

Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Etuputsityön kustannusten- ja laadunhallinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

15.9.2020

Tekijä Otsikko	Kari Hytönen Etuputsityön kustannusten- ja laadunhallinta
Sivumäärä Aika	47 sivua + 3 liitettä 15.9.2020
Tutkinto	Rakennusmestari
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	Talon rakennus
Ohjaajat	Eero Haverinen, Kehityspäällikkö Timo Riikonen, Lehtori
<p>Opinnäytetyö tehtiin Peab Oy:n Pääkaupunkiseudun asuntorakentamisen yksikölle. Tämän yksikön toimialaan kuuluu sekä urakkaliiketoimintaa että omaperusteista tuotantoa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miksi etuputsityövaiheen kustannuksissa on prosentuaalisesti suuria vaihteluita eri työmaiden välillä. Tutkimuksessa huomioitiin työmaiden väliset suuruus erot, sekä mahdolliset tavoitearvion ylitykset.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä edellisten työmaiden litterakohtaiseen kustannusten muodostumiseen, sekä yrityksen tapaan muodostaa tavoitearvio. Tutkimuksen yhteydessä toimittiin kyseisen työvaiheen työnjohtajana, sekä osallistuttiin tarkemman kustannusarvion tekemiseen, tarjouspyyntöjen lähettämiseen, sekä tarjousvertailun ja urakkasopimuksen laatimiseen, muodostaakseen tarkemman kuvan kustannusten kertymisestä.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena luotiin työnjohtajalle muistio tehtäväsuunnitelmaa varten, missä on otettu huomioon niitä asioita, jotka voivat olla aiheuttamassa ylimääräistä kustannusten nousua.</p>	
Avainsanat	Etuputsi, etuoikaisu, kustannukset ja laatu

Author Title	Kari Hytönen Cost and quality Management of Concrete Surface Preparation Before Finished
Number of Pages Date	47 pages + 3 appendices 15 September 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Eero Haverinen, Development Manager Timo Riikonen, Senior Lecturer
<p>The thesis was done for Peab Oy's Helsinki Metropolitan Area Housing Construction Unit. The business area of this unit includes both contract business and in-house production.</p> <p>The purpose of the thesis was to find out why there is a large percentage variation in the costs of the concrete surface preparation before finished between different construction sites. The study took into account the differences in size between the construction sites, as well as possible exceedances of the target estimate.</p> <p>The thesis was carried out by getting acquainted with the cost classifications of the previous construction sites, as well as the company's way of forming the target estimate. In connection with the study, the author of the thesis acted as a foreman of the fin, protrusion and drip removal work phase, as well as participated in the preparation of a more detailed cost estimate, the sending of invitations to tender, and the preparation of a tender comparison and a contract, in order to obtain a more accurate picture of cost accumulation.</p> <p>As a result of the thesis, a memorandum on the issues that may cause additional increases in costs was created</p>	
Keywords	Concrete surface preparation before finishes

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Etuputsi	3
2.1	Etuputsityövaiheen tarkoitus	3
2.1.1	Betonipinnan tartuntaominaisuudet	3
2.2	Tavoitearvion laadinta	4
3	Toleranssit	5
3.1	Yleistä tietoa toleransseista	5
3.2	Valmistus toleranssit	6
3.3	Asennustoleranssit	6
4	Betonielementit	8
4.1	Asennustyön valmistelu	8
4.2	Seinäelementit	8
4.2.1	Laatuvirheet	10
4.2.2	Varaukset	12
4.2.3	Seinäelementtien asennus	14
4.3	Hormielementit	17
4.3.1	Hormielementtien asennus	18
4.4	Ontelolaatat	19
4.4.1	Ontelolaattojen asennus	22

4.5	Kevytbetoniseinät (Ako-seinät)	26
5	Mittaukset	28
6	Etuputsia seuraavien työvaiheiden vaatimukset	30
6.1	Tasoitetyön aloitusvaatimukset	30
6.2	Laatoitustyön aloitusvaatimukset	31
7	Tehtäväsuunnitelmat	32
7.1	Tasoitettavien pintojen etuputsi	32
7.2	Kosteantilan etuputsi	33
8	Aikaisempien kohteiden kustannusten tutkiminen	35
8.1	Aikaisempien kohteiden litterointi	35
8.2	Kustannusten ylittymisen aiheutuminen	35
8.2.1	Ylimääräisten kustannusten ohjaaminen	36
9	"Case - asuntokohde"	38
9.1	Kustannusten laskeminen menekkien mukaan	38
9.2	Menekkien mukaisten kustannusten vertaaminen tavoitearvioon	38
9.3	Tarjousvertailu	38
9.4	Urakkasopimus	39
10	Tarkastukset	40
10.1	Mestän tarkastus eli aloituksen edellytykset	40
10.2	Työn aikana seurattavat asiat ja katselmukset	40
10.3	Osakohteen valmistuminen	41
11	Toteutuneet kustannukset	42

11.1 Työn aikana havaitut ongelmat	42
11.2 Toteutuneiden kustannusten vertaaminen tavoitearvioon	43
12 Toimenpiteet	44
12.1 Kustannusten ennustaminen	44
12.2 Urakkarajat	44
13 Kehitysehdotukset	46
14 Pohdinta	47

Lähteet

Liitteet

Liite 1. Tasoitteiden tartunta kiiltäville IT-betonipinnoille

Liite 2. IT-elementit ja tasoitetyö

Liite 3. Muistio työnjohtajalle etuputsityövaiheeseen

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Peab Oy:n asuntorakentamisen yksikölle. Peab Oy:n asuntorakentamisen yksikkö rakentaa omaa tuotantoa eli ns. gryndiä, sekä tekee myös urakaliiketoimintaa eri tilaajille. Nämä kohteet ovat usein voitettuja kilpailu-urakka kohteita ja niiden valintaperusteina on pääsääntöisesti halvin hintatarjous. Tämä tuo jo lähtökohdaisesti tarpeen kustannusten hintatietoisuuteen, sekä toteutusvaiheeseen tarkkaan kuluseurantaan ja toteutushintojen kurissa pitämisen.

Kohteen urakkatarjousta laskettaessa, tai oman gryndi-kohteen kustannusennustetta tehdessä, on kullekin työvaiheelle eli litteralle osoitettu tavoitearvio, jonka mukaisesti työmaan kustannukset ennustetaan. Tässä opinnäytetyössä keskitytään etuputsiin, toiselta nimeltään etuoikaisu työvaiheeseen. Tässä työssä ei eritellä etuoikaisua ja oikaisua, vaan niitä tarkastellaan yhdessä, ennen tasoitetyötä tehtäväksi työvaiheeksi.

Tarve tälle työlle tulee työmailta, joissa esiintyy suuriakin vaihteluita kustannuksien lopullisissa kertymissä. Usein käy myös niin, että työvaiheelle ennustettu kustannus ylitetään. Tässä työssä on tarkoitus tutustua etuputsin tavoitearvion laatimisen perusteisiin. Työssä selvitetään etuputsin tarpeellisuus ja tehtävän sisältö, sekä perehdytään myös totuttuihin menetelmiin ja selvitetään näiden tapojen tarpeellisuus. Työssä tutustutaan ensin työvaiheen edeltäjien ja seuraajien laatumäärittelyihin ja toleransseihin, sekä urakkarajoihin. Toleransseissa keskitytään pääosin niihin elementteihin, joita asuntorakentamisessa pääosin käytetään, sekä niihin tekijöihin, jotka vaikuttavat oleellisesti etuputsin määrään. Tässä työssä tehdään myös tarkka tehtäväsuunnitelma etuputsi työvaiheesta, joka liitetään opinnäytetyön yhteyteen.

Tämän jälkeen käydään työtapoja ja materiaaleja läpi, sekä pyritään selvittämään, onko näille vaihtoehtoisia menetelmiä tai materiaaleja. Kun toleranssit ja muut laatumäärittelyt työvaiheeseen liittyvistä kohteista on selvitetty, avataan aikaisempien kohteiden etuputsi litteroiden sisältöä. Kokonaiskustannuksista pyritään selvittämään, onko siellä yksittäisiä kustannuksia, joita ei kuuluisi litteroida etuputsi työvaiheelle, ja jos näitä löytyy, on tarkoitus selvittää kenelle toimijalle ja mille litteralle ne olisi kuuluneet osoittaa, eivätkä olisi tämän vuoksi vaikuttamassa virheellisesti kokonaiskertymään.

Tämän työn sisällössä ei käydä läpi, eikä oteta kantaa työturvallisuuteen, eikä huomioida niistä aiheutuvia kustannuksia.

Edellisten kohteiden kokemusten pohjalta, sekä ohjeellisten menekkien avulla tehdään vertailulaskelma ”case-asuntokohteesta”. Saatuja tuloksia verrataan kohteesta tehtyyn tavoitearvion määriin ja mikäli poikkeamia esiintyy, selvitetään niihin syyt. Tämän jälkeen on tarkoitus tehdä saaduista urakkatarjouksista vertailulaskelma ja verrataan näitä kustannusennusteen kanssa.

Tässä vaiheessa saaduista tiedoista pyritään ottamaan kaikki oleellinen tieto käyttöön ja tehdä niiden pohjalta mahdollisimman kattava urakkasopimus, missä ei kuitenkaan teetä mitään ylimääräisiä, tai muille urakoitsijoille kuuluvia töitä. Urakan etenemisen aikana pyritään johtamaan työtä niin, ettei ylimääräisiä kustannuksia pääsisi syntymään. Kun urakka on valmis, tehdään lopulliset vertailut toteutuneiden ja ennustettujen kustannusten kanssa.

Tämän opinnäytetyön aikana saaduista tiedoista ja havainnoista, sekä työvaiheen johtamisen aikana kertyneen kokemuksen myötä tehdään mahdollisia arviointeja urakkarajojen onnistumisista, vaihtoehtoisten tapojen tai materiaalien hyödyistä sekä tehdään mahdollisesti kehitysehdotuksia tulevia kohteita ajatellen. Perimmäinen tarkoitus olisi saada tavoitearvioon varatut rahat riittämään työvaiheen suorittamiseen.

Kohteessa tehdään tarvittavia laatutarkastuksia ja mittauksia, sekä pyritään ohjaamaan työtä näiden raja-arvojen sisällä.

Tuloksissa ei ilmoiteta mitään euromääräisiä summia, vaan havainnollistetaan tuloksia muilla keinoilla. Tässä työssä ei tehty varsinaisia haastatteluja, vaan pikemminkin asioista puhuttiin ”epävirallisissa keskusteluissa”. Tästä johtuen, henkilöitä joiden kanssa keskusteluja käytiin ei mainita ja niissä saatuja tietoja voidaan käyttää tekstin sisällössä ilman lähdetietoja.

2 Etuputsi

2.1 Etuputsityövaiheen tarkoitus

Etuputsilla tarkoitetaan työtä, joka tehdään elementtien ja väliseinién asentamisen jälkeen, ennen tasoitetyön aloittamista. Etuputsin tarkoitus on tehdä pinnoista riittävän suorat, että tasoitetyön ja laatoitustyön aloitusvaatimukset täyttyvät. Betonielementtien rakentamistoleranssit ovat niin suuret, ettei ne voi täyttää kaikilta osin aloitusvaatimuksia tasoitetyölle. Otetaan esimerkkiä varten, vaikka betonielementissä oleva 1,5m leveä ikkuna-aukko. Valmistustoleranssin mukaisesti aukon kulmat saavat poiketa 10mm toisistaan ja tasoitetyön aloitusvaatimukset sallivat kyseisessä kohdassa max. 5mm heiton. Jos tämä jäljelle jäävä 5mm heitto jätettäisiin korjaamatta, näkyisi se valmiissa rakenteessa.

Lisäksi rakentamisen aikana tulee elementteihin aina jotain korjattavaa, useista erisyistä. Näitä kohtia käydään tässä työssä myöhemmin tarkemmin läpi. Etuputsin tehtäviä ovat mm. purseiden piikkauksia ja hiontaa, kolojen täyttöjä, sekä karkeampaa pintojen oikaisua. Tähän työvaiheeseen ei tulisi sekoittaa, eikä myöskään jättää elementtiasennuksien jälkitöiden kustannuksia, koska tällöin tietyistä tehtävistä maksetaan kaksinkertainen hinta, jälkitöiden kuuluessa elementtiasennuksen urakkaan tai suunnittelu- ja valmistusvirheiden korjaukset kuuluvat kyseisen virheen tehneen korvattavaksi.

2.1.1 Betonipinnan tartunta ominaisuudet

Hyvin usein ajatellaan, että betonielementin pinnat pitäisi käydä hiomakoneella läpi, pintoitteiden tartunnan parantamiseksi. Tähän vaikuttaa suuresti millä betonilla elementti on valettu. Betonielementin muottipinnassa olisi parempi tartuntakyky, jos sitä verrattaisiin liipattuun tai hierrettyyn pintaan. Betonipinnan hierto tai liippaus aiheuttaa sen, että pintaan muodostuu sementtiliimakerros. Nykyisin kuitenkin elementtituotannossa käytetään pääasiassa itsetiivistyvää betonia, jolloin tiivistämisen ja hiertämisen tarve vähenee. Näin ollen pintaan ei muodostu tartuntaa heikentävää liimakerrosta. Tämä on todettu myös tutkimuksissa, joita elementtituotannossa on asiasta tehty. [1]

Joten ainoastaan silloin, kun betonielementin pinnassa on selvästi havaittava liimakerros, on se hiottava tartunnan varmistamiseksi. Tämän osalta on hyvä varmistaa, mitä elementtitoimituksen sopimusasiakirjoissa on sanottu betonilaadun käytöstä ja mahdollisista sementtiliiman poistoista, kuuluuko se kuitenkin elementtien valmistajan tehtäväksi.

2.2 Tavoitearvion laadinta

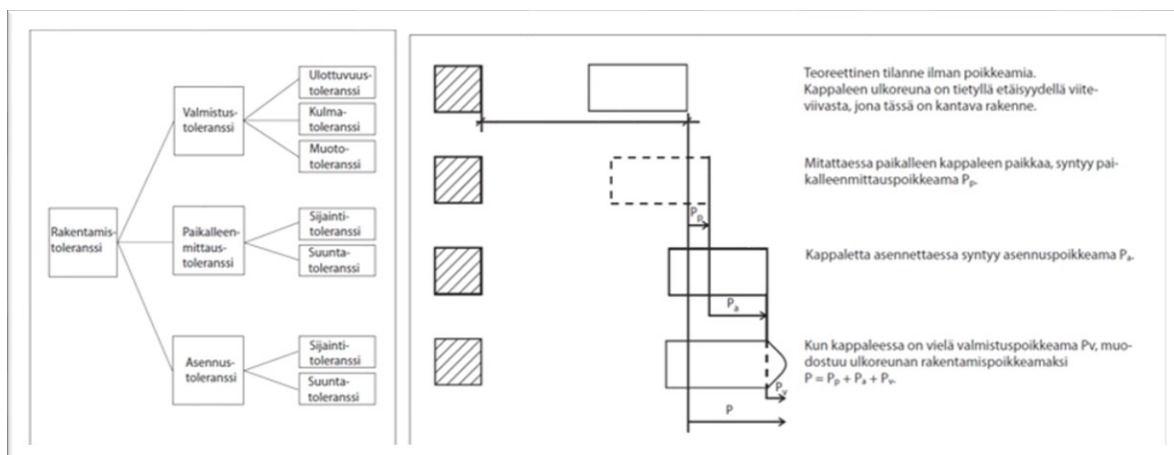
Tavoitearvio kohteeseen tulee pääosin kuutiomäärän mukaan. Kuutiokohtainen hinta tulee kaikkien edellisten kohteiden toteutuneista kustannuksista. Mikäli kustannukset ovat jossain kohteessa menneet reilusti yli, tämän kokonaisvaikutusta ei kuitenkaan kokonaan huomioida, kun ylitys on voinut, todennäköisesti ainakin osittain aiheutua työmaan virheellisistä toimenpiteistä. Hintaa säädetään prosentuaalisesti tai sisällöllisesti kohteen ominaisuuksien mukaan ja tarpeen vaatiessa laskennassa tämä huomioidaan määrän muutoksena tai yksikköhinnan muutoksena.

3 Toleranssit

Rakentamiseen liittyen on materiaaleille ja asennuksille määritelty toleranssit, joiden sisällä tuotteet ja niiden paikalleen sovitukset on oltava. Näiden merkitys, ja toteutuminen on olennainen tekijä sille mitä tehtäviä jää tehtäväksi etuputsityövaiheessa.

3.1 Yleistä tietoa toleransseista

Toleranssit antavat mittavirheille sallitut poikkeamat. Kokonaisvaihtelujen sallivasta summasta käytetään nimitystä rakentamistoleranssit (kuva 1). Tämä koostuu valmistumistoleransseista, paikalleenmittaus-toleranssista ja asennustoleransseista. [2]



Kuva 1 Rakentamistoleranssin muodostuminen

Toleranssin lukuarvo ilmoitetaan käyttäen tarkempia käsitteitä toleranssiväli ja toleranssileveys. Toleranssiväli ilmoitetaan joko rajamittojen avulla tai perusmitan ja sallittujen poikkeamien avulla. Toleranssileveys on rajamittojen erotuksen avulla. Toleranssileveys

on rajamittojen erotuksen itseisarvo. Rajamitoilla, ylä- ja alarajamitta, tarkoitetaan ääriarvoja, joiden välissä mittaamalla saadun mitan tulee olla. [2]

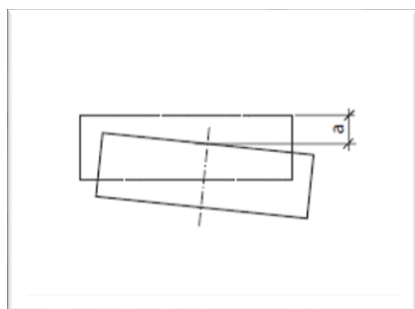
3.2 Valmistustoleranssit

Valmistustoleransseihin sisältyy kolme eri toleranssiryhmää, joita ovat ulottuvuustoleranssi, kulmatoleranssi sekä muototoleranssi. Ulottuvuustoleranssi on kappaleen määrätyn suuntaisen ulottuvuuden, esimerkiksi pituuden, leveyden, korkeuden, syvyyden tai läpimitan vaihtelun sallittu suuruus. Kulmatoleranssi on kappaleen suorien viivojen tai tasojen välisten kulmien vaihtelun sallittu suuruus. Muototoleranssi on viivan tai pinnan muodon vaihtelun sallittu suuruus. [2]

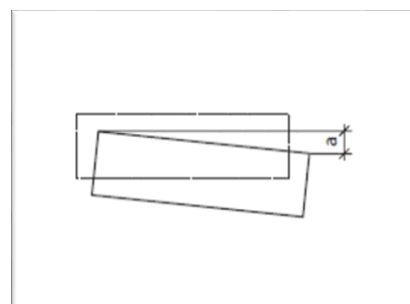
3.3 Asennustoleranssit

Asennustoleranssi, sekä paikalleenmittaustoleranssi muodostuvat sijainti- ja suuntatoleransseista. Sijaintitoleranssi on pisteen, viivan tai pinnan sijainnin vaihtelun sallittu suuruus paikalleen mittauksessa tai asennuksessa perussijainnin tai vertailusijainnin suhteen. Suuntatoleranssi kertoo suoran viivan tai tasopinnan suunnan vaihtelun sallitun suuruuden.

Suunta- ja sijaintipoikkeamien ilmeneminen on esitetty alla (kuva 2 ja kuva 3).

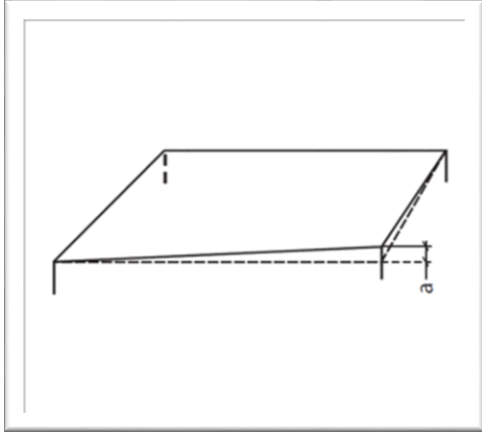


Kuva 2 Suuntapoikkeama



Kuva 3 Sijaintipoikkeama

Kierous on tasopoikkeaman erikoistapaus (kuva 4). Kieroudella tarkoitetaan suorakulmaisen pinnan nurkan korkeudenvaihtelua, kolmeen muuhun nurkkaan verrattuna. [2]



Kuva 4 Kierouden ilmeneminen

4 Betonielementit

4.1 Asennustyön valmistelu

Ennen kuin rungon asennustöitä aloitetaan, on hyvä laatia elementtien asennussuunnitelma kaikista asennettavista elementeistä, mukaan lukien myös hormielementit ja ontelolaatat. Tämä asennussuunnitelma on tärkeä käydä läpi yhdessä asennusryhmän kanssa. Tässä suunnitelmassa tulisi ottaa huomioon kaikki asennuksessa tapahtuvat siirrot, kuorman purusta välivaraston kautta asennuskohteeseen, sekä asennuksessa mahdollisesti tarvittavat apuvälineet. Jos elementtien asennuksessa on joitain erityispiirteitä, kuten väliaikaista tuentaa tai poikkeavia detaljeja liitoksissa myös nämä on hyvä tuoda esille. Suunnitelmaan kirjataan optimaalinen asennusjärjestys, vaikka aina tätä ei voida noudattaa, jos esimerkiksi elementtien toimitusjärjestys ei noudata toivottua asennusjärjestystä. Mikäli elementtien toimitus on pahasti puutteellista, voidaan ajautua tilanteeseen, missä elementtejä asennetaan suunnitellusta asennusjärjestyksestä poiketen, vastoin kannattavaa järjestystä. Tämä voi tuoda helposti eteen ongelmia saumojen mitoituksessa ja elementtien yhdensuuntaisuudessa, mikä taas voi tuoda ylimääräistä tarvetta etuputsille.

4.2 Seinäelementit

Elementit, joissa esiintyy eniten tarvetta etuputsille ovat seinä ja hormielementit, sekä esijännitetyt ontelolaatat. Tavanomaisessa asuntorakentamisessa ulkoseinien, sekä väliseinien toleranssiluokka, jota käytetään kappaletta tarkasteltaessa, on normaaliluokka. Taulukossa 1, on seinäelementtien valmistustoleransseja. [1]

Taulukko 1 Betonielementtien valmistustoleranssit

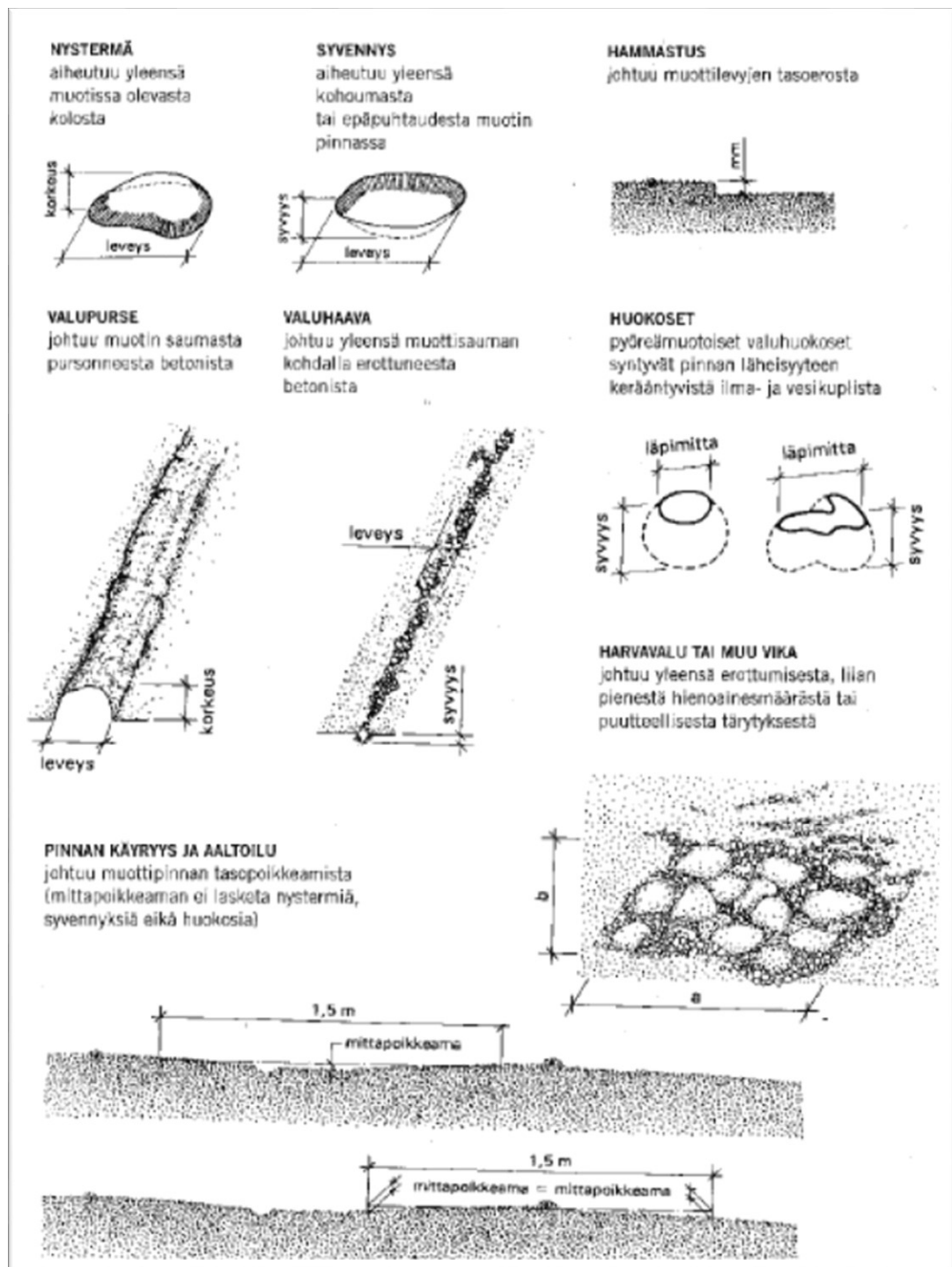
Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka SFS-EN14992 Luokka B	Erikoisluokka
Pituus (L), korkeus (H)		
– väliseinä ja sisäkuori	±10	±8
– ulkokuori	±8	±5
– pienet julkisivulevyt ¹⁾	-	±2
Paksuus (b)		
– sandwichin kok.paksuus	±8	±5
– sandwichin sisäkuori	-5; +10	-5; +10
– väliseinä	±5	±5
– sisä- ja ulkokuorielementti	±5	±5
– pienet julkisivulevyt ¹⁾	-	±3
Ristimittojen ero ($s_1 - s_2$) ²⁾		
– väliseinä	15	12
– sisäkuori	15	12
– ulkokuori	12	8
– pienet julkisivulevyt ¹⁾	-	±3
Sivun käyryys (a)		
– sandwich- ja kuorielementit	±8	±5
– pienet julkisivulevyt ¹⁾	-	±2
– ovet ja ikkunat (a_1)	±5	±3
Kierous (u)		
– väliseinä, sandwich, ulkokuori ja sisäkuori	±15	±10
– pienet julkisivulevyt ¹⁾	-	±3

4.2.1 Laatuvirheet

Kaikissa betonielementeissä havaittavat tyypillisimmät laatuvirheet koskevat mittavirheiden lisäksi pinnanlaatua. Elementteihin voi jäädä esimerkiksi hammastuksia kuluneista muoteista johtuen. Puumuottien kuluminen elementtien valmistuskierron aikana, aiheuttaa myös ikkuna- ja ovipielissä mitta- ja laatuvirheitä, joita myös pitää oikoa ennen varsinaista tasoitetyötä. Betonivalun epäonnistunut tiivistäminen voi aiheuttaa suuriakin koloja. Nykyisin elementtituotannossa käytetään pääosin itsetiivistyvää betonia, mikä vähentää huomattavasti tuota ongelmaa. Nystermät ja huokoisuus ovat hyvin yleisiä betonipinnassa. Nämä tulee hioa tasaiseksi, sekä suuremmat huokoisuuden aiheuttamat kolot on hyvä täyttää ennen varsinaista tasoittamista. Betonipinnan tyypillisimpiä laatuvirheitä on esitetty kuvassa 5. [2]

Seinäelementeistä tyypillisimmät mittapoikkeavuudet, joista kustannuksia syntyy, ovat aukkojen suunta- ja kokopoikkeamat, sekä elementtien käyryys eli pinnan tasopoikkeamat. Näissä kaikissa tapauksissa elementtejä joudutaan korjaamaan ennen tasoitöiden aloittamista.

Joissakin tapauksissa esimerkiksi oviaukkojen kohdalla voi olla niin, että niitä ei ole pystytty tekemään tehtaalla täysin valmiiksi, esimerkiksi kuljetusvaurioiden minimoimiseksi, vaan työmaalla joudutaan tekemään paikallavalu. Nämäkin olisi tärkeä huomata ja tehdä valmiiksi ennen kuin seiniä aloitetaan tasoittamaan.



Kuva 5 Betonipinnan yleisiä laatuvirheitä

4.2.2 Varaukset

Elementtien muotitusvaiheessa tehdään myös elementtiin tulevien, mm. sähkörsioiden ja sähköputkien asennukset. Lisäksi elementteihin voidaan jättää varausreikiä muun tekniikan läpivientiä varten. Näiden mitoituksessa voi tulla virheitä, tai niiden kiinnitys saattaa valuvaiheessa pettää, jolloin niiden sijainti on helposti virheellinen ja ne joudutaan korjaamaan työmaalla. Voi myös käydä niin, että rasia on oikealla paikalla, mutta väärällä puolella elementtiä. Sähkörsioihin kytketyt putket sähköjohtoja varten voi myös irrota, mikäli valutyössä ei olla huolellisia (kuva 6). Välillä elementeistä unohtuu kokonaan sähkörsioiden asennus (kuva 7). Nämä aiheuttavat sen, että työmaalla joudutaan elementtiä roiloamaan ja piikkaamaan, että uusille putkille saadaan reitit. Mikäli näitä virheitä ilmenee, on ne tärkeää dokumentoida huolellisesti ja vaatia elementtien toimittajalta hyvitykset.



Kuva 6 Tukkeutunut sähköputki, joka joudutaan avaamaan ja korjaamaan työmaalla [KH]

Kuva 7 Sähkörsioiden asennus unohtunut muotitusvaiheessa [KH]

Taulukko 2 Sähkörsioiden sijainnin sallitut vaihtelut [2]

Sähkörsioiden sallitut mittapoikkeamat
<ul style="list-style-type: none">• sijainti pinnan suunnassa +/- 15• sijainti syvyys suunnassa +5, -10• rasiaryhmän kiertymä +/- t/50, enintään 4
reikien koko +/- 10

4.2.3 Seinäelementtien asennus

Elementtien asennuksen aikana tapahtuvat asennusvirheet, joiden vaikutus etuputsityöhön on suurin, ovat poikkeamat mitoituksista, elementtien suoruudet toisiinsa nähden, sekä betonivalujen muotituksessa tai valun aikana tapahtuvat virheet, sekä puutteelliset jälkityöt. Mitoituksen kannalta asennettavan elementin pystysuoruus ja syvyys suunnan yhteneväisyys ovat erityisen tärkeitä. Mikäli mahdollisia pystysuoruuden virheitä havaitaan ennen saumojen betonointeja, voidaan niitä korjata asennuksessa käytettävien tukien avulla.

Asennuksen valmistuttua on erittäin tärkeää, että asennuksesta vastuussa oleva työjohtaja kiertää tarkistamassa asennetut elementit ja merkitsee sekä elementteihin ja myös pöytäkirjaan asennusryhmälle kuuluvat jälkityöt ja varmistaa että virheet on kor-

jattu (kuva 9, kuva 11). Mikäli pöytäkirjaa ei tehdä samalla, kun asennustarkastus tehdään, jää virheiden korjausten tarkastaminen oleellisesti vajavaiseksi, mikä aiheuttaa turhaa kustannusten nousua etuputsityövaiheessa.

Seinäelementtien asennustoleranssit on esitetty taulukossa 3, sekä rakentamistoleranssit taulukossa 4. [2]



Kuva 8 Asennustyöhön kuuluva paikkaus tehty oikein. [KH]

Kuva 9 Asennustyön yhteydessä puutteellisesti tehty paikkaus. [KH]

Taulukko 3 Betoniseinäelementtien asennustoleranssit

Seinäelementtien asennustoleranssit (RunkoRYL 2000, taulukko 53:T3)			
ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Elementin sivusijainti perussuorasta	±5	±8	±12
Vapaa väli, vastakkaiset seinät	±5	±8	±12
Seinän poikkeama pystysuorasta			
• korkeus enintään 3 m	±3	±5	±8
• korkeus yli 3 m	±5	±8	±12
Sauman leveyspoikkeama nimellimitasta	±3	±5	±8
Ulkosauman hammastus, puuverhous	3	5	8
Seinäelementin yläreunan hammastus	3	5	8
Ala-, väli- ja yläpohjaelementtien asennustoleranssit (RunkoRYL 2000, 53:T4)			
ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Elementin sivusijainti perussuorasta	±5	±8	±12
Sauman hammastus elementin yläpinnassa ala- ja välipohjissa*	3	4	4
* = hammastus hiotaan/tasoitetaan ennen lattianpäällysteen asentamista.			

Taulukko 4 Betonielementtien rakentamistoleranssit

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti	±15	±10
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	±10	±5
Vapaa väli	±15	±10
Sauman leveys		
– sandwich, elastinen sauma	±8	±5
– sandwich, saumaprofiilit	±5	±3
– väliseinä	±10	—
Hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	±10	±5
Poikkeama pystysuorasta	h/400	h/600

4.3 Hormielementit

Hormielementillä käsitetään pystyhormia, joka on tehdasvalmisteinen betonirunkoinen talotekniikkaelementti. Hormielementti on yleisesti rakennuksessa osa seinää tai vaapaata tilaa (kuva 10). Hormielementti voi sisältää esim. vesijohdot, lämpöjohdot, viemärit, iv-kanavat sekä sähkö- ja teleputkituksen. Hormielementtien mahdollisia virheitä on sähkörsioiden virhesijainnit, pinnan epätasaisuus, suorakulmaisuuudesta poikkeavuus yms. Hormielementtien sallitut mittavirheet on listattu taulukkoon 5. [2]

Taulukko 5 Hormielementin valmistustoleranssit

Hormielementtien sallitut mittapoikkeamat ovat

- poikkileikkaus ± 5 mm
- leveys ± 5 mm
- pituus (korkeus) ± 10 mm
- ristimitta ± 15 mm
- betonipeitteen poikkeama ± 10 mm
- kierous ± 15 mm
- teräsosat, sähkörsiat ja reiät
 - sijainti pinnan suunnassa ± 15 mm
 - sijainti syvyyssuunnassa ± 5 mm.



Kuva 8 Hormielementti, sekä elementin ja seinäelementin välinen täytettävä rako. [KH]

4.3.1 Hormielementtien asennustyö

Hormielementeissä kulkevan tekniikan vuoksi, niiden asentaminen on tehtävä erittäin huolellisesti, ettei esimerkiksi viemärien liitokset jää puutteelliseksi. Tästä syystä jatko-kohtaan asennetaan kohdistus tapit, joilla varmistetaan, että hormit tulee täsmälleen kohdikkain. Tämä tuo tullessaan sen haasteen, että hormien suorakulmaisuuutta muihin elementteihin nähden, ei pystytä korjaamaan kerrosten välillä. Tämän takia ensimmäisen kerroksen hormia asennettaessa pitäisi olla hyvin huolellinen, niin mitoituksen, kuin myös asennuksen osalta, että hormi on suorassa kulmassa tilaan ja muihin elementteihin nähden. Tällä vältetään jokaisessa kerroksessa eteen tulevaa oikomisen tarvetta.



Kuva 9 Asennustyöhön kuuluva paikkaus tekemättä. [KH]

4.4 Ontelolaatat

Esijännitettyjä ontelolaattoja käytetään tyypillisesti kerrosten välipohjarakenteena. Jännitetyissä ontelolaatoissa tyypillisimmät poikkeavuudet joista kustannuksia syntyy ovat mittapoikkeamat sauman leveydessä, sekä taipuman määrässä. Sauman leveyden kasvaessa, sitä joudutaan täyttämään, jotta saumasta saadaan yhtenäisen näköinen muiden saumojen kanssa. Taipuman muuttuessa, tämä näyttäytyy laattojen alapinnan hammastuksena, mutta myöskin yläpinnan heittona. Alapinnan korkeuden vaihdellessa, joudutaan viereisiä ontelolaattoja oikomaan mahdollisesti laajaltakin alueelta, jotta valmis kattopinta on yhdensuuntainen sekä suora ja täyttää kattopinnalle määrätyt vaatimukset (kuva 12). [4]



Kuva 10 Ontelolaattojen alapinnassa havaittujen korkeusvaihtelujen korjauksia. [KH]

Yläpinnan korkeuden vaihtelu on vaikuttamassa plaanon paksuuden määrään. Tätä yläpinnan korkeuden vaihtelua esiintyy myös erityisesti niissä ontelolaatoissa, mihin on tehty kylpyhuoneen tekniikkaa varten syvennys (kuva 13). Näissä kohdin voi plaanon määrä ylittyä moninkertaisesti. Mikäli näitä yläpinnan korkoheittoja, joiden suuruus ei mahdu toleransseihin esiintyy, olisi ne hyvä katselmoida ontelolaattojen valmistajan kanssa ja sopia niistä hyvitys.



Kuva 11 Ontelolaatan yläpinnassa suurta korkeuden vaihtelua. [KH]

Ontelolaattojen valmistuksessa hyväksytyt toleranssit on esitetty alla olevassa taulukossa 6. [2]

Taulukko 6 Ontelolaattojen valmistustoleranssit

ESIJÄNNITETYT ONTELOLAATAT	
Mittauksen kohde	Valmistustoleranssit [mm]
Pituus (L)	± 15 tai $L/1000$ ¹⁾
Paksuus (h) ²⁾	
- $h < 170$ mm	± 5
- $170 \leq h \leq 370$ mm	± 7
- $h > 370$ mm	$\pm h/40$
Leveys (b)	
- kokonainen laatta	-5; +0
- kavennettu laatta	± 20
Uuman nimellispaksuuden minimiarvo (b_w)	
- yksittäinen uuma	-10
- uumien summa laatassa	-20
Onteloiden ylä- ja alakannaksen nimellispaksuuden minimiarvo (b_f)	
- yksittäinen kannas	-10; +15
Sivukäyryys (a)	$\pm L/1000$, enintään ± 10 mm
Pään kulmapoikkeama (p)	± 10
Taipuma (Δd) ³⁾	± 6 tai $L/1000$ ¹⁾
Yläpinnan aaltoilu poikkisuunnassa (y)	8, kun $h < 400$ mm 15, kun $h \geq 400$ mm
Teräsosat (t), tehtaalla asennetut	± 20
Reiät ja varaukset (t)	
- sijainti	± 15
- teko tuoreeseen betoniin	-0; +50
- teko jälkikäteen	-0; +30
Eristeen sijainti (t)	
- sivusijainti (t1)	± 10
- poisto tukipinnalta (t2)	± 15

4.4.1 Ontelolaattojen asennustyö

Usein myös asennuksen yhteydessä tapahtuvassa ontelolaattojen sivusuuntaan siirtämisessä asennusraudan avulla, tulee ontelolaatan alareunaan lohkeamia, jotka joudutaan korjaamaan ennen tasoitetyötä (kuva 14). Toinen tyypillinen virhe asennuksessa

tapahtuu asennuspalojen päälle laskemisen yhteydessä. Asennuspaloja ei tyypillisesti kiinnitetä mitenkään, niin välillä asennuksen yhteydessä asennuspalat siirtyvät tai kaatuvat tai voivat myös pudota kokonaan pois.

Elementtipalojen puuttumisesta aiheutuvia haittoja on onteloiden alapinnan tason heitto, joka on etuputsityövaiheen yhteydessä korjattava (kuva 16). Siirtyminen voi aiheuttaa myös sen, että elementin asennuspalat tulevat seinäpinnan ohi ja niitä joudutaan piikkaamaan tai hiomaan pois. Reunavalujen muotituksessa pitää olla huolellinen, että valettava pinta ja viereisen ontelolaatan pinta ovat samalla korkeudella (kuva xx). Näissä tulleet virheet tulisi ehdottomasti teettää jälkitöiden yhteydessä asennusryhmälle kuuluvana.



Kuva 14 Sivuttaisen siirron yhteydessä lohjennut ontelolaatan reuna. [KH]

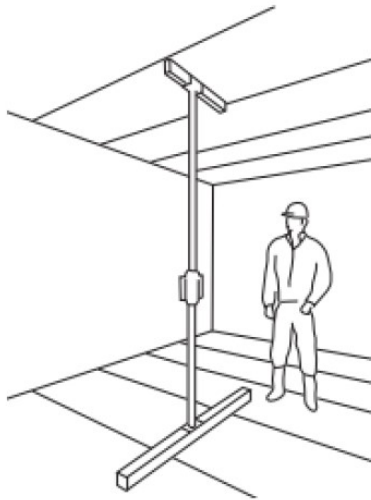
Kuva 15 Liian ylös kiristetyn reunavalumuotin aiheuttama heitto [KH]

Ontelolaattojen taipumaa pystyttäisiin joiltain osin korjaamaan oikealla menetelmällä ennen saumojen betonointia (kuva 18). Riittävän leveiden tukipuiden ja holvitukien avulla ontelolaattaa voitaisiin yrittää hieman nostaa ja tukea keskeltä. Alaspäin suuntaavaa oikaisua ei oikein voida tehdä, kun yleensä kerrosten saumavalun aikana ei yläpuolella ole

mitään rakenteita, joista voitaisiin laattaa painaa alaspäin. Hyvin usein saumavalut suoritetaan kuitenkin niin nopeasti laattojen asennuksen jälkeen, ettei oikomiseen nähdä vaivaa, tai käytetä resursseja. Näiden väliaikaisten tukien kanssa on oltava myös varovainen, ettei laattaa kuormiteta liikaa ja näin aiheuteta rakenteellisia vaurioita.



Kuva 16 ja 17 Ontelolaatan alapinnan korkeusero ja sen korjaus. [KH]



Kuva 18 Ontelolaatan taipuman tasausta. [5]

Ontelolaattojen saumavalu saattaa joissakin paikoissa jäädä vajaaksi. Tällaisten kohtien täyttämässä hyvä käytäntö on täyttää selvästi vajaat kohdat esim. S-30 betonimasalla, joka on selvästi edullisempaa kuin plaano-tasoite. Mikäli ontelolaatan korko on laajemmalla alueelta jäänyt alhaiseksi, ei sen yläpintaa kannata lähteä täyttämään erikseen. Tästä aiheutuu vain vaara, että korjausmassa voi irrota joko ontelolaatan pinnasta, taikka käytettävästä plaanosta, vaikka praimeroinnista huolehdittaisiin. Tällöin on vain hyväksyttävä plaanon suurempi menekki.

Mikäli virhe on toiseen suuntaan, niin että yläpinta on joltain osin kova, eikä siihen saada päälle riittävää ainevahvuutta, vaihtoehtoina on joko yläpinnan jyrsiminen tai koko huoneiston plaanon koron nostaminen. Nämä molemmat aiheuttavat turhia kustannuksia.

Taulukko 7 Ontelolaattojen rakentamistoleranssit. [!]

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]
Sivusijainti	±20
Sauman leveys alapinnassa	-4; +12
Sauman hammastus alapinnassa	
– tuella	5
– keskellä	8
Korkeusasema tuella	
– yläpinnassa tasoite	±8
– yläpinnassa pintabetoni	±15
Tukipituus (l_s)	-20, kun $h < 400\text{mm}$ -25, kun $h \geq 400\text{mm}$

¹⁾ Lukuarvoista käytetään aina suurempaa. h:lla tarkoitetaan kunkin laatanosan paksuutta (esim. märkätilojen kololaatat).
²⁾ Paksuus mitataan standardin EN1168 mukaisesti. Mittaustulos on 6 mittauksen keskiarvo.
³⁾ Poikkeama laskennallisesta taipumasta (kuormat, ikä ja olosuhteet huomioon- otettuina).

4.5 Kevytbetoniseinät eli Ako-seinät

Kosteidentilojen seinämateriaalina käytetään hyvin yleisesti mm. kevytbetonista valmistettuja elementtejä, jotka runkovaiheen aikana nostetaan kerroksiin valmiiksi. Elementit asennetaan mittamiehen tekemien mittausten ja merkintöjen mukaan. Harkkojen lopullinen kiinnitys tehdään usein asennusvaahdolla. Asennusryhmää kannattaa vaatia huomioimaan asennusjärjestyksessään, ettei sahattuja pintoja jätetä nurkkaan näkyvään, vaan ne käännetään piiloon (kuva 19). Tällä tavalla vältetään ylimääräisiä rakojen täytöjä. Asennuksessa käytetyn ylimääräisen vaahdon poisto ja raon tasoitus on hyvä sopia etuputsiurakkaan kuuluvaksi, kuten myös tekniikkaa varten tehtyjen reikien ja kolojen täytöt (kuva 20).



Kuva 19 Ako-seinän virheellisesti tehty nurkkaliitos. [KH]



Kuva 20 Ako-seinässä olevaa tekniikka varten tehtyjä roiloja. [KH]

5 Mittaukset

Mittauksille on myös annettu omat virhemarginaalit. Elementtien paikan mittaus tapahtuu nykyisin robottitakymetriä avulla. Niiden mittaustulokset ovat hyvin tarkat, mikäli mittauksen lähtötiedot on annettu oikein. Niiden kanssa tulee haasteita silloin, kun mittauspiste on annettu vaikeaan paikkaan, johon sen merkitseminen tai asennuskohdan tarkastaminen on haasteellista ja tästä syystä paikan merkitsetäpää tai mittauspistettä joudutaan muuttamaan. Mittauksien kanssa suurimmat ongelmat tulevat varsinaisesti esiin väliseinämittauksissa, jotka pääosin tehdään käsin, lukemalla mitat kuvista ja siirtämällä ne eri apuvälineitä käyttäen huoneistoihin.



Kuva 21 Vinoon mitattu ja rakennettu väliseinä, joka on jouduttu oikaisemaan suoraksi. [KH]

Kuva 22 Mittausvirhe, joka huomattu ja korjattu ennen seinien asentamista [KH]

Mittaustyötä aloitettaessa on tärkeää, että kyseinen työnjohtaja on oikeasti tutustunut kuviin ja tarkistanut sieltä huomioon otettavat kohdat, jotka on käytävä läpi mittaukselta suorittavan henkilön kanssa. Väliseinämittauksissa olisi hyvin tärkeää, että mittauksen ja merkinnän tekevä henkilö pysyisi kohteessa hyvin paljon samana, ettei samoja asioita tarvitsisi olla useaan kertaan huomauttamassa. Kiireisenä aikana voi käydä niin, että jonkun kohdan merkintäperiaatetta ei huomata käydä läpi ja seuraavan työvaiheen seurauksena voi tulla turhia kustannuksia oikomisineen ja täyttöineen (kuva 23). Tästä olisi voitu selvittää sillä, että seinän paikkaa olisi vain vähän siirretty, eikä sillä olisi ollut suurta merkitystä, mutta työtä ja materiaalia olisi säästetty huomattavasti. Myös seinien suora- kulmaisuus muut rakenteet huomioiden on ensisijaisen tärkeää. Tällaisia kohtia on mm. seinien liittymiset ympäröiviin rakenteisiin, kuten tekniikkahormeihin. Varsinkin tiloissa joihin tulee lattiaan laatta, seinien jiirraaminen tuo suuren ongelman joita on myöhemmin kallis korjata.



Kuva 23 Virheellisesti mitattu kosteantilan ako-seinän linjaus tekniikkahormiin nähden. [KH]

6 Etuputsia seuraavien työvaiheiden vaatimukset

6.1 Tasoitetyön vaatimukset

Tasoitetyön aloittamisesta varten pohjien laadulle on määritelty lähtöarvoja, jotka pintojen tulee täyttää. Myös tasoite- ja maalaustyölle on omat pinnan vaatimukset. Peabin tekemisissä tasoite- ja maalaustyön urakkasopimuksissa, usein käytetty vaatimus tasoitettavaksi määräksi on 10mm / 2m² alueella. Alla esitetyissä taulukoissa on maalaus RYL:in mukaiset laatuvaatimukset työn aloitukselle, sekä valmiille pinnalle [taulukko 8 ja taulukko9). Asuntorakentaminen kuuluu yleisesti luokkaan kaksi. [4]

Taulukko 8 Maalaus- RYL:in mukaiset aloitusvaatimukset tasoitettaville pinnoille

Alusta	Laatutekijä (Lähde)	Mitattava suure	Vaatusus	mm
Betonipinta • muottia vasten paikalla • valettu pinta	pinnan käyryys ja aaltoilu (by 47)	suurin mittapoikkeama / 1,5 m	Luokka AA	3
			Luokka A	5
			Luokka B	8
			Luokka C	8
• muottia vasten valettu elementtipinta	pinnan käyryys ja aaltoilu (by 47)	suurin mittapoikkeama / 1,5 m	Luokka AA	2
			Luokka A	5
			Luokka B	8
			Luokka C	8
Muurattu pinta • tiili- tai harkkomuoraus	pinnan käyryys (RunkoRYL 2010)	tasaisuus RT 14-11039:n mukaan	Luokka 1	± 4
			Luokka 2	± 6
			Luokka 3	± 8
Rapattu pinta	tasaisuus (RunkoRYL 2010)	tasaisuus RT 14-11039:n mukaan	Luokka 1	± 3
			Luokka 2	± 5
			Luokka 3	± 7
Rakennuslevypinta	pinnan käyryys (RunkoRYL 2010)	suurin sallittu poikkeama / 200 mm	Luokka 1	± 1
			Luokka 2	± 1
			Luokka 3	± 2
		/ 1000 mm	Luokka 1	± 3
			Luokka 2	± 4
			Luokka 3	± 6
			/ 2000 mm	Luokka 1
Luokka 2	± 6			
Luokka 3	± 10			

Taulukko 9 Valmiin tasoitettun pinnan tasaisuus vaatimukset

Suurin sallittu poikkeama (mittauspituus 2000 mm)			
	Luokka L0	Luokka L1	Luokka L2
Pinnan tasaisuus	pinnat, joille asetetaan luokkaa L1 tiukemmat vaatimukset	± 3	± 5
Pinnan tasaisuus, kun pinta rajoittuu toisiin rakennusosiin		± 2	± 4

6.2 Laatoitustyön vaatimukset

Pinnoilta, joihin tulee keraaminen laatta, vaaditaan korkeampaa laatua, kuin pinnoilta joille tulee tasoite- ja maali käsittely. Alla olevissa taulukoissa on esitetty pinnan laatuvaatimukset työn aloittamiselle, sekä valmiille pinnalle (taulukko 10) [6]. Näin ollen todennäköisyys sille, että laatoitettavien pintojen pohjia joudutaan korjaamaan etuputsityövaiheessa, on merkittävästi suurempi.

Taulukko 10 Sisä-RYL:in mukaiset laatoitettavien pintojen tasaisuus vaatimukset. [2]

Seinän ja lattian alustan sallitut tasaisuuspoikkeamat (SisäRYL 2013, taulukko 541:T3)			
Alusta	mittauspituus	suurin sallittu poikkeama luokka1	luokka2
Tasaisuuspoikkeama	2000 mm	± 3 mm ± 2 mm ¹⁾	± 4 mm ± 2 mm ¹⁾
¹⁾ Laatan sivun nimellispituus ≥ 400 mm.			

7 Tehtävä suunnitelmat

7.1 Tasoite ja maalauspintojen etuputsi

Tarkasta että elementtiasennukseen kuuluvat jälkityöt on tehty huolellisesti. Jos puutteita ilmenee, keskustele runkotyönjohtajan kanssa ja ohjatkaa työt ja niiden kustannukset runkourakoitsijalle.

Tarkasta että kaikki elementtien mahdolliset valmistus- ja suunnitelmavirheet ja niiden korjaukset on tehty ja dokumentoitu.

Kiinnitä huomiota erityisesti seuraaviin asioihin.

- Alakattojen ja koteloiden yläpuolella oltava tarkka, että mitään koloja tai reikiä ei jää viereisiin asuntoihin tai käytävätiloihin. Uretaanilla tehdyt täytöt on poistettava ja täytettävä betonilla. Kipsilaasti ei sovellu heikon äänieristävyyden vuoksi.
- Elementtien alapäiden ja patteriputkien läpivientien tarkastus; ei kovia kohtia, eikä minkäänlaisia reikiä tai uretaanilla tehtyjä paikkauksia. Myös valutopparien kiinnityksessä käytetyt naulat ja ruuvit on poistettava huolellisesti.
- Ontelourat. Tarkistettava että on täynnä betonia. Jos ei ole, niin vajaan kohdat täytetään betonilla (huomioi kenelle kustannus kuuluu). Tarkistettava että uran pohjassa ei ole roskia. Onteloiden saumauran reunat muotoiltava yhdenmukaisiksi ja suoriksi. Esimerkiksi lohjenneet kohdat ja pykälät voi muovailla kipsilaastilla.

Jos sauma päättyy reunavaluun, niin on tarkistettava, ettei saumaa ole täytetty betonilla valun yhteydessä. Mikäli näin on, joudutaan betoniin piikkaamaan saumaura yhtenäisen ulkonäön vuoksi.

Lisäksi, jos onteloiden sauma osuu hankalasti seinän viereen, on se silloin täytettävä esimerkiksi kipsilaastilla.

- Elementtiseinien pinnat käytävä läpi. Nystyrät pois petkeleellä ja tarvittaessa kuppikoneella, (huomioi, että kalusteiden taakse tai koteloihin ja alakattotilaan jääviä pintoja ei tarvitse työstää)
- Ikkunoiden ja ovien smyykien tarkastus linjaarilla ja mahdollisten heittojen korjaus.
- Seinä- ja kattopintojen tarvittavat paikkaukset ja oikaisut kipsilaastilla.
- Keittiöön tulevan tekniikan, kuten välitilan sähköjohtojen kiinnitykset oikeaan korkoon ja niiden varausten täytöt.
- Ako-seinien yläreunan kiinnityksessä käytetyn uretaanin poisto ja täyttö, sähkörasioiden ja muun tekniikan kiinnitykset, sekä reikien ja asennusaukkojen paikkaukset kipsilaastilla.
- Kaikkien väliaikaisten kiinnikkeiden poistaminen
- Portaiden kylkien ja pohjien tarvittavat paikkaukset ja viimeistely.

7.2 Kosteantilan etuputsi

Tarkasta että elementtiasennuksen jälkityöt on tehty huolellisesti. Jos puutteita ilmenee ohjaa työt ja niiden kustannukset runkourakoitsijalle.

Tarkasta että kaikki elementtien mahdolliset valmistusvirheet ja niiden korjaukset on tehty ja dokumentoitu.

- Kaikkien nurkkien tarkastus suorakulman avulla, sekä seinäpintojen suoruuden tarkastus linjaarin kanssa, sekä niiden tarvittavat korjaukset.

- Aco-seinissä olevien sähkörasioiden ja muun tekniikan kiinnitykset ja niihin liittyvien varausten täytöt betonilla.
- Hormien hionta ja petkelöinti tarpeen mukaan. Nystyrät pois, kolhujen korjaus.
- Hormielementin ja seinän välistä rako ei kannata täyttää betonilla, jos sille ei ole ääni- tai paloteknisesti tarvetta tai se ei ole huomattavan suuri >60mm, tällöin rako pitää täyttää betonilla. Muussa tapauksessa helpoin tapa on täyttää rako uretaanilla reilusti ja kuivumisen jälkeen ylimääräinen uretaani leikataan pois seinäpintaa myöten. Uretaani antaa riittävän tuen ja tartuntapinnan vesieristykselle ja laatoitukselle.
- Peilikaapin sähkövarauksen betonointi oikeaan korkoon.
- Betoniseinien tarvittavat petkelöinnit nystyröiden tai valuroiskeiden osalta.
- Lattian rajat tärkeät, niiden petkelöinti ja siistiminen.
- Alakaton yläpuolelle ei saa jäädä mitään epämääräisiä reikiä, uretaani-paikkauksia tai koloja. (Tämä koskee asunnon ulkopuolisia rakenteita vasten olevia seiniä.)

8 Aikaisempien kohteiden kustannusten tutkiminen

8.1 Aikaisempien kohteiden litterointi

Käydessäni läpi aikaisempia kohteita, valikoitui tutkimuskohteeksi sellaisia, joissa ylitykset olivat hyvin merkittäviä. Lähemmässä tarkastelussa käytiin litteran yksityiskohtaista kertymää läpi tarkastelemalla yksittäisiä laskuja. Laskut olivat pääasiassa urakkasopimuksen maksupostinmukaisia laskuja, tuntityöstä laskutettavia lisätöitä, sekä materiaalien ostolaskuja. Laskujen mukana oli lähes aina työnjohtajan hyväksymä urakanosan valmistuminen, tai tuntilista, josta pääsi vähän selville, mitä työtä laskulla oli. Jos lisätöylaskun mukana olisi ollut esimerkiksi valokuva tehdyn työn tarkentamiseksi, olisi ollut verrattain helppo päästä selville siitä mistä tuntityöt kertyivät. Kohteen urakkasopimusta ja tavoitearviota vertaamalla selvisi se, että kustannusten ylittyminen johtui pääasiassa lisätöinä laskutettavista tunteista, ja näitä tunteita saattoi olla yllättävän paljon suhteessa urakkasummaan.

8.2 Kustannusten ylittymisen aiheutuminen

Aikaisemmin toteutuneen vaiheen, toleransseihin ja laatuvaatimukseen perehtymisen kautta selvisi, että aika paljon tunteista oli teetetty väärällä urakoitsijalla ja näin ollen litteroitu väärälle työvaiheelle, mikä nostaa virheellisesti etuputsin kustannuksia. Tehtäviä, mitkä olisi pitänyt osoittaa toisaalle, olikin kiireessä, välinpitämättömyyttä tai tiedon puutteen vuoksi jätetty tekemättä ja näin ollen jouduttu teettämään etuputsin yhteydessä lisätöinä. Joissain tapauksissa, työjohdon vaihtuminen kesken työmaan on aiheuttanut mahdollisesti tiedonkulkuun katkoksen. Kun edellinen työnjohtaja on työpaikan vaihtamisen vuoksi jättänyt tehtävänsä, eikä uutta työnjohtajaa ole heti saatu korvaamaan lähtijää, on työmaalle jääneiden työnjohtajien työmäärät lisääntyneet, mikä taas on aiheuttanut kiirettä työtehtävien hoitamisessa. Yksi seikka, mikä on osaltaan vaikeuttanut seuraavan työnjohtajan tehtävän sisällön selvittämisessä, tuli esille urakkarajoja sekä urakkasopimuksia vertailemalla. Näitä tutkimalla sai sen kuvan, että urakkasopimukset ja urakkarajat olivat puutteelliset. Yksi syy näiden puutteellisuuteen saattaa olla se, että

työvaihetta ei pidetä kovin merkityksellisenä, vaan lähinnä välttämättömänä työvaiheena, mihin ei osata kiinnittää riittävästi huomiota.

8.2.1 Ylittyneiden kustannusten ohjaaminen

Edellä mainituista virheellisistä litteroinneista ja samalla turhista kustannuksista yhtenä tekijänä näyttäisi olevan elementtitehtaan virheet. Tukossa olevien sähköputkien esiin piikkailut, sekä jossain tapauksissa kokonaan uudet roilotukset ja näiden paikkaustyöt olisivat suurelta osin selkeästi elementin valmistajalle kuuluvia kustannuksia. Mikäli elementit ei vastaa täysin suunnittelijan antamia tietoja, on valmistaja velvollinen korjaamaan virheen tai korvaamaan kustannukset. Elementtien vauriot jotka ovat syntyneet ennen asennustyön alkamista ovat myös valmistajan vastuulla, myös siinä tapauksessa, että vauriot ovat syntyneet kuljetuksen aikana.

Toinen selkeästi esiin nouseva asia on elementtien asennuksessa tapahtuvat virheet ja puutteellisesti tehdyt elementtiasennuksen jälkityöt. Näiden kustannukset tulisi ohjata asennuksesta vastaavalle urakoitsijalle.

Kolmas tekijä lisätöiden syntymiseen olivat virheet elementtien suunnittelussa. Esimerkiksi kokonaan puuttuvat, tai väärin mitoitettut sähkövaraukset joudutaan piikkaamaan ja korjaamaan työmaalla. Näistä syntyvät kustannukset piikkauksineen ja paikkauksineen tulisi ohjata elementtisuunnittelijan vastuulle.

Neljäntenä huomiota herättävänä tekijänä ovat ako-seinissä olevien sähkörsioiden sekä mahdollisten putkiasennusten kiinnitykset ja täytöt. Myös kolhiintuneita ako-elementtejä on jouduttu paikkaamaan. Myös ako-seinien oviaukkojen tai nurkkien puutteelliset täytöt tuovat lisätyötä, jotka helposti viedään etuputsi-litteralle. Näidenkin osalta olisi hyvä pohtia etukäteen kenelle kyseiset työt kuuluvat ja sisällyttää ne kyseisen toimijan urakkaan, jolloin kustannusten ennustaminen tarkentuisi.

Yksittäinen virhe ei kovin suurta kustannusta aiheuta, eikä välttämättä ole tarpeenmuikaista lähteä kustannuksia eriyttämään, mutta toistuvat virheet kohteissa joissa asuntoja

voi olla muutamista kymmenistä useisiin satoihin, niin yksittäisten kustannusten osuudesta kasvaa merkittäviä määriä. Varsinkin työvaiheen alussa, mutta myös isomman kohteen edetessä olisi hyvä välillä ”kalibroida” laatutasoa urakkasopimuksen sisällön mukaiseksi. Jos työnjohtajalla ei ole aikaa tai viitseliäisyyttä tarkastaa laatua jatkuvasti, niin helposti töiden edetessä myös urakoitsijan ote lipsuu ja työvaiheisiin saattaa jäädä tekevätehtäviä. Nämä puutteet taas aiheuttavat seuraavalle urakoitsijoille esteitä tai haittoja työn jouhevalle etenemiselle, joka joudutaan myöhemmässä vaiheessa jollain tapaa korjaamaan tai hyvittämään.

9 ”Case-asuntokohde”

9.1 Kustannusten laskeminen menekkien mukaan

Materiaalien ja työmenekkien määriä löytyy muutamista lähteistä. Rakennustöiden menekit 2010 julkaisusta ja Ratu 0408 – ohjekortista saa karkeita määriä. Todellista määrää näiden perusteella on hyvin vaikea päätellä, sillä niin moni asia edeltävissä työvaiheissa vaikuttaa etuputsin määrään. Elementtien laatu, asennuksien laatu, sekä asennuksien jälkitöiden laatu ovat suurelta osin vaikuttamassa tähän. Lisäksi paikallavalujen määrä ja niiden laatu vaikuttavat suuresti. Näistä johtuen kustannuksien laskeminen ja ennustaminen, on hyvin haasteellista pelkkien menekkien perusteella. [!]

9.2 Menekkien mukaisten kustannusten vertaaminen tavoitearvioon

Kustannusarvio, joka saadaan pelkkien RT-tietoväylästä löytyvien asiakirjojen perusteella ei todennäköisesti ole kovin tarkka, eikä sitä oikein voi käyttää kustannusennusteena. Näin ollen on varsin tärkeää, että kustannusennusteessa käytetään nimenomaan jälkilaskennasta saatavaa tietoa. Mitä tarkemmin jälkilaskenta-aineistossa kerrotaan tehtyjen kustannusten syntyminen, sitä paremmin sitä voidaan käyttää apuna.

9.3 Tarjousvertailu

Esimerkkikohteeseen pyydettiin urakkatarjouksia yhdeksältä urakoitsijalta. Tarjouspyyntöön kirjattiin tarkasti mitä tarjouksen täytyy pitää sisällään ja minkä muotoisena tarjous halutaan. Lisäksi tarjouspyynnön liitteeksi laitettiin kohteen määräluettelot, sekä asuntojen pohjakuvat, jotta tarjoukset olisivat mahdollisimman saman sisältöiset ja kattavat.

Tarjouksen jätti viisi urakoitsijaa. Tarjouspyynnöissä pyydetty, urakkatarjouksen saman sisältöisyys ja tarjoushinta ei kuitenkaan ollut tarjousten välillä suoraan vertailukelpoiset.

Jollakin tarjoajalla oli asuntokohtainen hinta, mikä ei kuitenkaan pitänyt sisällään kaikkia pyydettyjä työvaiheita. Yhdellä urakoitsijalla oli kerroskohtainen hinta ja siihen liitettynä oma urakansisältö, eikä pyydetyn mukainen sisältö. Eräs urakoitsija antoi neliökohtaisen hinnan, kun taas toisella oli yksikkökohtainen hinnasto. Yksikkökohtaisessa tarjouksessa ei oltu mitenkään huomioitu kohteessa olevia määriä. Näitä yksiköitä oli mm S-pistekolot, elementtien saumametrit, reikien ja kolojen paikkaus jne.

Tarjousvertailussa joutui kuitenkin tekemään laskentoja aika paljon, että tarjouksista sai vertailukelpoiset keskenään. Tätä pyrittiin välttämään sillä, että tarjouspyynnössä mainittiin millä tapaa tarjoushinta tulisi esittää.

9.4 Urakkasopimus

Urakkasopimuksen jättäneistä neuvotteluun pyydettiin aika kattavan ja kilpailukykyisen tarjouksen tehnyt urakoitsija. Tämänkään urakoitsijan hintaan sisällyttämät työt eivät olleet täysin kattavat. Kävimme neuvottelujen aluksi lyhyesti läpi urakkatarjousta ja siinä olevia puutteita. Tämän jälkeen teimme työmaakatselmuksen ja kävimme paikan päällä läpi ne tehtävät asiat, jotka haluamme sisällyttää urakkahintaan. Tämä sen vuoksi, että paikan päällä käydessä molemmilla oli yhtäläinen käsitys urakan sisällöstä ja meidän etu tilaajana oli saada mahdollisimman kattava sopimus, jolloin mahdollisia tuntitöitä ei juuri tulisi.

Työmaa käynnin jälkeen istuimme uudelleen neuvottelupöytään, nyt tietoisena siitä mistä kokonaisuudesta neuvottelemme. Yhteisesti hyväksytyssä, asuntokohtaisessa tarjoushinnassa huomioimme siihen liittyvän yhteisiin tiloihin, kuten käytäviin ja varastoihin kuuluvat etuputsityöt. Lisäksi sovimme urakoitsijan kanssa, että jos tulee vielä eteen asioita, mitkä ei sisälly tarjoushintaan, käydään ne yhdessä työnjohtajan kanssa läpi ja sovitaan niistä tapauskohtainen lisähinta ja myös tällä tavalla pyrimme minimoimaan tuntitöinä tehtäviä lisätöitä.

10 Tarkastukset

10.1 Mestan tarkastus eli tehtävän aloitusedellytykset

- Aloituspalaveri on pidetty dokumentoidusti ja sen yhteydessä käydään työmaalla mestat ja tehtävät työt läpi
- Mesta on tarkastettu ja otettu vastaan dokumentoidusti
- Tarvittavat asiakirjat ovat työryhmän käytössä
- Työturvallisuusedellytykset tarkastettu ja TTS on käyty läpi sekä allekirjoitettu
- Suunnitelman mukaiset materiaalit ja kalusto on työkohteessa (tarvittavat materiaalit, työkalut ja puhdas vesi)
- Olosuhteet työn suorittamiselle ovat kunnossa (sähköt, valaistus, lämmitys, kosteudenpoisto, kulkutiet)

10.2 Työn aikana seurattavat asiat ja katselmukset

- Ensimmäisenä työnä tehdään malli, josta pidetään dokumentoitu malliasennus
- Työt tehdään valmiiksi mestoilla ja siivotaan kohde, ennen kuin siirrytään toiseen mestaan
- Vastaanotetuilla työkohteilla / kerroksilla materiaaleja ei varastoida, vaan ne siirretään seuraavaan mestaan (seuraava työvaihe pääsee esteettömästi toimi-
maan)

- Jos havaitaan toisten urakoitsijoiden/elementtitoimittajien puutteita, siitä ilmoitetaan välittömästi, eikä niitä tehdä ennekuin ne on työnjohtajan toimesta tarkastettu ja sovittu tehtäväksi.

10.3 Osakohteen valmistuminen

- Urakoitsija on tehnyt itsell eluovutustarkastuksen ja korjannut puutteet.
- Urakoitsija luovuttaa työn tilaajalle dokumentoidusti vastaanottotarkastuksessa, jossa on mukana myös seuraavan työvaiheen edustaja. Tarkastuksessa mahdollisesti havaittavat puutteet korjataan ja tarkastetaan uudelleen ennen vastaanoton allekirjoittamista.
- Maksueriä ei hyväksytä ennen vastaanottojen allekirjoituksia.

11 Toteutuneet kustannukset

11.1 Työvaiheen aikana havaitut ongelmakohdat

Etuputsitöiden edetessä tuli esiin seikkoja, joita ei ollut osannut ottaa etukäteen huomioon, mutta mitä kuitenkin tehtiin samalla. Osa näistä, myöhemmin ilmenneiden tehtävien kustannuksia saatiin osoitettua oikealle urakoitsijalle.

Yksi merkittävä tekijä, mistä lisäkuluja tuli oli mittauksen aikana joidenkin asioiden huomioon ottaminen. Eräs tähän vaikuttava tekijä oli mittauksia suorittavan henkilön vaihtuminen useaan kertaan. Vaikka jonkun mittaajan kanssa asiat käytiin läpi, ei niitä kaikkia välttämättä muistanut puhua uuden henkilön kanssa. Ongelmia oli niin kivirakenteisten kylpyhuoneen seinien kuin levyväliseinien paikalleen mittaamisessa sekä asennustöiden yhteydessä.

Esimerkiksi kylpyhuoneeseen tulevien aco-seinien linjaukset olisi hyvä tehdä olemassa olevat hormit huomioiden ja välttämään turhaa seinälinjojen pykältämistä, sen sijaan että seinät merkataan tarkasti kuvien mukaan. Näistä saattoi tulla useiden neliöiden suuruisia ja jopa yli 20mm täyttöjä, jotka olisi hyvin voitu välttää huolellisella mittaamisella.

Yksi lisätyötä aiheuttava seikka oli runkotyön aikana tehtävät ontelolaattojen paikallavallettavat reunakohdat. Näissä oli joissain kohdissa käynyt niin, että muottilautaa tuke-
massa ollutta tönäriä oli kiristetty liikaa, jolloin reunavalun alapinta jäi liian ylös ontelolaatan pintaan verrattuna. Näitä oli jäänyt runkotyönjohtajalta huomaamatta ja näin ollen runkourakoitsijan tehtäviä tehtiin etuoikaisun aikana. Tästä seurasi myös muita merkittäviä kustannuksia, kun yläpuolisia tiloja plaanotettiin. Joitakin korkeita kohtia piikattiin alemmas, mutta joissain asunnoissa jouduttiin myös nostamaan plaanon korkeutta koko asunnon osalta, joka lisää välittömästi plaanon määrää ja kustannuksia.

11.2 Toteutuneiden kustannusten vertaaminen ennusteeseen

Kohteeseen laskettu tavoitearvio etuputsityölle riitti kokonaisuudessaan toteutuneisiin kustannuksiin. Kun verrattiin kosteantilan etuputsikustannuksia kuivientilojen kustannuksiin, ero tavoitearvioon on selkeä. Toisen osan kustannukset ylittyivät, mutta toisen osan alittuivat, ja näin ollen kokonaisuutena päästiin vähän plussan puolelle.

12 Toimenpiteet / Johtopäätökset

12.1 Kustannusten ennustaminen

Kustannusten ennustaminen ja tavoitearvion laskenta tuntuvat olevan oikealla tasolla. Kun jatkossakin ennustetta ja tavoitearviota peilataan edellisten kohteiden tuloksiin, niin kokonaisuuden pitäisi olla oikealla tasolla. Syyt siihen, miksi jossain kohteessa kustannukset karkaavat on tuotu esille aiemmin tässä opinnäytetyössä. Suurimmat tekijät ovat huolimattomuus tai välinpitämättömyys.

Mikäli etuputsityön osalta jää puutteita, näkyy niiden haitat todennäköisesti välittömästi seuraavan työvaiheen aikana, ja mahdollisesti kertautuvat seuraavien urakoitsijoiden kohdalla. Liian suuret heitot, tai puutteelliset piikkaukset ja kiinnikkeiden poistot, aiheuttavat esteitä onnistuneelle tasoitetyölle. Näiden kohdalla käy helposti niin, kun urakoitsijan työntekijä ei ehdi tai vaikka kielimuurin takia osaa ilmoittaa niistä työnjohtajalle, jäävät jotkut kohdat keskeneräisesti tasoitetuksi. Heti tämän työvaiheen jälkeen perässä tuleva maalari jättää saman kohdan keskeneräiseksi. Näiden kohtien korjaaminen jää väistämättä lisätyönä tehtäväksi ja pahimmassa tapauksessa aiheuttaa haittaa myös seuraavalle työvaiheelle, mikä entisestään aiheuttaa lisäkuluja.

12.2 Urakkarajat

Urakkarajojen kanssa tuli matkan aikana erimielisyyttä. Vaikka ennen urakan sopimusta kiersimme kohteessa katsomassa urakkaan sisältyviä asioita ja niiden tarkennuksia suullisesti ja kirjallisesti sovittiin, niin kaikki ei silti ollut selvää. Osittain tähän vaikutti myös runkotyövaiheen aikana tulleita elementtien toimitusongelmia ja niiden kautta runkotyönjohtajan, urakoitsijan työntekijöille antamia hyvityksiä työn laadun ja jälkitöiden suhteen, hyvityksenä turhista odotusajoista ja tehokkaasta asennusjärjestyksestä, vaikuttivat siihen, ettei etuputsiurakoitsija ollut samaa mieltä urakkarajoihin sisältyvien toleranssien osalta, kun katselmoiduissa asunnoissa ei tällaisia asioita ollut havaittavissa.

Nämä olivat kuitenkin kokonaisuuteen verrattuna, ottaen huomioon toimitusongelmien aiheuttamien kokonaiskustannusten nousun, suhteellisen pieniä asioita, jotka saatiin urakoitsijan kanssa soviteltua molempia tyydyttävällä tavalla.

Näissäkin tilanteissa oli helppo havaita, mutta vaikeampaa lähteä korjaamaan sitä ongelmaa, kun rakentamisen aikana eteen tulee odottamattomia yllätyksiä, ja niiden aiheuttamia haittoja ja kustannuksia ei käsitellä heti asianmukaisesti korvattavana haittana, vaan annetaan jollekin urakoitsijalle kuuluviin tehtäviin helpotuksia, eikä vaadita kunnollista suoritusta, niin kustannuksia ei pääse karkuun, vaan lopulliset kustannukset näkyvät myöhemmässä vaiheessa tapahtuvan työvaiheen kustannuksia virheellisesti nostavana.

13 Kehitysehdotukset

Etuputsityövaiheen kokonaisuuteen on syytä laittaa ajatuksia ja kiinnittää yksityiskohtiin huomioita hyvin aikaisessa vaiheessa. Yhtenä esimerkkinä, yrityksellä voisi olla sisäisessä materiaalissa listattuna asiat, jotka tulisi sisällyttää etuputsiurakoitsijalle kuuluvaksi ja jokaisessa urakkasopimuksessa kirjallisesti huomioiduiksi. Toisena esimerkkinä voisi olla muistio, mistä löytyisi etuputsityöhön liittyvien urakoitsijoiden vastuunjakotaulukko urakkarajoihin selkeästi eriteltynä, jolloin mahdollisiin ongelmakohtiin ja niiden korjaamiseen saattaisi kiinnittää aikaisemmassa vaiheessa huomiota.

Sisätoista vastuussa olevan työnjohtajan on syytä seurata tarkkaan, että runkotyöurakkaan kuuluvat tehtävät hoidetaan kunnolla valmiiksi. Myös seinien mittalinjoihin on tärkeä tutustua etukäteen ja tarkastella niitä kriittisesti esimerkiksi mahdollisten kuvien mitoitusvirheiden tai eri rakennusosien linjausten suhteen. Kokonaisuutena asiat mistä ylimääräisiä kustannuksia syntyy, eivät ole ihmeellisiä. Ne on osattava vain huomioida etukäteen ja valvoa että kukin urakoitsija tekee heille kuuluvat tehtävät. Valokuvan ottaminen ongelmakohtaan, ja sen tutkiminen myöhemmin, voisi olla hyvä tehdä myös sen vuoksi, että myöhemmin tehty havainto saattaisi herättää työnjohtajan huomion siitä kelle kustannukset oikeasti kuuluisivat.

14 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä lähdettiin mahdollisia tutkimaan syitä etuputsikustannusten ylitymiselle. Työn aikana selvitettiin toleranssit ja muut laatuvaatimukset edellä tapahtuvista työvaiheista, mutta myöskin etuputsin jälkeisistä työvaiheista. Etuputsityövaiheen hahmottamista laajemmin, auttoi suuresti, kun työn aikana toimin työnjohtajana esimerkiksi kohteessa. Samalla tuli perehdyttyä myös laadullisiin asioihin.

Työssä käytettävä materiaali löytyi pääosin Rakennustieto Oy:n julkaisuista, Betoniyhdistyksen julkaisuista, kuin myös Peab Oy:n sisäisestä tietokannasta. Haastetta tähän työhön toi myös erilaiset näkemykset siitä mitä etuputsin kokonaisuuteen kuuluu, ja millä materiaaleilla tai työtavoilla asioita tehdään. Työn tuloksena hahmottui useita eri seikkoja, joiden vaikutus kustannuksiin voi olla merkittävä. Tästä nousi ajatus, että etuputsin kokonaisuutta työvaiheena saattaa olla vaikea hahmottaa. Jo paljon ennen työvaiheen alkua on useisiin asioihin kiinnitettävä huomiota, että ne tulevat tehdyksi kunnolla vaatimusten mukaisesti, sekä hahmotettava myös se, miten jotkut väärät valinnat ovat vaikuttamassa turhiin ylimääräisiin kustannuksiin.

Yhtenä ajatuksia herättävänä huomiona nousi etuputsityön liian hyvä laatu. Kun elementtien epätasaisuuksien oikomisista tai muista korjauksista työvaiheessa tehtiin hyvinkin suoria, kävi helposti niin, että työtä vastaanotettaessa yhdessä tasoiteurakoitsijan kanssa, heidän laatuvaatimuksensa nousi ja yritettiin pyytää korjaamaan tarpeettomia kohtia.

Opinnäytetyön aikana kerätyistä aineistosta ja työvaiheen aikana huomatuista ongelmista kerättiin yhteen muistio. Tämän muistion läpi käymällä hahmottuu nopeasti, kuinka useista eri asioista kustannusten karkaaminen voi johtua. Muistiossa on pyritty huomioidaan mahdollisimman laajasti niitä asioita, joihin olisi hyvä kiinnittää huomiota. Muistiossa on myös tuotu esille asioita, joita olisi hyvä sisällyttää urakkaan. Myös vaihtoehtoisia tapoja on listattu ja lisäksi niitäkin kohtia, joihin ei etuputsia tarvitse tehdä. Opinnäytetyön tekeminen lisäsi näkemystä siitä, miten paljon, ja miten pitkälle huonosti tehty työvaihe voi aiheuttaa kustannuksia, ja miten tärkeää on pientenkin yksityiskohtien hoitaminen kerralla riittävän hyvin, mutta ei kuitenkaan liian hyvin.

Lähteet

- [1] Liite 1 ja liite 2
- [2] Siniranta Jari, Betonielementtien toleranssit. Suomen Rakennusmedia Oy
- [3] BY 40, 2003. s35, Betoniyhdistys
- [4] Sisä-RYL, 2013 s.262-267. Rakennustieto Oy
- [5] Betonivalmisosien laatuerojen käsittely. Betonikeskus ry, 2006a)
- [6] Sisä-RYL, 2013 s.145. Rakennustieto Oy

Liitteet

Liite 1



1 (2)

12.1.2012

Kehitys/Aila Alakulju

TASOITTEIDEN TARTUNTA KIILTÄVILLE IT-BETONIELEMENTTIPINNOILLE

Seinien sisätasoituksissa elementtipinnat tasoitetaan ennen pinnoitusta weber. vetonit seinätasoihteilla. Testauksien mukaan tasoihteilla saavutetaan hyvä tartunta itsetiivistyväällä betonilla valettuihin elementtipintoihin,

Tartuntoja on testattu sekä laboratorioissa että käytännössä työmaalla. Lisäksi vuosien käytännön kokemus ja työmaakatselmuksset ovat osoittaneet, että ongelmia tartunnoissa ei ole esiintynyt.

1. Saint-Gobain Weber Oy:n kehityslaboratoriossa tehdyjä tartuntatuloksia:

Alustana Parman IT- betonilaatat

Tartunnat/MPa

	IT-betoni MPa	Murtuma	Liipattu pinta/MPa	Murtuma
weber.vetonit				
Tiilitasoite	0,65	70%B	0,7	
TT	0,6	30%B	0,75	
	0,6	Läh.Bet	0,75	
weber.vetonit				
Pohjatasoite	0,45	100% B	0,45	95% B
L	0,45	100% B	0,45	5% Bet
	0,5	100% B	0,45	
weber.vetonit				
Pintatasoite	0,75	100% B	0,65	100%B
LR+	0,7	100% B	0,6	100%B
	0,75	100% B	0,45	100%B
weber.vetonit				
Märkätilatasoite	1,45	40% B	0,7	Betonin
MT	1,65	60% Bet	0,8	Pinta
	1,7	Pinta	0,9	

liite 2

IT-elementit ja tasoitustyöt

IT-betonien eli itsestään tiivistyvien betonien käyttö on viime vuosina yleistynyt runsaasti niin valmisbetonituotannossa kuin elementtituotannossakin. IT-betonit valmistetaan käyttäen erittäin tehokkaita uuden tyyppisiä notkistavia lisäaineita ja tarkkaa kiviaineksen suhteitusta. Betonien vesisementtisuhte on perinteisiä betoneita alhaisempi ja ne myös sisältävät enemmän aivan hienoa kiviainesta. Kun betonin pintaa ei esim. elementtitehtaalla hierretä, mikä jouduttiin tekemään perinteisen tärytyksen/tiivistyksen jälkeen, tulee pinnasta usein hyvin tiiviin, tasaisen ja kiiltävänkin näköinen.

Kun rakennustyömaalla päästään tasoitusvaiheeseen, herättävät nämä varsin sileät ja osin kiiltelevät pinnat usein epäilyksen siitä tarttuuko tasoite niihin vai onko pinta hiottava perinteisemmän näköiseksi. Me Lakan Betonilla tutkimme aihetta yhteistyössä erään suuren rakennusliikkeen, Parman ja tutkimuslaitoksen kanssa jo muutama vuosi sitten. Kokeita on sen jälkeenkin jatkettu sekä tutkimuslaitoksella että yhteistyökokeiden muodossa Parman Forssan tehtaalla, jonka naapurissa tasoitetehtaamme sopivasti sijaitsee.

Näiden tutkimusten mukaan syytä huoleen ei yleensä ole. Tasoitteiden tartunta näihin tiiviin ja kiiltelevänkin näköisiin pintoihin on yleensä jopa parempi kuin perinteisiin betoneihin ja poikkeuksetta parempi kuin hiottuihin betoneihin. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että näissä IT-elementeissä on kuitenkin runsaasti ilmaa, mutta jakautuneena pieniin huokosiin. Huokosia voi tarkastella hyvin esim. luupilla. Lisäksi elementit ovat ns. janoisia, koska vesisementtisuhte on alhainen. Siksi ne imaisevat tasoitetta ja sen vettä ahnaasti sisäänsä, mikä aiheuttaa ikävää kuplimistakin, mutta myös johtaa hyvään tartuntaan. Perinteisissä elementeissä pinta on hierron jäljiltä rikottu ja pintaan on nostatettu heikompaa ns. sementtiliimaa, jonka vesimäärä suhteellisen korkea ja tartunta heikompaa. Työmaalia hiotuihin elementteihin taas jää pintaan herkästi pölyä, joka heikentää tartuntaa.

Kokeidemme ja kokemuksemme valossa emme suosittele työmaalla betonien /elementtien hiontaa, ellei niissä selkeitä nystermiä tai muita pinnan epämuodostumia tai jos niillä liikaa (esim. muottiöljy) tai jos pinta täysin lasimainen. Pöly on aina muistettava poistaa käsitellyiltä pinnoilta huolellisesti esim. imuroimalla.

Terveisin

Maarit Järvinen
Tuoteryhmäpäällikkö
Lakan Betoni Oy
puh. 0207481352

liite 3

Muistio sisätyönjohtajalle etuputsityövaiheeseen, kustannuksien ylittymisen minimoimiseksi.

- Aloita etuputsityövaiheeseen valmistuminen mahdollisimman aikaisin. Hyvä aika aloittamiselle on heti kerroksen runkotyön valmistumisen jälkeen.

Runkotyön jälkeen

Tarkasta runkotyön jälkitöiden osalta ainakin seuraavat kohdat:

- Kaikki pystysaumaukseen liittyvät saumat ja kolot on täytetty ja tasoitettu.
- Kaikki valutoppareihin liittyvät materiaalit ja kiinnikkeet on poistettu.
- Kaikki uretaanilla tehdyt paikkaukset on putsattu.
- Kaikki reuna- ja saumavalut ovat täynnä, eikä mitään kovia kohtia, kuten elementtilappuja, tai purseita ontelon saumoissa ole jäänyt poistamatta tai putsaamatta.
- Tarkasta että reunavalut eivät ole jääneet liian ylös, tuen liiallisella kiristämällä, vaan ovat ontelolaatan kanssa samassa tasossa.
- Tarkasta onteloiden saumat varsinkin saumavalujen kohdalta, ettei niitä ole vahingossa osittain täytetty valun yhteydessä.

Väliseinien mitoitus

- Pehdy hyvissä ajoin väliseinien mitoitukseen.
- Tarkista miten seinien linjaukset on tehty ja miten eri rakenteiden liittymien toisiinsa on suunniteltu, (kuten esimerkiksi hormielementit Ako-seinien kanssa tai Ako-seinät kipsilevyseinien kanssa), ettei näihin jää turhaa pinnan korkeuden vaihtelua.
Mikäli kuvissa on epäselvyyttä, pyydä arkkitehdiltä tarkennuksia.
- Keskustele vastaavan kanssa ja tehkää päätös, mikä on tärkein tekijä mitoituksessa, jos jokin kuvaan mitoitettu linja, (kuten esimerkiksi hormin sijainti elementtiin nähden), on suurempi tai pienempi todellisuudessa,
- Pidä väliseinien mittauksista aloituspalaveri, missä käy läpi mitoituksen periaatteet, ja sen miten poikkeustapauksissa toimitaan.
- Tulosta hyvissä ajoin kerroksittain, jokaisesta asunnosta riittävän suuret kuvat joista selviää mittalinjojen pisteet ja mitat, välttääksesi virheitä mitoitusta tehdessä.
- Pyri varaamaan mittauksen suorittava henkilö hyvissä ajoin työmaalle. Näin pystyt pitämään varmemmin kiinni siitä, että väliseinien mitoittaja on aina sama henkilö.
- Tarkasta mitoituksen jälkeen, ennen seinien asentamista, että mittaviivat ovat sovitun mukaiset, eikä niissä ole erehtymisen vaaraa.
- Käy Ako-seinien asennusryhmän kanssa läpi, miten nurkat tulee tehdä, ettei niihin jää sahattuja reunoja, joita jouduttaisiin täyttämään.

Seinien asentamisen jälkeen

- Tarkasta seinien suorakulmaisuus toisiinsa nähden, riittävän suuren, esim. vanerista tehdyn suorakulmaimen avulla, varsinkin laatoitettavien ja kalustettavien tilojen osalta. Jos heittoja ilmenee, merkitse ne heti merkkausmaalilla riittävän selvästi.
- Pyydä kaikilta niiltä urakoitsijoilta, joilla tulee tekniikkaa kivrakenteisiin seiniin merkitsemään niiden paikat välittömästi seinien asentamisen jälkeen. Tilaa samalla myös reikien poraaminen ja ilmoita urakoitsijoille, milloin tekniikka on oltava asennettuina.
- Selvitä elementeissä olevien, mm. keittiön välitilaan tulevien valaisinten, sekä kylpyhuoneen peilivalon tarkka korko ja merkitse se elementtiin.
- Tarkista jääkö kattoon sellaisia paikkoja, missä ontelon saumaura on liian lähellä väliseinää ja on ulkonäön kannalta parempi täyttää ennen tasoitetyötä.
- Tarkasta kaikkien elementeissä olevien ikkuna- ja oviaukkojen smyykien suuruudet alumiinisen linjaarin avulla. Mikäli heittoja ilmenee merkitse ne merkkausmaalilla.
- Selvitä alakattolinjaukset, sekä työt mitä niiden yläpuolelta voidaan jättää tekemättä.

Osakohteen valmistuttua

- Käy koko kerros huolellisesti läpi yhdessä urakoitsijan kanssa, sekä merkkaa selvästi kaikki mahdolliset puutteet ja vaadi korjaukset välittömästi
- Kun puutekorjaukset on tehty, kiertäkää koko mesta yhdessä seuraavan työvaiheen edustajan kanssa. Mikäli huomautettavaa ole, tehkää osakohteesta hyväksytyt vastaanottopöytäkirja.

Käy vielä läpi alla olevat tehtäväsuunnitelmat.

Tasoite ja maalauspinnojen etuputsi

Tarkasta että elementtiasennukseen kuuluvat jälkityöt on tehty huolellisesti. Jos puutteita ilmenee, keskustele runkotyönjohtajan kanssa ja ohjatkaa työt ja niiden kustannukset runkourakoitsijalle.

Tarkasta että kaikki elementtien mahdolliset valmistus- ja suunnitelmavirheet ja niiden korjaukset on tehty ja dokumentoitu.

Kiinnitä huomiota erityisesti seuraaviin asioihin.

- Alakattojen ja koteloiden yläpuolella oltava tarkka, että mitään koloja tai reikiä ei jää viereisiin asuntoihin tai käytävätiloihin. Uretaanilla tehdyt täytöt on poistettava ja täytettävä betonilla. Kipsilaasti ei sovellu heikon äänieristävyyden vuoksi.
- Elementtien alapäiden ja patteriputkien läpivientien tarkastus; ei kovia kohtia, eikä minkäänlaisia reikiä tai uretaanilla tehtyjä paikkauksia. Myös valutopparien kiinnityksessä käytetyt naulat ja ruuvit on poistettava huolellisesti.
- Ontelourat. Tarkistettava että on täynnä betonia. Jos ei ole, niin vajaat kohdat täytetään betonilla (huomioi kenelle kustannus kuuluu). Tarkistettava että uran pohjassa ei ole roskia. Onteloiden saumauran reunat muotoiltava yhdenmukaisiksi ja suoriksi. Esimerkiksi lohjenneet kohdat ja pykälät voi muovilla kipsilaastilla.

Jos sauma päättyy reunavaluun, niin on tarkistettava, ettei saumaa ole täytetty betonilla valun yhteydessä. Mikäli näin on, joudutaan betoniin piikkaamaan saumaura yhtenäisen ulkonäön vuoksi.

Lisäksi, jos onteloiden sauma osuu hankalasti seinän viereen, on se silloin täytettävä esimerkiksi kipsilaastilla.

- Elementtiseinien pinnat käytävä läpi. Nystyrät pois petkeleellä ja tarvittaessa kuppikoneella, (huomioi, että kalusteiden taakse tai koteloihin ja alakattotilaan jääviä pintoja ei tarvitse työstää)
- Ikkunoiden ja ovien smyykien tarkastus linjaarilla ja mahdollisten heittojen korjaus.
- Seinä- ja kattopintojen tarvittavat paikkaukset ja oikaisut kipsilaastilla.
- Keittiöön tulevan tekniikan, kuten välitilan sähköjohtojen kiinnitykset oikeaan korkoon ja niiden varausten täytöt.
- Ako-seinien yläreunan kiinnityksessä käytetyn uretaanin poisto ja täyttö, sähkörasioiden ja muun tekniikan kiinnitykset, sekä reikien ja asennusaukkojen paikkaukset kipsilaastilla.
- Kaikkien väliaikaisten kiinnikkeiden poistaminen
- Portaiden kylkien ja pohjien tarvittavat paikkaukset ja viimeistely.

Kosteantilan etuputsi

Tarkasta että elementtiasennuksen jälkityöt on tehty huolellisesti. Jos puutteita ilmenee ohjaa työt ja niiden kustannukset runkourakoitsijalle.

Tarkasta että kaikki elementtien mahdolliset valmistusvirheet ja niiden korjaukset on tehty ja dokumentoitu.

- Kaikkien nurkkien tarkastus suorakulman avulla, sekä seinäpintojen suoruuden tarkastus linjaarin kanssa, sekä niiden tarvittavat korjaukset.
- Aco-seinissä olevien sähkörasioiden ja muun tekniikan kiinnitykset ja niihin liittyvien varausten täytöt betonilla.
- Hormien hionta ja petkelöinti tarpeen mukaan. Nystyrät pois, kolhujen korjaus.
- Hormielementin ja seinän välistä rakoja ei kannata täyttää betonilla, jos sille ei ole ääni- tai paloteknisesti tarvetta tai se ei ole huomattavan suuri >60mm, tällöin rako pitää täyttää betonilla. Muussa tapauksessa helpoin tapa on täyttää rako uretaanilla reilusti ja kuivumisen jälkeen ylimääräinen uretaani leikataan pois seinäpintaa myöten. Uretaani antaa riittävän tuen ja tartuntapinnan vesieristykselle ja laatoitukselle.
- Peilikaapin sähkövarauksen betonointi oikeaan korkoon.
- Betoniseinien tarvittavat petkelöinnit nystyröiden tai valuroiskeiden osalta.
- Lattian rajat tärkeät, niiden petkelöinti ja siistiminen.

Alakaton yläpuolelle ei saa jäädä mitään epämääräisiä reikiä, uretaani-paikkauksia tai koloja. (Tämä koskee asunnon ulkopuolisia rakenteita vasten olevia seiniä.)