava ongelmien toteutumiseen: miten tilanteessa toimitaan, milloin ja miten ongelma pitäisi havaita ja kuka on vastuussa asian hoitamisesta. [Rakennustöiden Laatu 2017, s. 26]

2.5.6 Työturvallisuus

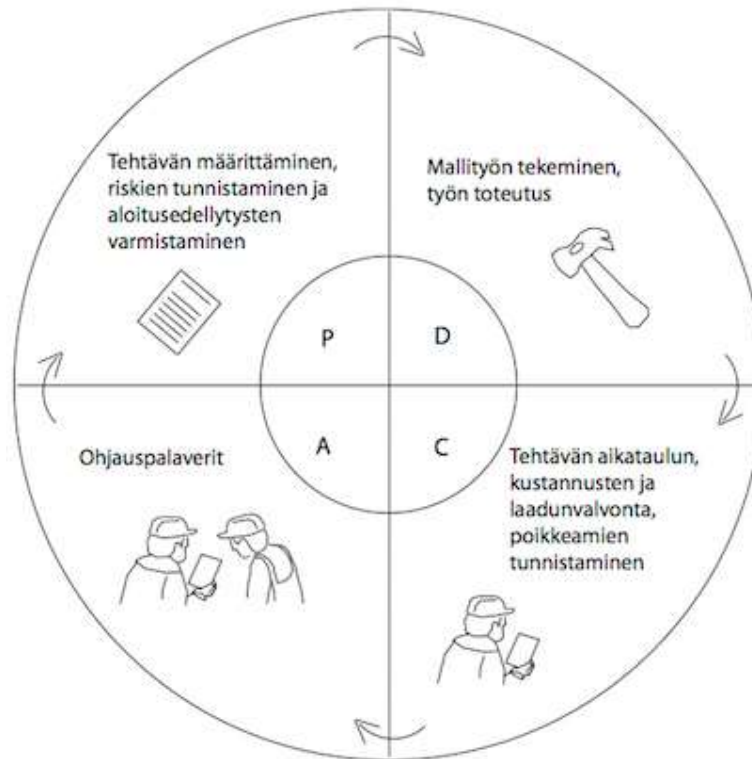
Työturvallisuustehtävät selkeytetään tehtäväsuunnitelmaan ja erityisiä riskejä sisältävät työt, kuten tulityöt, suunnitellaan yhdessä eri osapuolien kesken. Jokainen työntekijä perehdytetään työmaahan ennen töiden aloittamista, jolloin tarkastetaan myös erilaiset luvat ja pätevyudet. Työturvallisuudessa tärkeimmät asiat liittyvät henkilökohtaisiin suojavausteisiin ja putoamissuojauksiin. Koneet ja kalusto sekä telineet tulee aina tarkastaa ennen työn aloitusta. Ensiapupisteet ja alkusammutuskalusto kuuluvat myös pääurakoitsijan vastuulle ja niiden sijainti merkitty aluesuunnitelmaan. Työmaa rajataan aidoin ulkopuolisilta ja siellä saa liikkua ainoastaan perehdytetyt henkilöt kulkuluvalla. Nykyään myös siisteys ja jätehuolto ovat osa työturvallisuutta. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 26]

2.5.7 Logistiikka

Logistiikkasuunnittelussa määritetään tehtävään liittyvät varastoinnit, siirrot ja jätehuolto. Työmaan aluesuunnitelmassa esitetään mm. purku- ja varastointialueet, kulkuväylät, roskalavat, nosturien ulottumasäteet sekä vapaana pidettävät alueet. Toimituskohtaisissa siirroissa vertaillaan vaihtoehtoisia siirtotapoja, reittejä ja varastointia. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 27]

2.5.8 Työnohjaus

Työn toteutusta ohjataan tavoitteiden ja vaatimusten täyttämiseksi. Ajallisia ja taloudellisia välitavoitteita voidaan seurata esimerkiksi tehtäväaikataulun ja kustannusseurannan avulla. Laatuvaatimukset varmistetaan mallityön ja työnaikaisten mittausten, kokeiden ja tarkastusten avulla. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 27]



Kuva 6. Laatuympyrän soveltaminen tehtävien ohjaamiseen. Työtä täytyy ohjata, mikäli toteutus alkaa poikkeamaan suunnitellusta. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 27]

Tuotannonohjausta tarvitaan, kun toteutus alkaa poikkeamaan suunnitellusta. Syitä ohjaukselle voi olla valmiin työn vahingoittuminen, laatu-poikkeamat, aikatauluongelmat, suuret materiaalihukat, turvallisuusriskit, toteutuksen vaikeudet tai turhat materiaalsiirrot. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 27]

Mallityön tai osakohteen tarkastuksessa ilmenneet virheet korjataan hyväksytysti ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä. Mahdollisesti toistuvan virheen syyt selvitetään ja pyritään ennaltaehkäisemään seuraaviin kohteisiin esimerkiksi työmenetelmiä tai kalustoa muuttamalla. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 27]

3 Case kohde: Sanstugan tarkasteltavat työvaiheet

Espoon Saunalahteen suunnitteilla oleva As Oy Sanstuga on kolmen pistekerrostalon, 54:n asunnon kohde, joita yhdistää pihakannen alla autohalli. Kohde on suunnitteluvaiheessa ja tuotannonsuunnittelu käynnissä. Rakentaminen on tarkoitus aloittaa lounaalla maaliskuussa, mikäli vaadittavat viranomaisasiat saadaan hoidettua suunnitellusti ja kohteen ennakkovaraustilanne saavutetaan. Tuleva RS-kohde rakennetaan perustajaurakointina, kuten pääsääntöisesti muutkin Westpro cc Oy:n kohteet. Varustelutasoltaan asunnot ovat samaa tasoa alueen muiden kohteiden kanssa.



Kuva 7. As Oy Sanstuga viistokuva lounaasta, Arkkitehtiryhmä A6 Oy 2019.

3.1 Tarkasteltavat työvaiheet

Työssä käsitellään kohteen laadunhallinnallisesti tärkeitä työvaiheita ja määritetään niiden laadunvarmistustoimenpiteet pääurakoitsijan työnjohdon näkökulmasta. Työvaiheita on pyritty käsittelemään Saunalahden kohteen näkökulmasta, mutta monessa työvaiheessa käsittely on yleistasolla, koska kohteen erityispiirteet eivät juurikaan vaikuta niihin tai niiden suunnitelmat ovat vasta luonnosvaiheessa.

Valintaperusteina on käytetty tehtävän merkittävyyttä aikataulun, kustannusten ja laadun kannalta sekä virheherkkyyttä, harvinaisuutta ja erityisvaatimuksia. Tarkastelussa etsitään potentiaalisten ongelmien ja riskien kautta tarvittavia pääurakoitsijan työnjohdolta vaadittavia laadunvarmistustoimenpiteitä. Tehtävien lopullinen valinta tehtiin yhteistyössä kohteen vastaavan työnjohtajan kanssa.

Tarkasteluun valittiin 10 tehtävää:

- maarakentaminen ja louhinta
- perustukset
- elementtiasennus
- vesikattotyöt
- kipsilevyväliseinät ja -alakatot
- lattiavalut
- laatoitus- ja vedeneristystyöt
- tasoite- ja maalaustyöt
- saunat ja paneloidut alakatot
- keittiöt ja kalusteet

Talotekniset työvaiheet ansaitisivat oman paikkansa listalla, mutta niitä ei ole käsitelty omina kriittisinä tehtävinään. Ne liittyvät tiiviisti muihin valittuihin tehtäviin, mikä tulee myöhemmin työssä ilmi. Näillä työvaiheilla on urakoitsijoiden puolelta omat työnjohtajansa, jotka sovittavat urakkansa pääurakoitsijan aikatauluihin. Lisäksi yrityksestä löytyy useampi talotekninen asiantuntija, joiden osaamista hyödynnetään laadunvarmistamiseksi näissä työvaiheissa omien työnjohtajien lisäksi.

3.2 Malliasunto

Kohteessa laadunhallinnan tehostamiseksi tehdään A-talon ensimmäiseen kerrokseen malliasunto. Malliasuntoa varten tehdyistä töistä tehdään mallikatselmukset ja niiden kautta havaitut puutteet työn laadussa tai suunnitelmissa dokumentoidaan ja korjataan varsinaiseen työvaiheeseen. Malliasunto on myös hyvä tapa esitellä kohdetta ostajaehdokkailla.

3.3 Laadunvarmistusmatriisi

Työvaiheiden tarkastelun pohjalta on koottu myös työmaata varten laadunvarmistusmatriisi kriittisistä työvaiheista, josta näkee nopeasti niiden vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet ja tarvittavan dokumentoinnin. Kaikkia laadunvarmistustoimenpiteitä ei ole kirjattu näkyviin työvaiheiden käsittelyssä, vaan pääpaino tarkastelussa on ollut itse työvaiheen suorittamisessa ja edellytysten varmistamisessa. Työn laajuuden vuoksi ei ole laadunvarmistusmatriisi on tehty ainoastaan tarkasteltavista kriittisistä työvaiheista. Matriisi on tämän työn liitteenä.

3.4 Työvaiheiden muistilistat

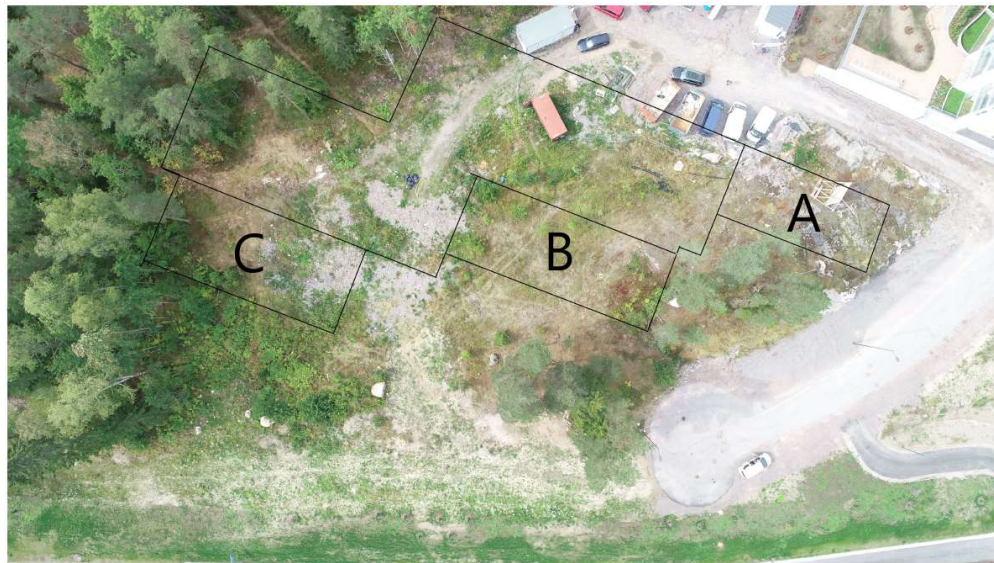
Työn liitteiksi on koottu tarkastelluista työvaiheista muistilistat. Listat ovat pitkälti työvaiheiden asiat tiivistettynä ranskalaisin viivoin, tärkeimmät asiat lihavoituna. Muistilistoja tullaan käyttämään työnjohtajien tehtäväsuunnitelmien pohjana tulevaan kohteeseen, jonka listoja tarvittaessa päivitetään tulevaisuutta varten.

4 Kriittiset työvaiheet ja laadunhallinta

4.1 Maarakentaminen ja louhinta (Liite 2)

Maarakennustöiden laadunvarmistuksesta pääurakoitsijan puolelta kohteessa vastaa ulkopuolien työnjohtaja. Lähtötiedot maarakennukselle on saatu pohjatutkimuksesta ja perustamistapalausunnosta sekä piha- ja pintavesisuunnitelmasta, joka on lopputyön tekohetkellä vasta työn alla. Liittymien sijaintikartoitus on tehty, eikä tontilla ole ennestään maanalaista tekniikkaa, jota pitäisi varoa. Ennen töiden aloitusta on myös varmistettava, että vaikutukset pohjaveden pinnankorkeuteen on huomioitu.

Tontinlaitaan päättävän tien päästä tehdään ajoreitti autohallin pohjalle B- ja C-talon välistä ja elementtirekoille kääntö- ja purkupaikka B- ja C-talon ja Linjaloistonkadun väliin. Ennen louhintaa täytyy maarakennusurakoitsijan kuoria kallion päältä ylimääräinen maa-aines pois. Työmaan aloitus ajoittuu alkukevääseen, joten talviset sääolosuhteet saattavat hankaloittaa ylimääräisen maa-aineksen poistamista kalliotontilla. Pintamaan laadustakaan ei ole täyttä varmuutta, joten tämä riski tulee huomioida jätemaakustannuksissa. Tontilla ei ole juurikaan tilaa ylimääräisen maa-aineksen varastointiin, joten se joudutaan pääosin ajamaan pois.



Kuva 8. Ilmakuva tontista ja karkea luonnos rakennusten sijainnista.

Avoimelta tontilta on ylimääräiset puut raivattu pois jo aikaisemmin. Tontin eteläpäässä on liito-oravan takia säästettäviä puita, joten ne täytyy suojata kunnolla. ELY-keskuksen lausunnon mukaan kaikki tontilla tällä hetkellä pystyssä olevat puut pitäisi pystyä säilyttämään. Tämä on kuitenkin mahdotonta, koska osa puista jää rakennusten alle ja tämä joudutaan käymään tarkkaan läpi viranomaisten kanssa.

Tontti on kallioinen ja pohjoispäässä louhittavaa riittää pystysuunnassa jopa 7 metriä ja kokonaismäärä karkean arvion mukaan noin 13 000 kuutiota. Kestoksi on arvioitu noin kaksi kuukautta ja kuukauden kuluttua voisi olla mahdollista aloittaa perustustöitä. Aliurakoitsijan on tehtävä louhintatöistä erillinen louhintasuunnitelma ja tarvittavat turvallisuussuunnitelmat ja viranomaisilmoitukset ennen töiden aloitusta. Lisäksi on selvitettävä erilaisten tulevien kaapeli- ja putkilinjojen tarkka sijainti.

Louhinnan määrää on hankala arvioida, joten myös aikataulu ja kustannukset ovat hankalia arvioida. Liito-oravan pesinnän takia on vaara, että louhinnat päästään aloittamaan vasta kesän jälkeen, jolloin koko projekti siirtyisi kuukausilla eteenpäin. Kohdetta varten selvitetään mahdollisuutta oman murskaimen käyttöön ylimääräisen rekkarallin vähentämiseksi ja kustannusten säästämiseksi. Lupien hakemiseen täytyy kuitenkin varata kuukausia aikaa ja paketoita osaksi urakkaa. Naapuritalot on katselmoitava ja informoitava ennen louhintojen aloitusta. Tarkalla dokumentoinnilla voidaan välttää ja tarvittaessa ratkaista riitaisuudet naapurikiinteistöjen kanssa. Tärinämittauksissa ja katselmuksessa käytetään ulkopuolista toimijaa.

Suuria maankaivuja ei tontille ole tulossa, vaan pääosin talojen pohjat on louhittava kallioon. Louhituille kallionseinämille tulee tehdä tarvittavat tuennat. Salaojien, viemärien ja liittymien vaatima tila tulee huomioida anturoiden louhintojen yhteydessä. Myös pihavalojen kaapelien ja mahdollisten istutusten vaatimat louhinnat on selvitettävä, ettei niitä tarvitse tulla enää erikseen jälkikäteen tekemään.

Louhinnat aloitetaan tontin pohjoispään avokalliosta, A-talosta edeten vaiheittain kohti etelää. Suurella todennäköisyydellä koko pohjoispään kallionnokka louhitaan pois, koska kalliota jäisi liian kapea siivu jäljelle. Perustusten pohjia valmistellaan, jotta muottien ja raudoitusten teko voidaan aloittaa jo louhintavaiheessa. Perustusten pohjien kantavuus varmistetaan pudotuspainokokeella. Ennen muotteja asennetaan maadoituskupari ja

salaojajärjestelmä, joka peitetään riittävällä määrällä salaojasepeliä. Anturavalut voidaan aloittaa vasta, kun kaikki louhinnat on saatu päätökseen ja maarakentaja on saanut pohjat tehtyä.

Talojen pohjien täytöt tehdään niiltä osin, kun pystytään ennen anturavaluja ja loput sepelit puhalletaan valujen jälkeen. Puhalluksen minimoimiseksi maarakentaja kasaa sepeliä kasoiksi talojen pohjalle tasausta odottamaan. Samassa yhteydessä maaurakoitsija asentaa maanvaraisten lattioiden alle tulevat viemärit ja kaivot, joiden asennuksessa on otettava huomioon läpivienti ulos talosta. Lisäksi maanvaraisten lattioiden alle asennettavat EPS-lämmöneristyslevyt kuuluvat maaurakoitsijan urakkaan.

Torninosturi kasataan ensimmäiseksi A-talon viereen, joten autohallin pohjien täytöt on aloitettava sieltä. Autohallin pilareille valetaan anturat valmiiksi ja haudataan raudat suojaten odottamaan rungon loppuvaihetta. Mittamies merkkää nosturiradan sijainnin ja maarakentaja tekee pohjat ensimmäiselle tornin paikalle ja elementtifaakeille.

Autohallin täytöt tehdään loppuun niiltä osin, kun pystytään. Täyttöjen yhteydessä asennetaan lattiakaivot ja viemäri- ja sadevesijärjestelmät hallin osalta. Aikaisessa suunnitteluvaiheessa autohallin alle kaavailtiin viivytysallasta, joka jäi onneksi pois. Loput viemäri- ja sadevesijärjestelmät sekä täytöt tehdään torninosturin purun jälkeen ja samalla laiteetaan autohallin pohjan lämmöneristeet.

Maarakennusurakoitsijan työt jatkuvat väliaikaisten kulkuteiden ja varastoalueiden tekemisellä. Vierustäyttöjä päästään tekemään perustusten vedeneristyksien jälkeen ja pihojen viemäri- ja sadevesijärjestelmät asennetaan ennen lopullisia pinnanmuotoiluja. Pihavalojen kaapeleiden kanavat teetetään pihaurakoitsijalla.

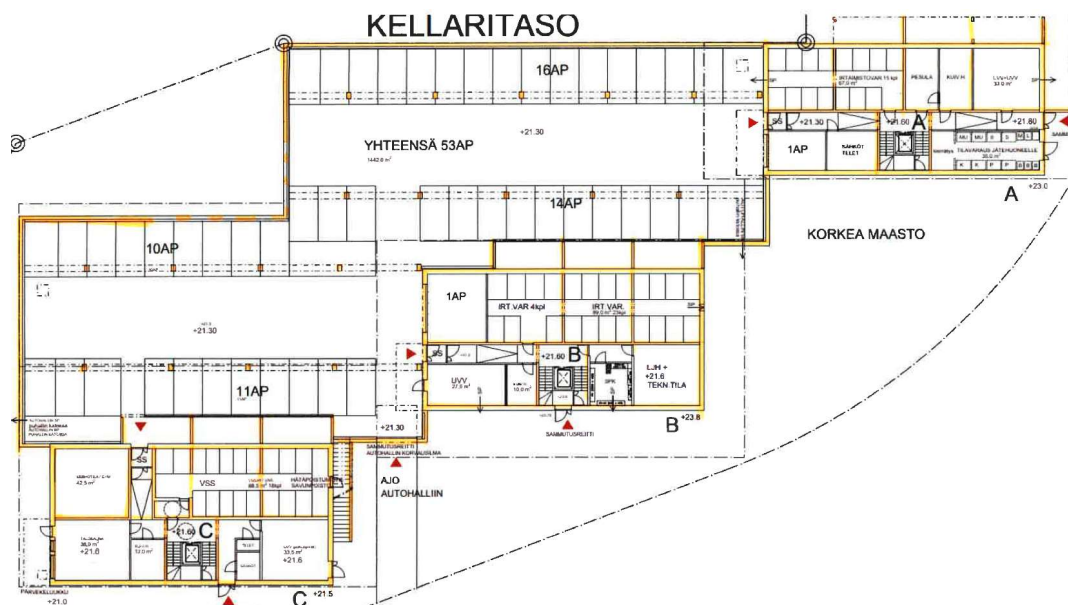
Maarakennustöiden vastaanottokatselmukseen otetaan mukaan myös pihaurakoitsija ja mittamiehen avulla varmistetaan, että pohjan muotoilut ovat varmasti kunnossa. Muuten pääurakoitsija joutuu turhaan maksumieheksi ylimääräisistä tuntitöistä. Pihakannen vedeneristuksen jälkeiset työt sidotaan selkeyden vuoksi pihaurakkaan.

4.2 Perustukset (Liite 3)

Kohteen perustusurakkaan kuuluu pelkkä työ, jolloin materiaalin hankinta on pääurakoitsijan runkomestarin vastuulla. Perustustöistä on tehtävä betonointisuunnitelma, joka sisältää muotti-, raudoitustyö- ja betonityösuunnitelman.

Tontti on käytännössä kokonaan kalliota, joten kantavuus on hyvä, eikä paalutukselle ole tarvetta. Perustustapalausunnon mukaan rakennus esitetään perustettavaksi kallion varaan tai vaihtoehtoisesti hyvin tiivistetyn murskekerroksen varaan. Kohteen perustukset on päätetty tehdä jälkimmäisellä tavalla.

Perustustöitä voidaan anturoiden muottitöiden ja raudoitusten osalta aloittaa louhintavaiheen ollessa vielä käynnissä. Mittamies merkkää perustusten tarkat paikat ja tarkastaa korot, vaikka maaurakoitsija onkin vastuussa perustusten pohjista. Itse anturavalut voidaan aloittaa vasta, kun kaikki louhinnat on tehty. Ennen valuja kutsutaan rakennesuunnittelija tarkastamaan anturoiden raudoitukset ja silmämääräisesti anturamuottien mitoitukset.



Kuva 9. Perustukset ja kellarikerroksen pohjakuva, Arkkitehtiryhmä A6 Oy 2019. Anturalinjat ja pilarianturat merkattu keltaisella.

Ensimmäisessä vaiheessa valetaan A, B ja autohallin ensimmäisen lohkon seinien anturat. Samassa yhteydessä valetaan torninosturin alle jäävien pilareiden anturat, jotka haudataan odottamaan nosturin siirtymistä autohallin toiseen lohkoon. Ne suojataan vanerista tehdyllä laatikolla, ettei raudat taitu esiin kaivettaessa.

Kohteen anturavalut on suunniteltu tehtäväksi pumppuautolla, joten pumppauspisteet täytyy huomioida aluesuunnitelmassa ja pumpun pystytyksestä tehtävä pöytäkirja tallennetaan laatukansioon. Betoni täytyy tiivistää kunnolla sauvatäryttimellä, ettei anturoihin jää niin sanottuja rotankoloja. Muotit voidaan purkaa valua seuraavana päivänä, mutta usein valut on hyvä ajoittaa viikon loppuun, jotta betoni on ehtinyt kovettua paremmin viikonlopun aikana. Kylmillä (alle 5 astetta) säillä pitää järjestää valua varten lämmitys ja suojaus tai käyttää nopeammin kovettuvaa betonia. Tulevassa kohteessa valut ajoittuvat keväälle tai alkukesälle, jolloin tästä ei pitäisi ole vaaraa.

C-talon ja loput autohallin perustukset eivät ole yhtä kiireellisiä, joten ne voidaan tehdä viimeiseksi, kuitenkin niin, että C perustukset tehdään ensin. Anturat voidaan tehdä valmiiksi muilta osin kuin mistä torninosturirata kulkee yli. Autohallinkulma voidaan tehdä vasta torninosturin ja radan purkamisen jälkeen.

4.3 Elementtiasennus (Liite 4)

Runkovaiheen ja elementtiasennuksen sujuvuus ovat avainasemassa koko rakennusvaiheen kannalta. Se voidaan nähdä tärkeimpänä yksittäisenä työvaiheena, joka täyttää laajuudessaan kaikki kriittisen tehtävän valintakriteerit.

Työvaihe on aikataulullisesti merkittävä, sillä se määrää käytännössä kaikkien seuraavien työvaiheiden ja koko sisävaiheen aloituksen. Pelkästään nosturikulut ovat sen verran isot, että rungot on hyvä saada pystyyn mahdollisimman nopeasti. Kustannuksellisesti elementtiasennusurakka on yksi projektin suurimmista ja betonielementit itsessään ovat ylivoimaisesti hankkeen suurin yksittäinen menoerä.

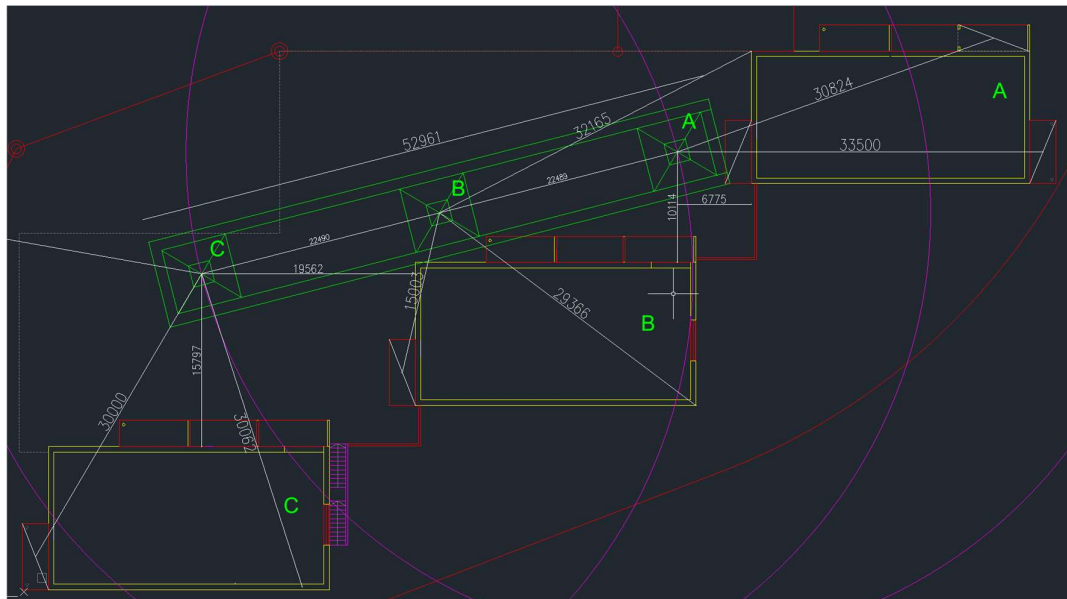
Työvaiheen työturvallisuus muodostaa suurimman osan koko työmaan työturvallisuusvaatimuksista, joihin vastataan koko kohteen työturvallisuussuunnitelmassa, putoamissuojaussuunnitelmassa ja runkomestarin tekemässä elementtiasennussuunnitelmassa

ja nostotyösuunnitelmassa. Elementtiasennuksissa tulee ajoittain vaikeampia asennuksia, jotka vaativat lisäsuunnittelua ja monesti kaavan, suunnittelijan tai määräyksien takia joudutaan asentamaan erikoisempia elementtejä. Elementtien suoruus ja laatu vaikuttaa paljon pintojen lopulliseen laatuun sekä sisä- että ulkopuolella.

4.3.1 Rungon työjärjestys

Autohallin pohjalle asennetaan nosturirata. Talojen rungot nostetaan torninosturilla omilta nostopaikoiltaan, jotka on nimetty talojen mukaan. Ensimmäiseksi nosturi kasa- taan A-talon viereen, jonka jälkeen se siirretään ensin B-talon kulmalle ja lopuksi C-talon nostopaikkaan.

Elementtiasennukset aloitetaan B-talon kellarin seinistä, jotta lämmönjakohuoneen ja sähköpääkeskuksen lattioita päästään valamaan heti ja keskukset saadaan nostettua paikalleen torninosturilla. Näin päästään tekemään teknisiä tiloja ja saadaan lopulliset liittymät aikaisessa vaiheessa. Keskusten jälkeen voidaan asentaa kellarin ontelot paikalleen ja odotellessa nostetaan A-talon runkoa.



Kuva 10. Torninosturimitoitus As Oy Sanstuga, Lehtineva 2019. Nostopaikat on nimetty vastaa- vien rakennusten mukaan.

Rungoista kokonaisuudessaan ensimmäisenä nostetaan A-talo, jonka jälkeen torninosturi siirretään radan puoliväliin B-talon kulmalle, jotta päästään valmistelevaan autohallin ensimmäisen osan (AB) elementtiasennuksia, jotka aloitetaan heti B:n rungon perään. Ennen nosturin siirtoa nostetaan A-talon vesikaton sääsuoja ja vesikattomateriaali. Nosturirataa rakennetaan ainoastaan B:n nostopaikalle asti (A-B) ja ylimääräinen radan pätkä siirretään siirron jälkeen viimeiselle pätkälle (B-C). B-talon elementtien purku hoidetaan B- ja C-talon väliseltä alueelta autohallin ulkopuolelta. Purkupaikka jää osittain B:n nousevan rungon taakse, joten nostotyötä helpottamaan nosturiin otetaan kamera. Talojen ja autohallin pohjille nostetaan ennen onteloasennuksia maanvaraisia lattioita varten rauditusverkot.

Viimeisen talon, eli C:n kellarikerros nostetaan väestösuojan takia ajoneuvonosturilla samaan aikaan, kun torninosturilla kasataan muita runkoja. Väestösuojaa varten tulee erillinen asennusporukka ja mikäli sitä kautta ei saada muun kerroksen asennusta, on elementtiasennusurakoitsijalta sopimusvaiheessa edellytettävä hetkellinen lisämiehitys kellarin tekoon. Torninosturilla tehtäessä myöhemmässä vaiheessa tämä aiheuttaisi venttää varsinaiselle elementtiasennusporukalle. Samalla päästään tekemään hyvissä ajoin ennen talvea myös C:ssä perustusten vedeneristyksiä ja vierustäyttöjä sekä alustavasti kellarin sisätöitä. Ajoneuvonosturi pystytetään autohallin pohjalle (BC) ja viereen elementtifakki. Elementtien purku tehdään samasta paikasta nostopaikka B:n kanssa, ettei tule ylimääräisiä kustannuksia toisesta purkutelineestä. Elementtikuoormat otettava eri päivälle muiden talojen kuormien kanssa.

B-talon rungon aikana voidaan kaivaa AB autohallin pilareiden anturat esiin. Jos kaivinkoneella ei pääse suoraan paikalle nosturiradan takia, se nostetaan torninosturilla tai ajaa radan yli. Radan puolivälistä B:n kulmalta nostellaan autohallin pilarit ja palkit sekä AB autohallin seinät ja pihakannen ontelot niiltä osin kuin pystyy. A- ja B-talojen eteläisten parvekelinjojen alapuolisten pihakannen onteloiden asennusta varten täytyy ottaa erillinen ajoneuvonosturi tornin avuksi nostamaan toisesta päästä.

Tämän jälkeen torninosturi siirretään lopulliseen nostopaikkaansa (C) BC autohallin pohjalle ja rata puretaan pois. Viimeisen talon runko nostetaan mahdollisimman nopeasti, että saadaan lämmöt päälle ja päästään sisävaiheeseen. Elementtikuoormien purku samasta paikasta kuin B paikalta eli B- ja C-talon välistä ja varastointi BC autohallin

pohjalle. Runkojen jälkeen voidaan nostaa AB autohallin viimeiset elementit paikalleen ja BC niiltä osin kuin pystyy. Loput elementit nostetaan paikalleen kääntöpaikalta B- ja C-talon välistä ajoneuvonosturilla torninosturin purun jälkeen. Mahdollisuuksien mukaan käytetään samaa ajoneuvonosturia, jolla torninosturi puretaan.

4.3.2 Elementtiasennustyön laadunvarmistustoimenpiteet

Elementtiasennuksia valvoo pääurakoitsijan puolelta runkomestari. Työvaihetta varten on tehtävä elementtiasennus- ja nostotyösuunnitelma. Aluesuunnitelmassa määritellään elementtien varastointialueet ja torninosturimitoitus. Nostureiden, elementtien varasto- ja purkupaikkojen sijainneista täytyy olla erilliset aluesuunnitelmat torninosturin eri nostopaikoista. Elementtien varastointia työmaalla vältetään hyvin suunniteluilla toimitusten ajoituksilla. Hitsauksia pyritään välttämään hyvällä työnsuunnittelulla.

4.3.3 Ennen aloitusta

Aloituspäätöspalaverissa käydään urakoitsijan kanssa läpi elementtiasennussuunnitelman ja runkoaikataulun kautta urakan eteneminen, laadunvarmistustoimet, työturvallisuusasiat ja lisäksi muut pääurakoitsijaa kiinnostavat tärkeät asiat. Työn etenemiselle asetetaan yhdessä urakoitsijan kanssa välitavoitteet, joista myöhästyminen muista kuin urakoitsijasta riippuvista syistä johtaa taloudellisessa loppuselvityksessä YSE:n mukaisiin aikataulusakkoihin, ellei erikseen ole muuta sovittu.

Ennen varsinaisen urakan aloitusta pidetään perustusten vastaanottokatselmus ja mittojen tarkastus aloitusedellytysten varmistamiseksi. Työturvallisuuden varmistamiseksi pääurakoitsija rakentaa elementtirekkojen purkupaikoille telineet ja fakit elementtien varastointiin. Työt pääsevät vauhtiin, kunhan torninosturi on paikallaan ja ensimmäiset elementit on saatu työmaalle.

4.3.4 Elementtien vastaanotto

Elementtien laatu täytyy tarkastaa vastaanotettaessa ja puutteellisista elementeistä tehdään kirjaukset ja tarvittaessa lähetetään takaisin tehtaalte. Laatupoikkeamat korjataan elementtitehtaan kustannuksella lähtökohtaisesti heidän omilla korjaajillaan.

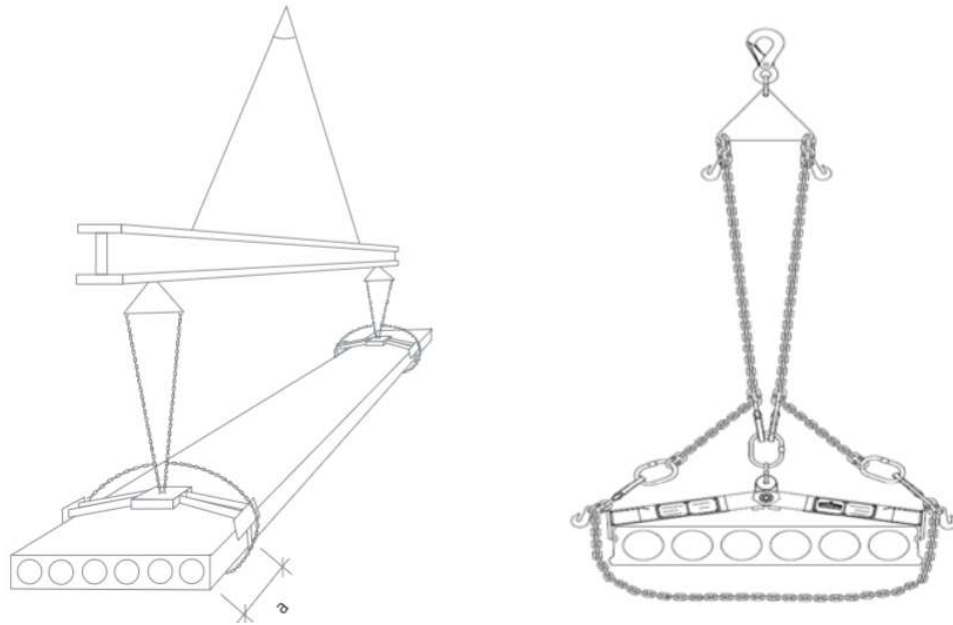
Vastaanotetut elementit puretaan elementtifakkeihin torninosturilla pääurakoitsijan järjestämiltä purkutelineiltä. Urakoitsija huolehtii omalta osaltaan purkamisen ja varastoinnin turvallisuudesta. Fakkien pohjien tulee olla tasaisia ja niihin ei saa varastoida liian suuria elementtejä. Reunimmaisissa ja painopisteeltään tai muodoltaan erikoisissa elementeissä täytyy olla myös alapuukot paikallaan ja pitkissä elementeissä on käytettävä pitkiä puukkoja myös alhaalla. Fakit ja purkutelineet täytyy tarkastaa ennen käyttöönottoa.



Kuva 11. Seinäelementtien varastointiin tarkoitettu kampateline eli elementtifakki [Finnform]. Elementtejä varastoidaan keskeltä reunoille niin, että tasapaino säilyy. Elementtien liikkuminen on estettävä.

4.3.5 Nostot

Työmaainsinööri tekee runkomestarille valmiiksi torninosturimitoituksen ja aluesuunnitelman, joiden pohjalta tehdään nostosuunnitelmat eri torninosturin nostopaikoista tuotannonsuunnitteluvaiheessa. Suunnitelmassa näkyy purkupaikat ja eri elementtien varastointipaikat fakkeineen sekä torninosturin sijainti. Rakennusvalvontaa varten täytyy olla esitettynä myös nostotyön työturvallisuusasiat:



Kuva 12. Ontelolaatan nosto [Parman ontelo- ja kuorilaatatot, asennus- ja työmaaohje, 2015, s. 16]. Ontelon alla oleva ketju estää ontelon putoamisen, jos nostosaksi tai ontelon reuna jostain syystä pettää.

Nostotyösuunnitelmassa on myös huomioitava vaikeampien elementtien nostot. Esimerkiksi A- ja B-talon eteläisen parvekelinjan alapuolisia onteloita ei voida nostaa suoraan paikalle, vaan niihin täytyy ottaa ajoneuvonosturi nostamaan elementin toisesta päästä samalla kun torninosturi on kiinni toisessa päässä. Kellarin seinien toteutus kääntö kivillä vaatii purkuvaiheeseen toisen nosturin apuun.

Asennusurakkaan sisällytetään 10 nostoa kerroksittain runkovaiheessa. Kellarikerrokseen ja autohallin pohjalle nostetaan valmiiksi rautaverkot maanvaraisia lattiavaluja varten. Muihin kerrokseen nostetaan valmiiksi väliseinämateriaalit, ilmanvaihtokanavat, patterit, kylpyhuoneen viemäriputket ja kaivot sekä rautaverkko ja muottilaudat kylpyhuoneen kaatovaluja varten. Vesikatolle nostetaan sääsuojat ja vesikaton puutöiden ja veden- ja lämmöneristysten sekä LVI:n vaatimat tavarat. Lisäksi kerrokseen nostetaan kaide- ja muu putoamissuojausmateriaali, joiden asentamisesta elementtiasennusurakoitsija on vastuussa. Ikkunoita ei tarvitse kerrokseen nostaa, koska ne tulevat valmiiksi asennettuina elementtien mukana, pois lukien parvekeseinän ikkunat.

4.3.6 Mitat

Mittamies antaa korot ja seinälinjat, joiden avulla elementtiasentaja asentaa elementit oikeille paikoilleen. Korkoja hallitaan kerroskorolla ja metrikorolla. Seinälinjat merkataan 200 millimetrin päähän seinästä, josta urakoitsija mittaa varsinaisen seinän paikan.

Urakoitsija varmistaa elementtien oikean sijainnin asennuksen mittatarkkuuden, linjaukset, liitokset, riittävät tukipinnat, oikean koron ja riittävän asennusaikaisen tuennan mitaamalla sekä säätämällä elementtien asentoa tukien ja asennuspulttien ja -palojen avulla. Jokaisen elementin tulee olla tuettu vähintään kahdella elementtituella. [Rakennustöiden laatu 2017, s.129]

4.3.7 Saumavalut

Saumaraudoitteet on tarkastettava ennen saumavaluja. Jälkivalettavan vaakasauman tulee olla vähintään 20 mm ja ylipursunneet saumavalut on poistettava ennen niiden kovettumista. Betonin riittävä kovettuminen on varmistettava ennen tukien poistoa. Talviolosuhteissa täytyy huolehtia valun riittävästä lämmöstä ja suojaamisesta, ettei betoni jäädy ennen kovettumista. Myös ontelojen saumavalut kuuluvat elementtiasentajille. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 128 – 129]

Ylimääräisten saumavalujen eli ns. perskurien siivoaminen kuuluu elementtiasennusporukalle, kuten myös tekniikkahormien kiinnitysvalut ja niiden siivoaminen muotteineen. Lopputulos täytyy olla harjapuhdas.

Pystysaumoja varten tulee erillinen urakoitsija, jonka urakkaan voidaan tarvittaessa sisällyttää myös pystysaumojen raudoitukset. Tässä, kuten myös aikaisemmissa kohteissa pystysaumojen raudoitukset ovat kuitenkin osana elementtiasennusurakkaa. Kerroksen pysty- ja vaakasaumavaluille on varattava yksi päivä aikatauluja suunniteltaessa. Saumojen täyttymistä voidaan arvioida esim. 5 mm rautatangolla painelemalla alle tunnin ikäiseen valuun. Urakoitsija hioo kovettuneen sauman seinäelementtien tasoon niin, että pinnasta tulee tasainen. Muottilautojen ja jälkien siivoaminen kuuluu urakoitsijalle.

4.3.8 Tuennat

Elementit nostetaan paikalleen asennuspalojen päälle, joiden avulla säädetään vaaka-suoruus. Nostorakseja ei saa irrottaa ennen kuin elementti on tuettu painopisteen yläpuolelta tai poikkeustilanteissa muuten turvallisesti. Seinäelementit ja vastaavat tuetaan vähintään kahdella säädettävällä tuella, jotka voidaan poistaa vasta, kun saumavalu on kovettunut ja rakennesuunnittelija on antanut siihen luvan. [Betonielementtien turvallinen asennus, s. 41]

Ontelolaattojen tuennat tehdään asennuksen jälkeen tehtaan tai rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan säädettävillä pystytuilla. Tuet voidaan poistaa vasta saumavalujen kovettumisen jälkeen rakennesuunnittelijan luvalla. Myös kuori- ja liittolaatastot tuetaan säädettävillä pystytuilla poikittain laatastoon nähden tyypin ja jännitevälin mukaan. [Betonielementtien turvallinen asennus, s. 41-42]



Kuva 13. Seinäelementin tuenta [Betonielementtien turvallinen asennus, s. 41]. Elementit on tuettava vähintään kahdella tuella, eikä nostokoukkuja saa irrottaa ennen kuin tuet on tukevasti asennettu. Elementin suoruutta pystytään säätämään tuen avulla. Tuet saa poistaa vasta rakennesuunnittelijan luvalla.

Suurempia tuentoja vaativat parvekelinjat, etenkin A- ja B-talon eteläpäätyjen sökkiparvekelinjat vaativat pystytuennat autohallin pohjalta asti. Ulokeparvekkeiden tukien poiston vaatima kuivumisaika on 28 vuorokautta, mutta tukien poistamisessa on otettava huomioon kolmen parvekkeen sääntö, eli alimpia tukia voi alkaa poistamaan vasta kun kolme ylemmääkin parvekelaattaa on kovettunut. Näin ollen tukia voidaan alkaa poistaa vasta karkeasti kolme viikkoa kovettumisen jälkeen. Tukien poistoon täytyy aina saada rakennesuunnittelijan lupa. Tämä vaikuttaa myös linjan alle asennettavien onteloiden asennusaikatauluun, etenkin B-talon osalta.

4.3.9 Työturvallisuus

Elementtiasennukseen liittyy työmaan suurimmat työturvallisuusriskit. Elementtien kaatuminen tai puutteellinen putoamissuojaus voivat johtaa elinikäiseen työkyvyttömyyteen tai kuolemaan. Niinpä työvaiheen työturvallisuus on erityisen tärkeä asia koko työmaan kannalta.

Elementtien oikeaoppisen purun, varastoinnin, nostojen, asennuksien ja tuentojen lisäksi putoamissuojauksen varmistaminen on iso osa työmaan työturvallisuutta. Putoamissuojien ensiasennus sisällytetään osaksi elementtiasennusurakkaa. Kaiteet ja aukkosuojat laitetaan paikalleen sitä mukaan, kun runko nousee. Asentajat käyttävät valjaita putoamissuojauksia asentaessaan ja tarvittaessa myös elementtejä asentaessaan.

Sojottaviin harjaterästen päihin laitetaan muovitutit, jottei ne lävistä päälle kaatuessa. Asennuksissa ei saa käyttää tavallisia nojatikkaita, vaan pitää käyttää koukkupäätikkaitä. Varsinkin liukkaalla kelillä nojatikkaat lähtevät helposti luistamaan alta. Runkotyöt ajoittuvat monesti juuri talveen, jolloin lumen ja jään poistaminen on

4.3.10 Muita huomioitavia asioita

Välipohjien onteloissa on asennettaessa tulpat paikallaan päädyissä, jottei saumavalut täytä onteloita. Ontelot täytyy muistaa tyhjentää vedestä poraamalla kattoon reikiä muutamaman metrin välein onteloiden kohtiin. Muuten pahimmassa tapauksessa vettä valuu alalaskujen sisään ja lopulta aiheuttaa vesivahingon uuteen asuntoon.

Pääurakoitsijan oma rakennusmies tekee runkovaiheen edetessä väliaikaiset tekniikka-asennukset ja putkimies asentaa kerroksiin työnaikaisen veden. Työn tekohetkellä perustus- ja elementtisuunnittelu oli vielä kesken. Näin ollen osa asioista pystytään suunnittelemaan vasta, kun saadaan tarkempia tietoja.

4.4 Vesikattotyöt (Liite 5)

Vesikattotyöt kuuluvat ulkopuolien työnjohtajalle, joka tekee työvaiheesta tehtäväsuunnitelman. Työvaihe käsittää seuraavat työt: vesikaton puutyöt, lämmön- ja vedeneristystyöt, LVI-työt, katon peltityöt. Kohteen vesikatot toteutetaan kevytsorakattoina.

Vesikattoa päästään tekemään heti kun runko on pystyssä ja saumavalut on kaikki tehty ja mestat muuten kunnossa elementtiasentajien jäljiltä. Elementtiasentajat nostavat rungon päätteeksi katolle vesikattoa varten tarvittavat materiaalit. Runkovaihe tulee venymään pitkälle syksyyn varsinkin jälkimmäisissä taloissa, minkä takia katoille asennetaan sääsuoja vesikattotöitä varten.

Vesikattotyöt aloitetaan puutöillä, jota varten otetaan erillinen urakoitsija. Katon reunoille ontelolaatan ja seinäelementin rajaan viisteen, ettei päälle asennettavaan höyrynsulkuun tule liian tiukkaa taitetta. Vedeneristäjä asentaa höyrynsulun ainoastaan ontelolaattojen saumojen päälle, jotta kosteus ei pääse myöhemmin nousemaan talon sisätiloista vesikaton rakenteisiin.

Sääsuojat estävät veden pääsyn katolle rakennusvaiheessa. Ne kiinnitetään elementteihin varattuihin metallijalkoihin, joiden katkaisu sääsuojien poiston jälkeen sisällytetään puutöihin. Räystäiden pohjat tehdään vanerista, joten mahdolliset lisäpaikkaukset metallijalkojen takia saadaan myös urakan mukana. Puutöihin kuuluu myös vesikaton puutoamissuojauskaiteet, joista tässä kohteessa suurin osa toteutuu suoraan sääsuojan mukana.

Puutyöurakoitsija tekee kaivoille pukit ja kaatorimat katon reunoilta kaivoille. Ilmanvaihdeurakoitsija asentaa tässä vaiheessa myös omat putkensa ja eristää ne ja puutyöurakoitsija tekee tarvittavat kokoojalaatikot, joille tehdään vedeneristysyn ylösnostot. Vedeneristäjä asentaa lämmöneristeet onteloiden päälle ja muut suunnitelmien mukaiset

lämmöneristeet. On erityisen tärkeää varmistaa, että kaikki tekniikka tulee asennettua kerralla, koska jälkeensä asentaminen voi tulla kalliiksi.

Kevytsorakaton tärkein yksittäinen vaihe on papupäivä eli kevytsoran puhallus ja levitys katolle. Papu levitetään noin metrin kerrokseksi, jonka päälle valetaan ohut kerros betonia kaadot huomioiden. Lopuksi vedeneristäjä asentaa päälle vedeneristyskerroksen. Pohjalle asennetaan pohjakermikerros sulatetulla bitumilla ja päälle pintakermi nestekaasupolttimella. Kermikerroksien saumat täytyy olla limittäin ja läpivientien sekä saumojen tiivistykset on tehtävä suunnitelmien mukaisesti. Vesikaton painekoe sisällytetään vedeneristysurakkaan maksuerän taakse. Vesikaton räystäät ja kokoojalaatikat viimeistelee peltimies. Joskus laitetaan katolle vielä päälle ohut kerros singeliä.



Kuva 14. Vesikattotyöt käynnissä, Kapelli 2018. Vesikatolla on yhtä aikaa paljon eri töitä käynnissä mikä voi aiheuttaa mm. logistisia ongelmia. Ennen kevytsoraa ja pintavaluja on varmistettava, että kaikki talotekniset työt on tehty oikein.

4.5 Kipsilevyväliseinät ja -alakatot (Liite 6)

Väliseinätyö on kylpyhuonevalujen valmistelujen kanssa ensimmäisiä sisävaiheen työvaiheita ja kuuluu näin ollen pääurakoitsijan puolelta sisävaiheen työnjohtajan vastuulle. Väliseinätöitä päästään aloittamaan, kun katto pitää vettä ja vaippa ummessa.

Kipsilevyniput ja rangat nostetaan kerroksiin usein jo runkovaiheessa turhan tavaran siirtelyn välttämiseksi, joten materiaalit täytyy olla valmiina jo kauan ennen varsinaisten töiden aloittamista. Materiaalit kuuluvat tulevassa kohteessa urakkaan, joten tämä täytyy huomioida hyvissä ajoin yhteistyössä urakoitsijan kanssa. Niput täytyy suojata kosteudelta, likaantumiselta ja kolhiintumiselta. Nippujen varastointipaikat määritellään pohjakuviin, ettei ne jää väliseinien tielle.

Kohteen plaanovalut tehdään vasta kipsilevytöiden jälkeen, koska muuten aiheutuu hankaluuksia nippujen siirtelyn kanssa. Väliseinistä tehdään ensimmäisellä kierroksella rangat ja työpuolet, eli levytetään yhdeltä puolelta koko taloon. Välissä asennetaan väliseinien ja alakattojen talotekniikka. Toisella kierroksella tuplataan väliseinät ja asennetaan alakatot.

Väliseinien mitat saadaan arkkitehdin pohjakuvista ja alakattojen rajat saadaan alakattokaaviosta. Alakattokaaviossa esitetään myös lamppujen, palohälyttimien, tuloilmaventtiilien ja tarkastusluukkujen paikat. Väliseinäurakoitsijalle täytyy siis toimittaa vähintään yksi sarja näitä kuvia. Väliseinien paikkoja on mitannut edellisissä kohteissa oma kirvesmies ja tämä toimintatapa on todettu kaikin puolin hyväksi, joten näin toimitaan tulevasakin kohteessa.

Kohteen kipsilevytyöissä käytetään pääasiassa metallirankaa, mutta saunojen ja oviaukkojen rangat tehdään puusta. Alaslaskettu katto on aina tehty metallirangoilla, mutta katon myötäisten kipsialakattojen rangat voidaan tehdä myös lautakoolauksilla. Puu on tietenkin materiaalina halvempi ratkaisu, mutta silloin otetaan riski rankojen elämisestä. Mahdolliset korjauskustannukset ohittavat nopeasti materiaalisäästöjen antamat edut, joten tulevaisuudessa nämä tehdään metallirangalla. Tulevassa kohteessa ainoastaan alaslasketut katot tehdään kipsilevyillä ja muuten kattopinnat ruiskutasoitetaan ontelopintaan.



Kuva 15. Väliseinistä työpuolet tehty, Kapelli 2018. Ennen tuplausta ja alakattoja asennetaan sähköt ja muut piiloon jäävät talotekniikka-asennukset.

Liukuovet toteutetaan kohteessa arkkitehdin toiveiden vastaisesti pääasiassa pinta-asenteisena, jolloin väliseinätöissä tarvitsee tehdä ainoastaan oviaukko ja vahvistusta oven kiskolle oven yläpuolella. Seinän sisään tulevan liukuoven runko pitää asentaa väliseinätyön runkovaiheessa ennen levytyksiä ja on varmistettava, ettei rungon ruuvit tule naarmuttamaan myöhemmin asennettavaa ovilehteä.

Märkätiloissa tulee muistaa, ettei sinne kelpaa tavallinen kipsilevy, vaan pitää käyttää erikoiskovaa tai märkätiloihin tarkoitettua kipsilevyä. Märkätiloissa on laatoituksien takia myös yleisen 600 mm sijaan pystyrankajakona 400 mm. Sisämestarin täytyy varmistaa, että käytetään oikeita materiaaleja. Väliseinärunkoja tehdessä on huomioitava seinään upotettavien ryhmäkeskusten vaatima leveämpi ranka.

Kuten plaanojen kohdalla, myös kylpyhuoneenvalut voidaan tehdä joko ennen levytöitä tai niiden jälkeen. Tulevassa kohteessa tehdään seinät yhdeltä puolelta ennen

kylpyhuoneevaluja, jolloin seinät ovat toimivat samalla muotteina. Muussa tapauksessa täytyisi tehdä erilliset muotit ja purkaa ne ja väliseinän rankaa laittaessa täytyisi varoa lämmityskaapeleita ja viemäriputkia.

Oviaukkojen mitoituksessa käytetään mittamiehen tuomaa metrin korkoa, koska korkeuden täytyy olla valmiista lattiapinnasta, eikä ontelon pinnasta. Varmistukseksi jätetään aukon yläpuolinen ranka vähän ylemmäs, jonka yli levyn reunat tulevat. Oven karmit kiinnitetään ainoastaan puiisiin pystyrankoihin.

Levysaumojen tulee olla eri kohdissa seinän eri puolilla, jotta seinästä tulee tukevampi. Kulmissa levytetään ensin läpi toinen seinä, josta lähtee seuraava seinä. Ilmanvaihtokanavien reiät tehdään hyvän rakennustavan mukaisesti kuppiterällä poraamalla. Tekniikkahormeihin (elpoihin) rangat kiinnitetään liimaamalla mahdollisten vesivahinkojen välttämiseksi. Alakattolevyt nostetaan kattoon nostimen avulla. Kalusterunkoja varten täytyy väliseinärunkovaiheessa laittaa taustalle vahvistusvaneri.

4.6 Lattiavalut (Liite 7)

Lattiavalut sisältävät kohteen kylpyhuoneiden kaatovalut, plaanovalut ja kellarikerroksen maanvaraisten lattioiden sekä autohallin lattian valut. Plaano- ja kylpyhuoneevalut kuuluvat asuntojen sisätyönjohtajalle ja maanvaraiset lattiat kuuluvat yleisten tilojen työnjohtajalle. Valuja varten dokumentoidaan betonityösuunnitelmat ja betoniauton pystytyspöytäkirja. Valuvalmistelut voidaan tehdä valmiiksi rungon edetessä, mutta itse valuja varten täytyy vesikaton olla vedenpitävä.

4.6.1 Maanvaraiset lattiat

Kellarin maanvaraisten lattioita varten nostetaan runkovaiheen alussa raudoitusverkot odottamaan valuja kellarikerroksen seinälle tulevien tukien varaan, ettei niitä tarvitse jälkikäteen kantaa. Maarakentaja tuo kellarin sokkelin läpi viemäriputken ja putkimies asentaa viemärijärjestelmän. Elementtitukien poiston jälkeen puhalletaan loput sepelit ja maaurakoitsija pääsee viimeistelemään pohjan tiivistyksen tärylätäkällä. Pohja täytyy tiivistää hyvin, ettei lattia pääse myöhemmin painumaan. EPS-levyjen levityksen jälkeen

lattia raudoitetaan ja valu-urakoitsija valaa lattian. Liikuntasaumat tehdään oviaukkoihin ja valut suoritetaan kellareittain yhdellä kertaa pois lukien B-talon kellarin tekniset tilat, joiden lattiat valetaan aiemmin keskuksia varten. B-talon kellariin nostetaan lämmönjakokeskus ja sähköpääkeskus valmiiksi, jotta ne voidaan asentaa heti kellarin lattiavalujen jälkeen.

Autohallissa maaurakoitsija hoitaa kaikki viemärijärjestelmät ja pohjien tiivistykset sekä pihakannen onteloasennusta varten kaivetaan esiin haudatut pilarianturat. Työvaiheet autohallin lattiassa ovat samat kuin kellarin maanvaraisissa valuissa, mutta rakennesuunnittelija määrittelee suuren alan takia liikuntasaumat. Itse valut tehdään vasta keväällä, koska pihakannen onteloiden asennus ajoittuu talveen, jolloin ei kannata tehdä kannen vedeneristyksiä. Ilman suojaa pihakannelta valuva vesi pilaisi autohallin lattian pinnan. Valuissa on huomioitava kaadot kaivoille. Lattian pinta viimeistellään sirotteella, joka hierretään betonihiertimellä.

4.6.2 Kylpyhuoneiden kaatovalut

Sisätyöt aloitetaan kylpyhuoneevalujen valmisteluilla heti, kun runko alkaa nousta. Väli-pohjat tehdään onteloilla ja kylpyhuoneet kololaatoilla. Valmistelun aloittaa putkimies kylpyhuoneen viemärihajotuksilla ja -asennuksilla, jonka jälkeen omana työnä tehdään raudoitukset. Sähkömies asentaa sähköisen lattialämmityskaapelin ja omana työnä asennetaan betonin kovetuskaapeli valun kuivumisen nopeuttamiseksi. Väliseinien työpuolet tehdään ennen valuja ja ne toimivat samalla valumuotteina.

Sisävaiheen työnjohtaja tarkastaa raudoitusten kiinnitykset, kaivojen ja putkien sijainnit, korot ja kaadot. Lisäksi hän ottaa jokaisesta kylpyhuoneesta kuvat varmistukseksi. Näitä kuvia voidaan hyödyntää myöhemmin kosteusmittauksia varten, jotka märkätiloista otetaan seinästä ja lattiasta pinnoituskuivuuden seuraamiseksi. Putkituksien tarkastukseen otetaan mukaan varmistukseksi yrityksen talotekninen asiantuntija.

Ennen valua täytyy seinän ja valun väliin laittaa irrotuskaistat, jotka katkaistaan valun jälkeen pois ja paikataan tiivistysmassalla. Valut suoritetaan pumppuautolla ja sitä varten täytyy olla aina 1,5 – 2 kerrosta kylpyhuoneita valukunnossa. Sisätyönjohtaja tilaa valut, kun tiedetään tarkat määrät ja ajankohdat. Työnjohtaja määrittelee betoniauton paikan

betonityösuunnitelmassa. A-talon pumppaukset tehdään naapurikiinteistön välistä menevän kujan päästä, muut talot B- ja C-talon väliseltä elementtikentältä. Valut ajoittuvat syystalveen, joten on huolehdittava kosteuden- ja lämmönhallinnasta puhaltimin ja vai-pan on oltava ummessa.



Kuva 16. Ennen valuja kylpyhuoneiden raudoitukset ja putkitukset kuvataan, Kapelli 2018.

Aikaisemmassa kohteessa kokeiltiin kaatovaluissa maakostea betonია, mutta sillä ei saavutettu haluttuja kuivumisaikasäästöjä. Näin ollen kohteen kaatovalut tehdään perinteiseen tapaan normaalilla betonilla ja tutkitaan valuvalmistelun kustannuksia vertailupohjaksi tulevaisuuteen mahdollisten tekniikkalaattojen käyttöön. Kuivumisaikaa tutkimallaan käyttämällä osassa valuista nopeasti kuivuvaa betonია, kun taas osassa jätetään kovetuskaapelit pois kuivumisaikavaikutusten selvittämiseksi.

Valujen tiivistys täytyy tehdä huolellisesti sauvatäryttimellä, ettei raudoituksien sekaan jää koloja tai massa erotu. Pinta hierretään lastalla tasaiseksi ja valu-urakoitsija varmistaa, että kaadot kaivoille on suunnitelmien mukaisia.

Kaadot tarkastetaan vastaanottotarkastuksessa, johon osallistuvat valu-urakoitsijan edustaja, sisätyönjohtaja ja laattamies. Suihkujen kohdalla kaatojen tulee olla 1:50 ja muualla 1:100. Tarvittaessa valu-urakoitsija korjaa kaadot. Muussa tapauksessa korjaukset tekee laattamies ja tästä aiheutuvat kustannukset vähennetään urakkasummasta. Ennen ja jälkeen valujen tarkastetaan lattialämmitysten toimivuus.

Valujen jälkihoitoon kuuluu lämpö- ja kosteudenhallinnan lisäksi valupintojen hierto. Pinnasta hierretään hiomakoneella sementtiliimakerros eli betonin sideaineet pois, jotta valu kuivuisi nopeammin ja pinnasta saadaan tasainen. Hionnan voi tehdä vasta valun kovettumisen jälkeen, noin viikko pari valujen jälkeen. Valujen kuivumista seurataan kosteusmittauksien avulla. Jokaiseen kylpyhuoneeseen porataan sekä seinään että lattiaan reikä, johon laitetaan anturi mittaamaan. Valujen paksuudet ovat 200 mm, eli kuivumisaika tulee olemaan enemmän kuin 20 viikkoa. Valettu lattia voidaan suojata muovilla pariaksi viikoksi, jolloin estetään liian nopea kosteuden haihtuminen ja siitä johtuvaa halkeilua. Kuivumisen nopeuttamiseksi on pyrittävä ylläpitämään optimaalisia olosuhteita, eli ilman lämpötila vähintään 20 astetta ja suhteellinen kosteus 50%. Pinnoituskuivumiseksi pitää betonipinnan suhteellinen kosteus olla RH 90 %, jonka saavuttamiseen mitoitetaan aikatauluun 8 viikkoa.

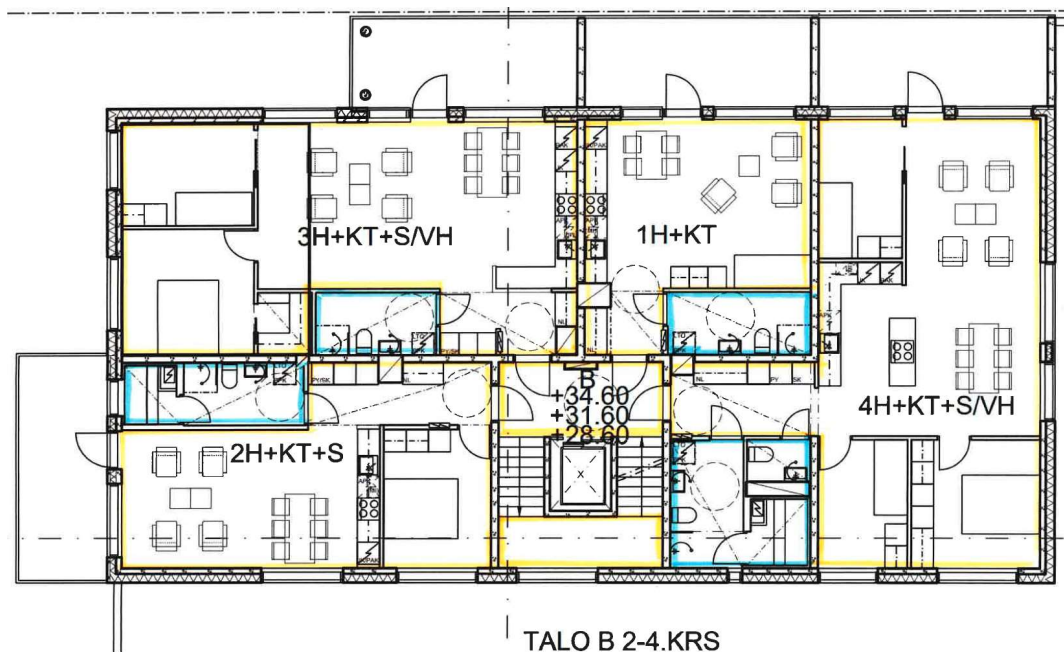
4.6.3 Plaanovalut

Asuntojen lattioille märkätiloja lukuun ottamatta tehdään ontelokentän päälle tasainen pintabetonivalu, jotta saadaan suora lattiapinta parkettiasennuksia varten. Plaano on juoksevaa betonia, joka leviää helposti ja tasoittuu nestemäisesti tasaiseksi pinnaksi rajatulle alueelle.

Kuten muitakin valuja varten, myös plaanovaluja varten tehdään betonointisuunnitelma ja määritetään lisäksi betonisiilojen paikat työmaalla. Plaanoja valetaan usein monta kerrosta kerralla, joten kerralla tarvittavan betonin määrä on suuri. Normaalikokoisessa yksirappuisessa kerrostalossa valetaan noin kolme kerrosta yhdellä kerralla.

Porraskäytäviin tasoitus mattotöitä varten voidaan tehdä myös plaanolla. Ne voidaan tehdä samalla kertaa asuntojen kanssa tai erikseen. Niiden määrä tulevassa kohteessa

on varsin vähäinen, koska portaat kiertävät hissikuilua ja kerros- ja lepotasot ovat kohteessa pieniä.



Kuva 17. Pohjakuva As Oy Sanstuga B-talo 2-4. krs. Plaanot asuntojen kuivien tilojen lattioille ja porrashuoneen lepotasoille (kelt.), kylpyhuoneisiin kaatovalut (sin.) Arkkitehtiryhmä A6 2019.

Plaanovalut tehdään kipsilevytyöiden jälkeen turhan varastoinnin ja tavaran siirtelyn välttämiseksi. Tulevan kohteen asunnot lämmitetään pattereilla, joten plaanon paksuudeksi riittää 5 – 20 mm pinnantasauseros. Korkoja varten valu-urakoitsija ottaa lähtötiedot mittamiehen antamista koroista ja merkkää seinille parin metrin välein ja nurkkiin koron.

Ennen valuja lattiat siivotaan puhtaaksi ja ontelokentän pintaan levitetään tartuntapohjuste eli ns. praimerit plaanojen tartuntojen varmistamiseksi. Valu rajataan tarkasti ja kaikki aukot tukitaan, jottei betoni pääse valumaan esimerkiksi onteloiden sisälle, alempiin kerroksiin tai elpöihin.

Valujen ajaksi täytyy alue rauhoittaa. Plaanot kuivuvat kulkukoviksi jo päivässä, joten seuraavana päivänä voidaan taas jatkaa muita töitä normaalisti. Lisäksi asuntoihin voidaan varastoida tarpeen vaatiessa plaanojen jälkeen enemmän tavaraa, kuten

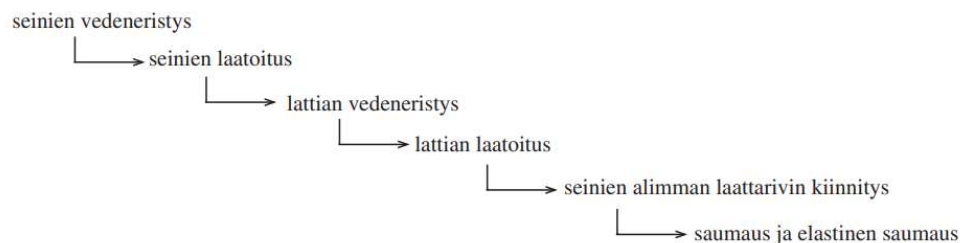
kalusteita, parkettia, ovia ja listoja. Turhaa varastointia pyritään kuitenkin välttämään oikein ajoitetuilla toimituksilla varsinkin siihen asti, että maalaustyöt on saatu tehtyä.

Plaanojen kuivumista seurataan kosteusmittauksin yhdellä mittauksella kerrosta kohti. Parkettityöt voidaan aloittaa, kun suhteellinen kosteus on 85%. Plaanojen suoruus tarkastetaan valu-urakoitsijan ja parkettiurakoitsijan kanssa vastaanottokatselmuksessa. Pinnan tasaisuus pitää pysyä 2000 mm:n matkalla 2 mm:n sisällä ja mahdolliset korjaukset tehdään valu-urakoitsijan kustannuksella.

4.7 Laatoitus- ja vedeneristystyöt (Liite 8)

Tässä luvussa käsiteltävistä työvaiheista laatoitustyö on ensimmäinen, jossa tehdään asuntoon lopullista näkyvää pintaa. Lopullisen pinnan tarkastelu muodostaa hyvin pitkälle asukkaan havaitseman laadun, joten laadunvarmistus on erityisen tärkeää. Sisätyönjohtaja tekee työvaihetta varten tehtäväsuunnitelman ja mallikatselmuksessa määritetään haluttu laatu. Aloituspäätöksessä käydään läpi urakka-aikataulu, laadunvarmistustoimenpiteet ja muut tärkeät asiat.

Laatoitus sisältää märkätilojen seinien ja lattioiden vedeneristys- ja laatoitustyöt sekä mahdolliset keittiön välitilan laatoitukset ja asukasmuutostöinä tulevat lisätyöt, kuten eteisen lattian laatoitus. Märkätiloissa vedeneristetään ensin seinät ja sen jälkeen lattiat ja samoin myös laatoitustöissä tehdään ensin seinät ja sitten vasta lattiat. Seinäelementit ovat aikaisemmin pinnoituskuivia, joten jo aikataulullisistakin syistä seinät tehdään ensin. Samalla vältetään valmiin pinnan kulutusta tekemällä lattiat viimeisenä. Laattojen asennuksen jälkeen tehdään vielä saumat.



Kuva 18. Laatoitustyön vaiheet. [Nissinen, s. 716]

Kuivumisen lisäksi työvaiheen aloitusedellytyksiä on väliseinien valmius märkätilojen osalta, lattiakaatojen tarkastus ja vastaanottaminen, seinien oikaisut ja pohjien siisteys. Pohjat tarkastetaan laattamiehen kanssa, ettei niitä tarvitse tuntitöinä korjata vielä ennen laatoituksia, mikä myös hidastaa varsinaisen urakan suorittamista. Mikäli kaadoissa on kuitenkin korjattavaa varsinaisen valun jälkeen, voidaan niitä korjata vasta kun valu on kovettunut. Kaatojen korjauksiin käytetään nopeasti kuivuvia betonituotteita.

Urakoitsijalle annettavasta kylpyhuonekaaviosta selviää suunnitellut laattajaot. Laattojen määrälaskennan ja tilauksen hoitaa työmaainsinööri, joka selvittää ja huomioi mahdolliset asukasmuutokset. Laskennassa on hyvä käyttää suurta hukkaa, koska laattakorjauksissa täytyy huomioida myös polttoerät. Laatat tilataan asuntokohtaisesti jaoteltuina kόνttätoimituksina. Laastien, vedeneristeiden ja sauma-aineiden sekä työvälineiden järjestäminen kuuluvat urakoitsijalle.

Kylpyhuoneiden lattioita ja seiniä päästään vedeneristämään, kun kosteusmittauksien mukaan betoni on kuivunut sen verran, että suhteellisen kosteuden arvoksi on saatu alle 90. Ensin eristetään seinät, koska niitä päästään työstämään aikaisemmin. Laattamies käsittelee puhtaan pinnan tartuntapinnoitteella (praimerilla), jotta vedeneriste tarttuu paremmin kiinni. Ennen varsinaista vedeneristystä tiivistetään vielä kaikki saumat, nurkat ja läpiviennit vedeneristysaineella. Saumat ja nurkat vahvistetaan vahvistusnauhoilla, jotka painetaan tuoreeseen vedeneristeeseen. Päälle vedetään vielä uusi vedeneristyskerros. Varsinaista vedeneristettä levitetään seinälle kaksi kerrosta alakaton yläpuolelta lattialle asti lattian vedeneristeen ylösnoston päälle tai muuten vesitiiviiksi. [Nissinen, s. 717]

Seinän toiseksi alimman laattarivin alareunaan tuetaan ohjuri, jonka päältä laatoitustyöt aloitetaan. Ohjuriin merkataan pystysaumot ja samalla tarkastetaan vaakasaumojen sijoittuminen aukkoihin ja kattoon nähden. Kiinnityslaasti sekoitetaan tasaiseksi massaksi, jonka annetaan liueta ohjeiden mukaisesti ja koneissa täytyy olla pölynpoisto. Lopuksi sekoitetaan vielä uudestaan ja tarkistetaan notkeus. Pinnoilta poistetaan pöly ja kuivat pinnat kostutetaan. Laasti levitetään tasaiseksi ja kammataan ennen laattojen asennusta. Laattavälit urakoitsija saa määritettyä esimerkiksi saumanarulla tai saumaristillä ja lisäksi silmämääräisesti arvioiden. Saumanaru irrotetaan laastin kuivumisen jälkeen, mutta ristit voi halutessaan jättää saumavalun alle. Alin laattarivi laatoitetaan vasta lattian

vedeneristysten jälkeen. Laattojen leikkaamisessa käytetään laattasirkkeliä tai – leikkuria ja kaarevat aukot nakerretaan kovametallisilla pihdeillä. Reiät tehdään laattaporalla tai papukaijapihdeillä. [Nissinen, s. 717]



Kuva 19. Lattian vedeneristystyöt käynnissä, Kapelli 2018. Alin seinälaattarivi on jätetty asentamatta, jotta lattian vedeneristysten ylösnosto saadaan limitettyä seinän vedeneristysten kanssa.

Lattian vedeneristykset aloitetaan myös praimerin levityksellä. Vedeneristyskerrosten väliin asennetaan vahvistusnauhaa rakenteiden liitoskohtiin, hiushalkeamiin ja läpivientien ympärille sekä kaivojen päälle. Useissa järjestelmissä asennetaan vahvikekangas koko eristettävälle alueelle ensimmäisen vedeneristyskerroksen yhteydessä. Toisella eristyskerroksella kaivolle leikataan pienempi reikä ja eristeen reuna käännetään kaivoon kiristysrenkaan alle. Kiristysrenkaan reunat tiivistetään valmistajan ohjeiden mukaisesti. Myös muiden läpivientien vesitiiviys on varmistettava. Lattian vedeneristeen ylösnoston jälkeen vedetään päälle vielä seinän vedeneristys, jottei vesi pääse valumaan eristekerrosten väliin. Kynnyksen kohdalla vedeneristys on nostettava vähintään 15 mm valmista lattianpintaa korkeammalle. [Nissinen, s. 717-718]

Laattarivien suoruuden varmistamiseksi lattiaan merkataan viiva suorakulmaan oviseinästä nähden tai vaihtoehtoisesti voi käyttää esimerkiksi linjalankaa. Ennen laatoitusta

pohja puhdistetaan pölystä. Lattian laatoitus aloitetaan takakulmasta, jottei asentaja jää loukkuun. Laatoituksien annetaan kuivua 3 – 5 vrk ennen saumasta. [Nissinen, s. 718]

Ylipursunnut laasti poistetaan saumakohdista ja laatoitus puhdistetaan vedellä ja siivousliinalla ennen saumausta. Saumalaasti sekoitetaan poraan kiinnitetyllä vispilällä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Saumalaasti levitetään lastalla vinosti yli saumattavan pinnan niin, että saumat täyttyvät. Jäykkä laasti levitetään teräslastalla ja ylimääräinen laasti poistetaan solukumilastalla, jonka jälkeen laasti saa sitoutua noin puoli tuntia. Pinta puhdistetaan ja saumat muotoillaan pesusienellä. Lopuksi laatat puhdistetaan siivousliinalla kahteen kertaan ja viimeiseksi esimerkiksi puuvillaisella liinalla. Laatoituksen sisä- ja ulkonurkkasaumoissa, lattian ja seinän rajassa sekä muissa liikuntasauomoissa käytetään saniteettisilikonia. Näitä saumoja ei saumata laastilla ollenkaan, vaan saumausaine puristetaan saumaan puristimella ja saumat tasoitetaan. Myös sekoittajalle tulevien putkien reunat saumataan elastisella saumamassalla. [Nissinen, s. 718]

Vedeneristyksistä otetaan joka huoneesta koepalat sekä seinästä että lattiasta, joiden paksuudet mitataan ja säilytetään osana työmaan laadunvarmistusta. Pala irrotetaan paikasta, jossa se on vähiten altis vedelle. Palojen ohjeellinen paksuus on yleensä 0,5 – 1,5 mm. Koepalojen jäljet paikataan, jotta vedeneristeestä tulee jälleen yhtenäinen. Laattojen tartunta voidaan tarkistaa irrottamalla yksi laatta, jonka tartuntapinta tulee olla $\frac{3}{4}$ laastin peittämä. Kiinnipysymistä voidaan varmistaa varovasti koputtelemalla. [Nissinen, s. 719-720]

4.8 Tasoite- ja maalaustyöt (Liite 9)

Sisätyönjohtaja tekee työvaiheista yhteisen tehtäväsuunnitelman ja aikataulutus täytyy järjestää niin, ettei työvaiheet mene muiden työvaiheen kanssa pahasti päällekkäin. Tasoitettöiden aloitusedellytyksinä on, että talossa täytyy olla lämpö päällä ja vaippa ummessa. Väliseinätyöt ja betoniseinien etuoikaisut sekä plaanovalut tehdään ennen tasoitustöitä. Tulevassa kohteessa kattopinta tasoitetaan ruiskulla onteloiden alapintaan, jotta myös ontelopohjien oikaisutöiden täytyy olla tehtynä. Maalaustöiden aloitusedellytys on luonnollisesti tasoitustyöt, mikä ei aiheuta ongelmaa, koska ne sidotaan melkein poikkeuksetta samaan urakkaan. Tarkentavat tiedot työvaiheisiin liittyen käydään urakoitsijan kanssa läpi vielä aloituspalaverissa.

4.8.1 Tasoitetyöt

Työvaihetta varten pääurakoitsija järjestää kerroksiin veden, sähkön, valaistuksen ja jäteasiat. Urakoitsija puolestaan toimittaa materiaalit, kaluston ja työvälineet. Tasoitesäkit eivät saa kastua, joten ne on varastoitava irti maasta ja suojattava sateelta mielellään sisätiloihin. Valmis tasoitemassa ei saa jäätymä ja varmistetaan tasoitteen sopivuus alustalle ja tilaan.

Tasoitettava pinta tarkastetaan ennen työn aloitusta, jotta varmistetaan sen olevan sopimuksien mukainen, liikkumaton ja kiinteä, kuiva ja riittävän lämmin sekä puhdas. Ympärvöivät rakenteet, kuten ikkunat suojataan ennen työn aloitusta. Tarkastetaan ilman lämpötilan ja kosteuden sopivuus tasoitteen vaatimuksiin sopiviksi. Rauhoitetaan työvaihetta varten koko kerros, koska samaan aikaan ei voi asunnoissa tehdä muita töitä.

Tasoitteen sekoittamisessa ja käytössä noudatetaan valmistajan antamia ohjeita sekoitussuhteista, kuivumisajoista ja kerrospaksuuksista. Tarvittaessa alustoja kostutetaan tartuntojen parantamiseksi. Henkilökohtaisissa suojavarusteissa tulee huomioida erityisesti hengityssuojainten käyttö koko työvaiheen ajan, silmien suojaus tasoitetyössä ja ruiskuttaessa lisäksi kuulonsuojaimet.

Tasoitetyöllä ei pystytä ihmeitä tekemään seinälinjojen suorudelle, joten väliseinien ja betoniseinien suoruus edellisten työvaiheiden jäljiltä on avainasemassa. Pienet epätasaisuudet seinissä, saumat ja ruuvien kannat saadaan piilotettua, mutta varsinainen seinien oikominen pitäisi olla edellisten työvaiheiden jäljiltä valmiiksi tehty. Kantavien betoniseinien sisäpuolen elementtisaumoihin laitetaan vedeneristettä ja saumanauha sekä tasoitetaan kipsillä päälle pystysaumavalujen jälkeen. Elementit ovat saumoista vähän kapeampia, jolloin seinälinjaan ei jää pattia.

Tasointöissä puhutaan usein pintojen tasoittamisesta 1,5 tai 2,5 kertaan. Ensin tasoitetaan saumat ja ruuvien kannat piiloon sekä pahimmat epätasaisuudet. Tämän jälkeen pinnat ruiskutetaan tasoitteella kauttaaltaan, liipataan tasaiseksi ja tehdään välihionta kuivumisen jälkeen (8–10h) karkeudeltaan sopivalla hiontapaperilla. Päälle ruiskutetaan ja liipataan tarpeen vaatiessa vielä toisen kerran yli ja tehdään valmiiksihionta. Lopullinen pinta liipataan seinissä pystysuoraan ja alakatoissa valonsuuntaisesti. Kohteeseen tehdään ns. roiskekatot eli hyvin tasoitettujen onteloiden alapintaan lopulliseksi pinnaksi

ruiskutetaan kerros, jota ei enää liipata ja jää näin ollen röpelöiseksi. Sitä ei myöskään maalata enää jälkikäteen, joten lopputuloksen tulee olla laadukas.

Jätteitä ei saa kaataa viemäriin, vaan sotkut siivotaan pääurakoitsijan järjestämiin jäteastioihin ja suojaukset jätetään maalaustöitä varten. Pintojen tasaisuutta tarkkaillaan linjarilla, eli alumiinisella mittalaudalla.

Levysaumoihin vedetään ensin alle tasoite ja päälle saumanauha, jonka päälle vedetään vielä tasoite. Mahdolliset kohoumat häivytetään levittämällä tasoitetta parikymmentä senttiä saumoista ulospäin. Käytettävät kipsilevyt ovat reunaohennettuja kohoumien minimoimiseksi. Tasapaksuisia levyjä käytettäessä on reunoihin tehtävä viisteet ja käsiteltävä esimerkiksi vesiohenteisella pohjamaalilla, jottei kipsi ime tasoitteesta kosteutta. [Puurunkoisen väliseinän levytys, saumaus ja kulmasuojaus. Rakentaja.fi]



Kuva 20. Tasoitustyöt käynnissä, Kapelli 2018. Samaan aikaan ei pysty tekemään muita työvaiheita, vaan usein koko kerros on rauhoitettu muista töistä.

Kulmissa ja katonrajassa on hyvä käyttää kartonkista saumanauhaa, joka voidaan taittaa kulman muotoon. Erityisen suurelle kulutukselle joutuvaan kulmaan voidaan tarvittaessa käyttää metallista kulmalistaa saumanauhan alla. Sauma hiotaan kuivumisen jälkeen ja tarvittaessa tasoitetaan lisää. Katon ja seinän raja on altis hiushalkeamille materiaalien kuivumisesta aiheutuvan elämisen takia erityisesti eri materiaalien välillä, kuten betoni-seinän ja kipsilevyalakaton rajassa. [Puurunkoisen väliseinän levytys, saumaus ja kulmasuojaus. Rakentaja.fi]

Tasoitusten on annettava kuivaa ja kertyneen kosteuden poistua. Maalattavassa pinnassa ei saa olla häiritsevästi erottuvia rakkuloita, naarmuja tai lastan jälkiä. Valmiin tasoitepinnan tulee kestää vaurioitumatta käytön ja pintakäsittelyn rasitukset. Urakoitsijan työnohtaja tarkastaa pohjat ennen maalaustöiden aloittamista.

Yleisten tilojen tasoitetyöt eivät ole aikataulullisesti yhtä tärkeitä kuin asunnot, joten ne tehdään asuntojen jälkeen. Aikataulu asuntojen sisätoissa on muutenkin tiukempi kuin yleisissä tiloissa. Porrashuoneet tasoitetaan lähtien ylhäältä alaspäin, jotta vältetään turhalta kaluston siirtelyltä. Porrashuoneiden tasointu- ja maalaustöitä varten on urakoitsijalle järjestettävä telineet, mutta pienet telineet (n. 2 m asti) urakoitsija hommaa itse. Lisäksi tehdään erillisellä kierroksella parvekkeiden tasoitetyöt ennen kaideasennuksia hyvän sään aikana. Yleisiin tiloihin riittää 1,5 kertainen tasointu.

4.8.2 Maalaustyöt

Tasointu- ja maalaustöille on omat työryhmänsä, jotka ovat erikoistuneet omiin työvaiheisiinsa. Maalausryhmä aloittaa pari viikkoa tasointusporukan jälkeen, jotta työvaiheet saadaan tehtyä rauhassa, koska maalaustyö on nopeampi työvaihe kuin tasointutyöt. Kuten tasointetyölle, myös maalausta varten täytyy rauhoittaa koko kerros.

Maalaus on jälleen lopullista näkyvää pintaa ja osa asukkaan havaitsemaa laatua, eli laadunvarmistus on erittäin tärkeää. Ongelmaksi nousee usein se, että asunnot maalataan ulkonäköluokka 2 mukaan eli tavanomaisin laatuvaatimuksin, jota tulisi tarkastella kokonaisuutena normaalivalossa ja tarkemmin kohtisuoraan 1,5 metrin päästä. Asukkaat

kuitenkin monesti tarkastelevat maalipintaa (ohjeistuksesta huolimatta) joko tehokkailla valoilla tai pinnan tasalta sivusta tulevaan valoon, jolloin sallitut epätasaisuudet korostuvat.

Tasoitettöiden jälkeen työkohde pitää vielä imuroida ennen maalausten aloittamista, koska pöly haittaa maalien tarttumista. Varmistetaan tasoitettöiden jälkeisten pintojen suoruus, mutta erillistä mallikatselmusta ei tasoitevaiheesta tehdä, mikäli sama urakoitsija suorittaa myös maalaustyöt. Maalaustöistä tehdään malliasuntoon mallikatselmus. Sisätyönjohtaja tarkastaa maalaukset kerroksittain urakoitsijan työnjohtajan kanssa ennen maksuerien hyväksyntää.

Urakoitsijan työnjohtaja tilaa maalit arkkitehdin määritelmien mukaisesti ja antaa tilaajalle tiedot käyttöturvatiiedotetta varten. Maalien varastoinnissa pitää huolehtia, ettei ne pääse jäätymään. Tasoitustöitä varten tehty suojauksia käytetään myös maalaustöissä ja tarpeen vaatiessa suojauksia lisätään. Työvaihetta varten urakoitsija järjestää pääurakoitsijan valaistuksen lisäksi riittävän valaistuksen, koska valaistuksella on suuri merkitys lopputuloksen kannalta.

Maalaukselle ihanteelliset olosuhteet ovat noin 15 °C ja ilman korkea suhteellinen kosteus, koska muuten maalissa oleva vesi pääsee haihtumaan liian nopeasti. Maalin liian nopean kuivumisen takia telakuvioista voi tulla raidallinen ja kiillosta epätasainen ja voi johtaa lisäksi halkeiluun. Maalin työstöaika riippuu siitä, miten nopeasti maalissa oleva vesi haihtuu tai imeytyy alustaan (aukioloaika). Haihtumiseen vaikuttaa pääasiassa maalipinnan huokoisuus ja imevyys, sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä ilmavirtaukset. Ilman ja alustan välinen lämpötilaero ei saa yleensä olla yli 3 astetta. Myös alustan kosteus on tarkastettava ennen maalausta, ettei se kuivumisen kautta eläessään aiheuta halkeilua tai muuten ole mennyt huonoksi. Olosuhteita seurataan lämpö- ja kosteusmittareilla. [Sisäseinien maalaaminen, Tikkurila]

Työturvallisuudessa pätee pitkälti samat säännöt kuin tasoitetyöissäkin: hengityssuojaimet, suojalasit ja vaatetus niin, ettei maalia roisku iholle tai ainakaan silmiin ja suuhun. Ruiskumaalauksessa täytyy olla lisäksi maalisumun suodattava osa tai raitisilmahuppu. Ongelmana on usein korkea ilmankosteus, joka huurtaa suojalasit ja estää tekijää näkemästä. [Rakennustöiden laatu 2017, s. 293]

Mahdolliset kolot ja reiät tasoitetaan, hiotaan ja maalataan ohuesti yli ennen koko seinän maalausta. Ennen varsinaista maalausta rakenteiden liitokset eli kulmat ja katonraja saumataan elastisella saumaussmassalla, akryylillä. Tasoitepinnoille vedetään pohjamaali, joka tarttuu alustaan hyvin ja hidastaa pintamaalin imeytymistä, jolloin työstöaika piteenee.

Maalaustyössä edetään yleensä ylhäältä alaspäin eli katto ennen seiniä. Maali levitetään suurpaineruiskulla ja tasataan telaa käyttäen. Maalin viimeistelyveto pyritään yhdellä vedolla, minkä takia jatkovarren käyttäminen telassa on suositeltavaa. Mitä vähemmän telaa nostellaan, sitä vähemmän jää työsaumoja ja pinta näyttää tasaisemmalta. Seinien kulmat viimeistellään pensselillä tai pienellä kulmatelalla. Kalusteiden taustaseinät maalataan läpi, jotta vältetään turhaa säätämistä ja jälkikäteen tehtyjä tuntitöitä. Maalauskorjaukset tehdään lähtökohtaisesti koko seinän ylimaalauksella. Vanhan tavan mukaan maalausurakoihin on varattu tunti korjauksia asuntoa kohti, mutta tulevaisuudessa tämä pyritään karsimaan pois sopimusvaiheessa paisuvien tuntitöiden määrän takia.

Katon ja seinän rajauksessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi rajaajaa tai maalarinteippiä. Aikaisemmissa kohteissa on katto ja seinät maalattu eri sävyillä, jolloin on tehty ns. valoraja eli kattomaalilla on maalattu hetken matkaa seinän yläreunaa, jonka päälle on vedetty seinämaali, joka rajattu pari senttiä katon rajasta alaspäin. Rajausta tehdään runsaalla maalilla kerralla valmiiksi telaamalla yksi kaistale vaakasuuntaan, jonka jälkeen seinä maalataan yli niin korkealle kuin sotkematta voidaan. Tulevassa kohteessa mahdolliset valorajat tehdään ainoastaan alaslasketuille katoille. Mikäli valorajaa ei tule ollenkaan, voidaan katonraja viimeistellä pensselillä. Mahdolliset asukasmuutoksien kautta tehtävät tehosteseinät vaativat valorajan. Valkoiset peltitarkastusluukut asennetaan maalauksien jälkeen. [Sisäseinien maalaaminen, Tikkurila]

Porrashuoneet ja yleiset tilat maalataan ylhäältä alas kuten tasoitetyöt turhan tavaran siirtelyn välttämiseksi. Porrashuoneen tehosteväri ja muut värit saadaan arkkitehdin väriyssuunnitelmasta. Pintavaatimuksiltaan toissijaisissa tiloissa, kuten teknisissä tiloissa, joihin asukkailla ei ole pääsyä, voidaan käyttää ulkonäköluokkaa 3.

Maalin täydellinen kuivuminen ja kalvon kovettuminen kestää noin 4 viikkoa, jolloin on syytä välttää naarmuttamista pintaa. On myös huolehdittava, että tila pääsee hyvin

tuulettumaan maalaustyön jälkeen. Nestemäinen maalijäte on ongelmajätettä, mutta kuivan maalijätteen voi hävittää sekajätteen mukana. [Sisäseinien maalaaminen, Tikkurila]

Ulkomaalauksissa lämpötilan tulee olla vähintään 5 astetta ja mielellään pilvinen keli, koska suora auringonpaiste kuivattaa maalin liian nopeasti. Myöskään sadekehi ei ole ymmärrettävästä syystä hyvä ulkomaalauksille. Ulkopuolet maalataan ennen parvekkeiden kaideasennuksia kokonaan tai vähintään kaidelinjan kohdalta. Julkisivujen rappaukset hoitaa erillinen urakoitsija.

4.9 Saunat ja paneloidut alakatot (Liite 10)

Työvaihe sisältää saunan puutyöt lauteineen ja märkätilojen paneelialakatot. Urakka sisältää asennuksen lisäksi myös materiaalien toimitukset ja saunan oven asennuksen. Pääurakoitsija toimittaa kiukaat ja saunan valot tulevat sähkömieheltä. Toistia tehdään malliasuntoon malliasennukset, jotka katselmoidaan ennen varsinaista työvaihetta. Koneissa täytyy olla kohdepoisto pölynhallinnan varmistamiseksi.

4.9.1 Paneloidut alakatot

Paneloituja alakattoja varten täytyy olla tehtynä kylpyhuoneen alakaton talotekniset työt ja kaikki laatoitustyöt vedeneristyksineen. Työvaiheen nopeuttamiseksi on välillä tehty alakattorungon yläkierto valmiiksi heti seinien vedeneristyksen jälkeen. Viime kohteessa tehtiin jopa muuta runkoa valmiiksi taloteknisten työvaiheiden ollessa käynnissä, että saataisiin katot umpeen tiukan aikataulun takia mahdollisimman nopeasti. Tämä saattaa kuitenkin helposti kääntyä itseään vastaan, jos runkopuut ovat esim. putkimiehen tiellä.

Talotekniikan ajoituksen kanssa voi tulla ongelmia, koska kuivat tilat täytyy saada ensin valmiiksi alakattojen ummistusta varten. Suurin kiire tulee usein putkimiehellä kuparien asennuksessa ja eristämisessä. Sähkömiehen kaapelit on nopeasti vedetty ja ilmanvaihtokanavia on päästy asentamaan jo aikaisessa runkovaiheessa. Ilmanvaihtokanavat kannakoidaan mahdollisimman lähelle kattoon, että kaikki tekniikka mahtuu. Ilmanvaihtokone kannakoidaan kattoon. Ennen alakattojen panelointia on varmistettava, että kaikki

putkien eristykset ja läpiviennit on tehty suunnitelmien mukaan ja säätimet ovat suunniteltujen tarkastusluukkujen kohdalla.

Työvaihetta varten urakoitsija tarvitsee arkkitehdin piirtämät alakattokaaviot, joista näkyy kattokorko, märkätilojen mitat ja tarkastusluukkujen sekä lamppujen ja ilmanvaihdon ohjeelliset sijainnit ja koot. Alakattojen korkeus on usein 2300 mm valmiista pinnasta, jolloin alakattoon jää reilu 300 mm työskentelytilaa talotekniikalle, koska alakattorunko vaatii myös tilaa.

Alakattorunkoon tehdään yläkierto kylpyhuoneen seinille usein laatoitukseen kiinnitetynä. Yläkiertoa ei lyödä suoraan kiinni seinään, vaan väliin laitetaan esim. vanerinpala tai elementtiasennuspala, jotta saadaan pieni ilmarako. Huoneen pidemmässä suunnassa runkokuut asennetaan tasaisin välein (k 600) ja poikittaissuunnassa asennetaan välipuut sopivin välein tarkastusluukut ja muut huomioiden. Runko tuetaan pääasiassa yläkierrosta, mutta tarvittaessa se voidaan paikoin kannakoida ontelon alapintaan.



Kuva 21. Kylpyhuoneen panelointi ja piiloon jäävää talotekniikkaa, Kapelli 2018.

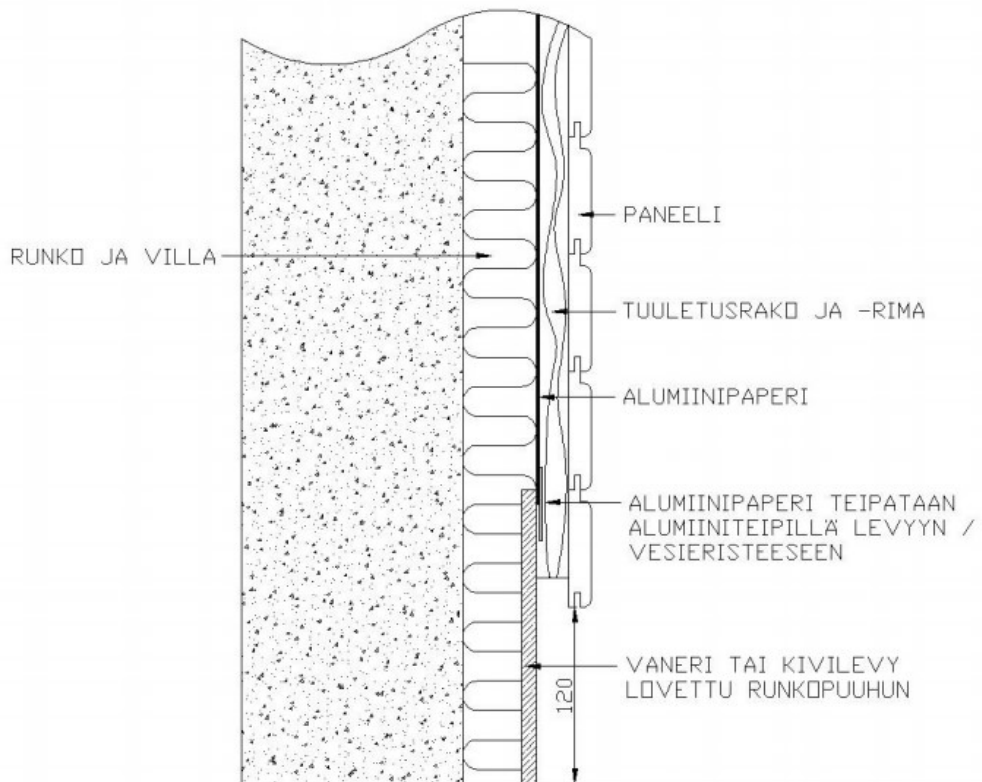
Paneelien asennussuunnat on määritelty alakattokaaviossa ja paneelit tilataan niin, että ne riittävät seinästä seinään. Tarkastusluukkuja pyritään tekemään mahdollisimman vähän, jotta katto näyttäisi yhtenäiseltä. Luukkuja tehdään työn edetessä ja ne katkaistaan täysimittaisista paneeleista, jottei tule sävyeroja. Luukun toisesta sivusta leikataan toinen naaraspontin reuna pois, jotta luukku voidaan nostaa paikalleen ilman ruuvikiinnityksiä. Upotettaville ledivaloille ja poistoilmaventtiilille porataan kuppiterällä sopivat reiät paneelin keskelle tai keskeisesti saumaan. Panelointi viimeistellään reunoja kiertävällä varjolistalla, jolla kierretään myös ilmanvaihtokone. Paneelien ja varjolistan kiinnityksessä täytyy huomioida pieni ilmarako seinän väliin.

4.9.2 Saunojen puutyöt

Saunojen puutöiden toteutusta varten urakoitsijalle annetaan arkkitehdin piirtämät saunakaaviot ja saunadetaljit. Lisätarkennuksia saadaan rakennesuunnittelijan rakennetyypeistä, joissa on määritelty välipohja- ja väliseinäleikkaukset. Alakattokaaviosta nähdään tulo- ja poistoilmaventtiili, jonka lisäksi kattoon saattaa tulla valoja. Putkimiehen ei kuitenkaan tarvitse alakattoon saunan puolella tehdä mitään.

Ennen saunan puutöitä tehdään lattialaatoitukset, joille on tehtävä parin laattarivin ylösnosto seinän alareunaan. Ylösnosto jää osittain seinäpaneloinnin alareunan taakse piiloon, jolloin vesi ei pääse suoraan kosketuksiin eristeiden kanssa ja lattianrajasta saadaan vesitiivis. Ylösnostoa varten täytyy tehdä kevyillä väliseinillä sokkeli, joka voidaan esimerkiksi valaa betonista tai tehdä kivilevystä tai vanerista.

Betoniseinille riittäisi ohuempi SPU Sauna-Satu lämpöeristelevy, jossa on valmiina alumiinipinnoite, mutta kustannusten säästämiseksi on käytetty koko saunassa mineraalivillaa. Sen takia on myös koko saunaan asennettu vanerista tehty alasokkeli. Vaneri tuetaan seinärunkoon, joka on alhaalla vähän kapeampi, jotta ilmarako saadaan toteutettua. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää paksumpia kiinnitysrimoja. Runko on pääsääntöisesti noin 400 mm jaolla, mutta tarkempi jako määräytyy esimerkiksi laudetukien, kiukaan, ikkunoiden ja ovien perusteella. Pystykulmien läheisyydessä on oltava molemmilla seinillä runkokuu, koska kulmaan jätetään muutaman millin tuuletusrako.



Kuva 22. Saunan seinän alaosa detaljikuva, vaihtoehto 2 [Saunatalo, s. 4]

Katon koolaus toteutetaan pitkälti samaan tapaan kuin kylpyhuoneiden puolelle, mutta lisäksi laitetaan lämmöneriste. Tekniikkaa on alakatossa paljon vähemmän, mutta ilmanvaihdon tulo- ja poistoventtiilien paikat täytyy huomioida. Alakaton korko on määritetty arkkitehdin kaaviossa ja se on pääsääntöisesti sama kuin kylpyhuoneessa. Alakattoon täytyy jäädä vähintään 100 mm ilmarako ja saman verran mineraalivillaa, joka asennetaan tiiviisti runkopuiden väliin.

Kun kaikki villat on asennettu, niitataan päälle alumiinipaperi kauttaaltaan ja saumat paikataan alumiiniteipillä. Alumiinipaperointi aloitetaan katosta, josta paperi käännetään katonrajasta vähintään 150 mm alas seinille, että saadaan asianmukainen limitys. Ilmastointikanavien läpiviennit tiivistetään huolellisesti alumiiniteipillä. Alumiinipaperi täytyy vielä tuoda alhaalla sokkelin päälle niin, että se muodostaa tiiviin liitoksen vedeneristeen kanssa. Laatoituksen yläreuna kannattaa vielä varmistaa silikonilla. Seinien ja kattojen

rajat värjätään mustalla sprayllä, ettei ne loista myöhemmin paneelien välistä. [Saunatalo, s.8]

Alumiinipaperin ja runkopuiden päälle lyödään tuuletusrakoa varten rimat, joihin paneelit kiinnitetään vaakasuuntaan. Rimat jätetään päistä vajaaksi, jotta kattopaneelin reuna saadaan seinäpaneelin taakse piiloon ja jää tilaa elämiselle ja ilmaraolle. Ennen panelointia kiinnitetään tukevasta vanerista leikatut laude- ja kiuastuet seinien runkoon. Tukien asennuksessa täytyy huomioida alumiinipaperin väliin jäävän tuuletusraon toteutuminen. Mahdolliset kuituvalojen ja kiukaan termostaatin johdot voidaan asentaa tässä vaiheessa, mutta on varottava naulaamasta johtoihin paneloidessa.

Panelointi aloitetaan katosta. Paneelien etenemä mitataan, jotta reunimmaisista paneeleista saadaan saman levyiset, eikä viimeiseksi paneeliksi jää pelkkä soiro. Ensimmäinen kavennus tehdään urosponntipuolelle eli naarasponntti on asentajaan päin. Etenemän tasaisuutta tarkastellaan ja poikkeamaa korjataan työn edetessä, ettei viimeisestä paneelista tule kiilaa. Kattopaneelin reuna viedään seinäriman yli, jotta se jää piiloon seinäpaneelien taakse.

Seinän vaakapanelointi aloitetaan yläreunasta leikkaamalla urosponntti pois. Seinän ja katon väliin jätetään noin 5 mm:n rako, jotta paneelit pääsevät elämään kosteusvaihteluiden myötä. Kuusipaneeli naulataan päältä, mutta esimerkiksi tervaleppä voidaan kiinnittää naarasponntin sisäpuolelta, jolloin naulanpäät jäävät piiloon. Seinistä ensimmäisenä paneloidaan takaseinä, jonka reunat viedään sivuseinien reunojen taakse piiloon. Seinien väliin jäävän raon määrittämisessä voidaan käyttää apuna esimerkiksi muoviliuskaa. Viimeisenä paneloidaan saunaoviseinä ja asennetaan saunanovi, jonka karmien listoitus myös kylpyhuoneen puolelta kuuluu urakoitsijalle. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi panelointi viimeistellään katon varjolistoilla, mikäli arkkitehti on niin määritellyt. Tämä antaa hiukan enemmän pelivaraa, mutta edelleen tulee huomioida tuuletuksen ja elämisen vaatimat raot.

Lauteiden mitoitus saadaan arkkitehdin saunakaavioista. Urakoitsija ottaa tarkemitat saunan seinien runkovaiheessa lauteita varten, jotka toimitetaan valmiiksi kasattuna paikalle. Urakoitsija tekee tarvittaessa hienosäätöjä työmaalla, jotta lauteet osuvat

kohdilleen. Saunat ovat viimeisten työvaiheiden joukossa, joten ajan ja sotkun säästäminen ovat erittäin tärkeitä.

Lauderunko tehdään yleensä puusta, mutta joskus voi materiaaliksi olla määritetty myös metalliputki. Rungon tukipuut kiinnitetään ennen panelointia laitettuihin asennustukiin. Valmiiksi kasattu ylälauderunko asennetaan tukipuiden päälle. Mahdolliset tukijalat kiinnitetään runkoon ja korkeus saadaan säädettyä oikeaksi muovitassullisilla säätöruuveilla kaadoista huolimatta. Ylälauteen jälkeen voidaan asentaa alalaute samalla tavalla paikalleen ja viimeistellä lauteet kaiteilla ja alapenkillä, jossa on myös muovitassut, jolloin puu pysyy irti kosteasta lattiasta. Laudelautojen väliin ja päihin pitää jättää vähintään 5 mm:n elämisvara. Lauteet kiinnitetään alapuolelta piilokiinnityksellä, jottei metallikannat polta saunoessa.



Kuva 23. Talosauna, Kapelli 2019.

Asuntosauunojen lisäksi saunaurakoitsijalle kuuluu vielä yleisen saunaosaston puutyöt, jotka usein sisältävät myös pukuhuonetiloihin penkkien tekoa ja seinien panelointia. Saunaurakoitsija laittaa tyhjän kiukaan paikalleen saunan lattialle, loppusiivousporukka pe-see kivet ja laittaa ne paikalleen ja sähkömies hoitaa sähköasennukset.

4.10 Keittiöt ja kalusteet (Liite 11)

Tarkasteltavana työvaiheena keittiöt ja kalusteet käsittää tässä työssä keittiökalusteet koneineen, komerokalusteet ja lisäksi kylpyhuonekalusteet. Kohteen kaikki kalusteasennukset pyritään sitomaan yhdelle urakoitsijalle, mutta usein asennukset joudutaan pilkkomaan pienempiin kokonaisuuksiin. Keittiöistä ja kalusteasennuksista tehdään malliasennukset malliasuntoon ja tarkemmat asennuksiin liittyvät asiat sovitaan aloituspalaverissa.

Keittiöitä ja komeroita päästään asentamaan maalin kuivuttua ja kylpyhuonekalusteita varten täytyy olla laatoitukset ja paneloidut alakatot valmiina. Keittiö- ja kalustetoimittajat ovat tiiviisti mukana omien osa-alueidensa suunnittelussa asukasmuutoksia myöten ja tarkat mittakuvat asennuksia varten tulee heiltä itseltään. Keittiö- ja komerokalusteiden tarkemmitaukset on tehtävä jo varhaisessa väliseinävaiheessa, jotta tiedot ehtivät ajoissa tehtäälle.

4.10.1 Keittiökalusteet

Keittiöissä ja kalusteissa yleisesti pahimmat ongelmat liittyvät pitkiin toimitusaikoihin, mikä vaikeuttaa toimituserien ajoittamista, eikä yhtälöä helpota asukasmuutokset. Tämä puolestaan aiheuttaa ongelmia logistiikan ja varastoinnin kanssa. Pienikin viivästys aikataulussa voi tarkoittaa sitä, että koko talo on täynnä kalusteita, eikä maalaustyöt ole vielä valmiit. Lisäksi vaurioituneiden koneiden ja kalusteiden jälkitoimituksiin saattaa kuulua viikkoja, joten tarkastuskierrokset täytyy tehdä hyvissä ajoin. Irtonaiset kodinkoneet ovat myös yksi varkaiden suosikki, joten riskin pienentämiseksi työmaalle täytyy järjestää työnaikainen lukitus ja vartiointi.

Ennen kalusteasennuksia pohjat puhdistetaan pölystä. Kalusteet varastoidaan sisätiloihin, jossa kosteus ja lämpötilaolosuhteet vastaavat lopullisia käyttöolosuhteita. Varmistetaan, että alle jäävät rakenteet ovat kunnossa ja kalustetuet on asennettu väliseinävaiheessa. Tarkistetaan myös putkitusten sijainnit ja vesipisteiden alle tulevat vedeneristykset. Viemäriputki tiivistetään allaskaapin yhtenäiseen pohjaan, jonka vedeneristys toteutetaan matolla ja astianpesukoneen alle laitetaan vuotokaukalo.



Kuva 24. Keittiökalusteet, Kapelli 2018. Kalusteet asennettu vaneripalojen päälle vastaamaan parketin korkoa. Tällöin allaskaapin ja mahdollisesti jääkaapin alle tulevat vuotokaukalot eivät valuta vesiä parketin alle vaan päälle ja vuoto havaitaan nopeasti.

Keittiökalusteurakka sisältää myös keittiön kodinkoneiden asennuksen, jotka usein ovat integroituna kalusteisiin. Keittiöiden alle laitetaan korokepalat esimerkiksi vanerista, jotta kalusteet saadaan oikeaan korkoon ja parketin reuna saadaan piiloon kalustesokkelin alle. Suuri kuormitus parketin päällä saattaa vääntää sitä ja pullauttaa huoneen toiselta puolelta jalkalistan irti, minkä takia kalusteiden kohdalle pitäisi tehdä liikuntasärmä joka tapauksessa. Lisäksi piiloon jäävä vaneri on paljon halvempi ratkaisu kuin parketti. Kun kalusteet ovat oikeassa korossa, kalustesokkeli mahtuu aukeamaan ja astianpesukoneen alle laitettavan muovisen vuotokaukalon reunat saadaan tuotua parketin päälle,

jolloin vesi valuu parketin päälle, eikä sen alle. Kalusteiden korkoa pystyy usein säätämään myös kalusteiden jalkoja ruuvaamalla, mutta vanerin avulla jää enemmän pelivaraa.

Taloteknisten työvaiheiden yhteensovittaminen kalusteasennuksien kanssa tuottaa usein ongelmia varsinkin keittiön ja kylpyhuoneen allaskaappien putkituksissa. Putkimies hoitaa kylpyhuoneiden ja keittiöiden hanat ja muut vesikalusteet loppuun kalusteasennuksien jälkeen. Sähköjen vetäminen irralliselle saarekkeelle ja pistorasioiden sijoittelu voivat aiheuttaa myös päänvaivaa. Kodinkoneiden asennukset sidotaan osaksi keittiöiden kalusteasennusta, johon tarvitaan kaveriksi sähkömies. Lisäksi esimerkiksi jääkaappin ja muiden koneiden pistorasiat piilotetaan kalusteiden taakse, jolloin niille täytyy tehdä siistit läpiviennit. Liesituulettimen asennuksien limitys kalusteasennuksien yhteyteen taas täytyy järjestellä sekä ilmanvaihto- että sähkömiehen kanssa. Mikäli keittiö ei ole alaslaskun alla, voi liesituulettimen putkelle joutua tekemään koteloinnin.

Kalusterungon jälkeen asentaja mittaa keittiötason mitat, johon leikataan valmiiksi altaalle reikä. Keittiötason reunat sekä hanojen, pesualtaan ja liesitason reunat tiivistetään silikonilla. Kosteuden pääseminen kalustelevyjen sahatuille pinnoille on estettävä, koska lastulevy ei kestä sitä erityisen hyvin. Kalusterungon lopullista suoruutta voidaan säätää säätöjaloilla tai pienillä kiiloilla.

Yläkaappien kiinnittämistä varten voidaan käyttää apuna väliaikaista ohjurilautaa. Keittiön ylä- ja alakaappien väliin jäävä tila (välitila) laatoitetaan keittiötasoasennuksen jälkeen ennen hanan asennusta. Keittiötaso on suojattava laatoituksia varten esimerkiksi kovalevyllä. Kalusteovet asennetaan paikalleen viimeisenä ja tarvittavat säädöt tehdään saman tien. Kalusteiden pinnassa on valmiiksi suojakalvo. Kalustesokkelit voidaan kiinnittää paikalleen vasta parkettiasennuksien jälkeen, joten ne täytyy varastoida niin, ettei ne vaurioidu odottaessa.

4.10.2 Komerokalusteet

Komerokalusteet asennetaan samalla kierroksella keittiöiden kanssa ennen parkettiasennuksia. Myös komeroita varten tehdään tarkemittaukset ja kalustetuet väliseinävaiheessa. Parketit viedään komeroiden kalustesokkelia vasten ja päälle lyödään jalkalista.

Komeroiden asennuksessa ei tarvitse yhteensovittaa aikatauluja taloteknisten työvaiheiden kanssa samalla tavalla kuin keittiöissä. Talotekniikka kulkee pääsääntöisesti komeroitten yläpuolella olevassa alaslaskussa ja väliseinien sisällä. Kalusteita kiinnittäessä onkin varmistettava, ettei osu ruuvilla seinien sisällä olevaan tekniikkaan. Erityishuomiona märkätilojen käyttövesiputket ja väliseinissä kulkevat sähköjohdot.

Komerokalusteiden kanssa täytyy erityisesti suunnitella toimitusten ajoitusta ja varastoinnin järjestämistä sisätiloissa. Komerot on tarkoitus saada samaan urakkaan keittiöiden kanssa ja samalla kerralla tehtyä, joten urakoitsijan kanssa täytyy sopia mahdollisuudesta pieneen porrastukseen toimituksissa esimerkiksi välivarastoinnin avulla. Osaan kylpyhuoneista tulevat pyykkikaapit kuuluvat komerokalusteisiin ja niiden ajoittaminen muuhun komerokalustamiseen voi olla hankalaa, joten ne tehdään erillisenä kiertona. Keittiökalusteet varastoidaan olohuoneeseen ja komerokalusteet makuuhuoneisiin.

4.10.3 Kylpyhuonekalusteet

Ennen kylpyhuonekalusteita täytyy olla vähintään laatoitukset tehtynä ja mielellään myös paneloidut alakatot, jotta kolhiintumisriski olisi mahdollisimman pieni. Optimitilanteessa sekä alakattojen paneloinnit että saunat on saatu valmiiksi ennen kalustusten aloitusta. Kalusteet tulevat työmaalle valmiiksi koottuna.

Kylpyhuonekalusteasennuksissa täytyy yhteensovittaa tekeminen putkimiehen kanssa, joka tekee allaskaapin putkitukset ja hana-asennukset sekä samalla kierroksella suihkujen asennukset. Allaskaappien yhteyteen tulee usein lisäksi vielä bidee eli käsisuihku. Allaskaappiin ei kylpyhuoneessa ruveta tekemään vedeneristystä, koska usein vetolaahtikot ovat lovettuja tai lyhyempiä, jolloin vesiputkien vuodot valuvat suoraan laattalattialle, eikä kaapin pohjalle tai laatikoihin. Altaan ja seinän väli sekä hananympärys täytyy tiivistää silikonilla.

Peilikaappien ja valopeilien sähköasennuksia varten tarvitaan sähkömies. Sähköjohtojen oikeat korot täytyy tarkastaa betoniseinillä, koska tarkastaminen ennen laatoitustöitä on tärkeää, koska jälkikäteen korjaaminen on erittäin kallista ja turhauttavaa.

Ilmanvaihtokoneen alle tulevan pesutornin mahtuminen voi tuottaa ongelmia. Pyykkikoneiden ja -tornien asentaminen ei kuulu kalusteasentajalle, vaan pääurakoitsija järjestää niiden siirrot ja putkimies kytkennät. Aikaisemmissa kohteissa on kodinkoneet ja pyykki-kaappi eroteltu muusta kylpyhuoneesta tilanjakajaovilla, mutta tulevaan kohteeseen näitä ei tule.



Kuva 25. Tarkastuksia tekemässä, Kapelli 2019.

5 Johtopäätökset

Tärkeiden työvaiheiden tarkastelun pohjalta saatuja muistilistoja voidaan käyttää työnjohtajien tehtäväsuunnitelmien pohjana tulevissa kohteissa. Usein työnjohtajien tehtäväsuunnitelmat jäävät hyvin alkeellisiksi tai pahimmillaan toimitaan pelkän muistin varassa. Varsinkin kiireessä virheiden määrä kasvaa ja laatu kärsii. On siis hyvä olla olemassa valmiita muistilistoja, joihin voi tukeutua työvaiheiden laadun varmistamiseksi.

Muistilistoja voidaan täydentää tehtäväsuunnitelmiin kohdekohtaisilla tarkennuksilla. Tulevista hankkeista saatujen käyttökokemusten perusteella myös itse muistilistoja voidaan tarvittaessa tarkentaa ja täydentää. Tällöin työvaiheiden laadunvarmistus paranee entisestään ja myös yrityksen toimintatavat yhtenäistyvät. Tulevaisuudessa muistilistoja voidaan tehdä myös muista työvaiheista tai työvaiheen osista. Esimerkiksi elementti-asennukseen liittyy suuri määrä pienempiä työvaiheita, joista voisi tehdä omat muistilistat, kuten elementtien tuenta tai pystysaumapumppaus.

Muistilistoista on hyötyä etenkin uransa alkutaipaleella olevalle työnjohtajalle tai työmaainsinöörille. Myös uudet toimihenkilöt saavat muistilistoista kuvaa Westpron työnjohdon toimintatavoista tietyissä työvaiheissa. Samalla vähenee tarve etsiä tietoa virallisemmista rakennusalan julkaisuista ja aikaa säästyy.

Työ on ollut tekijälleen hyvä tilaisuus syventyä eri työvaiheiden toteutukseen, mikä antaa hyvää pohjaa toimia tulevaisuudessa myös työnjohtajana. Työmaainsinöörinä työstä on ollut hyötyä muuhunkin suunnitteluun, kuten yleisaikataulun ja aluesuunnitelman tekoon sekä kustannusten arvioimisessa. Työmaan laadunvarmistusdokumentteja on myös hyvä lähteä tekemään työn pohjalta. Työtä varten käytyjen keskusteluiden pohjalta ja luonnoskuvia läpikäymällä on löydetty paljon asioita, joita on voitu korjata jo suunnitteluvaiheessa.

6 Yhteenveto

Laatu on moninainen käsite, jota on vaikea yksiselitteisesti määritellä, koska sitä voi tulkita niin monella eri tavalla. Laatu on myös laaja käsite, johon liittyy tiiviisti muita isoja kokonaisuuksia, kuten aikataulu ja kustannukset. Laatua on hankalaa käsitellä ilman, että edes jollain tasolla käsittelisi muita kokonaisuuksia, vaikka ne pääsääntöisesti olisivatkin rajattu lopputyön ulkopuolelle.

Tässä työssä on laadunhallintaa pyritty tehostamaan aukaisemalla merkittävimpien työvaiheiden kriittisiä asioita, joiden onnistuminen antaa hyvän pohjan koko työmaan onnistumiselle. Hyvällä tuotannonsuunnittelulla pystytään ratkaisemaan ongelmia jo ennen rakennusvaiheen alkua ja työmaalla jää enemmän aikaa päivittäisten ongelmien ratkaisemiseen. On tärkeää päästä tulipalojen sammuttamisesta ongelmien ehkäisemiseen. Työnjohtajat suunnittelevat työvaiheiden suorittamisen hyvin ja varautuvat mahdollisiin ongelmiin jo etukäteen.

Työvaiheiden käsittelyitä voidaan käyttää erilaisten suunnitelmien pohjana. Elementtiasennussuunnitelma ja aluesuunnitelma saadaan helposti tehtyä elementtiasennusta varten suunnitellun rakennusjärjestyksen ja torninosturimitoituksen pohjalta. Myös työnjohtajien tehtäväsuunnitelmat on helppo tehdä työn pohjalta. Tuotannon näkökulmat hankintoja ja aloituspalavereita varten ovat työssä hyvin esillä.

Aikaisempien kokemusten pohjalta suurin syy laatupoikkeamiin on ehdottomasti kiire ja aikatauluviiveiden aiheuttamat logistiset ongelmat. Työssä ei syvennytty tarkemmin aikatauluhallintaan, mutta on tuotu esille aikataulun merkitystä esimerkiksi kalustusvaiheeseen. Liian tiukka aikataulu ei yksistään aiheuta kaikkea kiirettä, vaan myös puutteellinen tuotannonsuunnittelu johtaa virheisiin ja viivästyksiin.

Varautumalla ongelmiin etukäteen ja pitämällä laadunhallinta hyvällä tasolla, pysytään myös paremmin aikataulussa. Tällöin jää enemmän aikaa yleiselle laadunvarmistukselle ja saadaan suuremmalla todennäköisyydellä työvaiheet kerralla kuntoon. Viimeistelyvaiheen kiireettömyys heijastuu takuuvarmasti myös asukkaan kokemaan laatuun. Ensivaihtelma on erittäin tärkeä ja huonoa vaikutelmaa voi olla vaikea muuttaa.

Lähteet

Elementtifakki (kuva 15). Finnform: www.finnform.net/tuotekuvat/elementtifakki.jpg. Luettu 16.9.2019.

Heiska, Koskenvesa: Betonielementtien turvallinen asennus. Betoniteollisuus ry, 2010: www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23634/Betonielementtien%20turvallisen%20asennus.pdf. Luettu 16.9.2019.

Kemppainen, Jani: Rakennustöiden laatu 2017. Talonrakennusteollisuus ry, 2016.

Koskenvesa ym.: Laadukasta rakentamista – työmaan hyviä käytäntöjä. Talonrakennusteollisuus ry, 2015.: https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/laadukasta_rakentamista_2015_netti_isbn_.pdf. Luettu 4.11.2019.

Lillrank, Paul: Laatuajattelu. Otava, 1998.

Nissinen, Sampsa: Märkätilan vedeneristys ja laatoitus – oikeat työmenetelmät. Rakennustieto: www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010506.pdf. Luettu 14.10.2019.

Parman ontelo- ja kuorilaatatot asennus- ja työmaaohje 2015: http://parma.fi/userassets/uploads/documents/2018/06/parman_ontelo_ja_kuorilaatatot_asennus_ja_tyomaaohje_2015_web.pdf. Luettu 16.9.2019.

Puurunkoisen väliseinän levytys, saumaus ja kulmasuojaus. Rakentaja.fi, 2019: www.rakentaja.fi/artikkelit/10914/puurunkoinen_valiseina_ja_kipsilevyn_asennus_seka_sauhaus.htm. Luettu 7.10.2019.

RT-kortisto – laatua rakentamiseen. Rakennustieto: <https://www.rakennustieto.fi/rt>. Luettu 26.8.2019.

RYL – rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto: <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ryl.html>. Luettu 5.8.2019.

Saunan rakentaminen ja remontointi. Saunatalo: www.saunatalo.fi/ckeditor/plugins/fileman/Uploads/Saunan%20rakentaminen%20ja%20remontointi.pdf. Luettu 28.10.2019.

Sisäseinien maalaaminen. Tikkurila: https://www.tikkurila.fi/files/26885/Tikkurila_info-kortti_Sisaseinien_maalaus.pdf. Luettu 21.10.2019.

Laadunvarmistusmatriisi

LAADUNVARMISTUSMATRIISI - KRIITTISET TYÖVAIHEET									
083 SANSTUGA		LINJALOISTONKATU 11, 02330 ESPOO							
LAADUNVARMISTUSTOIMI AIKATAULUTEHTÄVÄ	TEHTÄVÄSUUNNITELMA	ALOITUSPALAVERI	MALLITYÖ	TARKEMITTAUS	ONGELMIIN VARAUTUMINEN	OMA VALVONTA/LAATURAPORTTI	KOKEET, MITTAUKSET	TARKASTUKSET	VASTAANOTTOKATSELMUS
MAANRAKENNUS JA LOUHINTA		X						X	X
PERUSTUKSET	X	X	X	X	X	X		X	X
ELEMENTTIASENNUKSET	X	X	X	X	X	X			X
VESIKATTOTYÖT	X	X	X		X	X	X		X
VÄLISEINÄT JA KIPSIALAKATOT		X	X			X			X
LATTIAVALUT					X		X		X
LAATOITUS- JA VEDENERISTYSTYÖT		X	X			X	X	X	X
TASOITE- JA MAALAUSTYÖT		X	X		X	X	X		X
SAUNAT JA PANELOIDUT ALAKATOT		X	X	X	X				X
KEITTIÖT JA KALUSTEET		X	X	X	X				X

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



MAARAKENNUS JA LOUHINTA

LOUHINTA

- määrän ja sitä kautta aikataulun ja kustannusten arviointi hankalaa
- pitkä lupaprosessi
- naapuritalojen katselmointi ja informointi
 - ulkopuolinen värinämittaus ja katselmoinnit ennen ja jälkeen louhinnan
- kaikki louhinnat yhdellä kertaa
- meluhaitat
- suojaaminen, lentävät kivet, työturvallisuus
- mahdolliset kallionhalkeamat
- maanajon aiheuttama liikenne
- mahdolliset talviolosuhteet
- liittymien kanavat
- mahdollisten yhtäaikaisten työvaiheiden limitys
 - perustusten muuttityöt, valut louhintojen jälkeen
- korkeuserot, luiskaukset
- huolehdittava valumavesien pääsy pois louhituilta pohjilta

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



MAARAKENNUS

- suunnitelmien ristiriidattomuuden varmistaminen
 - liittymät ja muut putki- ja kaapelilinjat
 - istutukset ja säästettävät puut
- työmaa-alueen rajausta, säästettävien puiden suojauksen varmistus
- kalliopintojen puhdistus ennen louhintaa
- työmaatie, varastoalueet ja työmaakoppien pohjat
- ennen torninosturia asennettavat viemärijärjestelmät
- torninosturin ja elementtifakkien pohjien tiivistys
- maadoituskupari
- perustusten pohjien kantavuuden varmistus pudotuspainokokeella (Loadman)
- täytöt oikealla materiaalilla ja raekoolla
- alapohjan viemärit ja kaivot
- kaivojen oikea sijainti, kaadot
- mittamies tarkastaa pintojen korot ennen työn vastaanottoa
- vastaanottotarkastukseen sekä maarakentaja että pihaurakoitsija

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



PERUSTUKSET

- mittamies merkitsee perustusten tarkat paikat
- perustusten raudoitus- ja muottitöitä voidaan tehdä jo louhintavaiheessa
- **raudoitustarkastus rakennesuunnittelijan kanssa ennen valuja**
- perustusten valut mielellään louhintojen jälkeen
 - vähintään louhintojen keskeytys
- etukäteen tehtävien anturoiden rautojen suojaus
 - esim. torninosturiradan alle jäävät
- maadoituskuparin varmistus
- valut
 - pumpun pystytyspöytäkirja
 - betonointipöytäkirja
 - mahdolliset rakennesuunnittelijan määrittämät koepalat
- elementtiasennusurakoitsija ottaa mestan vastaan

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



ELEMENTTIASENNUS

Elementtisuunnitelma

- asennusjärjestys
- vähimmäistukipinnat
- elementtien kiinnittäminen
- erityistoimia edellyttävät elementit
- mittausjärjestelmä ja toleranssit
- asennuksen aikainen tuenta
- kiinnityshitsaukset materiaaleineen
- vaatimukset talvibetonoinnille ja lämmitystavalle

Nostot

- nostotyösuunnitelma
 - torninosturin ja ajoneuvonosturien toiminta
 - muut rakennukset
 - sääolosuhteet
- elementtien kiinnitykset
 - varmistusketju
- asentajilla ja nosturikuskilla näkö- tai puhelinyhteys
- nostoalueen alla ei saa työskennellä
- tuulisuus
 - 10 m/s arvioidaan vaarat, noudatetaan erityistä varovaisuutta
 - 15 m/s ei tehdä nostoja
- työturvallisuus
 - henkilökohtaiset suojavarusteet ja suunnitelmien mukainen putoamissuojaus
 - nostolaitteiden ja -apuvälineiden tarkastus

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA

**Purku ja varastointi**

- purkutelineet ja fakit
 - tarkastukset ennen käyttöönottoa
 - valjaiden käyttö
- elementtien vastaanottotarkastus
- elementtitoimitusten oikea tahdistus

Elementtiasennus

- oikea työjärjestys
- **työturvallisuus**
 - vastaanotto, varastointi, nostot, asennus, tuenta, putoamissuojaus
 - elementtitukien poistamiseen rakennesuunnittelijan lupa
 - kaiteiden ja muiden putoamissuojauksien ensiasennus elementtiasentajien vastuulla
 - henkilökohtaiset suojarusteet ja pätevyudet
 - **erityishuomio valjaiden käytössä**
 - kaluston tarkastus
- **mitat ja korot**
- valaistus, suojaus, lämmitys, lämpötilan seuranta
- **runkovaiheessa holville nostettava materiaali (ei seinälinjojen kohdille)**
 - putoamissuojausmateriaali ja elementtituet
 - väliseinämateriaali, kylpyhuoneraudat, LVI-tarvikkeet
 - mahdollisuuksien mukaan sähköpää- ja lämmönjakokeskus
 - vesikattomateriaali ja mahdollinen sääsuoja

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



VESIKATTOTYÖT

- logistiikka
- putoamissuojaus
 - kaiteet, valjaat
- mahdollinen sääsuoja
- vesikaton puutyöt
 - räystäspohjat
 - talotekniikalle pukit ja kotelot
 - kaatorimat
 - kaadot kaivoille
- talotekniikan varmistus ennen valuja
 - talotekniikan asiantuntija varmistamaan
- höyrynsulku
 - tulityöt
 - sammuttimet, luvat ja pätevyudet
 - aikaisin mahdollinen aloitus väliseinien levytyksille ja kaatovaluille
- lämmöneristeiden asennus
- papupäivä
- pintavalu
- pohja- ja pintakermien asennus
 - saumojen limitys
 - ylösnostot
 - läpivientien tiivistykset
- vesikaton painekoe
 - vedeneristysurakoitsija
- peltityöt

KIPSILEVYVÄLISEINÄT JA -ALAKATOT

- **levyniput ja rangat nostetaan kerroksiin runkovaiheessa**
- nippujen suojaus
- pohjakuvat ja alakattokuvat urakoitsijalle
- onteloiden tyhjäys vedestä ennen töiden aloitusta
- **väliseinärunkoja voidaan tehdä jo runkovaiheessa**
 - lattiakiertoisessa lämmityksessä käytettävä korkeampaa alarankaa
 - rangat muuten metallista paitsi oviaukot ja saunat puusta rakennesuunnitelmien mukaan rankajako huomioiden
 - alakattorangat metallia
 - kalliimpi materiaali, mutta nopeampi asentaa ja todennäköisesti halvempi neliöhinta
 - vältetään puurankojen eläminen ja katon halkeilu
 - ryhmäkeskuksien kohdalla käytetään leveämpää rankaa, jotta keskus saadaan upotettua
 - metallipystyrangat läpät alaspäin, jotta sähköjen veto sujuvaa
 - **tekniikkahormeihin (elppoihin) kiinnitettäviä rankoja ei saa ampua kiinni (vesivahinko)**
- **korot mittamiehen tuomasta metrin korosta**
- väliseinälinjat voidaan mitata myös omana työnä
- väliseinien työpuolet kylpyhuoneissa valmiiksi ennen kaatovaluja muuteiksi
 - valut aikaisintaan höyrynsulun jälkeen
- kylpyhuoneissa ja vessoissa käytetään märkätiloihin soveltuvaa erikoiskovaa kipsilevyä, muualla tavallista
- työpuolien levytys höyrynsulun jälkeen talo alhaalta ylös
- väliseinien sähköt ja kuivien tilojen tekniikka-asennukset
- tuplaus ja alakatot toisella kierroksella
- levysaumot eri kohtiin seinän eri puolilla
- läpiviennit kuppiterällä, ei nyrkillä
- alakattolevyjen nosto nostimella
- tarkastusluukut, lamppujen paikat alakattokaaviosta
- **kalusterunkoja varten vahvistusvanerit**

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



LATTIAVALUT

- betonointisuunnitelma
- pumpun pystytyspöytäkirjat
- betonointipöytäkirjat
- valupohjat siistit
- valumuottien ja irrotuskaistojen asennus ennen valuja
- **raudoituksien ja kaatojen tarkastus ennen valuja**
- **vesikatto vedenpitävä ennen valuja**
 - vähintään höyrynsulku
- kohteen rauhoitus
- valujen tiivistys sauvatäryttimellä
- lämmön- ja kosteudenhallinta
 - ilman lämpötila vähintään 20°C ja suhteellinen kosteus (RH) 50%
- **kosteusmittaukset pinnoituskuivuuksien selvittämiseksi**

Maanvaraiset lattiat

- pohjatäyttöjen tiivistykset tehty, alapohjan viemärit ja putket asennettu
- lämmöneristeiden asennus omana työnä
- **raudoituksien tarkastus ennen valuja**
- liikuntasaumot
- autohallin pinnoite ja hierto
- **erillisvalut lämmönjako- ja sähköpääkeskuksien lattioille, jos keskukset halutaan paikalleen jo runkovaiheessa**

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



Kaatolattiat

- **valmistelevat työt käyntiin mahdollisimman nopeasti rungon noustessa**
 - putkityöt (kylpyhuonehajotukset)
 - raudoitukset
 - lattialämmityskaapeli(t)
 - betoninkovetuskaapeli
- väliseinien ykköspuolel kylpyhuoneiden osalta muoteiksi
- **raudoituksen, putkien ja kaatojen varmistus ennen valuja**
 - **valokuvat joka kylpyhuoneesta ennen valuja**
 - kosteusmittausta varten mittauspisteet
- **oikeat kaadot valuvaiheessa**
 - suihkut 1:50, muualla 1:100
- sementtiliimojen hierto pinnasta pari viikkoa valujen jälkeen
- mahdollinen suojaus muovilla pariksi viikoksi valujen jälkeen
- pinnoituskuivuus laatoitusta ja vedeneristystä varten RH 90 %
 - kuivumisaika aikatauluun vähintään 8 viikkoa

Plaanot

- plaanosiilojen paikkojen määrittäminen
- lopullisen plaanopinnan mittaaminen ja merkintä
- liikuntasaumojen määrittäminen
- **ennen valua**
 - kipsilevytyöt
 - saumavalut
 - elpojen kiinnitysvalut
 - patterien läpivientien valut
 - tartuntapohjusteen (praimerin) levitys
- parkettien pinnoituskuivuus RH 85 %

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



LAATOITUS- JA VEDENERISTYSTYÖT

- kaatojen tarkastus ja korjaus
- seinien oikaisut tehty ja suoruuden tarkastettu
- pinnoituskuivuudet saavutettu
 - betonipinnan suhteellinen kosteus enintään RH 90 %
- oikea työjärjestys: seinät ennen lattiaa
- laattojen määrälaskenta, tilaukset ja toimitukset
 - hukat, polttoerät ja toimituserät
 - asukasmuutokset
 - ei käytetä teräväreunaisia laattoja
- tartuntapinnoite (primer) ennen vedeneristystä
- saumojen, nurkkien läpivientien yms. vahvistukset kankaalla ja tiivistys vedeneristysaineella
- vedeneristys limitys vähintään 50 mm
- seinien vedeneristys alakaton yläpuolelle
- oikea laattajako kylpyhuonekaavioiden mukaan
- seinät laatoitetaan ensimmäisellä kierroksella alinta riviä lukuun ottamatta
- saumanarun tai -ristin käyttö vaakasaumoissa
- ulkonurkissa käytetään vakiona muovista kulmalistaa, ellei muuten ole määrätty
- oikeat työvälineet laattojen leikkauksessa
- lattian vedeneristys seinälaattojen jälkeen
 - ylösnosto seinälle ja seinän vedeneristys päälle
- vedeneristys koepalat joka huoneesta
 - lattiasta ja seinästä
 - vedeneristys paikkaus
- kaivojen vedeneristys
 - ensimmäinen kerros koko alue
 - toisella kierroksella kaivoa pienempi reikä
 - reunat käännetään kaivoon kiristysrenkaan alle
- kynnyksen vedeneristys

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



- nostettava vähintään 15 mm valmista lattiapintaa ylemmäs
- laattojen koputtelu kiinnittymisen varmistamiseksi
- tartuntojen varmistus yhden laatan irrotuksella
- **saumalaasti muissa saumoissa paitsi seuraavissa elastinen sauma**
 - lattian ja seinän raja
 - laatoituksen sisä- ja ulkonurkat
 - muut liikuntasaumat
 - suihkun sekoittajalle tulevien putkien reunat
- saumauksen jälkeen pinnan puhdistus

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



TASOITE- JA MAALAUSTYÖT

- **lämpö päällä, vaippa ummessa**
- betonipintojen ja levyseinien oikaisu tehty ennen tasoitettöitä
 - onteloiden tyhjennysreikien paikkaus
 - betonielementtisaumojen käsittely ennen tasoitettöitä
 - vedeneristys ja vahvikekangas
- vesi ja sähkö kerroksiin pääurakoitsijalta
- materiaalien varastointi
 - kastumisen ja jäätyksen estäminen
- **kerroksen rauhoitus työvaiheen ajaksi**
- kunnollinen valaistus
- suojaukset
- **sopivat olosuhteet**
 - noin 15°C (vähintään +5°C), korkea ilman suhteellinen kosteus (RH)
 - pinnan ja alustan lämpötilaero enintään 3 astetta
 - tasoituksen ja maalauksen aikana ei tuuletusta
 - varmistetaan mittauksin
- **puhtaat pohjat, imurointi ennen maalaustöitä**
- saumanauhat, kulmanvahvikkeet, saumojen häivytyt
- asuntojen tasoitetyöt 2,5 kertaan, porrashuoneet ja muut tilat riittää lähtökohtaisesti 1,5
- tasoituksen jälkeen akryylit rakenneliitoksiin
- tasoituskorjaukset ennen maalauksia ja ohut pohjamaali tasoitteen päälle
- pohjamaali pidentää varsinaisen maalin aukioloaikaa ja parantaa lopullista pintaa, kun maali ei kuivu liian nopeasti
- alakatot maalataan
- katonrajan mahdolliset valorajat alaslaskettujen kattojen alueelle ja tehosteseinille
- **maalaustöistä mallikatselmus malliasuntoon**
 - ulkonäköluokka 2
 - tarkastelu kohtisuoraan 1,5 m päästä normaalivalaistuksessa

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



- vastaanottotarkastukset kerroksittain ennen maksuerän hyväksyntää
- suojien poisto ja tuuletus maalaustöiden jälkeen
- peltitarkastusluukut maalauksien jälkeen
- porrashuoneiden koosta riippuen tasoite- ja maalaustyöt tehdään samalla kierroksella asuntojen kanssa tai ylhäältä alas asuntojen jälkeen
- alle 2 metriset telineet urakoitsijan vastuulla, isommat pääurakoitsijan
- ulkomaalaukset omana kiertonaan
 - ennen parvekekaiteita
 - vältettävä suoraa auringonpaistetta ja sadetta
 - vähintään +5°C
- tasoite- ja maalijätteiden asiallinen hävitys urakoitsijan vastuulla

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



SAUNAT JA PANELOIDUT ALAKATOT

Paneloidut alakatot

- laatoitukset tehty, vedeneristys vedetty alakaton alareunan yläpuolelle
- alakaton talotekniset työt tehty
- runko tuettu pääasiassa seinästä, tarvittaessa kannakointi katosta
- runkopuut vääntyvät helposti muodottomiksi, jos saavat kosteutta
 - varastointi, kosteudenhallinta
- tarkasteluluukkujen, valojen ja ilmastointiventtiilien paikat ja toteutus
 - mahdollisimman vähän luukkuja
 - alakattokaavion mukaan
 - katkaistaan täysimittaisista paneeleista sävyerojen välttämiseksi
 - luukun toisesta sivusta leikataan toinen naarasponnin reuna pois, jotta voidaan nostaa paikalleen ilman ruuvikiinnityksiä
- tuuletusrako seinän ja katon rajassa
- panelointi viimeistellään kiertämällä reunat varjolistalla
- ilmanvaihtokone (LTO) kierretään varjolistalla

Saunat

- talotekniikka valmis
 - tulo- ja poistoilmaventtiilit
 - sähkö kiukaalle
- lattialaatoitus valmis
- pystyrunkopuiden sijoittelu
 - kiinnitysrimojen kiinnitysalustana
 - lauteiden ja kiukaan kiinnitystuet
 - panelointi
- mineraalivillaaeristys
- alumiinipaperi kauttaaltaan

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



- katto ensin, limitys seinälle 150 mm
 - saumat, läpivientien tiivistys alumiiniteipillä
 - kulmien värjäys mustalla sprayllä, ettei loiste raoista
- **lattialaatoituksen ylösnoston yhteensovitus alumiinipaperin kanssa**
 - alumiinipaperi teipataan vedeneristeen päälle vanerisokkelin yläreunaan
 - laatoituksen yläreuna kannattaa varmistaa silikonilla
- **kiinnitysrimat**
 - paneelin kiinnitysalustana
 - tekevät tuuletusraon alumiinipaperin ja paneelien väliin
 - jätetään päistä vajaaksi
 - paneelin reunat piiloon
 - elämisvara
 - tuuletus
- kuituvalojen johtojen asennus tuuletusrakoon
- panelointijärjestys
 - katto, vastakkainen seinä, sivuseinät, oviseinä, saunanovi ja listoitus
- laudeasennukset
 - tarkemitat saunan seinien runkovaiheessa
 - asennustuet lauteille ja kiukaille ennen panelointia
 - paneloinnin jälkeen rungon tukipuut kiinnitetään asennustukiin
 - valmiiksi kasatut lauderungot asennetaan tukipuiden päälle
 - hienosäätö paikan päällä
 - kaiteet ja mahdolliset tukijalat
 - alapenkki
- urakoitsija asentaa tyhjän kiukaan paikalleen
 - loppusiivoojat latovat kivet
- talosaunan mahdolliset erillistyöt
 - pukuhuoneen penkit

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



KEITTIÖT JA KALUSTEET

- **toimitusten aikataulutus**
 - pitkät toimitusajat
 - varastointien minimointi
 - valmiiksi koottuina työmaalle
 - **mitoitukset tehdasta varten väliseinävaiheessa (keittiöt ja komerot)**
- **kalusterunkojen tuet väliseinävaiheessa kevyille väliseinille**

Keittiö

- **maalaustöiden perään**
- **vaneri keittiökalusteiden alle, jotta korkomaailma pysyy kunnossa**
 - kalustesokkeli mahtuu aukeamaan
 - vuotokaukalon reunat parketin päälle
- **allaskaapin pohjan vedeneristys matolla, putken läpiviennin tiivistys liimamassalla**
- **taloteknisten töiden yhteensovitus kalustuksen kanssa**
 - putkimies: vesikalustus allaskaapissa
 - **putkiratkaisu allaskaapissa selvittävä**
 - sähkömies: kodinkoneiden sähköasennukset, pistorasiat, valot, katkaisijat
 - ilmanvaihto: liesituuletin
- **keittiötason mittaus ja asennus**
- **välitilaan laatta, lasi tai maalipinta**
- **keittiötason liityntäsaumat muihin rakenteisiin varmistetaan silikonilla**
- **asukasmuutosten toteutumisen varmistaminen**
- **kalusteiden ja koneiden vaurioiden tarkastus jälkitoimituksia varten**

Komerot

- **yhdessä keittiökalusteiden kanssa maalaustöiden perään ennen parkettiasennuksia**
- **väliseinän sisällä kulkevan talotekniikan varominen seinäkiinnityksissä**
- **pyykkikaappien ajoittaminen muihin asennuksiin**

TYÖVAIHEEN MUISTILISTA



Kylpyhuonekalusteet

- laatoituksien ja paneelitöiden jälkeen
- altaan ja seinän väliin sekä hanan ympärille silikonisauma
- sähköt peilikaapille
- vesikalustus putkimies