
TAKUUKORJAUKSIIN JOHTAVAT LAATUVIRHEET

NCC rakennus Oy:n kaksivuotistakuukorjaukset




Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Visamäki, 20.5.2011

Tuuli Ingberg



Rakennustekniikan koulutusohjelma
Hämeenlinna

Työn nimi Takuukorjauksiin johtavat laatuvirheet

Tekijä Tuuli Ingberg

Ohjaava opettaja Jari Komsu

Hyväksytty _____._____.2011

Hyväksyjä

VISAMÄKI

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto

Tekijä	Tuuli Ingberg	Vuosi 2011
Toimeksiantaja	NCC Rakennus Oy	
Työn nimi	Takuukorjauksiin johtavat laatuvirheet	

TIIVISTELMÄ

Takuukorjauksiin johtavat laatuvirheet vähentävät työmaiden katetta ja aiheuttavat sekä suoria että välillisiä kustannuksia. NCC Rakennus Oy pyrkii toiminnassaan hyvään ja virheettömään laatuun, minkä takia takuukorjausten ehkäisy on erittäin tärkeä asia.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on NCC Rakennus Oy. Yrityksellä oli tarve kartoittaa takuutöihin johtavien laatuvirheiden syyt, määrä, kustannukset sekä esiintymistäajuus.

Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä ja tarjota ratkaisuja takuukorjausten ehkäisemiseen sekä takuukorjausten kustannusten vähentämiseen.

Tutkimusaineistona olivat NCC Rakennus Oy:n teettämä projektityö Takuutöiden kustannukset ja aiheutumissyöt. Tiedonhankinnassa käytettiin apuna ammattikirjallisuutta sekä sähköisiä medioita.

Korjaus- ja toimitilarakentamisen 2-vuotistakuukorjauksista laadittiin Top 10-listat kustannuksellisesti sekä määrällisesti merkittävimmistä takuukorjaustöistä. Listoilla esiintyi samoja laatuvirheitä, joista neljä otettiin lähempään tarkasteluun suurten kustannusten sekä esiintymistiheyden takia. Näitä laatuvirheitä olivat talotekniikkatyöt, ovet ja ikkunat, halkeamat ja murtumat sekä kosteusvauriot ja vuodot.

Kaikkia laatuvirheitä ei pystytä estämään, mutta tämä opinnäytetyö tarjoaa ratkaisuja sekä ehdotuksia takuukorjauksien ehkäisemiseen.

Avainsanat Takuukorjaus, laatuvirhe, takuu, laadunvalvonta

Sivut 26 s. + liitteet 24 s.

Visamäki
Degree Programme in Building and Construction Engineering

Author

Tuuli Ingberg

Year 2011

Subject of Bachelor's thesis Quality Defects Leading to Warranty Repairs

ABSTRACT

Quality defects leading to warranty repairs reduce the contribution margin of construction sites and cause both direct and indirect costs. The thesis was commissioned by NCC Rakennus Oy. The company aims at good and flawless quality in its operations. Therefore prevention of warranty repairs is of vital importance. The company had a clear need to find out the causes of quality defects leading to warranty repairs, their frequency and costs.

The goal of the thesis was to find out and provide solutions for the prevention of warranty repairs and reduction of costs.

The research material consisted of a study provided by NCC called "Costs and causes of warranty work". Literature related to the field and electronic communication and information were also studied.

Top-ten lists were drawn up of two-year warranty repairs in renovation and facilities construction. The lists contain the most significant warranty repairs in terms of quantity and costs. The same quality defects appeared in all lists, four of which were chosen for a closer examination because of high costs and because of the frequency. These errors were the quality of building services works, doors and windows, cracks and fractures as well as moisture damage and leakage.

All quality defects cannot be prevented, but this thesis offers solutions and suggestions for the prevention of warranty repairs.

Keywords Warranty repair, quality defect, warranty, quality control

Pages 26 p. + appendices 24 p.



SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TAKUUAIKA JA VASTUUT	2
2.1	Takuukorjaukset eri aikajänteillä	2
2.1.1	Vastuu takuuajana.....	2
2.1.2	Vastuu takuuajan jälkeen.....	3
2.2	Urakoitsijan vastuu.....	3
2.3	Tilaaajan vastuu	3
3	LAADUKAS TUOTANTO	2
3.1	Laadukkaan tuotannon määritelmä	3
4	TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO	7
5	TUTKIMUSTULOKSET	8
4.1	Takuukorjauksiin johtavat merkittävimmät laatuvirheet	8
4.1.1	Määrällisesti merkittävimmät laatuvirheet	9
4.1.2	Kustannuksellisesti merkittävimmät laatuvirheet.....	10
4.2	Ovet.....	11
4.3	Halkeamat ja murtumat	11
4.4	Kosteusvauriot ja vuodot.....	12
4.5	Talotekniikkatyöt	12
4.6	Yhteenvedo ja johtopäätökset	13
6	LAATUVIRHEIDEN JA TAKUUKORJAUSTEN HALLITSEMINEN	14
5.1	Laadunvalvonta ja riskien hallinta työmaalla.....	14
5.1.1	Laatuvaatimusten tunteminen.....	15
5.1.2	Riskien tunnistaminen	16
5.1.3	Henkilöstön pätevyys	17
5.2	Suunnittelun virheiden välttäminen ja ehkäisy	17
5.3	Alihankinnan laatuvirheiden välttäminen ja ehkäisy	18
5.4	Huollon ja kiinteistönhoidon merkitys	19
5.5	Hyvä esimiestyö virheiden ehkäisijänä	20
5.6	Takuukorjausten kustannusten minimointi	21
5.6	Rakennustekniset toimenpidesuosituksset.....	21
7	YHTEENVETO	24
	LÄHTEET	26
	LIITE 1	



1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe valikoitui tarvelähtöisesti. Olen työskennellyt NCC Rakennus Oy:ssä neljän vuoden ajan. Työn aihe löytyi helposti, koska takuutöiden kartoittamiselle ja niiden syiden tutkimiselle oli selkeä tarve.

Yrityksestä toimitettiin tutkimusaineisto, josta oli tarkoitus valita määrällisesti ja kustannuksellisesti suurimmat takuutöiden aiheuttajat NCC Rakennus Oy talonrakennusyksiköissä. Keskeisempänä tavoitteena oli miettiä ratkaisuja näiden ongelmien vähentämiseen ja ehkäisyyn. NCC Rakennus Oy on teettänyt projektityönä Takuutöiden kustannukset ja aiheutumisyyt tekijöinä Anne Haapanen ja Anna Rantanen (Metropolia ammattikorkeakoulu) joka on aineistona opinnäytetyölleni. Opinnäytetyössäni tehtävänä oli etsiä ratkaisuja jo löydettyihin ongelmiin ja analysoida niitä.

Ajallisesti työ rajattiin kahden vuoden takuuajana ilmenneisiin virheisiin ja puutteisiin. Työmaat, joista tehtyjä takuukorjauksia tutkittiin, olivat vuosilta 2004–2006. Työmaita oli yhteensä 24 kappaletta. Opinnäytetyössä tutkittiin vain 2-vuotistakuun ajalla tehtyjä takuukorjauksia. Olen itse työskennellyt kolmella työmaalla mukana olevista kahdestakymmenestä neljästä työmaasta.

Takuutöiden kustannukset eivät ole NCC Rakennus Oy:n talonrakennuspuolella huolestuttavan suuria, mutta yksittäisten työmaiden kohdalla takuukorjauskustannukset voivat olla hälyttävän suuria. Takuukorjaukset vähentävät työmaiden katetta ja aiheuttavat sekä suoria että välillisiä kustannuksia. Välillisiin kustannuksiin voidaan laskea mm. työvoiman käytön takuukorjauksia tehtäessä, että työtunnit ovat lähes poikkeuksetta pois toiselta työmaalta. Erityisesti toistuvista ja systemaattisista virheistä ja puutteista tulisi pyrkiä eroon. NCC Rakennus Oy haluaa olla tunnettu laadukkaasta rakentamisesta, joten takuukorjauksien aiheuttamia kolhuja imagossa ei voi vähätellä. NCC Rakennus pyrkii toiminnassaan hyvään ja virheettömään laatuun, minkä takia takuukorjausten ehkäisy on erittäin tärkeä asia. Tämänhetkinen taloudellinen tilanne lisää paineita tehdä taloudellista tulosta jokaisella työmaalla.

Tutkittava aineisto on kerätty NCC Rakennuksen talonrakennusosastolta, johon kuuluvat korjausrakentamisen yksikkö- ja toimitilarakentaminen. Asuntorakentamista ja sen laatuvirheitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

2 TAKUUAIKA JA VASTUUT

Takuuaika alkaa siitä päivästä, kun rakennuskohde tai sen osa hyväksytään vastaanottotarkastuksessa tai viimeistään silloin, kun rakennus otetaan käyttöön. Takuuaika on rakennusurakan yleisten sopimusehtojen (YSE 1998) mukaan, ellei sopimusasiakirjoissa muuten määrätä, kaksi vuotta.

Takuuaikana urakoitsija on velvollinen korjaamaan tai korvaamaan ne virheet, jotka johtuvat urakoitsija työstä tai sen laiminlyönnistä. Takuukorjausten ulkopuolelle rajataan käyttäjän itse aiheuttamat sekä huollon laiminlyönnin aiheuttamat virheet. Usein kuitenkin virheen tai vaurion alkuperäinen aiheuttaja on vaikea selvittää tai todistaa.

2.1 Takuukorjaukset eri aikajänteillä

Takuukorjaukset on jaettu kahteen eri osaan YSE 1998:n mukaan: vastuu takuuaikana käsittävät takuukorjaukset rakennuskohteen luovutuksesta kahteen vuoteen ja vastuu takuuajan jälkeen 2-10 v. asti.

2.1.1 Vastuu takuuaikana

Urakoitsijan vastuu takuuaikana määräytyy laadittujen sopimusasiakirjojen mukaan. Lähes poikkeuksetta käytetään Rakennusurakan yleisiä sopimusehtoja, minkä perusteella laaditaan tilaajan ja urakoitsijan välinen sopimus.

”Urakoitsija on velvollinen kustannuksellaan korjaamaan ne urakkasuorituksessaan takuuaikana ilmenneet virheet, joita urakoitsija ei näytä hänestä riippumattomasta syystä aiheutuneiksi esimerkiksi osoittamalla, että kyseessä on normaali kuluminen tai virheellisen käytön taikka tilaajan vastuulle kuuluvien huoltotoimenpiteiden laiminlyönnin aiheuttaman vaurio.” (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

Takuukorjauksista takuuaikana vastaa pääurakoitsija, vaikka virheen aiheuttaja olisi aliurakoitsija. Muutos- ja lisätyöt katsotaan kuuluvaksi myös suoritukseen, jota takuu koskee. Urakoitsija on pääsääntöisesti velvollinen korjaamaan virheet tai puutteet, mutta virheet jotka eivät olennaisesti haittaa käyttöä tai aiheuta minkäänlaista vaaraa kenellekään, voidaan hyvittää arvovähennyksenä tilaajan ja urakoitsijan näin sopiessa. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

Virheet tai puutteet, jotka aiheuttavat vaaraa tai rakennuksen tai sen osien rappeutumista, tulee urakoitsijan korjattava välittömästi tai tilaajalla on oikeus teettää työ urakoitsijan kustannuksella ilmoitettuaan siitä kirjallisesti urakoitsijalle (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998).

2.1.2 Vastuu takuuajan jälkeen

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot määrittelevät takuuajan jälkeiset vastuut erikseen. Tästä vastuusta urakoitsija on vapaa, kun kymmenen vuotta on kulunut kohteen vastaanottamisesta. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

”Urakoitsija vastaa takuuajan jälkeenkin sellaisista virheitä, joiden tilaaja näyttää aiheutuneen urakoitsijan törkeästä laiminlyönnistä, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai olevan seurausta sovitun laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä ja joita tilaaja ei ole kohtuuden mukaan voinut havaita vastaanottotarkastuksessa eikä takuuajana.” (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998)

2.2 Urakoitsijan vastuu

Rakennusurakka otetaan vastaan vastaanottotarkastuksessa. Rakennustyön tulee olla valmis ja täyttää urakkasopimuksen vaatimukset vastaanottotarkastuksessa. Urakoitsija vastaa myös lisä- ja muutostöistä takuuajana, vaikka niitä ei olisi kirjattu sopimusasiakirjoihin. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

Normaalisti urakoitsijan pitäisi pyrkiä luovuttamaan rakennuskohde täysin valmiina ja virheettömänä.

Tilaajan ilmoittamat virheet ja puutteet tulee korjata mahdollisimman pian, vaaraa tai rappeutumista aiheuttavat virheet välittömästi. Urakoitsija korjaa edellä mainitut virheet omalla kustannuksellaan. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998)

Urakoitsija on velvollinen toimittamaan käyttö- ja huolto-ohjeet, mutta tilaaja vastaa niiden toimeenpanosta.

Urakoitsija vapautuu vastuusta sellaisissa tapauksissa, missä aliurakoitsijalla tai tuotteen toimittajalla on pitempi takuuajana kuin 2 vuotta, jos tilaaja suostuu ottamaan vastuun urakoitsijalta suoraan aliurakoitsijalle tai tavaran toimittajalle (Rakennusalan yleiset sopimusehdot).

2.3 Tilaajan vastuu

Vastaanottotarkastuksessa tilaajan tulee kirjata tarkastuspöytäkirjaan merkinnät siitä, onko kohde hyväksytty, urakoitsijan virheet ja takuutarkastuksessa käsiteltävät asiat (Rakennusalan yleiset sopimusehdot).

Tilaaja on velvollinen asettamaan rakennuskohteelle valvojan. Tämä ei kuitenkaan rajoita tai vähennä urakoitsija vastuuta. Jos kuitenkin urakassa

ilmenee vakava virhe, joka tilaajan tulisi huomata, vastaa tilaaja osin virheen aiheuttamista lisäkustannuksista, ellei kyse ole urakoitsijan vakavasta laiminlyönnistä, keskeneräisyydestä tai laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot 1998.)

Tilaaja huolehtii, että rakennuksen käyttäjät ja huoltohenkilöstö on saanut käyttökoulutuksen ja huolto-ohjeet rakennuksen tiloihin ja laitteisiin. Urakoitsija ei ole velvollinen korjaamaan laiminlyönneistä tai väärinkäytöistä johtuvia vikoja.

Tilaaja ei voi vaatia urakoitsijaa korjaamaan virhettä tai puutetta sopimusasiakirjoissa mainittua varustelutasoa paremmaksi ilman urakoitsijan suostumusta.

Tilaajan tulee ilmoittaa huomaamistaan virheistä ja puutteista välittömästi urakoitsijalle.

3 LAADUKAS TUOTANTO

”Laatu-termiä käytetään kuvaamaan esineiden, ihmisten tai prosessien ominaisuuksia ja haluttavuutta. Välineiden ja toiminnan ominaisuudet ovat suhteellisen objektiivisia asioita. Ne voidaan määritellä ja luetella hyvinkin tarkkaan. Subjektiivisiksi laatu muuttuu vasta, kun erilaiset käyttäjät arvioivat sitä omien tarpeidensa ja kokemustensa pohjalta.” (Ahlman 1920.)

Rakennusyrityksessä laatu käsitetään lähinnä tuotannon laadukkuutena eli valmistuskeskeisenä laadun käsityksenä. Valmistuskeskeinen laatuikäistyksen mukaan tuotannon tulisi olla virheetöntä, ns. nollavirheajattelu. Virheiden esiintyminen voi johtaa lisäkustannuksiin ja tuottojen menetyksiin. Tyypillisiä virheistä johtuvia lisäkustannuksia ovat takuukorjauskustannukset, vahingonkorvaukset, myöhästymissakot ja pahimmassa tapauksessa tuotannon huomattavat taloudelliset ja välilliset tappiot, kuten imagon heikentyminen. Lievästi virheellistä tuotantoa joudutaan korjailemaan tai antamaan hyvitystä tilaajalle. Virheiden esiintyminen johtaa yrityksen tuottavuuden heikentymiseen. (Lillrank 1998.)

3.1 Laadukkaan tuotannon määritelmä

Opinnäytetyön aihe keskittyy takuukorjausten syihin ja niiden estämiseen sekä kustannusten vähentämiseen, siksi tässä tutkimuksessa tarkastellaan laatua lähinnä valmistuskeskeisenä. Tuote on laadukas, kun se on virheetön ja suunnitelmien mukainen. Toisaalta tuote ei ole laadukas, jos siinä on virheitä tai se ei ole suunnitelmien mukainen. (Lillrank 1998.)

Laatua sinänsä ei voi mitata, vaan sille pitää antaa jokin määre mitä mitataan. Laadun mittareina voidaan käyttää esimerkiksi arviointia, arvoanalyysia, kustannuksia, asiakastyytyväisyyttä ja lopputulosta suunnitelmiin nähden. Laatuvirheet on helpompi mitata kuin hyvä laatu. Tuotanto voi olla laadukasta huolimatta laatuvirheistä. Niiden pieni lukumäärä tai vähäinen merkitys kokonaisuudessa ei estä laadukasta tuotantoa. Virheiden huomaaminen ja korjaaminen kuuluvat laadukkaaseen tuotantoon. Ennen kaikkea virheet tulisi huomata ja korjata ennen työmaan luovuttamista asiakkaalle. (Lillrank 1998.)

Asiakastyytyväisyys rakentamisessa on hyvin tärkeää. Asiakas voi olla ulkoinen tai sisäinen, mutta tässä työssä tarkastellaan laadun näkökulmasta ulkoista asiakasta, eli useimmissa tapauksissa tilaajaa ja hänen sidosryhmiään. Asiakas ei välttämättä näe laadukkuutta rakennusteknisenä laatuna vaan yleisenä laadukkuutena. Asiakaskeskeinen laatu tarkoittaa sitä, kuinka hyvin tuote menestyy siinä tarkoituksessa, jossa asiakas sitä käyttää. Luvattu laatu realisoituu liittyvien odotusten ja todellisten kokemusten perusteella asiakkaan kokemaksi laaduksi. Asiakaskeskeinen laatu on siis tuotanto- tai kulutusprosessissa koettua laatua erotukseksi luvattusta laa-

dusta. Asiakaskeskeinen laatu perustuu hyödykkeen koko käyttöiän aikaiseen kokemukseen.(Lillrank 1998.)

Suomessa rakentamista ohjaavat paljon lait, säädökset ja määräykset. Ne sitovat yrityksen tiettyyn rakentamisen laatutasoon. Jokaisessa uudessa tuotannossa määritellään sopimuksissa tietty laatutaso, johon rakennusyrityksen on päästävä voidakseen luovuttaa työmaa asiakkaalle valmiina laadukkaana rakennuksena tai sen osana.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

Tutkimusaineistona olivat NCC Rakennus Oy:n teettämä projektityö Takuutöiden kustannukset ja aiheutumissyyt, tekijöinä insinööriopiskelijat Anne Haapanen ja Anna Rantanen Metropolia-ammattikorkeakoulusta. Tutkimusaineistoon liittyi suuri määrä vastaanottopöytäkirjoja, jälkitarkastuspöytäkirjoja, takuutarkastuspöytäkirjoja sekä takuutarkastuslistoja. Tiedonhankinnassa käytettiin myös haastatteluita sekä sähköistä viestintää.

Kirjallisuutta käytettiin lähteinä melko monipuolisesti. Erityisesti rakennusteknisiin ongelmiin ratkaisua etsittiin ammattikirjallisuudesta. Internetiä käytettiin lähinnä tiedonlähteiden etsimiseen, ei varsinaisena tiedonlähteenä.

Kaikki NCC Rakennus Oy:n antama lähdeaineisto käytiin huolellisesti läpi. Aineistosta etsittiin tulosten kannalta merkittävimmät asiat. Työn tavoitteena on tunnistaa suurimmat laatuvirheet ja tarjota ehdotuksia niiden torjumiseksi. Määrällisesti ja kustannuksellisesti suurimmista takuukorjauksia aiheuttavista laatuvirheistä laadittiin taulukot. Laadituista taulukoista valittiin usein toistuvat ja kustannuksellisesti merkittävät laatuvirheet tarkempaan analysointiin. Liitteenä ovat takuutöiden kustannukset ja aiheutumissyyt-projektityön lähdemateriaali, jota on tässä opinnäytetyössä analysoitu ja tutkittu takuukorjauksia aiheuttavien laatuvirheiden toteamiseksi ja ratkaisujen etsimiseksi.

5 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimustulokset on esitetty taulukoissa top 10- ja top 7-listoilla. Neljää kustannuksellisesti merkittävää ja usein toistuvaa laatuvirhettä käsitellään laajemmin ja yksityiskohtaisemmin seuraavissa kappaleissa.

Tutkimustulosten tulkinnessa keskityttiin erityisesti systemaattisiin virheisiin, koska niihin puuttamalla saavutetaan suurin taloudellinen hyöty. Yksittäisiin, mutta kustannuksiltaan suuriin virheisiin liittyy suuria taloudellisia tappioita ja mahdollisesti myös yhtiön imagoa vahingoittavia ongelmia. Suurimmat taloudellisesti merkittävät virheet korjaus- ja uudisrakentamisen top-listoilla olivat erikoisia kohteita. Molempien kohteiden virheet olisivat olleet mahdollisesti vältettävissä suunnittelun ja aliurakoinnin laadunvalvonnalla.

Tutkimustulokset analysoitiin ja laadittiin toimenpidesuosituksen.

5.1 Takuukorjauksiin johtavat merkittävimmät laatuvirheet

Laatuvirheet on jaoteltu kahteen eri luokkaan: määrällisesti merkittävimmät ja kustannuksellisesti merkittävimmät laatuvirheet. Molempia luokkia on tutkittu uudis- ja korjausrakentamisen osalta erikseen, koska uudis- ja korjausrakentaminen poikkeavat kohteesta riippuen hyvin paljon toisistaan.

Merkittävimmät takuukorjauksia aiheuttavat laatuvirheet ovat ovet, halkeamat ja murtumat, talotekniikkatyöt ja kosteusvauriot ja vuodot. Määrällisesti merkittävimmissä laatuvirhe-taulukoissa esiintyvä maalaustyöt jätettiin pois merkittävimpien laatuvirheiden listauksesta, koska maalaustyöt aiheuttavat vain pieniä kustannuksia ja maalaustyöissä itsessään on harvoin laatuvirheitä. Usein maalarit tekevät muiden laatuvirheiden aiheuttamien takuukorjausten jälkitöitä, kuten halkeamia tasoitusta ja maalausta.

Lattian pintarakenteet jätettiin myös tarkemman analysoinnin ulkopuolelle, koska suurin osa lattian pintarakenteen laatuvirheistä johtuu liian koptean rakenteen päällystämistä materiaalilla, joka ei hengitä ja päästä kosteutta pois.

5.1.1 Määrällisesti merkittävimmät laatuvirheet

Taulukossa on esitetty uudis- ja korjausrakentamisen määrällisesti merkittävimmät laatuvirheet.

TAULUKKO 1 *Uudisrakentaminen*

TOP 10 MÄÄRÄLLISESTI MERKITÄVÄT:	
1	Ovet
2	Halkeamat
3	Talotekniikkatyöt
4	Lattian pintarakenteet
5	Saumat kevyissä väliseinissä
6	Liikuntasaumat
7	Vesivuotoja kattorakenteissa
8	Alakatot
9	Maalaus
10	Ulkoseinien pintarakenteet

TAULUKKO 2 *Korjausrakentaminen*

TOP 10 MÄÄRÄLLISESTI MERKITTÄVÄT:	
1	Halkeamat
2	Ovet
3	Maalaukset
4	Talotekniikkatyöt
5	Ikkunat ja ikkunapenkit
6	Lattian pintarakenteet
7	Kattovuodot
8	Kalusteet
9	Nostonäyttämöt
10	Kittaukset ja saumaukset

5.1.2 Kustannuksellisesti merkittävimmät laatuvirheet

Taulukoissa on esitetty korjaus- ja uusirakentamisen kustannuksellisesti merkittävimmät laatuvirheet.

TAULUKKO 3 Uudisrakentaminen

TOP 7 KUSTANNUKSELLISESTI MERKITTÄVÄT:			
	Rakennusosa	Laatuvirhe	Kustannus
1	96332	Parven tiiliseinä halkeillut	Merkittävät
2	96323	Liikuntasauama	Merkittävät
3	96328	Vanhoja valujälkiä ajoluis- kan katossa	kallis
4	96323	Lattihalkeamat varastoti- loissa	n. 20 000 €
5	96333	Läkelaitoksessa vettä sisäl- le	n. 20 000 €
6	963713	VSS-viemäri tukkoon	n. 5 000 €
7	96334	Hätäpoistumisportaikon vesien poisto ja lumenpoisto puutteellista	5 000 €

TAULUKKO 4 Korjausrakentaminen

TOP 10 KUSTANNUKSELLISESTI MERKITTÄVÄT:			
	Rakennusosa	Laatuvirhe	Kustannus
1	96323	Vettä maanvaraisen lattian lämmöneristeissä	100 000 €
2	96356	Matto irtoillut	40 000 €
3	96323	IV-konehuoneen lattia hal- jennut	merkittävä
4	96335	Kosteusvaurio arkistossa	20 000 €
5	96358	Peltikatolta hilseilee maali	10 000-20 000 €
6	96345	Höyrynsulku vajaa läpi- viennin kohdalta	10 000 €
7	96326	Betonirakenteiden alapääs- tä maali lähtenyt irti	6 000 €
8	96358	Maalaukset	2 500 €
9	96333	Lattiassa halkeama	2 000 €
10	963173	Vesi seisoi pihalla	1 000 €

5.2 Ovet

Tässä yhteydessä ovet käsittää kaikki rakennuksen ovet, myös sähköisesti toimivat liuku- ja nosto-ovet sekä kalusteiden ovet.

Rakennuksissa ovet ovat hyvin alttiita vaurioille jatkuvan käytön takia. Paljon automatiikkaa sisältävät sähköisesti toimivat ovet ovat alttiita vaurioille etenkin väärinkäytön seurauksena. Lämpötilan muutoksien aiheuttamat lämpöliikkeet ovat johtaneet takuukorjauksiin muutamalla työmaalla.

Yleisiä ongelmia erityisesti liukuovissa olivat ovien väliin jäänyt lika ja ovien väärät säädöt, jotka haittaavat tai jopa estävät liukuovien käyttöä. Ulko-ovien ulkopuolisessa suojauksessa oli havaittu puutteita ja kosteutta on päässyt sisäpuolelle. Myös ilmanpaine-erot sisä- ja ulkotilan välillä raskittavat ovia.

Lasijulkisivut (lasi ja alumiini) ovat alttiita vaurioille, koska ne vuotavat usein. Tällaista rakennetta on vaikea tehdä tiiviiksi. Eräässä kohteessa meni kymmeniä tuhansia euroja vesitiiviyyden saavuttamiseksi.

Sisäovissa ongelmia aiheuttivat viilu- ja laminaattipintojen irtoaminen. Ovien ja karmien asennusvirheet johtavat usein takuukorjauksiin.

5.3 Halkeamat ja murtumat

Halkeamat ovat yksi yleisimpiä laatuvirheitä rakennustyömailla ja johtavat lähes poikkeuksetta takuukorjauksiin. Halkeamat voivat olla kosmeettisia haittoja tai vakavia laatuvirheitä, jotka ovat hyvin kalliita korjata. Rakenteiden eläminen aiheuttaa aina halkeamia.

Halkeamille löytyy yleensä syy ympäröivistä rakenteista, esimerkkinä uudisrakentamisen kustannuksellisesti merkittävin laatuvirhe, jossa parven tiiliseinä on halkeillut. Kyseisessä kohteessa oli virhe rakennesuunnitelmissa, mitoitus oli laskettu väärin.

Lattian liikuntasaumoissa on havaittu paljon murtumia, osa johtuu lämpölaajenemisesta ja osa raskaista ajettavista koneista, kuten trukeista.

Osa halkeamista johtuu kuivumisesta, kun valmista pintaa on tehty osittain kostean rakenteen päälle. Uuden ja vanhan rakenteen rajapinnat ovat alttiita halkeamille. Paikalla valettuihin seiniin ja massiivirakenteisiin tulee aina halkeamia. Useat halkeamat johtuvat väärästä materiaalin valinnasta, esimerkiksi saumauksissa.

5.4 Kosteusvauriot ja vuodot

Kosteusvaurioita ja vuotoja esiintyy kustannuksellisesti ja määrällisesti merkittävässä uudis- ja korjausrakentamisen laatuvirhelistoissa. Kosteusvauriot aiheuttavat lähes poikkeuksetta rakenteiden purkamista sekä kuivattamista, mikä on kallista ja aikaa vievää.

Kosteusvauriot ja vesivuodot johtuvat usein rakennusaikana rakenteisiin jääneestä vedestä, jota ei ollut huomattu tai korjattu tulleita vaurioita. Eräässä kohteessa rakenteeseen päässyt vesi jäättyi ja aiheutti rappauksen irtoamisen.

Ontelolaattojen onteloissa on usein vettä, mikä on vaatinut laattojen po-raamista. Eräässä kohteessa ontelolaattojen kaikkien reikien havaittiin olevan tukossa ja vesi tuli rakennuksen sisälle.

Vesikaton kattokaivojen tiivistyksissä, nostoissa ja kittauksissa on ollut ongelmia. Rakennusaikainen suojaus on ollut osittain puutteellista.

Maasta noussut kosteus on aiheuttanut ensimmäisen kerroksen lattiaan ja seiniin vaurioita. Maanvaraiseen lattiaan pääsi kosteutta. Kun se sahattiin auki timanttisahalla, lämmöneristeet kastuivat. Kyseessä oli erikoinen rakenne.

Kaatojen riittämättömyys tai puuttuminen kokonaan paikoissa, missä saattaa kertyä kosteutta tai on mahdollisuus vesivuotoon, on aiheuttanut useita kosteusvaurioita.

Kattoikkunoissa ja niiden tiivistämisessä on ollut ongelmia uudis- ja korjausrakentamisen puolella. Liittymistä on päässyt vuotamaan vettä sisälle.

5.5 Talotekniikkatyöt

Talotekniikkatöissä laatuvirheet painottuvat lähinnä LVI-puolelle. Osa virheistä oli selkeästi käyttö- tai huoltovirheitä, kuten viemärin tukkeutuminen käsipapereista. Suunnittelussa oli myös virheitä, kuten puutteelliset salaojat, joka aiheutti sulamisvesien valumista ja jäätymistä.

Wc-istuinten kiinnityksissä oli ongelmia useassa kohteessa. Istuimet oli vain liimattu kiinni, mikä aiheutti heilumista niitä käytettäessä.

Ilmanvaihtotöissä oli muutamia selkeitä suunnitteluvirheitä, kuten jakelu-keittiön ilmanvaihto oli suunniteltu ruuanvalmistuskeittiöön. Ruuanvalmistuskeittiön ilmanvaihto on tehokkaampi kuin jakelu-keittiön ilmanvaihto.

Huollon puutteellisuus tai jopa sen laiminlyönti aiheutti takuukorjauksia monessa kohteessa.

5.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Takuukorjauksia aiheuttavista laatuvirheistä tulee merkittäviä, jos ne ovat kustannuksiltaan suuria tai toistuvat usein. Korjaus- ja uudisrakentaminen voivat poiketa rakentamis- ja työtavoiltaan suuresti, mutta on selkeästi havaittavissa, että molemmissa rakentamistyypeissä toistuvat usein samat laatuvirheet. Myös määrällisesti ja kustannuksellisesti merkittävimmissä laatuvirheiden taulukoissa toistuvat osin samat laatuvirheet.

Kosteus ja vesivuodot ovat sekä suorana että välillisenä yksi suurimmista laatuvirheiden aiheuttajista. Syyt kosteusvaurioihin ovat yleensä puutteellisessa suojauksessa rakennusaikana tai virheet suunnitelmissa. Myös tiukka aikataulu aiheuttaa ongelmia, koska liian kosteita rakenteita päällystetään, mikä saattaa aiheuttaa ongelmia myöhemmissä vaiheissa.

Aineistossa ei ollut eritelty, mitkä virheistä olivat alihankkijoiden aiheuttamia tai seurausta heidän virheistään. On kuitenkin selkeästi havaittavissa talotekniikan suuri osuus laatuvirheissä. Talotekniikkatyöt NCC Rakennus Oy:llä ovat lähes poikkeuksetta alihankintaa.

Suunnitteluvirheitä löytyi kaikista neljästä edellä käsitellystä laatuvirhekategoriasta. Suunnitteluvirheet, joita ei huomata työmaalla ennen toteutusta, voivat aiheuttaa suuria takuukorjauskustannuksia. Suunnitelmista johtuvien laatuvirheiden korjaus on usein myös suuritöistä ja aikavievää.

6 LAATUVIRHEIDEN JA TAKUUKORJAUSTEN HALLITSEMINEN

Rakennustyömailla on aina tavoitteena ns. nollavirhetyömaa, joka on sopimuksen mukaan ajallaan luovutettu, viimeistely ja taloudellisesti budjetissa. Käytännössä virheetön rakentaminen on mahdotonta, mutta siihen tulisia aina pyrkii. Hyvä laatu syntyy monesta eri tekijöistä, kuten osaava, ammattitaitoinen henkilöstö, laadukkaat suunnitelmat, ammattitaitoiset aliurakoitsijat, riskien tunnistaminen ja niiden analysointi sekä laadukkaat materiaalit ja toimittajat (Nieminen, Rautiola & Eriksson 2007).

Jos työmaa saadaan luovutettua ns. nollavirhetyömaana, takuuvirheiden määrä tulee myös luultavasti olemaan pieni.

Lähes jokaisessa haastattelussa tuli ilmi työnaikaisen valvonnan tärkeys takuukorjauksiin johtavien laatuvirheiden ehkäisijänä. Laadunvalvonnan tärkeys on tiedostettu, mutta aina valvontaa ei haluta tai pystytä tekemään toivotulla tavalla. Aikataulujen kireys mainittiin suurimmaksi syyksi työnaikaisen valvonnan puutteeseen.

6.1 Laadunvalvonta ja riskien hallinta työmaalla

Jo työmaan aloituspalaverissa olisi hyvä käydä läpi, mitkä ovat kyseisen rakennustyyppin tai urakan tyyppisimmät takuuvirheet. Takuukorjausten dokumentointi ja jonkinlainen rekisteri olisi hyvin tärkeä toteuttaa, jotta sitä voitaisiin esimerkiksi edellä mainitulla tavalla käyttää.

Töiden ajoittaminen otollisemmalla vuodenajalle esimerkiksi pihakansien tekemisessä voisi estää huomattavia laatuvirheitä. Aina urakan aikatauluksessa ei oteta riittävästi huomioon Suomen vaihtelevaa säätä.

Tietyissä rakennusalan töissä vaaditaan työn tekevältä henkilöltä sertifikaattia. Tällaisia töitä ovat muun muassa vedeneristäminen. Työmaan toimihenkilöiden tulee varmistaa, että henkilösertifikaatit löytyvät kaikilta sellaisen tarvitsevilta.

Oikeat ja laadukkaat materiaalit sekä oikea materiaalivalinta voivat vähentää takuukorjauksien tarvetta. Valitsemalla halvin materiaali saatetaan säästää vain näennäisesti. Sertifioidut tuotteet ja materiaalit oikein käytettynä ovat hyvä vaihtoehto halvemmille tuotteille. Toimittajien on vaadittava takuu myymilleen tuotteille.

Erilaiset tarkastukset ja katselmuksot kuuluvat jokaiselle työmaan arkeen. Haastettuluissa ei tullut ilmi, että yhdelläkään työmaalla olisi tehty liikaa ja turhia tarkastuksia. Jo ennen työmaan alkua olisi hyvä miettiä, mitä tarkastetaan ja koska. Usein jo urakan sopimuspaperissa on määritelty tietyt tarkastukset ja katselmuksot. Tarkastuksilla ja katselmuksilla voidaan huomata laatuvirheitä ja potentiaalisia laatuvirheitä. Oli tarkastuksen tulos mikä tahansa, jo tieto tulevista mittauksista ja tarkastuksista saattaa paran-

taa laatuvaatimusten tuntemista ja työn laatua. Tarkastuksissa tulisi tiedostaa riskikohdat ja ehkäistä niitä työnaikaisella valvonnalla sekä työn suunnittelulla. Erityisesti peittyvät rakenteet on hyvä tarkastaa.

Dokumenttien ja erilaisten suunnitelmien tekeminen vain siksi, että niin vaaditaan, on täysin turhaa. Vanha sanonta 'hyvin suunniteltu on puoliksi tehty' pitää edelleen paikkansa. Rakennustyömaalla työn suunnittelussa erinomainen väline on tehtäväsuunnitelma. Huolella laadittu työsuunnitelma, joka on käyty läpi myös työn toteuttavan osapuolen kanssa, voidaan huolellisesti ja laadukkaasti tehdyn työn tuloksena välttyä laatuvirheiltä, sekä säästää aikaa ja rahaa. NCC:n ohjausjärjestelmässä on paljon dokumentteja ja kaikkien täyttäminen ja tekeminen ajatuksella on nykyisillä rakennusaikatauluilla ehkä vaikeaa. Työmailla olisikin hyvä jo alkuvaiheessa valita tärkeimmät laadunohjaustoimenpiteet kyseiselle työmaalle ja toteuttaa ne huolella ja tarkasti.

NCC Rakennus Oy:ssä käytetään muun muassa seuraavia laadunohjaustoimenpiteitä: aloituspalaveri, mestan vastaanotto, malliasennus, tarkastukset, mittaukset, testit ja vastaanotto. Erityisen tärkeitä laadunohjaustoimenpiteet ovat, kun kyseessä on aliurakka. Aloituspalaveri on laadukkaan työn kannalta hyvin merkityksellinen. Siellä sovitaan kuka tekee, mitä tekee, millä aikataululla, käydään läpi työn kulku ja laatuvaatimukset. Tehtäväsuunnitelma kokonaisuudessaan olisi hyvä olla valmiina jo aloituspalaveriin.

Työmaan asianmukainen viimeistely on erityisen tärkeää laatuvirheiden ja takuukorjausten ehkäisemisessä. Työmaan viimeistely ja luovutus on viimeinen aika korjata mahdolliset virheet, ennen kuin niistä tulee takuukorjauksia vaativia laatuvirheitä. NCC:llä on käytössä viimeistelyohjelma, jota jokaisen työmaan tulisi käyttää. Työmaalla laaditaan oma viimeistelyohjelma yrityksen standardin mukaisesti. Hyvin laaditulla ja toteutetulla viimeistelyohjelmalla voi olla hyvin suuri merkitys takuukorjausten vähentämisessä. Viimeistelyohjelman avulla varmistetaan hankkeen valmistuminen sovittuna ajankohtana ja valmiina sekä suunnitellaan viimeistely ja luovutus asiakkaan haluamaan laatuun taloudellisella tavalla. Ilman ohjelmoitua viimeistelyä kohteen valmistuminen on sattumanvaraista ja kallista. Tarkastusten avulla varmistetaan viimeistelyn taso riittävän aikaisessa vaiheessa. Jälkitarkastuksilla varmistetaan tehtyjen korjausten laatu ja todetaan työt tehdyksi. Viimeistelyohjelman erilaiset tarkastukset, koe-käytöt, mittaukset yms. tulee dokumentoida tarkasti.

6.1.1 Laatuvaatimusten tunteminen

Laatuvaatimusten tunteminen on tärkeää kaikissa prosessin eri vaiheissa. Esimiesten tulee selvittää laatuvaatimukset alaisilleen. Alaisten johtajana esimiehen vaatimuksena on organisaation ja hänen alaiensa tavoitteiden yhteensovittaminen, koska vastatessaan organisaation tuloksesta esimiehen on vietävä toiminnalliset tavoitteet alaiensa tavoitteiksi ja toiminnaksi. (Nieminen ym. 2007.) Kun työntekijät ja toimihenkilöt tietävät, mi-

tä heiltä odotetaan, on tiettyihin laatuvoitteisiin pyrkiminen mielekkäämpää.

Suomessa rakentamista on säädelty paljon erilaisilla lailla, määräyskokoelmilla sekä ohjeilla. On selvää, että määräystekstit ovat sitovia ja niitä pitää noudattaa. Muilta osin ohjeistus edustaa ratkaisuja, jotka edustavat ns. hyvää rakennustapaa. Usein esimerkiksi urakkasopimuksissa viitataan erilaisiin määräyksiin, kuten Rakentamismääräyskokoelmaan. Laatuvaatimukset tulisi kuitenkin kirjoittaa auki, etenkin kun tehdään työsuunnitelmia. Laatuvaatimusten ymmärtäminen onnistuu toimihenkilöiltä sekä työntekijöiltä paremmin, kun ne ovat selkeästi selitettynä, eikä vain viitauksina ohjeisiin ja määräyksiin, joita ei edes ole välttämättä käytettävissä työmaalla.

Malliasennuksia voidaan teettää etenkin töissä, joissa on suuret laatuvaatimukset ulkonäön tai rakennusteknisen toimivuuden takia. Malliasennuksen tarkastuksessa voidaan todeta täyttääkö työ sille asetetut laatuvaatimukset ja onko siinä mahdollisesti parannettavaa. Konkretisoitu laatuvaate on helpompi ymmärtää ja siihen pyrkiminen mielekkäämpää, kuin

6.1.2 Riskien tunnistaminen

Työmaan alussa tehtävä riskianalyysi ja potentiaalisten ongelmien analyysi (POA) ovat erittäin tärkeitä työkaluja riskien tunnistamisessa. Molemmat analyysit tulisi laatia huolella ja yhdessä työmaan toimihenkilöiden kesken. Analyyseistä ei ole paljon hyötyä, jos yksi ihminen laatii ne ja vain tallettaa tietojärjestelmään. Riskianalyysi tulisi päivittää jokaisessa rakennusvaiheessa.

Eräs vaihtoehto laatuvirheiden vähentämiseen olisi käydä läpi samantyyppisten, jo valmistuneiden työmaiden takuukorjauksia aiheuttaneet laatuvirheet. Tämä edellyttää takuukorjausten tarkkaa dokumentointia ja tiedon tallettamista paikkaan, mistä se on helposti saatavilla ja löydettävissä. NCC Rakennuksella on käytössä Z-asemaksi kutsuttu palvelin, minne voidaan tallettaa tietoa ja kaikilla toimihenkilöillä on pääsy tälle asemalle. Haastatteluissa tuli ilmi selkeä tarve yhtenäiselle toimintatavalle takuukorjausten dokumentoinnin suhteen. Se, miten dokumentointi ja tiedon tallentaminen järjestetään järkevästi, on yrityksessä pohtimisen arvoinen asia.

Vesikattourakoissa ja muissa urakoissa, missä kosteusvuodot ovat jopa todennäköisiä, tulisi ottaa jo suunnitelmavaiheessa huomioon rakenteiden suojaus. Erillinen suojaussuunnitelma tulisi laatia ennen työmaan käynnistämistä. Suojaus voi olla iso kustannuserä, mutta esimerkiksi vesikattonuotojen aiheuttamien takuukorjausten tekeminen on kallista ja vaatii paljon työpanosta yritykseltä. Kaikissa top-listoissa näkyy vuotojen ja kosteusongelmien toistuvuus. Nämä riskit tulee tunnistaa ja reagoida niihin tekemällä asiallinen suojaussuunnitelma ja suojauksen toteutus. Suojaus on hyvin tärkeää kaikissa kohteissa, missä avataan rakenteita tai tehdään vesikatotöitä.

Edellisistä virheistä oppiminen on tärkeää riskien hallinnassa. Kaikkia laatuvirheitä ei pystytä koskaan poistamaan, mutta samojen virheiden toistamisesta tulee pyrkiä eloon. Jo tapahtuneiden virheiden kohdalla tulee pohdita, mitä olisi voitu tehdä toisin ja oppia virheistä. `Näin meillä on aina tehty´ -mentaliteetista on syytä luopua, jos tulokset eivät ole hyviä. Erittäin tärkeää on tunnistaa laatuvirheen aiheuttaja ja yrittää etsiä ratkaisua virheen varsinaiseen aiheuttajaan. Tutkimalla jo päättyneiden työmaiden takuukorjaustöitä voidaan tiedostaa ja tunnistaa mahdolliset laatuvirheiden aiheuttajat.

Kyky ja taito arvioida suunnitelmia ja tarvittaessa puuttua niihin on hyvin tärkeää riskien tunnistamisen kannalta. NCC Rakennuksella on suuri määrä henkilöstöä ja valtava määrä ammattitaitoa. Yrityksen sisäistä konsultaatiota pitäisi voida hyödyntää. Kokemus ja erikoisosaaminen kannattaa käyttää hyödyksi jopa osastorajojen yli. Avun pyytäminen kokeneelta ja ammattitaitoiselta kollegalta esimerkiksi muutaman tunnin konsultaationa voi säästää monilta laatuvirheiltä.

6.1.3 Henkilöstön pätevyys

Rakennusalalla on jo pitkän aikaa ollut pula pätevistä ammattilaisista. Pätevä ja ammattitaitoinen henkilöstö on yksi suurimmista tekijöistä laatuvirheiden ja sitä kautta takuukorjausten ehkäisemisessä.

Rakentajan kalenterissa on mainittu kaikkiin työmaan vaatimusluokkiin edellytetyt pätevyudet. Työmaan vastaava työnjohtaja tulisi valita edellä mainittuja pätevyysvaatimuksia noudattaen.

Paras tapa varmistaa yrityksen avainresurssit työnjohdossa ja työntekijöissä on perehdyttää ja kouluttaa heidät itse. Pätevää työnjohtajaa kannattaa myös käyttää mentorina. Hyvän vastaavan työnjohtajan alaisuudessa lupaavista ammattilaisista saadaan päteviä ammattilaisia. (Nieminen ym. 2007.)

Ulkomainen työvoima aiheuttaa hyvin usein ongelmia työmaalla, vaikka työntekijät olisivat päteviä ammattilaisia. Suurin ongelmista on yhteisen kielen puuttuminen. Laatuvaatimusten selvittäminen ilman yhteistä kieltä on hyvin vaikeaa. Työmaille tulisikin valita ulkomaista työvoimaa varauksellisesti. Olisi hyvä varmistaa, että työntekijöiden ja työnjohdon välillä olisi edes yksi yhteinen kieli, millä pystytään kommunikoimaan.

6.2 Suunnittelun virheiden välttäminen ja ehkäisy

Virheelliset suunnitelmat tarkoittavat virheellistä rakentamista. NCC Rakennus Oy:llä urakoivana rakennusyhtiönä ei ole suuria mahdollisuuksia vaikuttaa arkkitehti- ja rakennesuunnitteluun ja suunnitelmien laadukkuuteen. Suunnitelmat tulevat lähes valmiina yritykselle tarjouspyyntövai-

heessa. Suunnitelmien toteutettavuus ja toimivuus olisi hyvä nähdä jo tarjouspyyntövaiheessa. Arkkitehdit, rakenne- ja LVIS-suunnittelijat ovat kuitenkin oman alansa asiantuntijoita ja rakennusalan yrityksillä ei ole aina tietotaitoa tai mahdollisuutta lähteä tarkastamaan suunnitelmia.

Suunnittelun, ei suunnittelijoiden, virheeksi voi laskea myös aikataulun pettämisen. Liian tiukaksi tehty tai selkeitä virheitä sisältävä aikataulu, etenkin tahdistavien töitten osalta, saattaa aiheuttaa huomattavia laatuvirheitä. Esimerkkinä voi mainita kuivumisaikojen huomiotta jättämisen. Liian kostean rakenteen päällystäminen/pinnoittaminen materiaalilla aiheuttaa hyvin usein uusia laatuvirheitä. Aikataulut tulisikin laatia siltä pohjalta, missä ajassa tietty urakka voidaan toteuttaa eikä tietyn urakan toteuttaminen tietyssä ajassa.

Suunnitelmien muuttaminen voi siirtää vastuuta suunnittelijalta toteuttavalle osapuolelle. Työt tulee tehdä suunnitelmien mukaan tai jos virheitä suunnitelmissa huomataan, tulee vaatia uudet suunnitelmat tai suunnittelijoiden/rakennuttajan hyväksyntä suunnitelmien muutoksille. Jos rakennuttaja haluaa edetä suunnitelmien mukaan, vaikka niissä on selkeitä epä johdonmukaisuuksia tai virheitä, tulee rakennuttajaa reklamoida kirjallisesti ja kieltäytyä antamasta takuuta tehdystä työstä.

6.3 Alihankinnan laatuvirheiden välttäminen ja ehkäisy

Alihankinta on pääurakoitsijalle suuri mahdollisuus, mutta usein myös riski. Rakennustyömailla käytetään hyvin paljon alihankkijoita työvoimana, tavarantoimittajina, sekä erikoisosajina. Alihankkijoiden työntekijöiden osuus koko työmaan työvoimasta on suuri etenkin korjaustyömailla. Nykyään pieniäkään projekteja ei voida viedä läpi vain pääurakoitsijan omilla työntekijöillä.

NCC Rakennuksella on järjestelmä, jonne kerätään tietoa käytetyistä alihankkijoista. Yritykset on pisteytetty kokemusten perusteella. Alihankintaa tehtäessä tulisi tutustua yrityksen referensseihin, aikaisempiin kokemuksiin yrityksestä ja yrityksestä löytyvään tietotaitoon sekä ammattitaitoon. Kilpailuttamalla yritykset pelkäävät hinnan perusteella säästetään näennäisesti kustannuksissa. Käyttämällä jo ennestään tuttua yritystä saadaan tuotannon prosessia hiottua ja sitä kautta vähennettyä laatu- ja yleiskustannuksia (Nieminen ym 2007). Tuttu yritys myös tuntee NCC Rakennuksen laatuvaatimukset ja osaa näin pyrkiä laadukkaampaan tuotantoon.

Alihankinnan laatuvirheiden ehkäisy alkaa siis jo urakoitsijan valinnasta. Parhaimman kokonaisuuden tarjoaman yrityksen kanssa tehtävät sopimukset on laadittava huolella, ettei niihin jää ns. harmaita alueita. Aliurakka-sopimusvaiheessa on jo kiinnitettävä huomiota aliurakoitsijan omaan valvontaan ja vastuuseen. Usein kaikki valvonta jää pääurakoitsijan vastuulle. Sopimukseen olisi hyvä kirjata vaatimus aliurakoitsijan omasta työjohtajasta, joka olisi työmaalla läsnä koko ajan. Erityisen tärkeää tämä olisi suuren ja vaativan urakan kohdalla.

Laatuvirheiden ehkäisemiseksi kannattaa valita urakoitsija, jolla on oma laadunvarmistusmenetelmä ja standardoidut työtavat. Alihankkijan työsuorituksen laadunvarmistuksen keskeisiä tekijöitä ovat työsuunnitelma ennen aloitusta, työnaikainen laatusuunnitelma, vastaanottotarkastukset, työn jatkuva valvonta, mahdolliset kokeet ja testit sekä hyväksytyjen ja hyväksi todettujen materiaalien käyttö (Nieminen ym. 2007).

Etenkin talotekniikan alihankintatöissä on mahdollisuus elinkaarirakentamiseen. Elinkaarimalleja on useita erilaisia, mutta yhteistä kaikille on, että mallissa siirretään vastuuta alihankinnan ostavalta yritykseltä suoraan alihankkijalle. Talotekniikan elinkaarimallit tarkoittavat Ivis-tekniikan järjestelmien ja niihin liittyvien palveluiden hankintatapoja, missä hankkeen toteuttajaksi valittu palveluntuottaja vastaa järjestelmien suunnittelusta, rakentamisesta, huollosta ja kunnossapidosta sekä talotekniikan palveluiden tuottamisesta sovitun jakson ajan. Talotekniikkaurakoiden ostaminen elinkaarimallina voisi vähentää talotekniikkatöiden osuutta top-takuukorjauslistoilla. (Nieminen ym. 2007.)

6.4 Huollon ja kiinteistönhoidon merkitys

Merkittävä osa takuukorjauksista johtui huollon puutteesta tai jopa sen laiminlyönnistä. Usein huollon puutteiden tai virheellisen käytön aiheuttamat laatuvirheet katsotaan asiakkaan puolelta rakentajan laatuvirheiksi, jotka NCC Rakennuksen on korjattava takuutyönä. NCC on tehnyt tällaisia korjauksia osittain asiakaspalveluna, vaikka ne eivät takuukorjauksen kriteereitä täytäkään.

Huollon järjestäminen kuuluu rakennuttajalle, rakennuksen omistajalle tai sen käyttäjälle. Myös huoltokirjan kokoaminen ja sen käyttäminen on rakennuksen omistajan tai rakennuttajan vastuulla. (Suomen Kiinteistöliitto 1997.)

Asiakkaille tulisi selvittää rakennustöiden ja huoltotöiden ero. Rakennusosat eivät kestä toimivina, jos niitä käytetään väärin tai huolto laiminlyödään. Asiakkaille on selvitettävä heidän vastuunsa huolto- ja kunnossapitotöistä. Tarkasti laadittu huoltokirja on erittäin tärkeä.

Huolto- ja kunnossapitoliike olisi hyvä ottaa mukaan jo rakennustyön loppupuolella, jolloin sillä jäisi aikaa tutustua rakennukseen ja kaikkiin sen vaatimiin huoltotöihin. Eräs tutkimuksessa haastateltu vastaava mestari ehdotti NCC:lle oikeutta tutustua valmiiseen huoltokirjaan ja saada luku-oikeudet siihen myöhemminkin, jos on tarvetta. Ehdotus on erittäin hyvä, koska rakentaja voisi nähdä, onko kyseisen rakennuksen huolto hoidettu asianmukaisesti mahdollisissa myöhemmissä ongelmatilanteissa. Jos kyseessä on todella laatuvirhe, asiakas voi todistaa sen asianmukaisesti laadituilla huoltoraporteilla.

Haastatteluissa eräs työpäällikkö kertoi työmaansa talotekniikan olleen etävalvonnassa ja suositteli tapaa muillekin työmaille. Näin häiriöihin voidaan puuttua heti eikä suurempia vahinkoja ehtisi tapahtua.

6.5 Hyvä esimiestyö virheiden ehkäisijänä

Hyvällä johtamisella on erittäin suuri rooli työmaan valmistumisessa ja sitä kautta takuutöiden välttämiseksi sekä niiden asianmukaisella hoidolla. Urakkasuunnittelussa tulisi ottaa entistä enemmän huomioon laadukas esimiestyö etenkin vastaavan mestarin valinnassa. Hyvä esimies säästää rahaa suoraan sekä välillisesti. Hyvän esimiehen työmaalla laatu on usein parempaa, aikatauluissa ja budjetissa pysytään paremmin ja työntekijät ovat motivoituneita ja aikaansaavia.

Esimiehille maksetaan palkkaa päätöksenteosta. Päätökset ovat johtamistyön tuloksia. Tarkkuus, innovatiivisuus ja teknisyys ovat perinteisesti olleet insinöörien ominaisuuksia. Hyvä tekninen tietämys ei tee kenestäkään vielä hyvää esimiestä. (Nurmi 2000.) Hyvä esimies arvostaa työntekijöitään ja antaa palautetta. Myönteinen palaute lisää uskoa onnistumiseen ja saa työntekijän pyrkimään tavoitteisiinsa entistä kovemmin. Negatiivisen palautteen antaminen on mietittävä tarkkaan: se saattaa lisätä tahtoa ja pyrkimystä parempaan suoritukseen, mutta se voi myös saada aikaan negatiivisen suhtautumisen työhön. Esimies, joka ei anna palautetta, voi olla hyvin tuhoisa alaisten työmotivaatiolle. Työntekijöille saattaa syntyä käsitys, että heidän työllään ei ole mitään arvoa. (Haapalainen 2005.)

Työmotivaation ja sitouttamiseen liittyy läheisesti kannustaminen ja palkitseminen. Erilaiset kannustamis- ja palkitsemisjärjestelmät ovat laajasti käytössä suurimmalla osalla isoja rakennusliikkeitä. Yksinkertaisesti voidaan ajatella, että työntekijä antaa työpanoksensa, osaamisensa ja ideansa yrityksen käyttöön, jos hän tuntee voivansa saada vastineeksi riittävän taloudellisen tai henkisen palkkion. (Viitala 2003.)

Rakennustyömailla on hyvin paljon esimiehinä teknisesti osaavia ihmisiä, joilta puuttuvat esimiestaidot. Puutteelliset esimiestaidot voivat aiheuttaa suuria ongelmia työyhteisössä. Käskyjä jaellaan perustelematta niitä ja työntekijän odotetaan tekevän käskyn mukaan. Käskyttämisessä ei perustella, ei anneta palautetta tai pyritä oma-aloitteisuuteen. Johtamisjärjestelmänä käskyttäminen tappaa ihmisten luovuuden ja oma-aloitteisuuden. Uusia ideoita ja ohjeita esimiestyöskentelyyn ei oteta helposti vastaan. Hyvin yleistä tämä on ns. vanhemman polven mestareiden joukossa. (Haapalainen 2005.)

Esimiehellä on tärkeä rooli ongelmien ennaltaehkäisijänä ja niiden ratkaisijana. Esimiehen on hyväksyttävä, että alaisten huono tulos voi olla kiinni hänestä. Hyvän esimiehen edellytetään valitsevan työntekijät eri työtehtäviin mahdollisimman pitkälle heidän ominaisuuksiaan ja kykyjään vastaavaksi. Hyvienkin työntekijöiden kohdalle tulee välillä tehtäviä, jotka on suoritettava, mutta työntekijälle ne eivät tuo minkäänlaista ammatillista tyydytystä. Esimiehen on huolehdittava, ettei työ mene alisuorittamisen

puolelle. Kaikki työntekijät eivät pysty samanlaisiin työsuorituksiin. (Viitala 2003.)

Esimiehen tulee tarkasti miettiä sopivat työtehtävät oikeille ihmisille. Esimies voi motivoida alaisiaan antamalla heille selkeät tavoitteet, ohjaa tukea ja sopivan määrän työtä aikaan ja tavoitteisiin nähden. Työntekijöiden tuloksia tulisi arvioida säännöllisesti. (Nurmi 2000.)

6.6 Takuukorjausten kustannusten minimointi ja dokumentointi

Kaikkia takuukorjauksiin johtavia laatuvirheitä ei pystytä aina estämään. Tiukat aikataulut ja budjetti asettavat omat hankaluutensa laadunvalvonalle. Kaikkea ei välttämättä ehdi tehdä, vaikka halua olisikin. Siksi on tärkeää miettiä, miten jo syntyneiden takuukorjausten kustannuksia voitaisiin vähentää ja dokumentoida tehdyt takuukorjaukset.

Takuukorjausten oikea litterointi on tärkeää takuukorjausten kustannusten ja määrän seurannassa. Tavoitteena on saada takuukorjaustyöt litteroitua aiheuttajan mukaan. Esimerkiksi jos tapetti repeilee, aiheuttaja on luultavasti seinän murtumat tai halkeamat. On tärkeää tunnistaa laatuvirheen aiheuttanut rakennusosa ja tarvittaessa selvittämään kyseiseen rakennusosaan liittyvä virheen aiheuttanut tekijä. (NCC Rakennus Oy 2007 Takuu- ja vastuukorjaukset yrityksen näkökulmasta.)

On epäselvää, käytetäänkö työmailla takuukorjausten litteroinnissa takuutyön aiheuttajan litteraa vai litteraa 963, joka on Talo-80 litterointijärjestelmän ei-työnaikainen takuukorjauslittera. Yhtenäinen käytäntö helpottaisi takuukorjausten kustannusten seuraamista. Tarkoituksena olisi litteroida kaikki takuukorjaustyöt litteralle 963, johon lisätään loppuun virheen aiheuttaneen rakenteen mukainen rakennusosan numero. Takuukorjaustyöt tulisi litteroida NCC Rakennus Oy:ssä virheen aiheuttajan mukaan. Näin virheet voidaan ryhmitellä aiheuttajan mukaan, jotta voidaan tunnistaa ne rakennusosat ja rakenteet joita pitää parantaa. (NCC Rakennus Oy 2007 Takuu- ja vastuukorjaukset yrityksen näkökulmasta.)

Takuukorjaustyöt aiheuttavat lähes aina kustannuksia myös NCC Rakennukselle, vaikka laatuvirhe olisikin aliurakoitsijan aiheuttama. Virheen korjauksen jälkeen laatuvirheet yksilöidään aiheuttajan mukaan. Vaihtoehdot ovat seuraavat: NCC:n tekemä työ, aliurakoitsijan tekemä työ, alihankkijan tai NCC:n hankkima materiaali, suunnitteluvirhe tai 'good will', eli asiakaspalveluna tehtävä työ. (NCC Rakennus Oy 2007 Vuosivastuukorjaukset ja takuukorjaukset, virheiden aiheuttajakoodit ja korjauskustannusten litterointi.)

Haastatteluissa tuli myös ilmi, että takuutöiden laskutus päästään usein tekemään vasta toisen takuuvuoden jälkeen. Siten kustannukset ja tulot ovat väärällä litteralla. Esitettynä toiveena olisi, että työmaan työnumeroa voitaisiin pitää auki, jotta takuukustannukset menevät oikealle litteralle. Tämä saattaisi helpottaa takuutöiden kustannusten seuraamista.

Haastatteluissa ehdotettiin, että takuukorjauksia hoitaisi vain yksi ihminen ja hän organisoisi työnsä itse. Jokaiselta työmaalta voisi valita yhden henkilön, joka hoitaisi kohteen kaikki takuukorjaustyöt. Näin tieto tehdyistä ja tekemättömistä töistä sekä kustannuksista olisi yhdellä henkilöllä, joka dokumentoisi ja tallettaisi tiedot myöhempää käyttöä varten. Tallennettuihin takuukorjaustiedostoihin voisivat muut uuden kohteen alkaessa perehtyä ja näin välttyä mahdollisesti samoilta virheiltä. Takuukorjausten kustannusten vähentäminen onnistuisi paremmin, jos työt olisi hyvin organisoitu, hoidettu kerralla kuntoon ja välttyttäisiin päällekkäisyyksiltä.

Asiakkaille ja rakennuttajille on hyvä selvittää, että tietyt materiaalit, kuten esimerkiksi liimapuupalkit halkeilevat aina ja se kuuluu materiaalin ominaisuuksiin. Näin asiakkaat eivät turhaan reklamoi laatuvirheistä. Myös käytön aiheuttamat kulumat ja pienet vauriot tulee erottaa takuukorjauksia vaativista takuukorjauksista.

6.7 Rakennustekniset toimenpidesuosituksukset

Ovien ja ikkunoiden takuukorjauksiin johtavat laatuvirheet johtuvat yleensä huonoista varastointi-, asennusolosuhteista tai asennusvirheistä. Ikkunoiden asennuksessa tulisi suosia kaksivaiheista asennustapaa: runkovaiheessa ensin ikkuna asennetaan löysillä ruuveilla, jolloin ikkunalle jää liikkumavaraa. Ulkopuolelle asennetaan solukumi tai vastaava. Lopullinen asennus ja tarkastus suoritetaan ennen listoitusta, kun rakennus on kuivunut lopulliseen tilaansa. Tilkitseminen tehdään toisen asennuskerran yhteydessä. Ikkunat ja ovet tulee varastoida sopivassa lämpötilassa kuivissa olosuhteissa. Ikkunoiden ja ovien asennus tulee suorittaa säältä suojattuna. (RTC koulutusmateriaali 2009.)

Ontelolaatat tulee tarkastaa mahdollisen onteloihin jääneen veden varalta. Jos onteloissa on vettä, se tulee poistaa sopivassa vaiheessa ilman, että ympäröivät rakennusosat vahingoittuvat vedestä.

Rakennusaikaisen rakennuskosteuden on päästävä poistumaan kuivuvista rakenteista. Merkittävin kosteuslähde on paikalla valettujen betonirakenteiden rakennuskosteus. (RTC koulutusmateriaali 2009.) Tavalliset rakennusbetonit sisältävät paljon seosvettä, joten niistä tehdyt rakenteet kuivuvat nykyisiä rakennusaikatauluja ajatellen melko pitkään (Jormalainen, 1993). On huolehdittava siitä, että etenkin betonilattiat pääsevät kuivumaan kunnolla. Jos laatta päällystetään vesihöyryä läpäisemättömällä pintarakenteella, on laatan voitava kuivua alaspäin. Aikaa rakenteen kuivumiseen voi mennä jopa vuosia. Vesihöyryä läpäisemättömien lattiapintoja asennettaessa on erityisen tärkeää, että betonin pintaosat ja viimeisetkin tasoitteet ovat riittävän kuivia vastaanottamaan liimasta tulevan kosteuden. Toinen vaihtoehto on käyttää vesihöyryä läpäiseviä pintamateriaaleja kuten monet kivi- ja laattalattiat tai korkeampaa kosteuspitoisuutta kestäviä materiaaleja. Liian korkea alustan kosteus voi aiheuttaa muun muassa seuraavia ongelmia: tartunnan peittäminen, mikrobikasvusto pintarakenteen alla sekä rakennusmateriaaliemissiot. Erityisen kallista ja vaikeaa on hallien ja liiketilojen lattioiden korjaaminen, kun tilat ovat jo käytössä. Liian

kosteiden seinäpintojen maalaaminen voi aiheuttaa maalin kupruilemista. Myös pystysuuntaisten rakenteiden rakennuskosteus on syytä ottaa huomioon ja mahdollisesti tarkastaa kaikkien mahdollisesti rakennuskosteutta sisältävien pintojen kosteusprosentti mittaamalla. (Eskola. 1998.) (Suomen betonilattiayhdistys. 2001.)

Betonin halkeilu on paljon takuukorjauksia aiheuttava laatuvirhe. Kokonaan halkeilua ei voida estää. Etenkin massiivirakenteissa esiintyy aina halkeilua. Betonin halkeiluun on monia syitä, kuten liian nopea kuivuminen, kuivumiskutistumat, ulkoinen kuormitus sekä lämpötilan muutokset. Halkeiluriskiä voidaan pienentää valitsemalla betonin koostumus sellaiseksi, että kutistuma on mahdollisimman pieni ja jälkihoito hoidetaan oikein. Betonin oikea jälkihoito on erittäin tärkeää betonille asetettujen vaatimusten täyttymiseksi. Erityisen tärkeää on lämpötilan ja kosteuden seuranta. Suomen sää asettaa paljon vaatimuksia betonin jälkihoidolle, aina ei voida valutöitä tehdä ihanteellisissa olosuhteissa. Talvella on huolehdittava lämmityksestä ja lämpimällä säällä tai massiivisia rakenteita betonoitaessa, ettei betonin lämpötila ja rakenteen eri kohdissa pääse muodostumaan liian suureksi. Betonista ei tule vesitiivistä, jos sitä ei tiivistetä ja jälkihoideta kunnolla. Huono tiivistys jättää rakenteeseen onkaloita, joihin vesi pääsee vapaasti kulkemaan aiheuttaen halkeilua. Betonin liian nopea kuivuminen aiheuttaa halkeilua sekä pysäyttää hydrataatioreaktion, eli kovettumisreaktion ja betonin lujuus jää alhaiseksi. (Laitinen. 1996.) (Siikainen. 2001.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön keskeisimpänä tavoitteena oli etsiä ratkaisuja takuukorjauksien ehkäisyyn ja vähentämiseen. Takuutöiden kustannukset eivät ole huolestuttavan suuria yritystasolla, mutta yksittäisillä työmailla takuukorjauskustannukset voivat olla hyvin suuria. Takuukorjaukset aiheuttavat suoria ja välillisiä kustannuksia sekä sitovat työvoimaresursseja.

NCC Rakennus Oy:n periaatteena on luovuttaa asiakkaalle sopimuksen mukainen tuote ajallaan, virheettömänä sekä täysin valmiina. Hyvä laatu ei vaadi välttämättä virheetöntä tuotantoa, koska virheiden huomaaminen ja korjaaminen kuuluvat laadukkaaseen tuotantoon. Asiakastytyväisyys on rakennusyritykselle erittäin tärkeää, joten takuukorjauksien aiheuttamia imago tappioita ei tule vähätellä.

Tutkimustulosten analysoinnissa keskityttiin erityisesti systemaattisiin virheisiin, koska niiden ehkäisyllä saadaan suurimmat taloudelliset säästöt. Tuloksissa oli selkeästi havaittavissa tiettyjen virheiden toistuminen määrällisesti sekä kustannuksellisesti merkittävien takuukorjauksien top-listoissa. Neljä analysoitavaksi valikoitunutta takuukorjauksia aiheuttaneet laatuvirheet ovat talotekniikkatyöt, kosteusvauriot ja vuodot, ovet ja ikkunat sekä murtumat ja halkeamat.

Ihanteellista olisi, jos pystyisin tarjoamaan yhden tai muutaman ratkaisun, millä pystyttäisiin vähentämään takuukorjauksiin johtavia laatuvirheitä tai jopa poistamaan ne. Yksiselitteistä ratkaisua ei kuitenkaan ole, vaan laatuvirheiden ehkäiseminen koostuu monesta osasta ja vaatii työtä kaikilla yrityksen tasoilla johdosta työntekijään.

Tutkimuksessa esiin tulleita keinoja virheiden välttämiseksi ovat mm. työnaikainen laadunvalvonta, laatuvaatimusten tunteminen ja tehtäväsuunnitelmat. Työnaikaista laadunvalvontaa ei voida tehdä menestyksellisesti, ellei tunneta laatuvaatimuksia. Laatuvaatimukset tulisi kirjoittaa auki aina jo urakkasopimuksista alkaen. Usein ne ovat vain viittauksina erilaisiin laatukäsikirjoihin tai muihin rakennusalan julkaisuihin. Laatuvaatimusten tunteminen on tärkeää prosessin kaikissa vaiheissa. Esimiesten tulee selvittää laatuvaatimukset alaisilleen ja johdon pitää taata riittävät resurssit laadukkaaseen tuotantoon.

Takuukorjauksien ehkäisy vaatii jatkuvaa työtä. Erityisen tärkeää on dokumentoida kaikki takuukorjaustyöt ja niiden aiheuttaja. Vain sillä tavalla voi seurata takuukorjausten määrän mahdollista vähenemistä sekä kustannuksien syntyä. Esiin nousi selkeästi tarve yhtenäiselle käytännölle dokumentoida ja litteroida takuukorjaustyöt. Yrityksen kannattaa kehittää toimiva järjestelmä takuukorjausten dokumentointiin.

Kaikkia laatuvirheitä ei pystytä koskaan poistamaan, mutta samojen virheiden toistamisesta tulee pyrkiä eroon. Takuukorjauslistoille saattaa nousta uusia virheitä poistuneiden tilalle. Kun yrityksellä on keinot ja työ-

kalut ehkäistä ja vähentää takuukorjauksiin johtavia laatuvirheitä, on uusienkin laatuvirheiden analysointi ja poistaminen helpompaa.

NCC Rakennuksen arvot ovat tunne asiakkaasi, keskity olennaiseen ja ota vastuu. Kaikki arvot voidaan soveltaa myös takuukorjauksiin johtaviin laatuvirheisiin: tunne asiakkaasi laatuvaatimukset, keskity laadunvalvonassa olennaiseen ja ota vastuu myös siinä tapauksessa kun, laatuvirheitä ilmenee. NCC:n tavoitteena on tehdä huomenna paremmin se, minkä osaa tehdä tänään hyvin.

LÄHTEET

Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998

Ahlman, E. 1920. Arvojen ja välineitten maailma. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto

Lillrank, P. 1998. Laatuajattelu. Keuruu: Otava Oy

Nieminen, Rautiola, Eriksson. 2007. Rakentajain kalenteri. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Suomen Kiinteistöliitto. 1997. Asuinkiinteistön hoito-opas. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Nurmi, Raimo. 2000. Johtaminen II. Johtaminen ja esimiestyö. Tampere: Tammer-paino Oy.

Haapalainen, Ilkka. 2005. Jämäkkä esimies vaikeiden työsuhdetilanteiden ratkaisijana. Helsinki: Edita Prima Oy.

Viitala, Riitta. 2003. Henkilöstöjohtaminen. Helsinki: Edita Prima Oy.

NCC Rakennus Oy. 2007. Takuu- ja vastuukorjaukset yrityksen näkökulmasta vuosiseminaarimateriaali.

NCC Rakennus Oy. 2007. Vuosivastuukorjaukset ja takuukorjaukset, virheiden aiheuttajakoodit ja korjauskustannusten litterointi.

Takuu- ja vastuukorjausten hallinta 10.3.- 12.3.2009 koulutusmateriaali, RTC-koulutus

Jormalainen, Pentti. 1993. Korjausrakennustyöt. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Eskola, Jari. 1998. Yleisimmät rakennusvirheet ja niiden korjaus. Julkaisu-sarja C- Porin korkeakouluyksikkö

Suomen betonilattiayhdistys. 2001. Betonilattiat 2000, BY 45/BLY 7

Laitinen, Eero. 1996. Teollinen betonirakentaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Siikanen, Unto. 2001. Rakennusaineoppi. Hämeenlinna: Karisto Oy

TAKUUTÖIDEN KUSTANNUKSET JA AIHEUTUMISSYYT

LIITE 1